

Angela Krewani (Hg.)

Augen-Blick. Marburger Hefte zur Medienwissenschaft. Heft 39: Technisierung des Blicks

2007

<https://doi.org/10.25969/mediarep/1883>

Veröffentlichungsversion / published version

Teil eines Periodikums / periodical part

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Krewani, Angela (Hg.): *Augen-Blick. Marburger Hefte zur Medienwissenschaft. Heft 39: Technisierung des Blicks* (2007). DOI: <https://doi.org/10.25969/mediarep/1883>.

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

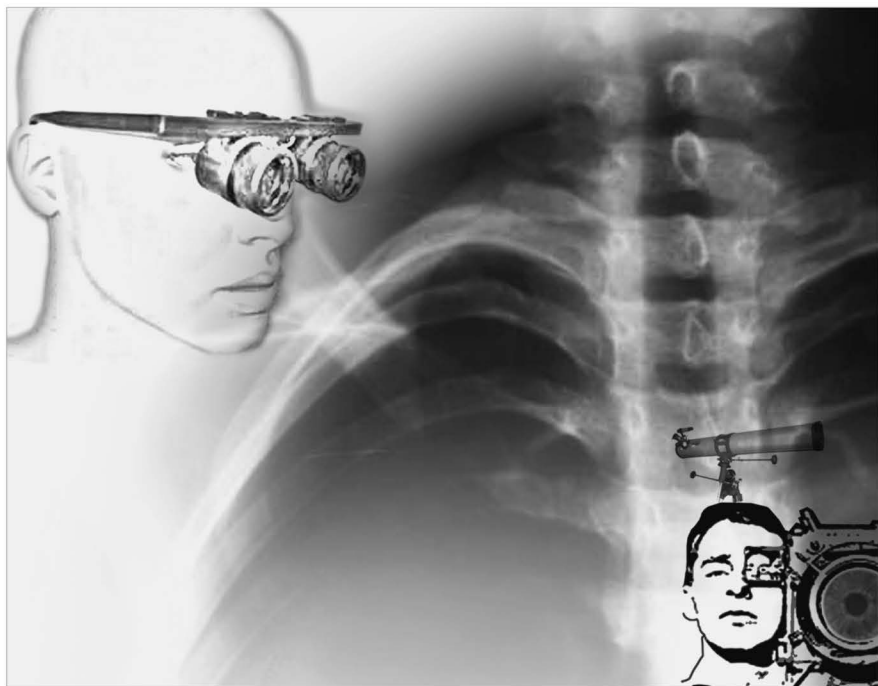
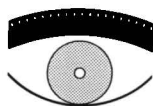
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under a Deposit License (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual, and limited right for using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute, or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the conditions of use stated above.

AUGENBLICK



**Technisierung
des
Blicks**

39

SCHÜREN

marburger

hefte

zur

medien-

wissenschaft

Technisierung des Blicks

AUGEN-BLICK

MARBURGER HEFTE ZUR MEDIENWISSENSCHAFT

Eine Veröffentlichung des Instituts für Medienwissenschaft im Fachbereich 09
der Philipps-Universität Marburg

Heft 39

März 2007

Herausgegeben von

Günter Giesenfeld

in Verbindung mit

Norbert Grob, Heinz-B. Heller und Karl Prümm

Redaktion: Günter Giesenfeld

Redaktionsanschrift: Institut für Medienwissenschaft
Wilhelm-Röpke-Straße 6A, 35039 Marburg, Tel. 06421/284657
www.augenblick.name

Verlag: Schüren Verlag GmbH, Universitätsstr. 55, 35037 Marburg
Einzelheft € 7,90 (SFr 14,00)

Bestellungen an den Verlag. Anzeigenverwaltung: Schüren Verlag
© Schüren Verlag, alle Rechte vorbehalten

Umschlaggestaltung: Uli Prugger, Gruppe GUT
Druck: Difo-Druck, Bamberg

ISSN 0179-2555
ISBN 978-3-89472-049-0

Inhaltsverzeichnis

Einleitung: Technisierung des Blicks	5
Petra Missomelius	
Zum Wandel der visuellen Wahrnehmung	11
Karl Prümm	
Neue Sichtbarkeit.	
Die Fotografie der 1920er Jahre als „zweiter Blick“	22
Günter Giesenfeld	
Achsensprung.	
Zu einigen Veränderungen des bewaffneten Blicks.....	37
Ralph Ewerth, Bernd Freisleben:	
Computerunterstützte Filmanalyse mit <i>Videana</i>	54
Reinhard Eckhorn:	
Retina Implantate für Blinde	67
Harald Upmeier, Matthias Graefenhan:	
Was ist und was soll UpMath?	74
Lothar Schmidt:	
Der Blick auf Musik. Notation und Mechanisierung	82
Angela Krewani:	
Nanotechnologie.	
Zur visuellen Repräsentation einer neuen Wissenschaft.....	95

Herausgeberinnen dieses Heftes: Angela Krewani und Petra Missomelius

Umschlagbild: Johanna Bolkart, HRZ

Zu den Autorinnen und Autoren dieses Heftes:

- Eckhorn, Reinhard, Prof. Dr., geb. 1942. Studium der Elektro- und Kommunikationstechniken an der Technischen Universität Berlin. 1980 Habilitation am Fachbereich für Medizin an der Universität Marburg in Neurophysiologie. Professor für Neurophysik (pensioniert). Mitarbeit in der Forschungsgruppe „Entwicklung von Retinaimplantaten für Blinde“.
- Ewerth, Ralph, Dipl.-Inf., geb. 1972. Studium der Informatik, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Kulturwissenschaftlichen Forschungskolleg „Medienumbrüche“, Siegen und Marburg..
- Freisleben, Bernd, Prof. Dr., geb. 1959. Studium der Informatik an den Universitäten Frankfurt und Pennsylvania State. Professor für Praktische Informatik an der Universität Marburg. Arbeiten im Bereich der kombinatorischen Optimierung.
- Giesenfeld, Günter, Prof. Dr., geb. 1938, Studium in Heidelberg, Münster, Göttingen und Poitiers. Professor für Literatur- und Medienwissenschaft in Marburg (pensioniert). Veröffentlichungen zur Literatur, Film- und Fernsehgeschichte. sowie zur Geschichte und Gegenwart Südostasiens. Regisseur von Spiel- und Dokumentarfilmen.
- Graefenhan, Matthias, geb. 1979. Studiert Informatik und Medienwissenschaft an der Universität Marburg. Seit 2003 Entwicklung des UpTeX-PräCompilers im Rahmen des UpMath-Projekts. Zur Zeit Diplomarbeit zur Vervollständigung der semantischen Ebene des UpMath-Projekts.
- Krewani, Angela, Prof. Dr., geb. 1960. Studium der Anglistik und Politikwissenschaft an der Universität Köln. Professorin an der Universität Marburg für Medienwissenschaft. Mitarbeit an der „Forschungsgruppe zu Nanotechnologie und Gesellschaftswissenschaften“.
- Missomelius, Petra, Dr. phil., geb. 1967. Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Medienwissenschaft der Universität Marburg in der „Forschungsgruppe zu Nanotechnologie und Gesellschaftswissenschaften“ sowie am online-Projekt „Grundlagen audiovisueller Medienkultur“.
- Prümm, Karl, Prof. Dr., geb. 1945. Studium der Germanistik und Geschichte an den Universitäten Marburg und Saarbrücken. Professor an der Universität Marburg für Medienwissenschaft, Initiator des Marburger Kamerapreises.
- Schmidt, Lothar, Prof. Dr., geb. 1960. Studium der Musikwissenschaft, Neueren deutschen Literatur und Kunstgeschichte. Professor an der Universität Marburg für Musikwissenschaft, Mitherausgeber der Korrespondenz Felix Mendelssohn Bartholdys.
- Upmeier, Harald, Prof. Dr., geb. 1950. Studium der Mathematik und Physik an den Universitäten Münster und Tübingen. Professor an der Universität Marburg für Mathematik mit den Schwerpunkten Komplexe und Harmonische Analysis, Mathematische Physik und Operatortheorie.

Einleitung: Technisierung des Blicks

Spätestens seit der frühen Neuzeit sind der Blick und das Sehen unabänderlich durch Strategien der Sichtbarmachung geprägt, die sich nicht ausschließlich in apparativen Medientechnologien erschöpfen, sondern darüber hinaus auch an deren nicht-apparativen Strukturierungen ihren Anteil haben. Erwin Panofsky hat in seinen Studien zur Zentralperspektive darauf hingewiesen, daß diese die Darstellung des Sichtbaren mit einer Idealform der Wahrnehmung verknüpft hat.¹ Die neuere Medienforschung greift diesen Aspekt der Darstellung auf und spricht demgemäß der Zentralperspektive den Stellenwert eines Mediums zu.² Allerdings ist die Gestaltungskraft der Zentralperspektive weitgehend unsichtbar geblieben, so daß die von ihr geprägte Wahrnehmung gleichsam als „direkt“ oder dem „realen Gegenstand angemessen“ empfunden wurde. Doch gerade aufgrund der Funktionalität der Zentralperspektive entwickelte sich im Zuge der Technisierung visueller Darstellung eine Dominanz des Visuellen gegenüber den anderen Sinnen, die auch heute noch prägend zutage tritt.³

Als Konsequenz der medialen Ausgestaltung von Sehen ist eine Form der visuellen Wahrnehmung entstanden, die durch die kulturelle Praxis so weit habitualisiert wurde, daß sie gerne mit der „natürlichen“ Wahrnehmung verwechselt wurde. Bestärkt wurde dieses Wahrnehmungsdispositiv durch den Sachverhalt des offensichtlichen Verschwindens der Wahrnehmungsapparaturen aus der Bildgestaltung. Einen Bruch in der scheinbaren „Natürlichkeit“ der Darstellung wurde durch die Institutionalisierung technischer Bildmedien bewirkt: Seit Erfindung der Fotografie werden Bildgestaltung und Wahrnehmung mit ihrer fortschreitenden Technisierung konfrontiert.

Vorliegende Publikation, der eine Ringvorlesung zum gleichen Thema vorausging, setzt ihren Schwerpunkt nicht so sehr auf die rasante Technisierung und apparative Ausdifferenzierung der Bildgestaltung, sondern fokussiert statt dessen im interdisziplinären Zugriff das konstruktive Verhältnis von techni-

1 Erwin Panofsky, „Die Perspektive als symbolische Form“ (1924), in: ders., Aufsätze zu Grundfragen der Kunstwissenschaft, hg. V. Hariolf Oberer u. Egon Verheyen, 2. Aufl., Berlin 1974, S.99-168.

2 Peter Gendolla, „Zur Interaktion von Raum und Zeit“, in: Peter Gendolla, Norbert M. Schmitz (u.a.), Formen interaktiver Medienkunst, Frankfurt am Main 2002, S.19-38.

3 Vgl. Jonathan Crary, *Techniques of the Observer. On Vision and Modernity in the Nineteenth Century*, Cambridge, MIT Press, 1992.

scher Apparatur und visueller Repräsentation. Die Einbeziehung naturwissenschaftlicher und informationstheoretischer Perspektiven verweist auf ein deutliches Desiderat in der Bild- wie auch der Medienwissenschaft, innerhalb derer zumeist künstlerische Verfahren reflektiert werden. Dieses Vorgehen engt die Forschungsperspektive unnötig auf ästhetische bzw. narrative Medienprodukte ein, doch existiert besonders seit der Erfindung der Mikroskopie ein reger Austausch zwischen naturwissenschaftlicher Bildfindung und medientheoretischer Reflexion. Die in den 1920er Jahren entstandenen Röntgenfilme dokumentieren den fruchtbaren Austausch zwischen naturwissenschaftlicher und künstlerischer Bildgestaltung.⁴ In diesem Sinne versteht sich dieser Band auch als Beitrag zu einer interdisziplinären Betrachtung von Wissenschafts- und Mediengeschichte. Gerade das Schlagwort der „Piktoralisierung der Wissenschaften“⁵ verweist auf eine erhöhte Bedeutung der Bilder in den Wissenschaften, was sich sicherlich auch auf deren Digitalisierung zurückführen läßt. Interessant für eine medienwissenschaftliche Betrachtung in diesem Kontext ist sicherlich die Reflexion des ontologischen Status der Bilder, deren Referenz nicht mehr unbedingt das abgebildete Objekt ist. Tatsächlich sind es oft völlig anders geartete Datensätze, die im Bild visuell rekapituliert werden. Zumeist geschieht diese Umsetzung vor einem Hintergrund impliziter Annahmen, die einer näheren medienwissenschaftlichen Überprüfung bedürfen, denn oft sind es gerade die von Informatikern erstellten Programme, die den Transfer vom Datensatz in visuelle Struktur leisten.

Während der Röntgenfilm medienwissenschaftliche Aufmerksamkeit gefunden hat, bleiben die zeitgenössischen Techniken der Naturwissenschaften unbeachtet. Wobei allerdings Film und Literatur diese intensiv reflektieren. Filme wie *Gattaca* und *The Island*, beides Hollywoodproduktionen, leisten das im Rahmen zeitgenössischer Unterhaltungskultur, in literarischem Kontext bieten neuere Romane, so überprüfen Ian McEwans *Saturday*, wie auch Kazuo Ishiguros *Never Let Me Go*, die Paradigmen der Neurophysiologie wie die Konsequenzen der Biotechnologie.⁶

4 Kay Hoffmann, „Die Welt mit dem Röntgenblick sehen. Die kinematographische Wunder der RÖNTGENSTRAHLEN“, in: Joachim Polzer (Hg.), *Aufstieg und Untergang des Tonfilms. Weltwunder der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte*, 6. Ausg. 2002, Berlin 2002, S.413-416.

5 Martina Heßler, „Einleitung“, in: dies. (Hg.), *Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, München: Fink Verlag, 2006, S.11, gesamter Beitrag: S.11-37.

6 Insbesondere die englische Literatur besitzt eine recht starke Tradition der literarischen Bezugnahme auf naturwissenschaftliche Phänomene, vgl. hierzu auch Thomas de Quincey, Mary Shelley, George Eliot.

Gerade die vermehrte Abhandlung naturwissenschaftlicher Inhalte, hier insbesondere der Gen-, Bio- und Nanotechnologien, verweisen auf den veränderten Stellenwert dieser Wissenschaften im gesellschaftlichen Kontext. Deren Vorteile und das mögliche Bedrohungspotential werden öffentlich entweder diskursiv oder fiktional diskutiert. Für eine zeitgenössische Produkte wahrnehmen wollende Medienwissenschaft besteht spätestens in dem Moment Handlungsbedarf, an dem Film- und Fernsehen diese Technologien integrieren. Es müssen Fragen entwickelt werden, die sich u.a. einerseits auf die inhaltlichen Darstellungen beziehen, wie auch nach den spezifischen Funktionen innerhalb von Kommunikationssystemen fragen. Um dies zu verdeutlichen, sei auf Andreas Löschs Untersuchung nanotechnologischer Bilder hingewiesen, der diese nicht im Rahmen bildtheoretischer Überlegungen ansiedelt, sondern sie auf ihre kommunikativen Funktionen hin befragt. Dabei kommt Lösch zu dem Ergebnis, daß die Bilder keine spezielle Funktion für die jeweiligen Wissenschaften hatten, sondern daß sie „gerade eine Dynamik von Erwartungen in unterschiedlichen Diskursen – hier der Wissenschaft, Wirtschaft und der Massenmedien – ermöglichen, die auf der wechselseitigen und perspektivischen Verarbeitung der Erwartungen anderer Diskurse basieren.“⁷ An dieser Stelle konstatiert Lösch die mediale Funktion der Bilder, zwischen unterschiedlichen Diskursen zu vermitteln und fordert zumindest indirekt medienwissenschaftliches Interesse für diese Prozesse ein.

Wie aus diesen Andeutungen deutlich hervorgeht, erfordern diese Entwicklungen medienwissenschaftliche Analysen. Eine Medienwissenschaft, die noch halbwegs zeitgemäß agieren will, kann diese nicht ignorieren und sich weiterhin guten Gewissens auf einige wenige, zumeist noch als „künstlerisch wertvoll“ ausgewiesene Produkte beschränken und im Zuge dessen eine Vielzahl relevanter Entwicklungen schlichtweg nicht wahrnehmen.

In diesem Sinne versteht sich vorliegendes Heft als ein erster Schritt, über disziplinäre Grenzen hinweg Bildentwicklungen und Blickstrukturen zu vermerken und für eine wissenschaftliche Analyse fruchtbar zu machen.

Einleitend steht ein Beitrag von Petra Missomelius, der einen historisch informierten Überblick über die Techniken der Blickgestaltung vermittelt. Aus diesem geht deutlich hervor, dass die Etablierung digitaler Bildgestaltung nach der massenmedialen Institutionalisierung von Film und Fotografie einen weiten Bruch bewirkt hat, der vor allem die Konzeption von Räumlichkeit und Li-

7 Andreas Lösch: Antizipation nanotechnologischer Zukünfte: Visionäre Bilder als Kommunikationsmedien, in: Alfred Nordmann, Joachim Schummer, Astrid Schwarz (Hgg.); Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven, Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft, 2006, S.223-243, hier: S. 239.

nearität stark modifiziert und aufweist, inwiefern die digitalen Bildgebungsverfahren im künstlerischen Bereich um neue Kategorien der Darstellung ringen.

Karl Prümms Überlegungen zur Fotografie dokumentieren nochmals aus historischer Perspektive den Stellenwert der Fotografie im 19. und frühen 20. Jahrhundert und ihre Bedeutung in der Wissenschaft, insbesondere im Kontext der Mikrofotografie. Künstlerische und wissenschaftliche Ansprüche stehen demnach in einem engen Wechselverhältnis und wirken so auf die ästhetischen Ausprägungen der Fotografie immens ein. Immer wieder wird auf die erklärte Absicht der Fotografie zur Präzision, eine den technischen Gegebenheiten angemessene Bildgestaltung zu erwirken, verwiesen. Schon die Geschichte der Fotografie belegt, wie wenig sich technische Apparaturen sowie wissenschaftliche und künstlerische Verfahrensweisen trennen lassen.

Ebenfalls auf künstlerische Verfahrensweisen konzentriert sich der Beitrag von Günter Giesenfeld. Der Metapher der „Technisierung des Blicks“ setzt er gezielt die von Dziga Vertov theoretisch erarbeitete Verbindung von Kamera und Blick gegenüber und verortet in dieser eines der ersten medial konstruierten visuellen Dispositive. Ausgehend von der Blickstrukturierung durch die Kamera verfolgt er präzise die historischen Wandlungen der Kamera- und Schnitttechniken wie die ihnen zugehörigen Ästhetiken und Wirklichkeitskonstruktionen. Abschließend gelangt er zu der Feststellung, daß gerade die digitalen Bildtechnologien das Kino von dem engen Korsett des Kamerablicks befreien und sie damit allein in der Lage sind, dessen Ästhetiken vor dem Verschwinden zu retten.

Während die erwähnten Beiträge eine medienwissenschaftliche Perspektivierung visueller Technologien vornehmen, stellen Ralph Ewert und Bernd Freisleben ein von ihnen entworfenes Programm der rechnergestützten Bilderkennung vor. Zentrale Kategorien dieser Technologie sind Schnitterkennung, Detektion von Gesichtern, das Auffinden von eingeblendetem Text und Kamerabewegung. Die Schnelligkeit der rechnergestützten Analyse ermöglicht die Bearbeitung einer Vielzahl von Filmen, allerdings nicht ausschließlich als quantitative Analyse, sondern als Angebot an Film- und Medienwissenschaftler, eine Reihe neuer, innovativer Fragestellungen in diesem Kontext zu entwickeln, wie es beispielhaft in der Zusammenarbeit mit einem medienwissenschaftlichen Projekt geschehen ist.⁸

Während der Terminus „Technisierung des Blicks“ häufig als Metapher für die apparative Zurichtung der Wahrnehmung gebraucht wird, verortet Reinhard

⁸ Vgl. hierzu das von Bernd Freisleben geleitete Projekt zu „Methoden und Werkzeuge zur rechnergestützten medienwissenschaftlichen Analyse“, sfb 615 Medienumbrüche der Universität Siegen.

Eckhorn ihn in beeindruckender wissenschaftliche Praxis. „Retina Implantate für Blinde“ berichtet von den recht erfolgreichen Versuchen – hier handelt es sich nicht um Science Fiction –, Chips in die Retina blinder Menschen einzusetzen und damit wenigstens zum Teil menschliche Sehkraft wiederherzustellen. Forschungen dieser Art demonstrieren, wie weit naturwissenschaftliche und wohl auch medizinische Technologien organische Körperfunktionen ersetzt haben. Was lange als Vision einiger avantgardistischer Filmemacher gegolten hatte – Dziga Vertov zum Beispiel entwirft in *Kinoglaz* (1924) und *Der Mann mit der Kamera* (1929) die Vision von der technischen Apparatur als ein dem menschlichen überlegenes Auge – wird anscheinend im Moment tatsächlich in den medizinischen Wissenschaften Realität.

Die nächsten beiden Beiträge konzentrieren sich auf symbolische Notationssysteme und dokumentieren trotz ihrer fachlichen Differenzen nochmals Berührungspunkte wissenschaftlicher und künstlerischer Verfahren. Harald Upmeier und Matthias Graefenhahn stellen ein mathematisches Notationssystem vor, das mit Hilfe einer neuartigen Symbolik den Anspruch erhebt, eine Vielzahl divergierender mathematischer Systeme repräsentieren zu können, wodurch ebenso ihre Vernetzung vorgenommen wird. Ähnlich mathematisch orientiert wirken die Symbole zeitgenössischer Kompositionstechniken, auf die Lothar Schmidt eingeht. Ausgehend von Max Webers Thesen zur Schriftlichkeit von Musik wird hier der Einblick musikalische Notationssysteme gegeben, die, zumindest im 20. Jahrhundert, die Freiheit des Interpreten gerne aususchalten gedachten. Da die musikalischen Verfahrensweisen weit über die traditionellen Notationssysteme hinausreichten, mußten – zum Teil mathematisch anmutende – Symbole die komplexen Klangparameter regeln. Der Blick auf die Notationssysteme wie auch der Vergleich mit den mathematischen Symbolen verweist auf die Abstraktionsebene, auf der Symbole gemeinhin angesiedelt werden können. Im Abstraktionsgrad stehen die musikalischen den mathematischen in keiner Weise nach: Auch hier zeigt sich die Transformationsqualität künstlerischer und naturwissenschaftlicher Verfahren.

Die Publikation abschließend findet eine kulturwissenschaftliche Betrachtung nanotechnologischer Bildgebungsverfahren statt. Angela Krewani stellt verblüffende historische Kontinuitäten in den Bildern der Nanotechnologie fest. Damit entsteht ein offensichtlicher Gegensatz zu der behaupteten Innovationskraft der neuen Technologie und deren zutiefst konventionellen und ideologischem Bildrepertoire.

Diese Publikation ist aus einer Ringvorlesung hervorgegangen, an der viele helfende Geister und Hände intensiv mitgewirkt haben. Besonders bedanken möchten sich die Herausgeberinnen bei Günter Giesenfeld für die freundliche

Bereitschaft, diesem Thema ein Heft seiner Reihe zu widmen sowie die geduldige Unterstützung bei der Aufbereitung der Publikation, bei Eva Seyer für die präzise und zuverlässige Aufnahme der Vorträge, bei Jan Walter für die sorgfältige Transkription und Sven Stollfuß für die mühevollen Endredaktion.

Die meisten Beiträge können im Rahmen des e-learning Projekts „Grundlagen audiovisueller Medienkultur: Technisierung des Blicks“ abgebildet angehört werden:

<http://online-media.uni-marburg.de/medienwissenschaft/digitale-medien/blick/welcome.html>

Angela Krewani

Petra Missomelius

Zum Wandel der visuellen Wahrnehmung

Was ist das Schwerste von allem?
Was dir das Leichteste dünket:
Mit den Augen zu sehn,
was vor den Augen dir liegt.

J. W. Goethe¹

Visuelle Wahrnehmung und Erkenntnis

Dieser Beitrag strebt einen historischen Abriss der Veränderung von Wahrnehmungsprozessen und Wandlungen kultureller Praxen im Zusammenhang mit technischen Entwicklungen an. Die Wahrnehmung und damit Kontaktaufnahme des wahrnehmenden Menschen zur Welt markieren seine körperliche Zugehörigkeit zu dieser Welt und seine Positionierung in ihr. Es interessiert hier die subjektive Veränderung der Wahrnehmung, des Gewährwerdens, unter dem Einfluß von Techniken der Sichtbarmachung. Dabei ist das Bildliche als Kulturtechnik zur Veranschaulichung im Prozeß der Sichtbarmachung von Interesse. Der Fokus liegt demnach auf den Dispositiven der Bildherstellung und -wahrnehmung. Die Entwicklungsgeschichte der Technik ist durch das philosophische, religiöse und wissenschaftliche Denken des Abendlandes beeinflusst und die Gegenwart der Technik hat dieses Denken umgekehrt wieder geformt. Sehstrategien, die zur Perzeption verschiedener Medien notwendig sind, nehmen unmittelbar Einfluß auf die Organisation der Wahrnehmung von Rezipienten, so Jonathan Crary² in seiner Untersuchung der ‚Techniken des Betrachters‘. Crary beschreibt optische Geräte als Schauplätze des Wissens und der Macht, „die unmittelbar auf den Körper des Individuums wirken.“ „Die betreffenden optischen Geräte sind [...] Schnittpunkte, an denen philosophische, wissenschaftliche und ästhetische Diskurse mit mechanischen Techniken, institu-

1 Werke, Weimarer Ausgabe 1887-1918, Band I,5,1: Xenien. Aus dem Nachlaß, S. 275

2 Crary, Jonathan: Techniken des Betrachters. Dresden, Basel: Verlag der Kunst 1996.

tionellen Erfordernissen und sozio-ökonomischen Kräften zusammentreffen.“³

Bereits den antiken Sehtheorien liegt der Gedanke zugrunde, mittels der Sinne die Welt vollständig erfassen, erkennen und begreifen zu können. Geht die (auf die Schule des Pythagoras zurückgehende) Sendetheorie davon aus, daß das Auge ein Sehfeuer ausstrahlt, welches sich auf die Gegenstände richtet, so vertreten Demokrit und Aristoteles die Empfangstheorie, welche besagt, daß das Auge passiv ein Bild von Außen, von den Gegenständen aktiv kommend, empfängt. Doch stellen sich die Sinne schnell als täuschbar heraus. Der Antagonismus, gleichzeitig durch Sinneswahrnehmung Welterkenntnis zu erlangen und sich der Täuschungen der Sinne bewußt zu sein, bricht erst in der Renaissance wieder auf und wird auf der Grundlage eines neuen Selbstverständnisses des Menschen neu diskutiert.

Die Zurichtung des Blicks



Abb. 1: Brunelleschis „perspectiva artificialis“

In der Renaissance dringen mathematisch-naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten und handwerklich-apparative Geräte in das Feld der Wahrnehmung ein. Dabei sei besonders auf Filippo Brunelleschis (1377-1446) Entdeckung der „perspectiva artificialis“ (siehe Abbildung 1) und seinen Zeitgenossen Battista Alberti (1404-1472) verwiesen (siehe Abbildung 2).

³ Beide ebd. S. 19.

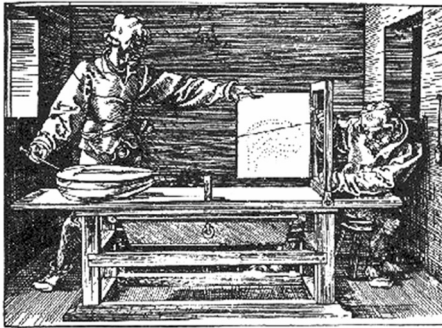


Abb. 2: Die Verwendung von Albertis Fenster, als zeichnerisches Hilfsmittel.
Albrecht Dürer:
Mann zeichnet eine Laute (1525)

Albertis Fenster lenkt den Blick und nimmt durch die Rahmung des Sichtbaren die Zeichnung quasi schon vorweg. Der Blick wird auf das Wesentliche ‚zugerichtet‘. Der gelehrte Architekt Filippo Brunelleschi radikalisiert dies in einem Experiment, indem er das Motiv, welches er malen will, nicht durch einen Rahmen sondern in einem Spiegel betrachtet, was ihm die Möglichkeit gibt, die Größenverhältnisse tatsächlich mit Zirkel und Lineal abzumessen. Aufgrund der Erkenntnis, daß es sich bei dem neuen Raum-Bild um eines handelt, dem das Element des Gegenüberstellens notwendig innewohnt, daß die Standpunktnahme des Betrachters erstmals relevant ist, wurde der Spiegel selbst zur Ikone jener Wende im Raumverständnis, für welche die Zentralperspektive kennzeichnend ist. War bislang die symbolische Wiedergabe an die Gegenständlichkeit der Dinge sowie den Gesichtssinn des wahrnehmenden Subjekts gebunden, so brachte Brunelleschi eine optische Apparatur zwischen Betrachter und Objekt. Das subjektive Sehen wird durch die auf Erkenntnissen der Naturwissenschaft zurückgehende Apparatur objektiviert. Die Entdeckung der Zentralperspektive in der Renaissance läßt den Menschen die Wirklichkeit seinem Blick unterwerfen. Der Blick der Zentralperspektive zergliedert, verkleinert und hierarchisiert. Er ist auch Disziplinierungsmechanismus – damit einher geht ein neues Selbstverständnis des Menschen. Die Geschichte der Perspektive liest sich als Siegeszug des distanzierenden und objektivierenden Wirklichkeitssinns – und der Erweiterung der Ich-Sphäre. Insgesamt ist die Perspektive mehr als nur ein Zeichensystem, das die Realität reflektiert: sie macht die Manipulation der Realität durch die Manipulation ihrer Symbole möglich. Die Zentralperspektive ist nicht Ausdruck eines natürlichen Sehens, sondern technische Konstruktion, ein konventionalisiertes Wahrnehmungsangebot.

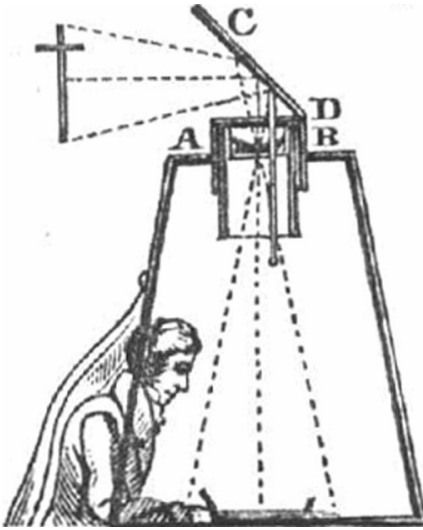


Abb. 3: Schema einer portablen Camera Obscura

Zwischen dem Ende des 16. und dem Anfang des 19. Jahrhunderts gilt die Camera Obscura (siehe Abb. 3) als philosophisches Leitmodell für rationales Sehen. Nach ihrem Modell werden der Status und die Möglichkeiten des Sehens beschrieben, und damit auch die Frage nach dem Verhältnis zwischen denkendem Subjekt und seiner Außenwelt verhandelt. Sowohl Empiristen als auch Rationalisten interessieren sich für die Camera Obscura. Der optische Apparat erhält große Bedeutung für das philosophische Selbstverständnis des aufstrebenden Bürgertums. Die Wissenschaft der Physiologie und die optischen Apparate des 19. Jahrhun-

derts, so zeigt Jonathan Crary, haben die Entwicklung, das menschliche Sehen als Maschinentätigkeit zu behandeln, bereits vorbereitet. Die Camera Obscura gilt als „unfehlbares metaphysisches Auge“⁴, als Leitmodell für alle Versuche, das menschliche Wissen auf eine objektive Betrachtung der Welt zu gründen. „Die Camera obscura hindert den Betrachtenden a priori daran, seine eigene Position als Teil der Darstellung zu betrachten“⁵. Während sie selbst in der von ihr hergestellten Dunkelheit verschwinde, bleibe noch das ideologische Bild.

Nach Crary knüpft sich ein radikaler Wandel der Wahrnehmung an das Schicksal des Paradigmenwechsels der Camera Obscura. Im Unterschied zur Zentralperspektive bestimmt die Camera Obscura laut Crary die Relation des Menschen im inneren Raum und der Außenwelt neu⁶. Sie erlaubt eine unendliche Reproduktion der Wirklichkeitsausschnitte. Der jeweilige Weltausschnitt existiert unabhängig von der körperlichen Präsenz des Betrachters. Dieser muß sich aus der Welt zurückziehen, um diesen Weltausschnitt im Dunkel der Camera Obscura wahrnehmen zu können. Räumliche Distanz ermöglicht es dem Subjekt, das Andere als Objekt zu behandeln. Die mediale ‚Zu-richtung‘ ermöglicht also die Vergegenständlichung, die „visuelle Disponibilität der Welt“

4 Ebd. S. 57.

5 Ebd. S. 51.

6 Ebd. S. 37-73.

einerseits und „die versichernde Distanz gegenüber dem Geschauten“⁷ andererseits. Damit wird der reduzierende Blick der Renaissance durch ein System abgelöst, welches der größeren Komplexität der Wirklichkeit durch eine Abtrennung gerecht zu werden trachtet. Es liefert ein ausschnitthaftes Fragment aus der Weltenfülle.

Zwischen Auge und Wirklichkeit die Kamera in Fotografie und Film

Mit dem Durchbruch der Fotografie setzt sich die dominante visuelle Kultur im 19. Jahrhundert weiter fort. Die Lichtschrift, die Gesetze der Physik, der Chemie und der Optik vereint, bildet mediengeschichtlich einen Wandel, als es ihr gelingt, einen einzelnen Augenblick zu fixieren und zu reproduzieren. Das fotografische Bild erschließt ein bis dato neues Gebiet, das zugleich einen systematischen Bruch markiert: das der Zirkulation und Reproduktion von Bildern, die letztlich keinen Bezugspunkt mehr aufweisen. In der theoretischen Auseinandersetzung mit der Fotografie kommt es zur Spannung zwischen einer angenommenen besonderen Wirklichkeitsnähe und der Tatsache, daß sie – wie alle Bilder – konventionell konstruierte Sichtbarkeiten hervorbringt. Ihre Konventionalität jedoch ist hinter der wahrgenommenen visuellen Ähnlichkeit verborgen und macht diese Bilder daher besonders interessant für Manipulationen. Dennoch werden ihr Detailgenauigkeit und Wahrheitstreue – Paradigmen des technischen Abbilds – zugesprochen.

Schließlich ersetzt das Kino den Blick aus dem Fenster durch eine Leinwand, auf welche Bilder projiziert werden. Der Rezipient des traditionellen Unterhaltungsfilms findet sich während der Aufführung mit einem filmisch konstruierten Raum konfrontiert, der nicht wirklich – allenfalls als (Studio-)Kulisse – existiert. Aus den Fragmenten, die einzelne Sequenzen und Einstellungen vermitteln, synthetisiert der Kinoszauer eine zusammenhängende



Abb. 4: Das Kamera-Auge.
Dziga Vertov: *Der Mann mit der Kamera*

7 Ulrike Hick: *Geschichte der optischen Medien*. München: Wilhelm Fink Verlag 1999. S. 337.

Filmumgebung. Dabei ist sein Körper stationär, lediglich der Filmstreifen bewegt sich. Die Ausrichtung des Körpers auf die technische Apparatur des Kinos verändert und diszipliniert die Wahrnehmung des ganz-Auge-werdenden Rezipienten. Mit der Raum- und Bewegungsillusion der in Fluß geratenen Bilder, die der Film dem Rezipienten bietet, entfaltet sich eine neue Art und Weise der visuellen Wahrnehmung. Dieses in erster Linie der Zerstreuung dienende Instrument entlastet den zentralperspektivischen Blick. Statt dessen setzen neue Limitierungen und Techniken des Sehens im Zuge der Moderne ein: Es gilt Illusionierung, Perspektivierung, Bewegung, Beschleunigung und Rhythmisierung im Kontext dieses Mediums zu entwickeln und zu erlernen. Im Zuge seiner Ausdifferenzierung entsteht die filmische Sprache als eine der prägnantesten Kunstformen des 20. Jahrhunderts: Montageverfahren, Kameraperspektiven und –bewegungen, Zeitlupe und –raffer etc. Technisch eine Fragmentarisierung von Bewegungsabläufen, eröffnen die ästhetischen Gestaltungsmöglichkeiten kinematografische Wahrnehmungsformen, die sich nicht auf die Dispositivbetrachtung der apparativen Anordnung reduzieren lassen. Ralf Schnell stellt fest: „Die dem Film vergleichbare Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen ist ihrerseits montageartig strukturiert – denn deshalb kann sich der Film ihrer bedienen und auf sie einwirken.“⁸

Die Ablösung des menschlichen Blicks: das technische Bild

Heute haben wir es mit dematerialisierten Bildern und Signalen bzw. Zeichen zu tun. Es läßt sich feststellen, daß die computergestützte Bilderkennung als Kulmination einer jahrhundertelangen Entwicklung zu verstehen ist, die mit



Abb. 5: Radarbild

den Hilfsmitteln zur Zentralperspektive der Renaissance begann. Im Zuge moderner Telekommunikationsprozesse entstand die Informationstheorie und mit ihr die Entwicklung des Mensch-Maschine-Interface, wie es schließlich das Schlachtfeld und den Arbeitsplatz nach dem Zweiten Weltkrieg geprägt hat: Beispiele dieser Formen sind Radarbildschirme,

⁸ Ralf Schnell: Medienästhetik. Zur Geschichte und Theorie audiovisueller Wahrnehmungsformen. Stuttgart, Weimar: Metzler Verlag 2000. S. 102.

Flugzeugkontrollinstrumente sowie Computerterminals (siehe Abbildung 5).

Das menschliche Sehen als zentraler Kanal der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine wird nun unter informationstheoretischen Gesichtspunkten betrachtet. Lev Manovich spricht in diesem Zusammenhang vom „engineering of vision“⁹. Bei der Arbeitseffizienz in der Industrialisierung galt es noch, den Produktionsablauf möglichst ohne unnötige Bewegungen für Arbeiter zu gestalten. Mit der postindustriellen Gesellschaft wendet man sich von der Effizienz des Körpers hin zur Effizienz der Sinnesleistungen. Um diese zu erzielen widmet man sich der Externalisierung der Sinneswahrnehmung. Künstliche Intelligenz-Forschung, Wahrnehmungspsychologie und andere verwandte Disziplinen entstehen. Sie alle erforschen mentale Funktionen: Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Textverständnis, Gedächtnis, Problemlösung. Der Mensch wird als Informationsverarbeitungseinheit betrachtet und sein visueller Apparat ist Teil der menschlichen Informationsverarbeitung. Die Informationstheorie ist essentiell, um die neue Vorstellung des Sehens und die Technisierung des Blickes zu verstehen, die nach dem zweiten Weltkrieg aufkam. Die postindustrielle (Informations-)Gesellschaft ist auf mentale Arbeit ausgerichtet, in der die Verarbeitung von Informationen im Mittelpunkt steht. Die Aufgabe des Arbeiters im postindustriellen Zeitalter besteht in der Überwachung und der Regulierung: Er hat Displays zu betrachten, eingehende Informationen zu analysieren, Entscheidungen zu treffen und Knöpfe zu bedienen.

Die für den Menschen so einfach erscheinenden, weil unbewußten Sinnesleistungen werden in einzelnen Schritten technisch übertragen: zunächst die rein sensorische Seite (das Sehen), darauf folgen Übertragungs- und Codierungsfragen (die Aufgabe der Sehnerven), anschließend ist eine Verarbeitungs- und Interpretationsalgorithmik notwendig (das Gehirn). Während die Stärke des menschlichen visuellen Systems darin liegt, trotz widriger Umstände (wie Nebel, schlechte Lichtverhältnisse oder eine partielle Verdeckung von Objekten) zu funktionieren, so wird die Notwendigkeit automatisierter Muster- und Bilderkennung darin begründet, daß die Fähigkeit zur Erfassung und Verarbeitung von (Meß-)Daten beim menschlichen Sehen gering entwickelt ist. Einsatzgebiete für das Ablesen von Daten liegen beispielsweise im medizinischen Bereich: in der Beurteilung von Röntgen-, Computertomografie, Kernspintomografie oder Ultraschall.¹⁰

9 Lev Manovich: *The Engineering of Vision from Constructivism to Computer*, Ph.D. Dissertation, Visual and Cultural Studies, University of Rochester 1993.

10 Weitere Anwendungsgebiete der Mustererkennung in Bildern sind die Sicherheitstechnik, die Auswertung von Satellitenbildern, Assistenzsysteme (Lokführer, Autofahrer) und die industrielle Qualitätssicherung.

Was heißt es nun für intelligente Computersysteme (ferngesteuerte Missiles, Roboter, Überwachungssysteme), ein Bild zu ‚verstehen‘? Ohne an dieser Stelle ins technische Detail zu gehen, seien einige Vorgehensweisen zur Mustererkennung genannt: es kann mit der Einschränkung des Bildbereichs gearbeitet werden, dem Zuweisen von Eigenschaften (Farbe, Form), dem Abgleich mit einem Differenzbild, das eine maximal zulässige Abweichung (z.B. durch Schatten) enthält oder mit Bildkonturen, um hier nur die wichtigsten Elemente zu nennen.¹¹ Das Erkenntnisinteresse ist hierbei immer entscheidend für die Auswahl des Bild-Ausgabeverfahrens. Der Bildschirm¹² ist dabei als jüngste Materialisierung des Rahmens zu verstehen. Dessen Historizität und seine sich wandelnde Funktion für die Wahrnehmung ist von Ulrike Hick¹³ skizziert worden. Dieser Rahmen ist eine Vorrichtung durch die man den ‚anderen‘ Schauplatz erblicken kann. Es ist der Rahmen, der umfaßt: die Bühne, das Gemälde, die Fernsehsendung, den Kinofilm. Er grenzt die eine, die „virtuelle“ Welt, innerhalb der unsrigen, der „realen“ ab. Er ist eine rechteckige Fläche, die in der gegenständlichen Welt existiert und die Welt der Repräsentation darstellt.

In die Ferne gerichtete Technologien wie Radar über GPS haben die Perspektive über das Sichtbare hinaus ausgeweitet. 3D-Computergrafiken beschleunigen und automatisieren Design und perspektivische Darstellung von realen und imaginären Objekten. Die Computergrafik strebt immer realistischer anmutende Simulationen an, während im Vergleich dazu die computergestützte Bilderkennung Aspekte wie Schatten, Textur etc. als Quellen tiefergehender Informationen nutzt. Im Zuge der Automatisierung des Sehens, der Ablösung des menschlichen Blickes durch den Blick der Maschine, wird ein neues Verständnis des Sehens notwendig. Die Automatisierung beeinträchtigt unsere Auffassung des Gewährwerdens auf zwei entscheidende Arten: sie bringt einerseits mit sich, daß die Funktionen der menschlichen Wahrnehmung durch Computer ersetzt werden können, genauso wie die Substitution des Blickes durch computergestützte Bilderkennung. Damit setzt sich eine lange Tradition der Bevorzugung technisch erzeugter Bilder gegenüber menschlichen Sinneswahrnehmungen fort: dem Bild der Camera Obscura wurde ein größerer Wahrheitsgehalt attestiert als der Malerei. Dies hingegen wurde abgelöst durch Fotografie und Film. Wie die kulturelle Praxis des technisierten Blicks den menschlichen

11 Für weiterführende Studien sei verwiesen auf: Bernd Jähne: *Digitale Bildverarbeitung*. Wien, New York: Springer Verlag 1989.

12 Sowohl das Display als auch der Computermonitor werden hier unter dem Begriff ‚Bildschirm‘ subsumiert.

13 Ulrike Hick: *Geschichte der optischen Medien*. München: Wilhelm Fink Verlag 1999, S. 62ff.

Blick verändert, haben an eindrücklichen Studien Barbara Duden anhand bildgebender diagnostischer Verfahren und dem Erleben von Schwangerschaft, Hans Blumenberg am Beispiel des Fernrohrs, Wolfgang Schivelbusch an der Frage um die veränderte Wahrnehmung durch die Eisenbahn und Paul Virilio am Blick durch die Windschutzscheibe des Autos aufgezeigt.¹⁴

Das digital erzeugte Bild büßt als Sehen ohne Blick den gegenseitigen Querverweis von Erzeugung und Wahrnehmung ein, ist jedoch nicht gänzlich frei von diesem.

Die digitalen Verfahren der Sichtbarmachung stehen in einer bislang unbekanntem Relation zum sehenden Körper: dieser geänderte Status des sehenden Subjekts sowie neue Formen von Diskursivität sind heute Gegenstand der Erörterung sowohl in der Kunst als auch in der Wissenschaft.

Das Ringen mit der neuen Sichtbarkeit in Kunst und Wissenschaft

Es läßt sich ein im Mittelalter entstandener Prozeß beobachten, der „objektive Wahrheit“ zunehmend in den Kontext von Logik und Mathematik stellt und „metaphysische Wahrheit“ Handlungsfeldern im Bereich der Kunst, der sinnlichen Wahrnehmung zuschreibt.

Naturwissenschaftliche Bilder erzählen uns von lebenden Zellen, vom Universum unter der Haut, vom Bauplan des Lebens und von fernen Galaxien. Sie flimmern zwischen repräsentativer Darstellung und Selbstreferenz. Technische Visualisierungsverfahren und Strategien der Sichtbarmachung drängen sich in den Vordergrund. Wie die Wissenschaftsforschung darlegt, stellen Visualisierungstechniken Informationen zur Verfügung, die nicht „Abbilder der Wirklichkeit“ sind, sondern eine durch den Visualisierungsvorgang strukturierte und apparativ erzeugte Repräsentation von Erklärungen. Weit davon entfernt, den Naturwissenschaften eine unreflektierte Bildproduktion und -verwendung vorzuwerfen und eine Nivellierung der Bereiche vorzunehmen¹⁵, wäre eine pro-

14 Barbara Duden: *Der Frauenleib als öffentlicher Ort*. Vom Mißbrauch des Begriffs Leben. Hamburg/Zürich: Luchterhand 1991; Hans Blumenberg: *Galileo Galilei .Sidereus Nuncius*. Nachricht von neuen Sternen. Frankfurt/Main: Suhrkamp Verlag 2002; Wolfgang Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert. Frankfurt/Main: Fischer Verlag 2002. Paul Virilio: *Der negative Horizont*. Frankfurt/Main: Fischer 2001.

15 Siehe Gottfried Boehms Unterscheidung in „starke“ (künstlerische, selbstreferentielle) und „schwache“ (z.B. wissenschaftliche, außerreferentielle) Bilder in: Gottfried Boehm: „Zwischen Auge und Hand: Bilder als Instrumente der Erkenntnis“. In: B. Heintz u. J. Huber (Hg.): *Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Wel-*

duktive Distanz der zwei Bildkulturen durchaus wünschenswert. Kunst als System ist heute der Wissenschaft näher als je zuvor¹⁶, und die gegenwärtige Wissenschaft, die sich mit Notwendigkeit und Kontingenz befaßt, wird zur Kunst des Möglichen, die nicht nur erforscht, wie die Welt ist, sondern wie sie sein könnte und wie man am besten und überzeugendsten neue Modelle der Welt mit computergestützten Möglichkeiten generieren könnte. In seinen wissenschaftstheoretischen Schriften negiert Paul K. Feyerabend¹⁷ die Möglichkeit absoluter Rationalität und Logik im Blick auf das, was Schöpfung menschlichen Geistes ist. In diesem relativistischen und gewissermaßen irrationalen, jeder Wissenschaft inhärenten Faktor rücke sie, so Feyerabend, in die Nähe der Kunst. Nach diesem Verständnis sind die Wissenschaften keine Institutionen objektiver Wahrheit, sondern Künste im Sinne eines progressiven Verständnisses von Kunst. Jorge Wagensberg führt aus, daß, nähme man Realität, Plausibilität und Dialektik als Forschungsmethode der Wissenschaft an, man beim Versuch, diese drei Prinzipien durch strenges Beobachten der Komplexität der Objekte zu identifizieren, zu der Schlußfolgerung käme, daß sich das Objekt der Methode widersetze. Er legt dar, daß es dann gelte, die Methode aufzuweichen, wodurch sich Wissenschaft in Ideologie verwandelt.

Ideologie bedeutet im Kern nicht Forschung, sondern Glauben. Aus dieser Überlegung folgt, daß man all jene Löcher, die von der Wissenschaft nicht gestopft worden sind, mit Ideologie füllen muß. [...] Wenn das von uns angestrebte Wissen nicht von Gesetzen, sondern von Weltbildern regiert wird, dann scheint es angeraten, sich von wissenschaftlichen Methoden zu verabschieden und vielleicht sogar ihnen radikal entgegengesetzte Prinzipien einzunehmen. Genau dies ist in der Kunst der Fall, einer Art von Wissen, deren Schöpfer nicht das geringste Interesse haben, sich von ihrer Schöpfung zu distanzieren.¹⁸

Besonders relevant bei der Durchdringung der beiden Bereiche ist deren generatives Wesen, die Fähigkeit, eigene Welten und Weltbilder hervorzubringen. Das derzeitige Ringen um neue Kategorien von Bildlichkeit angesichts elektronischer Bildwelten ist kennzeichnend für den Prozeß, in dem das Sehen kulturell neu organisiert wird.

ten. Wien 2001, S. 43-54.

16 Siehe hierzu beispielsweise Ingeborg Reichle: *Kunst aus dem Labor*, Arbeiten von Künstlern wie Stelarc und Orlan sowie den SWR Medienkunstpreis 2004 unter dem Motto „unSICHT-BARES“.

17 Paul K. Feyerabend: *Wider den Methodenzwang*, Frankfurt 1986.

18 Jorge Wagensberg: *Las reglas del juego*, in: Jorge Wagensberg (Hg.): *Proceso al Azar*. Barcelona 1986, S. 13 (Übersetzung des Zitats M. Pfeiffer).

Literatur

- Blumenberg, Hans: *Galileo Galilei .Sidereus Nuncius*. Nachricht von neuen Sternen. Frankfurt/Main: Suhrkamp Verlag 2002.
- Gottfried Boehm: „Zwischen Auge und Hand: Bilder als Instrumente der Erkenntnis“. In: B. Heintz u. J. Huber (Hg.): *Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten*. Wien 2001, S. 43-54.
- Crary, Jonathan: *Techniken des Betrachters*. Dresden, Basel: Verlag der Kunst 1996.
- Duden, Barbara: *Der Frauenleib als öffentlicher Ort*. Vom Mißbrauch des Begriffs Leben. Hamburg/Zürich: Luchterhand 1991.
- Feyerabend, Paul K.: *Wider den Methodenzwang*. 2. Aufl., Frankfurt: Suhrkamp 1986.
- Hick, Ulrike: *Geschichte der optischen Medien*. München: Wilhelm Fink Verlag 1999.
- Jähne, Bernd *Digitale Bildverarbeitung*. Wien, New York: Springer Verlag 1989.
- Manovich, Lev: *The Engineering of Vision from Constructivism to Computer*, Ph.D. Dissertation, Visual and Cultural Studies, University of Rochester 1993.
- , *The Language of New Media*. Cambridge/Mass.: MIT Press 2001.
- Panofsky, Erwin „Die Perspektive als symbolische Form“ (1924), in: ders., Aufsätze zu Grundfragen der Kunstwissenschaft, hg. V. Hariolf Oberer u. Egon Verheyen, 2. Aufl., Berlin: Hessling 1974, S.99 - 168.
- Reichle, Ingeborg: *Kunst aus dem Labor*. Wien, New York: Springer Verlag 2005.
- Schnell, Ralf: *Medienästhetik*. Stuttgart, Weimar: Metzler Verlag 2000.
- Schivelbusch, Wolfgang: *Geschichte der Eisenbahnreise*. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert. Frankfurt/Main: Fischer Verlag 2002.
- Virilio, Paul: *Der negative Horizont*. Frankfurt/Main: Fischer Verlag 2001.
- Wagensberg, Jorge: „Las reglas des juego“ in: Jorge Wagensberg (Hg.): *Proceso al Azar*. Barcelona: Tusquets 1986.

Karl Prümm

Neue Sichtbarkeit

Die Fotografie der 1920er Jahre als „zweiter Blick“

Eine *neue Sichtbarkeit* – das ist das Urversprechen der Fotografie seit ihren Anfängen, seit ihrer öffentlichen Präsentation 1839 in Paris. Die ersten Bewunderer des neuen Mediums waren hingerissen von der überwältigenden Detailgenauigkeit, die das fotografische Abbildungsverfahren als unvergleichlich erschienen ließ, es weit abhob von den traditionellen Techniken der piktoralen Wirklichkeitsregistratur, von der Zeichnung und der Malerei. In seinem 1844 erschienenen Buch *The Pencil of Nature* erläutert William Henry Fox Talbot eine vom ihm selbst verfertigte Fotografie eines von einer Baumkrone überwölbten Heuschobers mit seiner numerisch gar nicht mehr faßbaren Überfülle von Strohhalmen, Lichtreflexen, Lichtabstufungen und Schattenzonen folgendermaßen:

Ein Vorteil der Erfindung des photographischen Verfahrens wird darin bestehen, daß es uns ermöglicht, in unsere Bilder eine Fülle kleinster Details aufzunehmen, durch welche Naturwahrheit und Realismus der Darstellung noch gesteigert werden, die aber kein Künstler getreu nach der Natur zu kopieren sich die Mühe machen würde.¹

Für die „Betrachtung“ fotografischer Aufnahmen empfiehlt Talbot den Gebrauch einer Lupe, denn nur unter Zuhilfenahme dieses optischen Instruments werde erkennbar, in welchem Maße das fotografische Bild die Wahrnehmungsmöglichkeiten des menschlichen Auges überschreite. So ergibt sich für Talbot der Effekt eines zweiten, eines neuen, eines entdeckenden Sehens:

Es geschieht häufig – und das macht einen Reiz der Photographie aus - daß der Photograph selbst, und unter Umständen erst nach langer Zeit, bei der Nachprüfung entdeckt, daß er viele Dinge mit aufgenommen hat, die ihm seinerzeit gar nicht aufgefallen waren. Auf Gebäuden findet man manchmal Inschriften oder Jahreszahlen, oder man entdeckt auf ihren Mauern höchst belanglose gedruckte

¹ Talbot (1981), S. 71.

Anschlagzettel; und manchmal entdeckt man in der Ferne ein Zifferblatt, auf dem – unabsichtlich – die Stunde der Aufnahme festgehalten ist.²

Schon der Pionier Talbot gewinnt eine bemerkenswerte Klarheit, was die Spezifik des fotografischen Bildes angeht. Präzise arbeitet er das kategorial Andere, das Revolutionäre der Fotografie heraus, die von den traditionellen Bildkünsten nicht mehr einzuholen ist, die sich der Manufaktur, der handwerklichen Beherrschung von Pinsel und Stift, aber auch der Intention, der Planung und der Kontrolle des Bildes entzieht. In den nur scheinbar beiläufigen Kommentierungen Talbots werden zudem die beiden Grundelemente der *fotografischen Sichtbarkeit* klar benannt. Zum einen wird die Fotografie als perfektes Analogon der Wirklichkeit gefeiert, die sich in einem unmittelbaren Sehen vollkommen erschließt. Der Erscheinungswelt wird im fotografischen Bild eine quasi natürliche Evidenz zugesprochen, ein primäres und direktes Sehen. Vermerkt wird die „unübertrefflich“ detailgenaue, überwältigende Anwesenheit des Realen, ein Eindruck, der sich gegen die offenkundige Künstlichkeit des Bildes, gegen die Abstraktion von Hell- und Dunkeleffekten und gegen die Flächigkeit der Fotografie durchsetzt. Zum anderen wird dem fotografischen Bild aber auch das Potential zugesprochen, einen zweiten Blick zu initiieren, die Wahrnehmung zu erweitern und neue Welten des Sehens zu eröffnen.

Nicht allein die Resultate der fotografischen Operation, die Bildobjekte und ihre faszinierende Sinnlichkeit machen die Überzeugungskraft des Mediums aus. Es ist vielmehr das *Verfahren* der Fotografie, das ihre besondere Dynamik gewährleistet. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelt sich die Fotografie zum beherrschenden Bildmedium der industrialisierten Welt, vor allem in Westeuropa und in den Vereinigten Staaten. Sie durchdringt den Alltag, bestimmt das Selbstverständnis auch breiter Schichten, wird zum Objekt und zum Instrument der Wissenschaften und verändert nachhaltig die Bildkultur, den Umgang mit Bildern und den Gebrauch von Bildern. Als *Pencil of Nature* hatte Talbot sein Verfahren der Bildgewinnung charakterisiert, das als eigentliche Erfindung der Fotografie gelten kann, da es mit einem Negativ arbeitete und mit der Umkehrung ins Positiv, mit Abzügen also, die Reproduzierbarkeit der Fotografie begründete. Die „Hand der Natur“, so Talbot, habe die von ihm offerierten Bilder hervorgebracht, im „photogenetischen Zeichnen[s]“ bilde die Natur sich selber ab, allein durch die „Einwirkung des Lichts auf empfindlich gemachtes Papier“ produziere sie ihr Abbild. Das fein nuancierte und detailgenaue Wirklichkeitsbild als das Ergebnis eines selbsttätigen Prozesses, „ohne ir-

2 Ebd., S. 74.

gendeine Zuhilfenahme eines Zeichenstiftes“³, generiert von einer Maschine – das war die Ungeheuerlichkeit der Fotografie. Automatismus und Maschinenhaftigkeit machen die Fotografie bei der künstlerischen Intelligenz verhaßt, die auf das neue Abbildungsverfahren mit Abscheu und mit Ignoranz reagiert – man denke nur an Baudelaire's vielzitierte Verwerfung auf dem Jahre 1859: „In diesen kläglichen Tagen ist eine neue Industrie hervorgetreten, die nicht wenig dazu beigetragen hat, die Dummheit in ihrem Glauben zu bestärken und auch den letzten Rest an göttlicher Inspiration im französischen Geist zu beseitigen.“⁴

Doch Baudelaire's maßlose Invektive belegt bereits die rasante Erfolgsgeschichte der Fotografie, die zwei Jahrzehnte nach ihrem ersten öffentlichen Auftreten sich zu einem industriellen Komplex entwickelt hatte. An diesem Punkt hatte Baudelaire nicht übertrieben. Die bildgenerierende Maschine, die Bildgewinnung ohne den Eingriff der menschlichen Hand, ein Artefakt, das quasi *subjektlos* nur auf seinen Gegenstand, auf die materielle Wirklichkeit verwies, wurde im 19. Jahrhundert wie keine andere Technik mit der industriellen Moderne identifiziert, als Indiz und als Motor des Fortschritts begriffen. Dies erklärt den beispiellosen Triumphzug der Fotografie als Medium der Registratur und der Speicherung von Wirklichkeit. Im Zeichen einer solchen Definition der Fotografie wurde die Welt im 19. Jahrhundert kartographiert und vermessen. Das omniprésente und transportable Bild ließ die Ferne als verfügbar und beherrschbar erscheinen. Selbst das Abnorme und Extreme sollte ganz offenbar durch den Blick der Apparatur seinen unmittelbaren Schrecken einbüßen. Die zahllosen Fotogalerien von Irren und Dementen, von Mißgebildeten und Schwerverbrechern, die damals angefertigt wurden, zeugen von dieser Erwartung. Der Zusammenhang zwischen dem Archivierungswahn des Positivismus und der Objektgenauigkeit der Fotografie ist oft betont worden. Auch hier förderte das Medium die Illusion einer allumfassenden Verfügung und Ordnungsstiftung.

Am Ende des 19. und an der Wende zum 20. Jahrhundert revolutionierte die Fotografie die Naturwissenschaften, indem sie einen zweiten Blick initiierte, indem sie neue Schauplätze eröffnete und neue visuelle Realitäten eroberte. Mit Hilfe der Mikrofotografie gelang es nun, in die Strukturen der Nervenzellen einzudringen und sich ein Bild von feinsten Verästelungen zu machen. Die Röntgenfotografie offerierte ein ganz neuartiges Durchleuchtungsbild des menschlichen Körpers. In der Astrofotografie ermöglichte die fotografische

3 Ebd., S. 45.

4 Baudelaire (1980), S. 110.

Apparatur durch ihre Fähigkeit der stabilen Lichtaufzeichnung eine neue Sicht und eine neue Dokumentation von Himmelskörpern und fernen Universen. Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, wie maßgeblich die Fotografie um 1900 die Sichtbarkeitspostulate der Naturwissenschaften bestimmte und ein moralisch aufgeladenes Ideal der Objektivität entstehen ließ.⁵

Schon seit den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts hatte die Chrono- und Phasenfotografie Bewegungsabläufe festgehalten, die dem menschlichen Auge nicht zugänglich waren. 1886/87 gelang es schließlich den Physikern Ernst Mach und Peter Salcher in einer Versuchsreihe Gewehrsgeschosse mit einer Geschwindigkeit von 340 m pro Sekunde mit einer Verschlusszeit von 1/500.000 Sekunde fotografisch festzuhalten – ein Extrempunkt der Bewegungsfotografie.

Doch diese Eroberungszüge der Fotografie in ein neues Terrain der Sichtbarkeit hatten in der breiten Öffentlichkeit nicht jene durchschlagende Wirkung, wie sie ihrem spektakulären Charakter eigentlich entsprach. Die öffentliche Wahrnehmung und die kollektive Bewertung der Fotografie blieben von diesen neuen phantastischen Bildwelten weithin unberührt. Der zweite Blick drang noch nicht durch. Dies hat viele Gründe. Die neu erschlossene und neu etablierte Sichtbarkeit taugte nicht zum öffentlichen Bild. Machs und Salchers Geschosßfotografien glichen in der fotografischen Abbildung einer flächigen, abstrakten Zeichnung. Das Sensationelle teilte sich nicht mit, es bedurfte eines Spezialwissens, um die Bildpointe lesen zu können – das „Projektile aus Luft“, das der Geschosßspitze sozusagen voraneilte. Ohne Spezialkenntnisse, was die Röntgenfotografie abbildet und was sie ignoriert, sind die Strahlungsbilder nicht entzifferbar, erschließt sich ihre Evidenz überhaupt nicht. Gleiches gilt für die Vergrößerungen der Mikrofotografie und für die Verkleinerungen der Astrofotografie.

Es bedurfte eines zweiten Modernisierungsschubs der Fotografie, um die bereits vor 1900 entscheidend ausgeweiteten Sichtbarkeitspotentiale der Fotografie im öffentlichen Bewußtsein erst eigentlich zu verankern, um auf das öffentliche Bild und auf die kollektive Wahrnehmung auszugreifen, um die Fotografie als zweiten, als entdeckenden Blick zu etablieren. Dieser Modernisierungsschub erfolgte in den 1920er Jahren. Mit einer international erstaunlich homogenen Neubestimmung des Mediums, mit einem stilistisch sehr prägnanten und einem bislang nicht dagewesenen Verbreitungsgrad fotografischer Bildlichkeit erlangt die Fotografie eine repräsentative Bedeutung für das Sehen, wird zu einer Leittechnologie für das Visuelle. In der äußerst bewegten, vielgestaltigen fotografischen Szene jener Jahre wird zugleich eine Probephase

⁵ Vgl. Daston/Galison (2002), S. 29 ff.

für visuelle Techniken und Darstellungsverfahren eröffnet, deren Ausstrahlung und Wirkung bis heute spürbar, ja maßgeblich ist. Die Fotografie der 1920er Jahre macht die Sichtbarkeitspotentiale des Mediums in einer neuen frappierenden Sinnlichkeit plausibel und wird so zur Explorationsfläche eines zweiten Blicks, zum Erkundungsraum für alle Künste – diese Grundthese soll im Folgenden weiter ausgeführt werden.

Die Fotografie selbst erhält in den 1920er Jahren eine neue, expressive Sichtbarkeit, eine Grundvoraussetzung für die eminente Wirksamkeit, die sie jetzt entfalten kann. Die Fotografie dringt in die Tagespresse vor, illustrierte Zeitschriften favorisieren die Bildreportage mit ganzen Fotostrecken und neuen Bild-Text-Arrangements. Ein neuer Typus des Bildmagazins kommt auf – der *Querschnitt* oder *Die Dame* – die ganz auf Fotografien in Hochglanzeffekten setzen. In Bildbänden und speziellen Ausstellungen ist die Fotografie öffentlich präsent, sie wird zum Gegenstand der historischen Rekonstruktion – die ersten Fotografiegeschichten werden geschrieben – wie auch der theoretischen Reflexion. In keiner anderen Phase der Fotografiegeschichte haben die Debatten um das Medium eine solche Lebendigkeit, die Selbsterklärungen der Fotografen einen solchen Schwung und auch eine solche terminologische Genauigkeit, einen utopischen Überschuß als in diesen Jahren, in denen öffentliche Beachtung des Mediums, mutige Bildexperimente und neugieriges Nachdenken über die Fotografie sich auf unvergleichliche Weise durchdringen, eine stimulierende Atmosphäre erzeugen. Fotografieren wird – dank erschwinglicher und leicht handhabbarer Kameras wie der *Leica* – zu einer weit verbreiteten selbstverständlichen Kulturtechnik. „Mit Recht man hat gesagt“, schreibt der Kunstkritiker und Fotograf Franz Roh 1929 – „daß Menschen ohne Kamerabeherrschung bald wie Analphabeten wirken werden. Ich glaube sogar, daß Mittelschulen jene Erlernung bald in ihren sog. Zeichenunterricht einbauen werden (hoffentlich unter Abstoßung veralteter Fächer dafür).“⁶

Das fotografische Bild wird in diesen Jahren neu konzipiert mit dem Resultat einer eindrucksvollen Expressivität.

Das Foto *Rathaus Vermont* (Abbildung 1) ist zwar erst im Jahre 1946 entstanden, stammt jedoch von einem Pionier der Neubestimmung, von Paul Strand, und illustriert in der zeitlichen Distanz die Stilgebung der zwanziger Jahre, die hier bewahrt wird, auf besonders plastische Weise. Grundoperationen können hier gezeigt werden: Die Fotografie der 1920er Jahre bevorzugte die Objektwelt und die menschenleere Szenerie. Ihr dominierendes Grundprinzip ist die absolute Schärfe, die den ganzen Bildraum beherrscht und keine ne-

⁶ Roh, Franz (1981), S. 8.

bulösen Bildzonen zuläßt. Es wird in der Regel ein helles und strahlendes Licht gewählt, das scharfe Konturen und harte Kontraste entstehen läßt. Fotografie wird aktivistisch verstanden, als Prozeß der Formgebung. Die Formen und Linien – es ist hier nicht zu übersehen – werden geradezu herausgetrieben, bis zur Abstraktion überpointiert. Die Fotografie wird als ein Spiel der Formen exponiert, ausgestellt – die leichte Schräge der Kamera rückt das Bild aus der Alltagswahrnehmung heraus und verleiht ihm den Charakter der bewußten Operation, des Zeigens, eines zweiten und offenbarenden Sehens.

Überhelles Licht, Schärfe der Kontraste, Klarheit und Transparenz des Bildaufbaus wurden in diesen Jahren durch die Abzüge und ihre brillante Oberfläche noch einmal betont. Die Wirkung dieser Zurichtungen und Bearbeitungen war nachhaltig: Bis heute bestimmt die Ästhetik dieser Fotografie unsere Vorstellungen von moderner Fotografie in einer ganz entscheidenden Weise.

Die Fotografen zogen nun einen klaren Trennungsstrich zur piktoralistischen Fotografie des späten 19. Jahrhunderts. Sie behaupteten eine Zäsur und stilisierten sich damit selbst zu Revolutionären des fotografischen Mediums. Sie wollten nichts mehr zu tun haben mit einer Fotografie, die sich an malerische Motive und malerische Bildtechniken anlehnte, wie bei Alfred Stieglitz



Abb. 1: *Rathaus Vermont*



Abb. 2: *Die Netzflickerin*

Die Netzflickerin (1984, Abbildung 2) noch zu sehen ist, das sich wie eine fotografische Reproduktion eines Manet-Gemäldes ausnimmt.

Sie distanzieren sich von Bildern, die in den Spuren der großen Meister gingen. Und erst recht wollten sie nichts mehr wissen von dramatischen Hell-Dunkel-Inszenierungen, die handsigniert wurden – wie etwa Edward Steichens *Rodin und der Denker* aus dem Jahr 1902 (Abbildung 3). Das Numinos-Künstlerische wird hier beschworen, sowohl der Künstler wie auch seine Schöpfung sind mit einem Lichtkranz umgeben, die Figur entspringt dem Imaginären, dem Ingenium des Schöpfers, die Fotografie bildet quasi den Schöpfungsprozeß ab und dringt ins Sichtbare vor.



Abb. 3: Rodin und der Denker

Demgegenüber wird ein neues Tugendsystem der Fotografie proklamiert – die Prinzipien des neuen Sehens und der Neuen Sachlichkeit etablieren sich am Ende der zwanziger Jahre. Klarheit und Transparenz, Geometrisierung und Formbildung der Fotografie werden gefeiert und gefordert.

Wie überhaupt in der Architekturfotografie die Bildideale dieser Zeit am prägnantesten hervortreten, zeigt sich in Werner Mantzs *Gebäude der Kölnischen Zeitung* (1928) (Abbildung 4). Hier ist die Formbetonung so manifest,

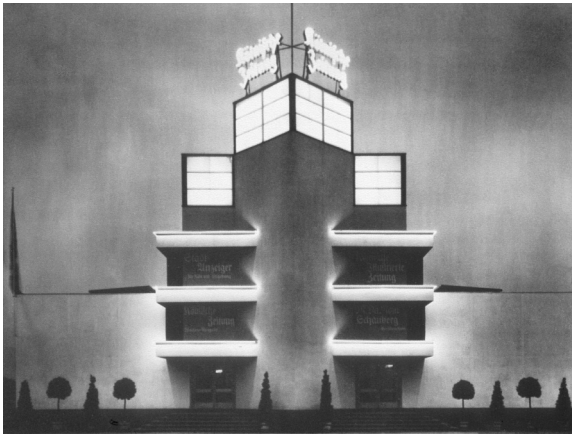


Abb. 4: Gebäude der Kölnischen Zeitung

daß man fast schon von einer Entgegenständlichung der Fotografie sprechen kann, von einem Übergang in das Modell oder die Planzeichnung. Die Protagonisten dieser Bildkonzeptionen geben ihre Konstrukte als „eigentliche“ und „reine“ Fotografie aus, als Rückkehr zu den Ursprüngen des Mediums, das sich von „so toten Dingen wie

Farbdruck, Foto-Malerei, Gummidruck, Öldruck etc.“ befreit habe und jetzt erst dem „Material“ den notwendigen „Respekt“ erweise, wie es der amerikanische Fotograf Paul Strand bereits 1917 in einem programmatischen Beitrag ausdrückte.⁷ Endlich habe die Fotografie die „falschen Geleise“ verlassen, jubiliert László Moholy-Nagy zehn Jahre später. In der „heutigen fotografischen Arbeit“ komme es einzig und allein darauf an, „aus der Eigengesetzlichkeit der Mittel ein entsprechendes Verfahren herauszufinden“ und eine „exakte Sprache des Fotografischen“ zu entwickeln. Dies schließe eine „Anlehnung an traditionelle Darstellungsweisen“ der Malerei strikt aus.⁸

Die Eigentlichkeitsbekundungen durch Fotografen wie Franz Roh kaschieren selbstredend die stillschweigend vorgenommenen Zurichtungen des Bildes, die Grundoperationen, die eine „richtige“, „reine“ Fotografie überhaupt erst entstehen lassen. Eine Reihe anderer ideologischer Kurzschlüsse fügt sich in diesem Begründungssystem an. Die „Neue Fotografie“ wird umstandslos mit dem „Neuen Sehen“ gleichgesetzt, als gehe die Wahrnehmung völlig in der optischen Apparatur auf. Von einem „neuen, gespannteren Sehen, konstruktiveren Sehen[s]“⁹ spricht Franz Roh ganz selbstverständlich als einem unmittelbaren Effekt der fotografischen Apparatur.

Der Distanzverlust zum fotografischen Apparat wird in den Bildern selbst erkennbar. Die fotografische Technik wird glorifiziert.

Alexander Rodchenko: *Stilleben mit Leica* (1930): Kamera und Stylo, Werkzeug des Sehens (Pencil of Nature) und traditionelles Schreibzeug sind absolut gleichwertig – der Apparat und seine elegante Erscheinung ziehen jedoch den Blick auf sich (Abbildung 5). Die Überhöhung ist unübersehbar. „Die Fotografie ist ganz einfach die moderne Zeichentechnik“, erklärt der Kunstkritiker Adolf Behne in einem Artikel in der *Weltbühne* 1925¹⁰. Sie be-



Abb. 5: *Stilleben mit Leica*

⁷ Strand (1979), S. 59.

⁸ Moholy-Nagy (1979), S. 72

⁹ Roh, Franz (1981), S. 10.

¹⁰ Behne (1925), S. 816.

deute „die Vervollkommnung der Hand-Zeichnungsmethode“, aber „photographisch-zeichnen, photographisch malen ist klarer, reicher und viel, viel schöner“.¹¹ Noch viel weiter geht László Maholy-Nagy, der in seinem Buch *Malerei, Fotografie, Film*¹² einen Paradigmenwechsel in den Darstellungstechniken behauptet – vom Farbauftrag des klassischen Gemäldes zum Lichtpigment der Fotografie.

Im Kontext der frühen Sowjetunion erhält die Verherrlichung der Technik eine geradezu ekstatische Dimension – denkt man nur an die Manifeste von Dsiga Vertow, der die Überlegenheit des mechanischen Auges, das Übertrumpfen des Sehens durch die Apparatur poetisch verklärt. Ein politischer Gestus und ein revolutionäres Selbstbewußtsein sind hier ebenso unverkennbar wie in den Proklamationen eines „neuen Sehens“ bei Rodchenko:

Wir, denen man beigebracht hat, Gewöhnliches und Anerzogenes zu sehen, wir müssen die Welt des Sichtbaren neu entdecken. Wir müssen unser optisches Erkennen revolutionieren. Wir müssen den Schleier von unseren Augen reißen,¹³

Subtiler und raffinierter ist das Selbstporträt von Otto Umbehrr (Abbildung 6), der sich als Fotograf Umbo nannte. Auch dies ist ein dramatisches Inszenieren der Aufnahmetechnik in das Bild hinein. Als Schatten schreibt sich die Kamera im Moment der Bildentstehung in das Gesicht des Porträtierten ein – das Selbstporträt als sublimes Spiel von Licht und Schatten, eine Reflexion über das fotografische Medium und seine Wirkungen.

Die neuen Sphären der Sichtbarkeit, die durch die ambitionierte Fotografie jener Jahre allgegenwärtig ist, wird von Franz Roh plastisch beschrieben. Radikalität des Ausschnitts und ungewohnte Perspektiven faßt er als die entscheidenden Faktoren einer veränderten Wirklichkeitswahrnehmung.

Der aktuelle „Formwandel“, so Roh

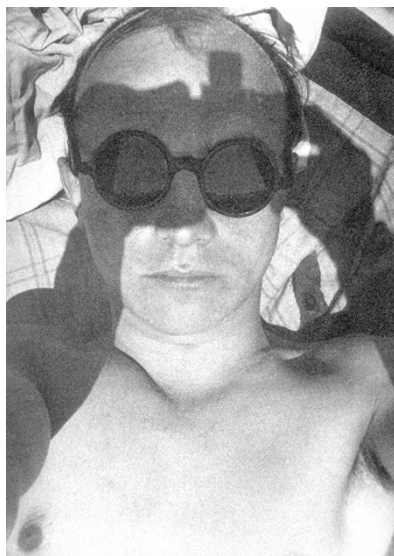


Abb. 6: Umbo: *Selbstportrait*

¹¹ Ebd., S. 816.

¹² Maholy-Nagy (1967).

¹³ Rodchenko (1979), S. 91

im Jahre 1930 in der pathetischen Wir-Formel, mache „uns überhaupt erst wieder erlebniskräftig“.¹⁴

Deshalb finden wir neue Ausschnitte, die uns die Binnenform einer Sache erst erleben lassen, indem uns mal die übliche, ablenkende Möglichkeit des Brückenschlagens zum „Ganzen“ oder zu Nachbardingen genommen wird. So finden wir entgegengesetzt aber auch große Überblicke (Fliegersichten), wo ein Weltstück nun wieder in umfassenderen Zusammenhang gesetzt wird, als wir im Alltagsleben wahrnehmen können. [...] Schließlich bannt man die Welt des Mikroskops, nicht nur aus wissenschaftlichen Gründen, sondern auch mit elementarem Staunen über die formalen Wunder der Kleinwelt.¹⁵

Die Raumoperationen der Kamera, der frappierende Wechsel der Perspektiven, das Durchbrechen von gewohnten Sehweisen – all das wird auch von Siegfried Kracauer 1927 in einem Grundsatzartikel „Die Fotografie“ betont: „Sie [die Fotografie] zeigt die Städte in Flugbildern, holt die Krabben und Figuren von den gotischen Kathedralen herunter; alle räumlichen Konfigurationen werden in ungewohnten Überschneidungen, die sie aus der menschlichen Nähe entfernen, dem Hauptarchiv einverleibt.“¹⁶ Hier ist die Vorstellung eines

kollektiv verfügbaren, die Wahrnehmung prägenden Archivs der Blicke und der Bilder bestimmend.

Am umfassendsten wird die neue Sichtbarkeits- und Erkenntnisdimension der Fotografie von Walter Benjamin behauptet, der 1931 vom „Optisch-Unbewußten“ spricht, als einem neuen Raum des Sehens, den die Fotografie mit „ihren Hilfsmitteln: Zeitlupen, Vergrößerungen“¹⁷ erschließe. –

All diese theoretischen Äußerungen sind Reflexe auf die fotografischen Operationen, die hier nur sehr verknüpft und sehr summarisch vorgestellt und kurz anhand weniger Beispiele erläutert werden können.

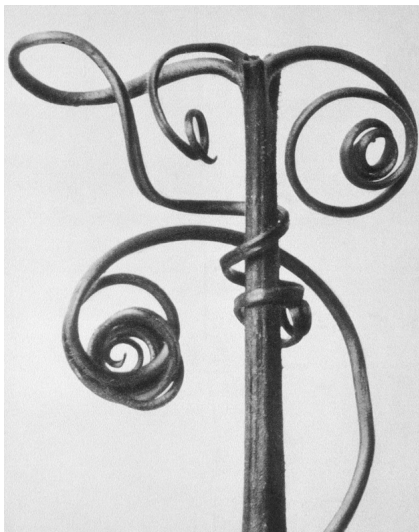


Abb. 7: Karl Bloßfeld

14 Franz Roh (1981), S. 16.

15 Ebd., S. 16.

16 Kracauer (1963), S. 38.

17 Benjamin (1963), S. 72.

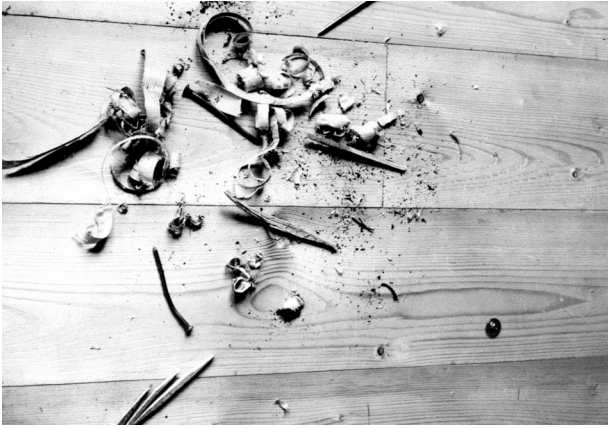


Abb 8: Parkett mit Holzspänen

Vom Objektbezug, von der Objektthematization der Fotografie jener Jahre war bereits die Rede – ohne Übertreibung könnte man auch von einer Objektbesessenheit sprechen.

Eine Übernahme zu den Alltagsobjekten verfremdet und verrätst die

Gegenständlichkeit, der Raum verschwindet, das Objekt wird isoliert und läßt eine neue Sinnlichkeit entstehen.

Das Banale und Vertraute wird durch den zweiten Blick in ein mitreißendes Spiel der Formen verwandelt.

Furore machten damals die Pflanzenaufnahmen von Karl Blossfeldt (Abbildung 7), der durch heroisches Isolieren des Objekts vor einem neutralen Hintergrund und durch Vergrößerungen die Analogien von Organischem und Gegenständlichem als „Urformen der Kunst“ herausarbeitete

Der eingeschränkte Nahblick auf die Objekte wird sehr häufig noch einmal fokussiert auf die *Oberflächen*. Der zweite Blick der Fotografie in den 1920er Jahren ist nahezu fixiert auf Oberflächen.

Es ist oft ein ingenieurhafter, ein technischer Blick, der Werkstoffe, auf ihre Beschaffenheit hin abtastet oder Materialien miteinander konfrontiert, wie in Piet Zwarts *Parkett mit Holzspänen* (1930). Das Feste, Glatte wird gegen das Filigrane und Zerbröselnde ausgespielt. (Abbildung 8).

Ebenso finden die organischen Werkstoffe neue Beachtung. Arrangements und Formenmuster des Gewöhnlichen und Alltägli-



Abb. 9: Holz

chen werden entdeckt, Konfigurationen des Zufalls werden fixiert und durch ihre Kadrierung überhöht, wie in Albert Renger-Patzschs *Holz* (Abbildung 9) zu sehen ist.

Den Objekten wird eine neue Magie abgewonnen. Diese Bilder sind nur mehr dem Objektivierungszwang zuzurechnen, sich den Objekten anzuliefern, sich den Objekten zu überlassen, um ihnen gerecht zu werden.

Die erstaunlichsten Errungenschaften des zweiten Blicks stellen ganz ohne Frage jene Bilder dar, die eine Transformation von Räumen vollbringen, die das Phantastische des Wirklichkeitsbildes zum Vorschein bringen. Dies zeigt sich besonders in Umbos *Mysterium der Straße* aus dem Jahre 1928 (Abbildung 10).



Abb. 10: *Mysterium der Straße*

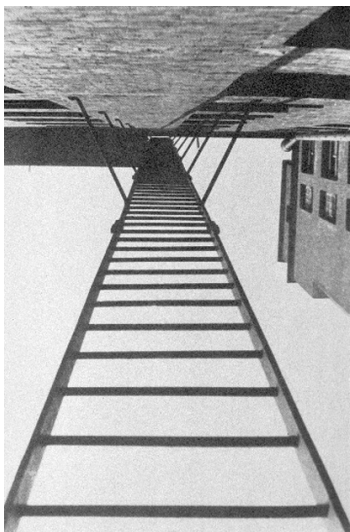
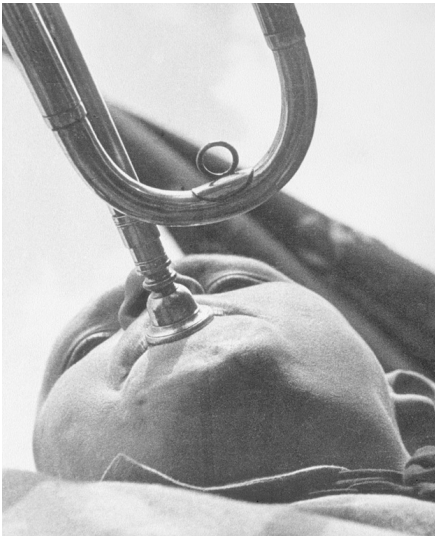


Abb. 11: *Die Feuertreppe*



Abb. 12: *Balkone*

Es sind Ve-
vierbilder, weil
sie jede perspektivische Zuordnung verweigern und daher die gewohnte Raumerfahrung unterminieren. Die Unterscheidung von horizontaler und vertikaler Perspektive wird hinfällig. Strategien der Desorientierung des Betrachters durch das Auflö-

Abb. 13: *Strandleben*Abb. 14: *Pionier mit einer Trompete*

sen vorgegebener Raumordnungen kollabieren in ein Sehen der zweiten Ordnung, wie in Rodchenkos *Die Feuertreppe* (Abbildung 11) und *Balkone* (Abbildung 12).

Ganz wesentlich sind hier selbstreflexive Gesten. Der fotografische Blick macht sich durch eine Normenverletzung kenntlich, indem er seine Autonomie gegenüber dem Objekt behauptet und deutlich macht. Er verfügt über das Objekt und formuliert den Raum um. An diesem Punkt wird die entscheidende Verschiebung vom Gezeigten, vom Sichtbaren hin zum zweiten Blick, zur Form des Sichtbarmachens besonders deutlich. Solche Bilder wie Umbo's *Strandleben* (Abb. 13) evozieren die Vorstellung einer mobilen, entmaterialisierten Kamera, die an jeden Ort gelangen kann. In diesen Bildern ist eine Bewegungslinie eingeschrieben, die Phantasie, einen solchen Beobachtungsort zu denken sowie die Anstrengung und Energie vor dem Bild, um in eine solche Position zu kommen. Der Verblüffungseffekt ist enorm. Der exzentrische Blick löst sich vom menschlichen Körper, der nicht mehr als Träger dieses Blick gedacht werden kann, aber dieser entkörperlichte Blick gewinnt gerade dadurch eine neue körperhafte Expressivität. Die ausgestreckten Körper sind bei Umbo ihrer Umgebung angepaßt, gleichen sich den Oberflächen an,

werden als Material definiert. Zugleich strahlt das Flächenbild etwas Schwabendes, Surreales und Hyperreales aus. Von solchen Blickexpeditionen hat das Kino unglaublich profitiert, hat sich den Vertikalshot angeeignet.

Rodchenkos *Pionier mit einer Trompete* (Abbildung 14) steht exemplarisch für das „neue Porträt“, für die neuen fotografischen Bilder des menschlichen Körpers und der Physiognomie, die am Ende der 1920er Jahre in ganz Europa in verblüffender Gleichzeitigkeit entstehen. Die Avantgarde schließt nun auch das menschliche Gesicht in ihre fotografischen Experimente mit ein. Sie rückt damit entschieden ab vom traditionellen Porträt und seinen Implikationen, die bis dahin für die fotografische Porträtkunst seit den Anfängen des Mediums bestimmend waren. Bis zu diesem Zeitpunkt war die unausgesprochene Norm gültig, das menschliche Gesicht als ein Residuum des Humanen durch fotografische Techniken nicht anzutasten, sondern das Individuelle und Einmalige zu erkennen und aufzuzeichnen. Nun aber heben die Fotografen die Distanz auf, rücken mit ihrem Objektiv in eine extreme Nähe zu ihren Modellen, scheuen auch die exzentrischen Perspektiven nicht und arbeiten mit Lichteffekten, die den menschlichen Körper wie einen modulierbaren Gegenstand behandeln. Das Gesicht wird zum Objekt, zum Inszenierungsraum des Fotografen, der auch hier seine absolute Souveränität behauptet. Aber auch dieser zweite, experimentelle Blick führt zu frappierenden Entdeckungen. Auch das menschliche Gesicht, das zeigen diese Bilder, ist Materie, gehört zur Welt der physischen Erscheinungen und hat daher auch Anteil am Spiel der Flächen und der Formen.

Literatur

- Baudelaire, Charles: Die Fotografie und das moderne Publikum. In: Kemp, Wolfgang (Hrsg.): Theorie der Fotografie I 1839 – 1912. München 1980. S. 110-114.
- Behne, Adolf: Das denkende Bild. In: *Die Weltbühne. Wochenschrift für Politik, Kunst, Wirtschaft* 21 (1925). Nr. 22. S. 816-118.
- Benjamin, Walter: Kleine Geschichte der Photographie. In: Walter, Benjamin: Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit: Drei Studien zur Kunstsoziologie. Frankfurt/M. 1963. S. 65-94.
- Daston, Lorraine/ Galison, Peter: Das Bild der Objektivität. In: Peter Geimer (Hrsg.): Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie. Frankfurt/M. 2002. S. 29-99.
- Kracauer, Siegfried: Die Photographie. In: Kracauer, Siegfried: Das Ornament der Masse. Essays. Frankfurt/M. 1963. S. 50-63.
- Maholy-Nagy, László: Malerei, Fotografie, Film. Mainz 1967.
- Maholy, Nagy, László: Die beispiellose Fotografie. In: Theorie der Fotografie II 1912 – 1945. München 1979. S. 72 – 73.
- Roh, Franz: Mechanismus und Ausdruck. Der Wert der Fotografie. In: Roh, Franz: Retrospektive Fotografie. Düsseldorf 1981. S. 15-17.
- Rodchenko, Alexander: Wege der zeitgenössischen Fotografie. In: Kemp, Wolfgang (Hrsg.): Theorie der Fotografie II 1912 – 1945. München 1979. S. 85 – 91.
- Strand, Paul: Fotografie. In: Kemp, Wolfgang (Hrsg.): Theorie der Fotografie II 1912 – 1945. München 1979. S. 59 – 60.
- Talbot, William Henry Fox: Der Zeichenstift der Natur. In: Wiegand, Wilfried (Hrsg.): Die Wahrheit der Photographie. Klassische Bekenntnisse zu einer neuen Kunst. Frankfurt/M. 1981. S. 45-89.

Günter Giesenfeld

Achsensprung

Zu einigen Veränderungen des bewaffneten Blicks

„Ich wünschte mir eine GESCHICHTE DES BLICKS“
(Roland Barthes)¹

Da für mich der Ausdruck „Technisierung des Blicks“ kein konventionalisierter Begriff ist, werde ich ihn im Folgenden unter Vorbehalt, sozusagen in Anführungsstrichen benutzen. Mit ihm sollen wohl bestimmte Erscheinungen vor allem in der gegenwärtigen Medienentwicklung verbal benannt werden. Versuche von Crary, Hick und anderen², das ‚Technische‘ an der Technisierung mit Selbststrategien und Wahrnehmungsdispositionen zu verbinden, überzeugen mich nicht, weil beide weder historisch noch vom Dispositiv her sauber getrennt werden. Und deshalb bleiben wichtige Fragen offen: Ist der Blick durch ein Vergrößerungs- oder Fernglas bereits ein technisierter, oder geschieht der Transformationsvorgang, den der Begriff konnotiert, erst dann, wenn der durch optische Gläser gewonnene Blick eine Kadrierung erfährt, etwa dadurch, daß ein Zeichner sich der *camera obscura* bedient, um eine Landschaft oder ein Gebäude mit Strichen auf einem an allen vier Seiten begrenzten Papier festzuhalten? Oder wird die Vorstellung vom technisierten Blick erst dann interessant, wenn das von ihm Erfasste technisch, sei es chemisch, elektronisch oder digital fixiert wird, etwa auf einer Photoplatte, einem Film, einem Videoband oder einem Speicherchip? Und welcher Blick ist im vielleicht historisch wichtigsten Fall, dem des Kinos, gemeint, der Blick einer oft schwenkenden und fahrenden Kamera oder der Blick des Zuschauers auf die Leinwand, dessen aktuell eigentlich starres, nach vorn und leicht nach oben gerichtetes Auge fremdgeleitet, abgelenkt oder beflügelt wird? Dies wären Fragen, die noch vor

1 Roland Barthes: Die helle Kammer. Bemerkungen zur Photographie, Frankfurt /M 1985, S. 21

2 Vgl. den Beitrag von Petra Missomelius in diesem Heft

denen geklärt werden müßten, die in vielen Beiträgen dieses Heftes ins Zentrum der Darstellung rücken. Aber schon wenn wir nur im Rahmen der „klassischen“ Medien bleiben, wäre die Frage zu klären, ob uns der jeweilige augenblickliche Blick interessiert, den ein Mensch durch den Sucher einer Kamera wirft oder der, den ein anderer Mensch auf eine Leinwand richtet, oder ob es uns um die Zurichtung des Zuschauerblicks geht, die im häufigen, zur Lebensgewohnheit gewordenen Schauen auf Leinwände, auf Zeitungsseiten, Buchillustrationen, Fernsehbildschirme und Computermonitore erfolgt und ihn in der Weise „technisiert“, daß er auch „unbewaffnet“ die eigene Umgebung, die Realität oder ihre Oberfläche anders wahr nimmt?

Ich werde mich im folgenden vor dem Ansinnen hüten, eine Definition zu (er)finden, sondern an einigen Beispielen das abzuleiten versuchen, was hinter der anscheinend schon ziemlich selbstsicheren Rede vom technisierten Blick steht. Dazu möchte ich nur einige konkrete „Fälle“, die man vielleicht als historisch einzuordnende „Eckpunkte“ einer eventuellen Geschichte des Blicks verorten könnte, andeuten und mich damit sozusagen vorbegrifflich an das Thema herantasten in der Hoffnung, daß am Ende klarer ist, welche Entwicklungen und Irritationen das Bedürfnis nach einem Terminus wie „technisierter Blick“ ausgelöst haben könnten.

Vom Kino-Auge zum Display

Dsiga Vertov hat als erster in den 1920er Jahren eine Theorie von etwas formuliert, was man als „Synthese“ von technischem und menschlichem Auge bezeichnen könnte. Seine *Kinoglaz* (Kinoblick)-Manifeste formulieren (unter einem gewissen Einfluß durch den Futurismus und eine aktuell bedingte Technikbegeisterung in der jungen Sowjetunion) eine Vorstellung von der Arbeit an und mit der Kamera, die es sich zum Ziel setzt, eine „filmische Wahrnehmung der Welt“ zu fixieren³. Dazu müsse das verwendete Instrument, die Kamera, seiner Meinung nach erst aus den Zwängen des Spielfilms, jener „legalisierten Kurzsichtigkeit“, befreit werden, dann sei sie auch frei von den Unvollkommenheiten des menschlichen Auges: „Kinoglaz bewegt sich in Raum und Zeit, nimmt Eindrücke auf und fixiert sie ganz anders als das menschliche Auge“. Schon aus diesem Satz ergibt sich, daß Vertov nicht nur die konkrete Kamera meint, die am Aufnahmeort zum Einsatz kommt, sondern daß er dieser Ma-

³ Zitate in diesem Abschnitt aus der „Resolution des Rates der Drei“ vom 10. 04. 1923“, in: Vertov: Schriften, Hanser S. 13 ff.

schine auch all das zuordnet, was in der Postproduktion mit den Aufnahmen geschieht, vor allem den Schnitt. Seine Theorie bezieht sich auf das Endprodukt, das im Kino Zuschauern präsentiert wird. Die Kamera wird hier (mittels der Montage) zum Mittel der „gewaltsamen Verlagerung der Augen des Zuschauers“. Sie organisiert die Details „zu einer gesetzmäßigen Montageetüde.“

Für den mir hier wichtigen Zusammenhang müßte die Frage untersucht werden, ob der durch den Sucher der Kamera (ähnlich wie durch ein Fernrohr oder eine Lupe) erfolgende Blick schon alle diese Transformationen mitdenkt, inwiefern er dadurch affektiert wird, daß der Kamerasucher eine zusätzliche Funktion hat gegenüber den übrigen optischen „Verstärkern“ des Auges. Der Operator nimmt durch den Blick in den Sucher vor allem die Kadrierung vor, die, nach der Terminologie von André Gaudreault⁴, *mise en image*. Und noch mehr: Der Blick durch den Sucher des Apparates geschieht unter der Vorgabe, daß die gefilmte Einstellung ein Arrangement vor der Kamera, im Spielfilm das Ergebnis einer Inszenierung (*mise en scène*) aufzeichnet, die zwar erst später zum Teil einer Narration wird, jetzt aber schon unter diesem Gesichtspunkt produziert wird.⁵ Mit moderner Terminologie würde man von einem „Dispositiv“ sprechen können, allerdings in einem durch Elemente der Planung und der Sensibilität erweiterten Sinn.

Die Überlegenheit der idealisierten „Maschine“ in Vertovs Theorie beruht aber noch nicht auf solchen Implikationen. Sie ist dem unvollkommenen und beschränkten Blick des menschlichen Auges überlegen, die menschliche Fähigkeit zur Verarbeitung von Bildern wird ihr jedoch noch nicht zugesprochen. Sie bleibt⁶ ein mächtiges Hilfsmittel zur Erkenntnis der Welt in einem zwar sehr weitgehenden, aber doch letztlich dokumentarischen Sinn. Im Grunde ist hier nicht die Vorstellung prägend, daß Bilder in einer kreativen Form neue Wirklichkeiten schaffen, sondern daß sie Erkenntnisse vermitteln durch Verdeutlichung von Verhältnissen, die mit der Kamera besser gesehen und vor allem gezeigt werden können. Der Blick des menschlichen Auges wird nicht nur geschärft, sondern auch fixiert, so daß andere menschliche Augen, ihn nachvollziehen können (und im Kino auch müssen!). Der durch die Kamera techni-

4 Du littéraire au filmique. Système du récit, Paris 1988.

5 In dieser Argumentation wird der technische Aspekt vernachlässigt, daß zu Zeiten Vertovs die wenigsten Kameras mit Suchern im heutigen Sinn ausgestattet waren. Optische Sucher wurden oft von den Kameraleuten in eigener Bastelarbeit hergestellt und zeigten den jeweils verschiedenen Bildausschnitt gemäß der verwendeten Brennweiten nur sehr ungenau, eine genaue Kadrierung und Schärfepfung war nur mit stehender Kamera möglich, wobei der unbelichtete Film als Mattscheibe fungierte.

6 Ob das Folgende auch ganz und gar für Vertov zutrifft, soll hier nicht untersucht werden.

sierte Blick bleibt aber den ideologischen Prämissen oder beweisführenden Absichten des hinter der Kamera stehenden „Kinoks“ unterworfen.

Der Blick der Kamera erhält also seine „monstrative“⁷ Attitüde erst in Verbindung mit der Absicht dessen, der sie benutzt. Seine technischen Determinanten (Kadrierung, Kamerabewegungen, Teleskopeffekte, Schnitt etc.) treten angesichts der Intentionen ihrer Nutzung in den Hintergrund bzw. in deren Dienst. Die im engen Sinn Technisierung des Blicks ist in diesem Fall eher ein beiläufiger Aspekt, ungeachtet dessen, daß sie die Voraussetzungen bezeichnet für das Zustandekommen eventueller Erweiterungen des Begriffs im oben ausgeführten Sinn, die aber dann seine Verwendung eher ungenau, wenn nicht irreführend erscheinen lassen.



Das bewaffnete Auge.
Andreas Feiningers berühmtes Bild
Photojournalist 1955

Die hier angedeutete Trennung zwischen den einfachen technischen Aspekten des Blicks durch die Kamera und den Voraussetzungen, unter denen er geschieht und die einen Teil seiner Perspektive ausmachen, ist natürlich abstrakt-analytisch. Der Begriff „Kamera“ konnotiert längst Erweiterungen, die nicht rein technischer Natur sind. Indem der Apparat durch diese Sinnggebung zu einem Quasi-Medium geworden ist, erhält er eine eigene Funktion, die an die Kreativität dessen gebunden ist, der mit seinem Blick durch den Sucher nicht nur optisch sich ihm darbietende Gegenstände (Bilder) erfaßt, sondern auch nach dem Sinn in ihnen „sucht“, sie auf ihre Eignung zur Monstration oder zur Narration hin taxiert.

Das hier durch Vertov repräsentierte Ideal einer organischen Verbindung zwischen menschlichem und technischem Auge (Objektiv) geht davon aus, daß die im Laufe der Herausbildung einer Photographie-Theorie diskutierte Frage,

7 Abgeleitet von dem Ausdruck „Monstration“, den Gaudreault verwendet, um eine „zeigende“ von einer „narrativen“ Absicht des filmischen Arrangements von Bildern zu unterscheiden. Vgl auch: André Gaudreault und François Jost: *Le récit cinématographique*, Paris 1990, S. 24.

ob die Kamera, als ein technisch-elektronisches Artefakt, als ein Apparat, als bloßes „Mittel“ mit einer der Sprache oder Schrift ähnlichen Funktion, oder ob sie als ein eigenes Medium zu gelten habe, noch nicht zur Debatte steht. McLuhan bezeichnet die Medien aus erkenntnistheoretischer Sicht pauschal als „Verlängerungen, Exteriorisierungen unserer Wahrnehmungsorgane“. Das läßt den „Aufnahme-Akt“ in einem anderen Licht erscheinen: Durch den Kamerasucher wird die Wirklichkeit nicht mehr erblickt, sondern visualisiert. Was eine solche Visualisierung als Form des technischen Sehens generiert, tritt in Konkurrenz mit denjenigen „Wahrscheinlichkeiten“ (der französische Ausdruck „vraisemblance“ erscheint hier passender, gerade wegen seines theatergeschichtlichen Hintergrundes), die wir aus der alltäglichen, normalen Anschauung ableiten.

Der vor das Auge geschaltete Sucher simuliert allerdings immer noch diesen direkten Blick, während neue Techniken der Bildkontrolle bei der Aufnahme zunächst im Bereich der Bewegungsbilder (Film, Video), jetzt aber auch bei den digitalen Photokameras, diese gemeinsame Perspektive aus derselben oder zumindest einer parallelen optischen Achse aufgeben. Schon seit einigen Jahrzehnten hat sich der Blick auf den Monitor in der professionellen Dreharbeit durchgesetzt, zunächst aus rein praktischen Gründen, beim Einsatz des Steadycam beispielsweise oder bei großen Filmdollies, auf denen der Kameramann keinen Platz findet. Mit dem Aufkommen der sogenannten „Dis-



Der moderne Blick. Karikatur von François Olislaeager, *Le Monde* 8. November 2006

plays“ an den leichten DV-Kameras und digitalen Photoapparaten scheint sich mir im wirklichen und übertragenen Sinn ein Perspektivwechsel zu vollziehen. Den sprichwörtlichen japanischen Touristen dürfen wir uns nicht mehr als einen vorstellen, der, die Kamera ans Auge gepreßt, durch die Sehenswürdigkeiten läuft. Er trägt den Apparat jetzt mit ausgestrecktem Arm vor sich her, und was er auf dem Display sieht, ist nicht mehr nur optisch (durch ein Linsensystem) aufbereitet, sondern hat schon die komplette Erscheinungsform der fertigen Aufnahme. Daß bei diesen Apparaten bestimmte Gestaltungsformen wie Tiefenschärfeneffekte, dunklere oder hellere Belichtung nicht oder kaum mehr zu realisieren sind, soll hier nicht thematisiert werden.

Das neue an der nicht mehr coaxialen Disposition ist, daß der Amateurphotograph oder -filmer schon bei der Aufnahme die Position eines potentiellen späteren Zuschauers zugewiesen erhält. Wie der Fernseher oder Monitor in seiner alltäglichen Umgebung, ist das Display selbst ein Teil dessen, was er real sieht, „eine Fläche, die in der gegenständlichen Welt existiert und die Welt der Repräsentation darstellt“⁸. Das Display zeigt ihm nicht die Gegenstände, sondern bereits ihre mediale Aufbereitung, und ist zugleich Teil dieser Gegenstandswelt, fungiert in ihr als ein Kontrollmonitor, der zu überprüfen erlaubt, inwiefern das sich Darbietende für ein Fernsehformat taugt. Die visualisierte Sicht schiebt sich vor das reale Bild, ist Teil von ihm und okkupiert doch die gesamte Aufmerksamkeit des Betrachters, obwohl dieser, anders als beim Blick durch einen optischen Sucher, sein Auge auch über die Kadrange hinaus schweifen lassen könnte. Die US-amerikanische Filmemacherin Babette Mangolte hat den Wechsel aus der Sicht der Kamerafrau so formuliert: „Man ist mehr mit Hinterherlaufen als mit Schauen beschäftigt.“⁹ Die zeitliche Abfolge hat sich umgekehrt: Das Schauen und Auswählen oder die *mise en image* geschieht nicht mehr vor der Aufzeichnung, sondern danach und erhält dadurch einen anderen Charakter. Man wählt nicht mehr aus der sich bietenden, erblickbaren Realität aus, sondern aus einem bereits als Konserve vorliegenden, eher zufällig entstandenen Angebot.

Zuschreibungen des Realistischen

In einem Film von Michael Haneke, *Benny's Video* (1992), wird die Geschichte des jungen Schülers Benny erzählt, der eine unbegreifliche Mordtat begeht.

8 Ulrike Hick: Geschichte der optischen Medien, München 1999, S. 62f.

9 Babette Mangolte: Eine Frage der Zeit. Analog versus Digital, in *Frauen und Film* 64, 2004, S. 11-26.

Eng verbunden mit dieser Tat, die nicht zum ‚Charakter‘ der Figur zu passen scheint, ist dessen intensive Medien-Nutzung: laute Musik, Dauer-TV, Action-Filme und das Videofilmen. Der Film beginnt mit einem (wie wir später erfahren, von ihm gedrehten) Video: Eine Sau wird durch ein Bolzenschußgerät geschlachtet. Wir scheinen wie durch einen Sucher blickend den Vorgang zu sehen, als wären wir bei der Aufnahme dabei, aber bald stellt sich heraus: Wir sehen die Widergabe auf Band. Denn am Ende wird das Bild im Suchlauf zurückgespult und der Tötungsmoment in Zeitlupe wiederholt. Dann kommt der Vorspann des Films.

Benny hat sein Zimmer wie ein Videostudio eingerichtet, und der Fernseher mit Nachrichten und Sendungen, meist über Gewalt in aller Welt, läuft permanent, auch wenn Benny am Tisch sitzt und anscheinend Hausaufgaben macht. In der Videothek, wo er sich immer wieder neue Actionfilme holt, lernt er eine Schülerin kennen. Er lädt sie ein, mit zu ihm nach Hause zu kommen und führt sie in sein Zimmer, wo vor zugezogenen Vorhängen eine ständig eingeschaltete Kamera den Ausblick aus dem Fenster auf einen Monitor gibt. Die beiden unterhalten sich über Videos, den Schulweg. Lange Pausen signalisieren Verlegenheit, viele Fragen werden mit „Nur so“ oder „So halt“ beantwortet. Benny wärmt eine Pizza in der Mikrowelle auf, sie essen, dann zeigt er ihr sein Video von der Schlachtung. Er hat das Bolzenschußgerät gestohlen, holt es aus der Schublade, lädt es und hält es sich vor dem Bauch. „Drück ab!“, fordert er sie auf und sagt „Feigling!“, als sie es nicht tut. Sie antwortet: „Selber Feigling“. Dann dreht er das Gerät um, es ist jetzt auf ihren Bauch gerichtet. Wieder dasselbe Spiel, nur er läßt den Vorwurf, ein Feigling zu sein, nicht auf sich sitzen und drückt ab. Sie bricht zusammen, und als sie auch nach einem zweiten Schuß nicht aufhört, vor Schmerzen zu schreien, schießt er ein drittes Mal, diesmal in den Kopf, damit sie endlich ruhig ist. Offenbar unberührt geht er in die Küche und holt sich einen Joghurt aus dem Kühlschrank.

Die Szene wird nicht direkt gezeigt, sondern in dem Bildausschnitt, den die noch herumstehende Kamera ‚zufällig‘ auf den Monitor gibt. Da er die Schreiende aus deren Blickfeld zieht, erleben wird die beiden letzten Schüsse nur im Ton, nur zweimal läuft er durchs Bild zur Schublade, um das Gerät neu zu laden. Nach der Tat (jetzt erzählt wieder die Filmkamera) setzt er sich einen Moment lang an seinen Schreibtisch und beschäftigt sich erst dann mit der Leiche, durchsucht die Tasche des Mädchens und putzt das Blut vom Boden. Er wäscht das Bettuch aus und zieht seine blutbefleckten Kleider aus. Seine Bemühungen, die Spuren zu verwischen, das wird schnell klar, sind halbherzig und erfolglos. Wenn später die Eltern heimkommen, führt er ihnen statt eines Berichts das zufällig entstandene Video von der Mordtat vor, und wirerkennen:

Es ist also doch ein Recorder mitgelaufen.

Diese Inszenierung des Blickes auf den Monitor, unter bewußter Verwischung des Unterschiedes zwischen ‚bewaffnetem Auge‘ und aufzeichnendem Videorecorder, mutet wie ein Kommentar zur oben angedeuteten Grenzüberschreitung an, bedient aber gleichzeitig die Vorstellung oder das Klischee von der Ubiquität der Videokamera.

Die Handlung nimmt nun eine überraschende Wendung. Bennys Eltern, gutsituiert und wohlhänbig-bürgerlich, (gespielt von Ulrich Mühe und Angela Winkler), machen Benny keinerlei Vorwurf, und selbst die Frage „Warum?“ kommt erst 40 Minuten später. Kommentarlos gehen die Eltern zielstrebig daran, die Tat zu vertuschen, aus Angst, so die naheliegende Erklärung, die wohlgepflegte Fassade einer intakten Familie zerstört zu sehen. Der Film erhält, von diesem ‚Plot‘ her gesehen, eine merkwürdige dramatische Struktur. Weder die blutige Tat noch die Reaktion der Eltern werden durch Handlungsarrangements oder psychologische Motivandeutungen abgeleitet, und wenn sich Benny die Haare schneiden läßt und mit einer Glatze auftaucht, regt sich der Vater darüber viel mehr auf als über den Mord.

Der Vater übernimmt es, die Leiche („den Körper“ ist die elterliche Sprachregelung) zu beseitigen, sie soll in kleinste Stücke zerteilt und dann verbrannt werden. Die Mutter wird derweil mit Benny in einen Kurzurlaub nach Ägypten geschickt. Bei ihrer Rückkunft ist alles geregelt, aber dann, wieder ohne jede plotmäßige Vorbereitung, eine neue Wende: Benny geht zur Polizei und macht ein Geständnis. Die Eltern werden verhaftet. Als der Kommissar fragt: „Warum kommst du jetzt erst damit an?“, sagt Benny: „So halt.“

Gerade weil uns eine psychologische Erklärung demonstrativ verweigert wird, drängen sich gängige Thesen vom üblen Einfluß der Medien auf. Aber auch in dieser Hinsicht ‚enttäuscht‘ der Film. Abgesehen von den Anfangsszenen, in denen zwischen Filmnarration und Bennys Videoszenen hin- und hergeblendet wird, und die deshalb hier ausführlicher nacherzählt worden sind, gibt es im weiteren Verlauf des Films kein ernsthaftes Aufgreifen dieses Spiels mit Erzählebenen mehr. Im Urlaub mit der Mutter filmt Benny banale Straßenszenen wie ein Tourist. Und die Ausschnitte aus Videothekenfilmen und den Nachrichtensendungen sind eher authentisierendes Beiwerk denn Motivationshinweise.

Aber gerade diese Ungereimtheiten machen den Film interessant für Überlegungen zu Zuschreibungen des unterschiedlichen Realitätsbezugs von Video und Kino im Spielfilm. Der relativ naiven Präsentation der beiden Medien in den Anfangsszenen scheint die gängige Zuschreibung zugrunde zu liegen, die der (hier ausdrücklich als Amateurmedium präsentierten) Videokamera Spon-

taneität, alltagsbezogene Direktheit, also eine größere Nähe zur Realität zu schreiben. Daß dies nicht so ist, wird an der zentralen Mordszene deutlich: Daß dort die Kamera nicht (wie in Tierschlachtungsszene) „draufhält“, sondern daß die Handlung ins Off verlagert wird, eine gewisse Diskretion vorherrscht, verweist auf eine klassische Vorgehensweise, die schon aus dem Theater bekannt ist („Mauerschau“), wobei der Part der berichtenden Figur vom O-Ton der Videokamera übernommen wird. Auch hier führt also der Spielfilmmacher Regie. Bei der Arbeit mit dem Ton weist der Film insgesamt einige Eigenheiten auf, die als Stilisierungsversuche gewertet werden können: In der verlangsamten Wiederholung der Schlachtszene wird das im Hintergrund zu hörende Hundegebell zu einem außerirdisch anmutenden Horrorgeräusch, in anderen Szenen wird religiöse Musik (eine Kantate, ein Orgelpräledium) über Bilder gelegt, die nur ganz kurz die Off-Musik als aus dem On stammende Töne ausweisen.

Videobilder und Kinonarration sind in diesem Film nicht mehr eindeutig distinkten Realitätsausrichtungen zuschreibbar, man kann sogar sagen, daß das Verlassen der Videosequenzen und die Rückkehr zum „normalen“ Kino-Erzählen (bessere Bildqualität, sorgfältige Inszenierung und Kameraführung) eher einen Erleichterungseffekt hat, endlich wieder auf der Ebene einer Filmhandlung angelangt zu sein. Gerade die lakonische, fast an eine naturwissenschaftliche Versuchsanordnung erinnernde Erzählweise des Films verstärkt den Charakter der Filmhandlung als eine als „normal“ empfundene Ordnung der gezeigten Welt. Die Videosequenzen, wo sie als Hintergrund-Atmosphäre sozusagen zum akustischen Element des Sets werden, repräsentieren Verwirrung, weit entfernte Katastrophen, Unordnung und Chaos. Bennys Videoaufnahmen von der Tat haben dann aber wieder den Charakter einer „raffinierten“ Inszenierung (Mordszene) oder sind durch die Koppelung mit aufdringlicher unmotivierter Orgelmusik verfremdete Amateuraufnahmen.

Bei genauerem Hinsehen stellt sich heraus, daß der Erzähler zwar die gängigen Vorstellungen (Video als Direktmedium, Film als inszeniertes Erzählen) evokiert, sie aber nicht einmal als diesen Zuschreibungen gemäß auch nur *erscheinen* lassen will.¹⁰ Michael Haneke, dem in der Kritik ein „statischer Stil des ‚Draufhaltens‘“ zugesprochen wird, mit dem er „einen Realitätsbezug und eine emotionale Dichte“ erreiche, „die nicht leicht zu ertragen“¹¹ sind, verwirrt die zunächst scheinbar klare Unterscheidung bewußt und widerlegt sie damit.

Vor allem aber: Als Beitrag zur gegenwärtigen Diskussion über das Verschwinden des klassischen (zur Unterscheidung auch als „chemisch“ bezeich-

¹⁰ abgesehen von der Tatsache, daß beide „Erzählebenen“ natürlich in jedem Fall inszeniert und montiert sind.

¹¹ Wikipedia „Haneke“, konsultiert am 19.02.2007

neten) Films und zu seiner Ersetzung durch hochauflösende Digitaltechnik ist er deshalb bemerkenswert, weil er beim Vergleich der beiden Aufzeichnungsverfahren im Falle von Video bewußt die Amateurebene vorstellt.

„Ein Auge und eine Festplatte“

Denn es scheint, ohne daß hier in Einzelheiten gegangen werden könnte, daß unter „Video“ als *ästhetische Alternative zum Film* nur entweder Amateurformate (derzeit mini-DV) oder die sich als eigene Tradition herausbildende Videokunst gelten können. HDTV ist, wie der Name sagt, ein Fernsehformat. Mit ihm haben die Anstrengungen, digitale Techniken in die Filmstudios und Filmtheater zu bringen, kaum etwas zu tun. Sie sind darauf ausgerichtet, mit großem technischem Aufwand die Qualität und die ästhetische Besonderheit des 35mm-Films zu erreichen bzw. zu imitieren, und zwar mit Blick auf den Fernseh Bildschirm oder seine ‚Kinematographisierung‘ durch Beamer und Mehrkanalton.

Marille Hahn schlägt einen präziseren Gebrauch der Begriffe vor: HDTV bezeichne demnach ein neues Fernsehformat, während im digitalen Kino von HDC (High Definition Cinema) die Rede sein sollte. HDTV ist komprimierte Aufzeichnung (mit all den technischen Mängeln, die das mit sich bringt¹²), HDC ist unkomprimierte Vollaufzeichnung.

Die Bildauflösung von 2 Millionen Pixel pro Bild, die bei HD 25p fünfundzwanzig Mal pro Sekunde aufgezeichnet und verarbeitet werden müssen, führt zu sehr hohen Datenströmen, deren Verarbeitung trotz der großen Fortschritte in der Datenverarbeitungs- und Speichertechnologie auch heute noch an der Grenze des technisch Machbaren ist. Grundsätzlich wirken HD-Bilder durch ihre hohe Auflösung sehr detailreich, manchmal sogar hyperreal.¹³

Dabei erscheinen einige der besonderen Qualitäten der neu entwickelten High Definition Kameras eher als störend: ihre große, kaum unterdrückbare Tiefenschärfe, ihre flächige Farbgebung. Sogar die Möglichkeit, sehr lange Takes ohne Kassettenwechsel aufzunehmen, wird kritisch gesehen. Ein Gespräch am runden Tisch zwischen französischen Kameraleuten, das in der Zeitschrift *Cahiers du Cinéma*¹⁴ veröffentlicht wurde, vermittelt anschaulich den Stand der

12 z. B. das Drop-out-Problem, die kaum realisierbare Einzelbildaufnahme. Vgl. *Film & TV Kameramann* 12/2005

13 Marille Hahn: Das digitale Kino. Filmemachen in High Definition mit Fallstudie. Marburg 2005. S. 16

14 *Cahiers du Cinéma*: Nr. 610, März 2006. Das Gespräch fand am 4. Februar 2006 statt. Alle Zi-

gegenwärtigen Diskussion über diese Frage, die ja auch die professionelle Ausprägung des Berufs eines DOP (director of photography) grundlegend verändern wird. Bertrand Bonello:

Entweder ist die Digitalität eine ästhetische Entscheidung oder sie ist nur ein Notbehelf. Im letzteren Fall wird es der Wunsch des Regisseurs sein, daß das Bild dem ähnlich ist, das er eigentlich in 35mm haben wollte. Und da wird es oft Enttäuschungen geben. Viele Regisseure, die digital gedreht haben, freuen sich, wenn das Resultat „wie Film aussieht“.

Es hat sich keiner der anwesenden Kameraleute eindeutig dazu bekannt, die Digitalität aus ästhetischen Gründen gewählt zu haben. Sie alle waren mehr oder weniger zu der neuen Technik gezwungen worden durch die Produzenten, und auch in Fällen, in denen ein bewußtes Ausprobieren stattfand (Eric Rohmer: *L'Anglaise et le Duc* und Jean Luc Godard: *Eloge de l'amour*), sind sowohl die Äußerungen der Autoren als auch die der Kritik in bezug auf eventuelle Besonderheiten der digitalen Ästhetik sehr vage.

Bei dem Versuch, sie wenigstens abstrakt zu charakterisieren, kommt es zu überraschenden Aussagen, die natürlich von Erfahrungen beim Arbeiten mit der neuen Technik ausgehen. Eric Gautier:

Wenn man es zusammenfassend sagen will, so ist das elektronische Bild heute dem chemischen sehr nahe gekommen. Aber bei der Aufnahme ist die Arbeit mit chemischem Film organischer und HD nur ein elektronisches Signal. Also der Film ist sinnlicher, bietet einen größeren Reichtum an Textur (Oberflächenbeschaffenheit) und eine subtilere Darstellung der Farben. In HD ist das Bild weniger menschlich, und von daher hat es diesen fantastischen Aspekt, von dem Barbet sprach.

Dem menschlichen Auge des Kameramannes ist sein technisches Pendant verloren gegangen bzw. hat sich zur Unkenntlichkeit verändert: Der Apparat erscheint „entmenschlicht“, der Film seiner organischen Erscheinungs- und Reaktionsformen (Filmrolle, Ortho- oder Panchromatik) beraubt. Die Festplatte hat ihre eigenen Gesetze, deren Nutzung erst später (von anderen) vorgenommen wird.

Das Verhältnis zur gefilmten Realität – und sei sie eine inszenierte – leidet unter dem Zwang durch die neue Technik, *zeitverschoben* zu arbeiten. Im Gegensatz zu einem Visconti, dessen Farbregie Teil der *mise en scène* war, werden heute die Farben erst bei der Postproduktion bestimmt. Caroline Champetier: „Diese Zeitverschiebung beim kreativen Akt ist gefährlich für das Verhältnis zum Realen und zur Sinnlichkeit“. Besonders interessant ist in dem Gespräch der wiederholte Hinweis auf eine eigene Art von *Fantastik*, die dem Vi-

deomedium zugeschrieben wird. Barbet Schroeder: „Mit digitalem Video kann das Bild, selbst das dokumentarische, sehr schnell ins Fantastische umkippen“. Es wäre allerdings ungenau, wollte man diese Video-Fantastik als Gegenpol zu einer wie immer gearteten „Realität“ sehen, deren Abbild dem klassischen Filmmedium zuzusprechen wäre. Gilles Gaillard:

Die Aufnahme auf Film verändert die Realität dessen, was aufgenommen wird, um es uns als noch realer erscheinen zu lassen, vor allem bei Vergrößerung des Kontrasts. Es handelt sich um eine Logik der *Simulation*. Das Digitale bewegt sich in einer Logik der *Kapazität*. Es reproduziert ein Farbspektrum, wie man es bis heute noch auf keiner Leinwand gesehen hat.

Das Problem der Verfechter und der technischen Pioniere des hochauflösenden Digitalkinos¹⁵ ist es, daß das Publikum sich für ein solches „nie dagewesenes“ Farbspektrum, für die überragende Tiefenschärfe der Bilder derzeit kaum interessiert. Daher rührt nicht nur die fast manische Orientierung auf die Imitation des 35mm-Films, sondern auch das fast vollständige Fehlen von Versuchen, eine Ästhetik der hochauflösenden Bilder zu entwerfen oder zu realisieren. Wir haben es mit einem neuen Medium zu tun, dem nicht die geringsten Ambitionen auf eine eigene unverwechselbare ästhetische Erscheinungsform zugestanden werden. Es entsteht im Gegenteil der Eindruck, „Video“ habe sich in dem Maß vom Anspruch auf eine eigene künstlerischen Identität verabschiedet (um ihn den Amateuren zu überlassen¹⁶), wie die Digitaltechnik ihren technischen Siegeszug angetreten hat. Es erscheint sinnvoll, in bezug auf den Schritt vom analogen Video (VHS, high 8) zur mini-DV-Kamera auf der einen und zum HDC auf der anderen Seite von einem medialen Schisma zu reden, bei dem die „professionelle“ Weiterentwicklung der hochauflösenden Digitalität irgendwann mit dem Kinofilm konvergieren wird. Manche sehen die Zäsur schon beim Übergang von analogen Formaten zu mini-DV:

DV kommt den Qualitäten von Film näher, man kann mit der neuen Technik

15 außer den technischen Schwierigkeiten (z. B. gibt es erst zwei funktionierende Kameramodelle, die extrem unhandlich sind), die hier außer acht gelassen werden sollen.

16 Wenn professionelle Filmemacher mit mini-DV arbeiten, macht sich häufig Enttäuschung breit, und sie gilt nicht der vergleichsweise schlechten Bildqualität. Z. B.: „Die Hoffnung, daß dadurch (durch die Anwendung der mini-DV-Kamera, gg) intimere Situationen entstehen, die einmalig und interessanter sind, wird meistens enttäuscht“. Das leichte Equipment erlaube zwar das kostensparende Arbeiten im Ein-Frau-Team, dieses verführe jedoch zur Vernachlässigung der Sorgfalt bei den Aufnahmen, zu „verschwenderischen – im Sinne von unüberlegten - Aufnahmepraktiken“. „Die Erfahrung zeigt, daß die Arbeit – und auch die Protagonisten – bei den Aufnahmen konzentrierter sind, wenn ich im Team arbeite“, so Eva Heldmann in einem Gespräch mit Laura Padgett, veröffentlicht unter dem Titel: „Ich denke sehr oft ans Kino“ in *Frauen und Film* 65, 2006 S. 9-19.

den Anschein von Film erzeugen. Die Videoindustrie selbst nennt die neuen technischen Möglichkeiten ‚Film-Look‘. Als VHS und Beta auf den Markt kamen, machte man noch einen großen Unterschied zwischen Film und Video.“¹⁷

Wenn in der zitierten Diskussion mehrmals das Wort „fantastisch“ zur Charakterisierung von Videoaufnahmen auftaucht, so geschieht dies offenbar vor dem Hintergrund, daß es eine eingeübte Auffassung von *Kinorealität* gibt, zu der „Video“ in einen Kontrast gerät, wenn es „Realität“ anders (besser?) wiedergibt. Es passiert eine fast groteske Umkehrung: Das Kino (d.h. die fiktive Kinorealität) ist anscheinend für uns, weil wir uns daran gewöhnt haben, „realistischer“ als der „Naturalismus“ von „Video“. Daß dies kein Hirngespinnst ist, erweist sich aus verschiedenen Indizien, z.B. dem, daß die Techniker von HDTV und HDC eine ihrer Aufgaben darin sehen, ihrer Bildproduktion einen „Kinolook“ zu verleihen, und daß dafür sogar die Verwendung von Filtern und aufwendigen technischen Bildbeeinflussungsverfahren vorgesehen ist.

Vom Blick zum „Look“

Damit kann auch das Befriedigen einer nostalgisch gefärbten Sehnsucht nach einer vom Verlust bedrohten ästhetischen Tradition verbunden sein, wie der folgende Fall zeigt: Die bekannte Schauspielerin Franka Potente (*Lola rennt*) hat sich mittels ihrer Prominenz einen lang gehegten Wunsch erfüllen können. Sie drehte einen eigenen Film, und zwar in der Manier der Stummfilme der 1920er Jahre. *Der die Tollkirsche ausgräbt* ist ein 43 Minuten langer phantastischer Film:

Es ist der Sommer 1918. Die aus gutem, aber verarmtem Hause stammende Cecilie (Emilia Sparagna) soll den reichen Alfred (Max Urlacher) heiraten. Bei Cecilie stoßen die Hochzeitspläne aber auf wenig Gegenliebe. Doch am Tag vor der Hochzeit entdeckt sie einen vergrabenen Stoffwulst im Garten – und plötzlich nimmt alles eine unerwartete Wendung...¹⁸

Der „Stoffwulst“ ist ein als Mumie verpackter Lebemann, der zum Leben erweckt wird. Im Ensemble der aus frühen Lubitsch-Filmen (*Die Augen der Mumie Mâ*, 1918) entnommenen Figuren ist er ein Sonderfall, nicht nur wegen seines Äußeren (nämlich eines modernen Punk), sondern vor allem dadurch, daß er als einziger im Stummfilm – redet. Natürlich verliebt sich Cecilia in ihn.

¹⁷ Eva Heldmann, a.a.O. S. 18

¹⁸ Inhaltsangabe im Werbematerial des Verleihs.

Der Film ist offenbar¹⁹ eine etwas naive Hommage an ein Kino, das es, wie sich erweisen wird, in der Filmgeschichte zu der Zeit, auf die sich der Film bezieht, nicht gegeben hat.

Der Rezensent der *Frankfurter Rundschau* wunderte sich, daß der Kameramann Frank Griebe, einer der Prominentesten seiner Zunft, sich „die Arbeit am Zelluloid“ verkniffen habe: „Dabei wäre es ein Leichtes gewesen, die Videokamera gegen den Kurbelkasten auszutauschen – und wohl sogar unter dem Strich auch preiswerter“²⁰. Der Rezensent irrt sich: Der Film wurde nicht auf Video gedreht, sondern sehr wohl auf Zelluloid, und zwar im Format Super 8, was allerdings im Werbematerial des Verleihs verschwiegen wird. In der Amateurfilmzeitschrift *schmalfilm S8/16* sind ausführliche Drehberichte veröffentlicht worden, in denen die Motive für diese Entscheidung erläutert werden: Frank Griebe:

Der Film sollte in schwarz-weiß und in Stummfilmmanie erscheinen. Wir haben viel herumexperimentiert, um das Ergebnis so aussehen zu lassen, wie man früher Filme machte. Ein Look, gedreht mit 16 mm oder 35 mm, wäre zu teuer geworden. So machte ich Testaufnahmen mit dem Kodak Plus-X Schwarzweißfilm auf Super 8. (...) Alle fanden das Ergebnis fabelhaft, weil es an den guten, alten Stummfilm erinnerte. (...) Nach einigen Tests entschieden wir uns für Farbaufnahmen mit dem Kodak Vision 2 200²¹. Dieses Material wurde später mit dem flashScan8 abgetastet, auf Digital Betacam überspielt, lichtbestimmt und auf 35 mm Material in Schwarzweiß kopiert.²²

Die beiden verwendeten Kameras vom Typ Beaulieu 5008 wurden bei der Firma Arri umgebaut, vor allem wurde eine Videosauspiegelung für einen Monitor eingesetzt. Die Nachbearbeitung des Films war sehr aufwendig, sie galt der Herstellung eines bestimmten „Looks“, der sehr eigenwilligen Vorstellungen der Regisseurin vom Stummfilm entsprach. Sie wollte nicht nur die Theatralik in der Spielweise, die stilisierte Gestaltung der Kulissen und Kostüme als „klassisch“ stummfilmmäßig erscheinen lassen, sie ging sogar noch weiter:

Beim Dreh wurde (Wert, gg) auf die strikte Einhaltung der heutigen Sichtweise eines Stummfilm gelegt. Wenn wir heute einen Stummfilm betrachten, sehen wir

19 Der Film wurde auf der Berlinale am 10. Februar 2006 uraufgeführt. Er sollte anschließend in die Kinos kommen, ist aber in keinem der mir zugänglichen Theater programmiert worden, vielleicht wegen seiner unüblichen Kürze. Er ist mir also nicht bekannt. Aber es soll ja hier nicht um eine Filmkritik gehen.

20 *Frankfurter Rundschau*, 30. November 2006

21 Dieser Film ist ein Negativfilm, ausschließlich für die Digitalisierung bestimmt, nicht für das Kopieren auf Positiv-Filmmaterial (gg).

22 *schmalfilm S8/16*, 3/2006, S. 26

meistens viel zu schnell agierende Darsteller, also einen Zeitraffereffekt von rund 30 %. Dies liegt nicht etwa daran, daß die Kameraleute des frühen 20. Jahrhunderts die Kurbel ihres Gerätes nicht im Griff hatten, sondern daran, daß die Filme mit 17 bis 18 Bildern pro Sekunde aufgenommen wurden. Moderne Projektoren laufen mit mindestens 24 Bildern, die digitale Abtastung alter Filme erfolgt mit fernsehüblichen 25 Bildern pro Sekunde.²³ Egal, ob das Original durch einen modernen Projektor läuft, oder wir eine Fernsehaufzeichnung des Filmes sehen: Die Bewegungen sind fast immer schneller als die Aufnahme durch den Kameramann. Da sich dieses Bild dermaßen verfestigt hat, entschied sich Franka Potente, ihren Film auf 18 Bildern pro Sekunde zu drehen und ihn mit 25 Bildern abtasten zu lassen. Hierdurch verfällt der Zuschauer bei der Betrachtung sofort in das Klischee eines Stummfilms und die Regisseurin erzielt gleichzeitig einen Effekt gesteigerter Dramatik.²⁴

Es erscheint durch dieses Detail näher bestimmbar, was für einen „Look“ Franka Potente angestrebt hat: Es ist das Zappelklischee des Stummfilms, das nur durch eine technische Nachlässigkeit eine Zeitlang das Bild dieser Filmtradition in der Öffentlichkeit geprägt hat. Der mißglückte Kalauer, den der Rezensent der *Frankfurter Rundschau* als Überschrift seines Artikels zum besten gibt, „Panzerkreuzer Potente“, ist sachlich also doppelt falsch. Die Regisseurin bezieht sich weder auf eine Stummfilmästhetik, wie sie die sowjetische Schule entwickelt hat, noch auch nur auf den klassischen deutschen Stummfilm, sondern auf dessen degenerierte Schrumpfform als „Kintopp“.

Der Fall ist nicht untypisch: Oft verbindet sich mit dem modernen Terminus „Look“ ein eher nostalgisch gefärbtes Bild des Kinos.²⁵ Aber die Rede vom „Kino-Look“, die in den technischen und ästhetischen Debatten um die Digitalität jetzt immer öfter auftaucht, meint mehr. Technisch geht es um das Schreckbild des Verschwindens einer *theatralischen* Kinokultur. Und man kann die gängige Argumentation auch anders herum aufziehen: Die Digitalisierung ist nicht der Tod des Kinos, sondern seine Rettung. Der Grund ist, daß es

23 Dies trifft schon lange nicht mehr zu: Seriöse Abtastungen für die TV-Ausstrahlung klassischer Stummfilme arbeiten nämlich längst mit einer Methode, die die originale Geschwindigkeit beinhaltet (indem jedes dritte Bild zweimal kopiert wird).

24 Claus Krönke: Franka gräbt die Tollkirsche aus. in: *schmalfilm* 8/16, 3/2006, S. 19.

25 Und „Look“ muß sich auch nicht immer auf das traditionelle Kino beziehen. Zum ersten Mal taucht der Ausdruck m. W. als Bezeichnung für einen bestimmten Filmstil auf, der mit den Regisseursnamen Léos Carax, Jean-Jacque Beineix und Luc Besson verbunden wurde. Ihnen gemeinsam sei nach Ansicht der zeitgenössischen Filmkritik eine Erzählweise, deren Ästhetik direkt aus der alltäglichen Umwelt stammt, jedoch gesehen und dargestellt in einer aus der Werbung stammenden Bildsprache. Da sie so einen bestimmen (auch in einem kommerziellen Sinn verstandenen) „Look“ haben, hat sich der Ausdruck „cinéma du look“ für sie eingebürgert, oder auch „Neobarock“. Vgl. R. Brassan, in *La revue du cinéma* 449, Mai 1989, René Prédal: 50 ans de cinéma français, Paris 1996, S. 547. Alle späteren Verwendungen des Wortes (vor allem in der Werbe- und Warenzeichenästhetik) haben diesen kommerziellen Hintergrund.

sich aus den bekannten Kostengründen für die großen Produzenten in Zukunft immer weniger lohnen dürfte, Kinos zu unterhalten und zu beliefern, es sei denn, die digitale Alternative wird „kinofähig“. Seit mehreren Jahren erzielen die Produzenten ihre Gewinne schon nicht mehr hauptsächlich mit der Kinodistribution: Schon 2004 ist in den USA der Erlös durch den Verkauf und Verleih von DVD von Filmen höher als der in den Kinos erzielte.²⁶ Und die folgende Vision einer Zukunft des Kinos ist unrealistisch, wenn man die Zuschauer nicht dazu bewegen kann, die digitalen Abspielstätten der Zukunft auch zu besuchen. Denn bis 2020, so rechnet die Industrie, wird der Film in 16 oder 35 mm praktisch verschwunden sein. Die Filme werden digitalisiert und per Netz oder Satellit in die Kinos geschickt.

Man rechnet damit, daß bis 2020 der gesamte Prozeß der Filmproduktion und -rezeption nur noch digitalisiert von statten gehen wird. Nach Voraussagen der ARP²⁷ wird für die gesamte Produktion eines Films inkl. Videospiel nur noch eine Zeitspanne von vier Wochen nötig sein. Die Postproduktion wird in Echtzeit gleichzeitig in allen fünf Kontinenten vorgenommen werden. Diese Beschleunigung wird als die effektivste Maßnahme gegen Piraterie angesehen. Die Frage ist, ob es dann noch Kinos geben wird. Ökonomisch spielen sie dann nämlich fast keine Rolle mehr.²⁸

Das Bemühen um den „Kino-Look“ ist einer der Versuche, das klassische Kino als Abendunterhaltung und künstlerische Performance vor großem Publikum gegen diesen Trend zu erhalten.

Aber was das Ästhetische angeht: Nicht nur weil niemand wirklich sagen kann, was den „Kino-Look“ ausmacht – Definitionsversuche werden in der Regel in Negation aus den technischen Unterschieden zwischen den Aufzeichnungsformen abgeleitet –, sondern auch mangels attraktiver Alternativqualitäten ist das eine sehr defensive Verteidigungsstrategie. Die Untersuchung des Blickwandels scheint mir dazu notwendig zu sein. Und dieser Wandel ist nur marginal oder höchstens auslösend ein technischer. Es sind wohl eher die Synthetisierungsleistungen der Zuschauer, die hier in Spiel kommen. Es handelt sich dabei sowohl um eine Kombination zwischen Fähigkeiten, die wir uns mit der Kinsozialisation aneignen, als auch um kulturelle Pattern, die dazu beitragen, daß uns die Kino-Welt, die der „Kino-Look“ konservieren will, nicht realer, sondern gewohnter, normaler vorkommt als momentan noch der technische Präzisionsrealismus der digitalen Bilder.

Der Kameramann Werner Appeldorn hat diesen Zusammenhang in einem

²⁶ *Le Monde* 11./12. Dezember 2005

²⁷ Zusammenschluß von Filmschaffenden „auteurs-réalisateurs-producteurs“ in Frankreich .

²⁸ Ebda.

scheinbar naturwissenschaftlich-bildhaften Vergleich formuliert:

Will man diese Frage (nach den Unterschieden zwischen „chemischem“ und digitalem Film, gg) beantworten, muß man wissen, daß der Wahrnehmungsapparat des Menschen tausendmal leistungsfähiger ist als Windows 95. An allen Ecken und Enden des Gehirns sind Hochleistungscomputer damit beschäftigt, das Wahrgenommene nach allen möglichen Gesichtspunkten zu untersuchen und zu bewerten. Erstaunlich ist die Informationsmenge, die unser Auge aufnehmen und unser Gehirn verarbeiten kann. (...) Eine Abteilung in unserem Wahrnehmungsapparat abstrahiert das meiste von dieser Fülle und beschäftigt sich nur mit dem „Wesentlichen“ und ein anderer Teil nimmt gleichzeitig alle anderen ausgeschiedenen Informationen auch noch auf. (z.B. Details, die nicht für die Handlung oder die Figuren in einem Spielfilm interessant sind). Aus dieser „Abteilung“ erhält der Zuschauer Informationen zu den Fragen: Paßt alles zusammen? Ist das Gezeigte echt und glaubwürdig? Die Atmosphäre der Szene verweist auf den Fortgang der Handlung.²⁹

Beim Ansehen eines Kinofilms „ist die zweite Abteilung unseres Wahrnehmungsapparates voll beschäftigt.“ Die Bartstoppln des *Kommissars*, die Wüstenatmosphäre in *Ben Hur* werden als Zusammenhänge stiftende Informationen nebenbei wahrgenommen, sind aber keineswegs sekundär. „Wer glaubt, alles das habe keinen Einfluß auf die Art und Weise, wie die erste Abteilung die Geschichte sieht, braucht Nachhilfe in der Filmgeschichte.“³⁰ Diese Art von Synthetisierungsleistung wird von der Filmsprache, wie sie sich in mehr als einem Jahrhundert entwickelt hat, perfekt unterstützt –von der Hochsprache des Hollywoodfilms ebenso wie den verschiedenen Dialekten oder Soziolekten des Weltkinos (nationale Kinematographien, elaborierte Codes des Autorenfilms, Jargons verschiedener Genres und Schulen, individuelle Sprach- und Symbolwelten großer Regisseure etc.).

Aber vielleicht können ein paar läppische Veränderungen der technischen Realisierung und der im Weltkapitalismus nicht ausschaltbare Zwang zur ‚Wirtschaftlichkeit‘ ja doch ein so ehrwürdiges und festgefügtes Kommunikationssystem zu Fall bringen. Welche neue Sprache müssen wir dann lernen?

29 Werner Appeldorn in: *Film & TV Kameramann*, 12/1995

30 Ebda.

Ralph Ewerth und Bernd Freisleben

Computerunterstützte Filmanalyse mit *Videana*

Einleitung

Das Teilprojekt „Methoden und Werkzeuge zur rechnergestützten medienwissenschaftlichen Analyse“ des Kulturwissenschaftlichen Forschungkollegs SFB/FK 615 „Medienumbrüche“ entwickelt zum einen „Mediana“, ein an die Bedürfnisse der medienwissenschaftlichen Projektpartner angepasstes Datenbanksystem mit dem Ziel, beliebige textuelle und audiovisuelle Datenobjekte zu verwalten und so die medienwissenschaftlichen Arbeitsprozesse zu unterstützen. Zum anderen werden rechnergestützte Verfahren zur medienwissenschaftlichen Analyse digitaler Bild- und Videodaten erforscht und entwickelt, die in die Mediana-Komponente *Videana* integriert sind.

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie medienwissenschaftliche Filmanalyse durch rechnergestützte Verfahren quantitativ unterstützt werden kann. Die qualitative Analyse und die Interpretation des in Filmen Gezeigten wird auf absehbare Zeit ausschließlich Menschen vorbehalten sein. Nichtsdestotrotz können Rechner den Menschen bei einigen typischerweise sehr zeitraubenden Prozessen unterstützen bzw. entlasten. Vor allem wird hier die quantitative Analyse folgender Elemente der filmischen Gestaltung betrachtet: Montage der Einstellungen, Kamerabewegung sowie eine Beschreibung des Gezeigten. Zu Letzterem werden speziell Verfahren zum Finden und Erkennen von Gesichtern und Texteinblendungen vorgestellt.

Korte (2001) beschreibt verschiedene Elemente der filmischen Gestaltung, grundlegende Elemente von Einstellungs-/Sequenzprotokollen sowie einige Visualisierungen wie etwa Einstellungsgrafiken, Sequenzdiagramme und Schnittfrequenzdiagramme. Bereits seit einigen Jahren gibt es Softwarepakete, die bei der Erfassung von Kriterien der Filmanalyse in Form eines Einstellungsprotokolls für analog vorliegendes Filmmaterial helfen bzw. zur vereinfachten automatischen Generierung von Visualisierungen (z.B. Szenen- bzw. Sequenzgrafik

oder Schnittfrequenzgrafik) dienen. Zu nennen sind etwa das vom Institut für Medien der Universität Marburg (Giesenfeld) entwickelte System *filmprot* und das an der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig entwickelte System *CNfA* (Computergestützte Notation filmischer Abläufe, Korte). Allerdings wurden diese Softwarelösungen u. a. für spezielle Hardware und Videorekorder entwickelt, so daß sie heute zum Teil nicht mehr verfügbar sind. Aktuellere Entwicklungen sind das Programm *Akira* (Kloepfer, Universität Mannheim) sowie das Programm *VideoAS* (Olbrecht/Woelke, Universität Jena), die für das Annotieren von digital vorliegenden Videos konzipiert sind. Allerdings bieten diese keine Möglichkeiten zur automatischen Analyse von Videos.



Abbildung 1 zeigt das Hauptfenster von *Videana*. Links ist ein Fenster zur Wiedergabe des Videos. Auf den beiden Zeitleisten ist die Segmentierung des Videos in Einstellungen sowie das Ergebnis der Gesichtsdetektion visualisiert. Die vertikalen Striche in der Zeitleiste *Cuts* symbolisieren die Schnitte, die Flächen in der Zeitleiste *Faces* die Sequenzen, in denen ein Gesicht frontal gezeigt wurde. Für jedes Ereignis werden zwei Zeitleisten präsentiert: Die jeweils obere Zeitleiste repräsentiert die komplette Dauer des Videos, wohingegen die untere Zeitleiste den oben gestrichelt umrahmten Zeitbereich vergrößert darstellt. Weitere Zeitleisten für die Ereignisse Kamera- und Texteinblendungen kommen hinzu, sofern Analyseergebnisse oder Benutzermarkierungen vorliegen.

Die Analyse von Multimediadaten ist im Übrigen nicht nur für medienwissenschaftliche Zwecke interessant. Mit zunehmenden Rechner- und Datenkapazitäten heutiger Rechner und der inzwischen umfangreicheren Ausstattung mobiler Geräte (MP3-Player, Mobiltelefone etc.) haben multimediale Dateien eine immense Verbreitung gefunden. So ist seit geraumer Zeit die effiziente Suche nach Informationen in Videos bzw. generell in multimedialen Datenbeständen ein von vielen Forschern weltweit mit hoher Aufmerksamkeit verfolgtes Forschungsgebiet.

Rechts neben dem Wiedergabefenster sind die einzelnen Einstellungen durch jeweils drei kleine Bilder symbolisiert (Anfang, Mitte, und Ende der Einstellung). Durch einfaches Anklicken mit der Maus kann zu der jeweiligen Position im Video gesprungen werden, durch Doppelklick wird das Video an dieser Stelle gestartet.

Das Video- und Filmanalysewerkzeug Videana

Wie bereits einleitend erwähnt, wird der größte Vorteil der Rechnerunterstützung in der Automatisierung formaler, zeitintensiver Analyseschritte gesehen. Zu nennen ist etwa die zeitliche Segmentierung eines Videos in Kameraeinstellungen, hierbei die Identifikation der Montageart (harter Schnitt, Aufblende, Ablende, Überblende etc.), das Finden und Erkennen von eingeblendetem Text, das Erkennen von Kamera- und Objektbewegung, das Erkennen der verwendeten Einstellungsgröße, Informationen über die Präsenz der Akteure, die Art der auditiven Signale etc. In *Videana* sind gegenwärtig Funktionen zur Schnittdetektion, zum Finden von eingeblendetem Text, zur Bestimmung der Kamerabewegung und zur Detektion und Wiedererkennung von frontal erscheinenden Gesichtern realisiert. Die graphische Benutzerschnittstelle von *Videana* ermöglicht, Videos anzuzeigen, abzuspielen und bildgenau an eine bestimmte Position des Videos zu gelangen. Weiterhin sind Algorithmen zur Schnittdetektion, Textdetektion und -segmentierung (notwendig für eine anschließende Erkennung mit einer Optical Character Recognition (OCR) Software), Gesichtsdetektion und der Bestimmung der Kamerabewegung integriert worden, die mittels eines „Plugin-Konzepts“ auf einfache Art und Weise ergänzt, entfernt oder ausgetauscht werden können. Automatisch erzeugte Analyseergebnisse können jederzeit von Benutzerseite wieder manuell korrigiert werden.

Sobald eine zeitliche Segmentierung in Einstellungen erfolgt ist, wird für das erste, mittlere und letzte Einzelbild jeder Einstellung (optional für Szenen)

je ein „Icon“ erstellt und angezeigt (siehe Abbildung 1). Diese Ansicht kann auch auf Szenenbasis gezeigt werden, zum jetzigen Zeitpunkt müssen Einstellungen allerdings noch manuell von Benutzerseite zu einer Szene zusammengefaßt werden.

Es können Diagramme bezüglich der Schnittfrequenz und der Helligkeitsdynamik innerhalb eines Videos generiert werden. In Abbildung 2 ist ein solches Schnittfrequenzdiagramm für einen 30-minütigen Videoausschnitt zu sehen. Die Ergebnisse der verschiedenen Detektoren werden auf einer jeweils eigenen Zeitleiste visualisiert. Einzelne Kameraeinstellungen, Ereignisse wie graduelle Übergänge, und Text- oder Gesichtobjekte können mit beliebigen Kommentaren und mit Schlüsselwörtern annotiert werden. Sowohl die extrahierten Multimedia-Metadaten, als auch die während des medienwissenschaftlichen Arbeitsprozesses manuell ergänzten Kommentare werden dem MPEG-7 Standard (Martinez, 2002) konform gespeichert. Der MPEG-7 Standard formalisiert die Darstellung solcher Daten und ermöglicht den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Anwendungen.

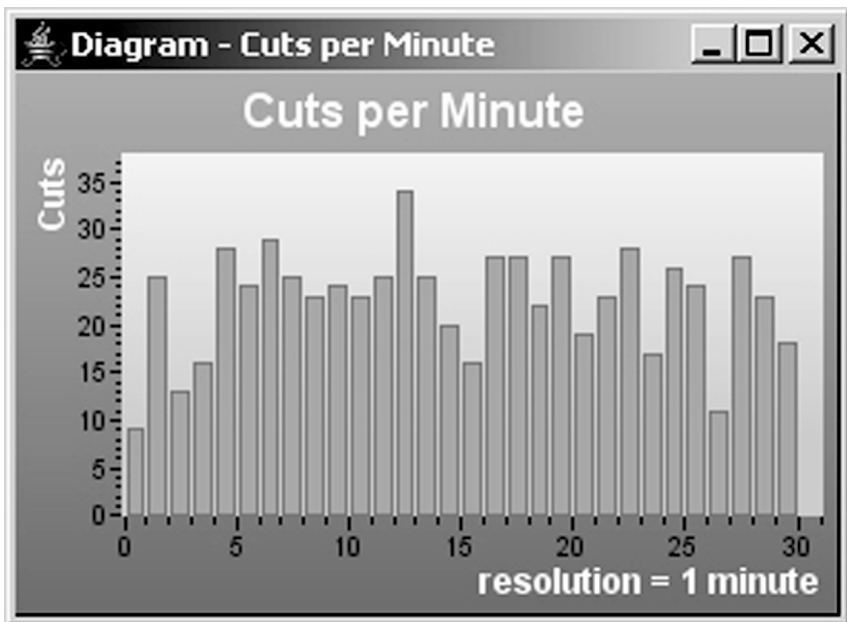


Abbildung 2 Ausgabe eines Schnittfrequenzdiagramms in Videana für einen 30-minütigen Ausschnitt aus einem Spielfilm.

Erkennung von Schnitten und graduellen Einstellungswechseln

Eine der wichtigsten Aufgaben der digitalen Videoanalyse ist die Unterteilung einer Videosequenz in ihre grundlegenden Einheiten, die Einstellungen („Shots“). Unter einer Einstellung wird im Allgemeinen eine audiovisuelle Sequenz verstanden, die eine kontinuierliche Aufzeichnung ohne Unterbrechung der Aufnahme darstellt. Die Übergänge (oder Transitionen) zwischen Einstellungen können abrupt oder graduell sein; abrupte Übergänge werden auch als (harte) Schnitte bezeichnet, graduelle Übergänge resultieren aus dem Einsatz chromatischer oder räumlicher Editiereffekte, wie z.B. Ein- bzw. Ausblendungen („Fade in/out“), Überblendungen („Dissolve“) oder Verschiebungen („Wipe“).

Seit Anfang der 1990er Jahre wurde eine Vielzahl von Segmentierungsverfahren (bekanntere Ansätze stammen z. B. von Yeo/Liu (1995), Hanjalic (2002) oder Bescos (2004)) vorgeschlagen, insbesondere auch für die Schnitterkennung. Zur Erkennung gradueller Übergänge gibt es sowohl allgemeine Ansätze als auch auf bestimmte Effekte (wie etwa Überblendung (Hanjalic, 2002), Ein- und Ausblende (Truong et al., 2000)) spezialisierte Detektoren. Viele der Ansätze zur Schnitterkennung basierten auf dem Vergleich von zwei aufeinander folgenden Einzelbildern („Frames“). Jüngere Ansätze (Tahaghoghi et al. (2005), Yuan et al. (2005)) vergleichen alle Bilder innerhalb eines kurzen Zeitfensters miteinander, um so zu robusteren Ergebnissen zu kommen. In der seit 2001 jährlich durchgeführten Vergleichsstudie TRECVID konnten im Jahr 2005 solche Ansätze die besten Erkennungsraten erzielen: so wurden ca. 95% der Schnitte gefunden (Erkennungsrate, „Recall“), und ebenfalls 95% aller von diesen Detektoren gemeldeten Schnitte waren auch tatsächlich solche (Präzision des Ergebnisses, „Precision“). Der von den Autoren entwickelte Ansatz (Ewerth/Freisleben, 2004) gehörte bei dieser Studie, an der 21 Institute aus aller Welt teilnahmen, zu den 5 Ansätzen, die sowohl eine Erkennungsrate als auch eine Präzision von mindestens 90% erreichen konnten. Die Erkennung gradueller Übergänge hat noch nicht diese Güte erreicht. Hier liegen die Erkennungsrate und die Präzision der besten Ansätze (Amir et al. 2005; Yuan et al., 2005) bei ca. 80%.

Finden und Erkennen von eingeblendetem Text

Eingeblendeter Text gibt oftmals wichtige Hinweise über das im Bild Gezeigte. So sind z. B. in Nachrichtensendungen die Texthinweise eng mit dem aktuellen Nachrichtenbeitrag verknüpft, in frühen Filmen (ohne Sprache) wiederum wurde das Gezeigte mit Zwischentiteln ergänzt. Begrifflich sind die Algorithmen

zu unterscheiden darin, ob es sich um einen Ansatz zur Textdetektion, Textlokalisierung, Textverfolgung (in Videos), Textsegmentierung (auch Textextraktion genannt) oder Texterkennung handelt (Jung et al., 2004). Ein Textdetektor liefert als Ergebnis Informationen darüber, ob und ggf. wo sich in einem Bild oder in einer Kameraeinstellung Text befindet. Die Textsegmentierung hingegen verarbeitet lokalisierten Text dergestalt, daß der Hintergrund des Textes entfernt wird, so daß schließlich ein Ergebnisbild entsteht, das schwarzen Text auf einem weißen Hintergrund zeigt. Dies ist notwendig, um mit einer OCR Software, die ein Bild mit dem gezeigten Text in eine maschinenlesbare Form transformiert, ein optimales Erkennungsergebnis erreichen zu können. Etwaige Hintergrundinformationen beeinträchtigen in der Regel das Erkennungsergebnis. In Abbildung 3 werden beispielhaft Ergebnisse von Textlokalisierung, Textsegmentierung und -erkennung gezeigt.

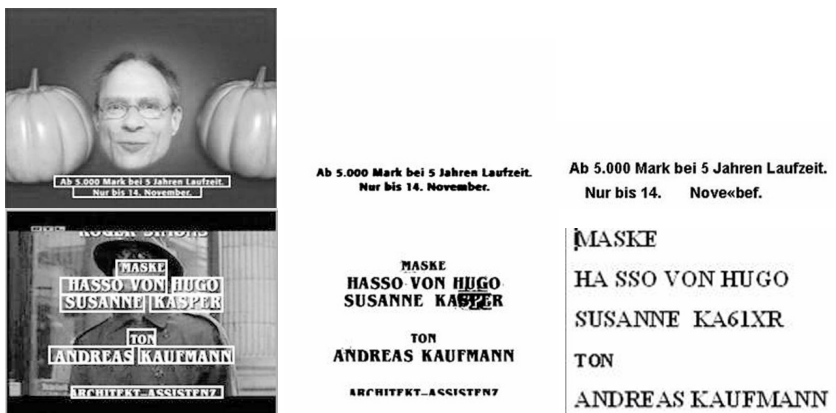


Abbildung 3 In den Bildern links sind Textlokalisierungsergebnisse zu sehen, in der Mitte das Ergebnis der Textsegmentierung, im Zuge derer der Bildhintergrund entfernt und der Text schwarz markiert wurde, und schließlich rechts die Ergebnisse der Erkennungssoftware (OCR).

Forschung im Bereich der automatischen Text- bzw. Zeichenerkennung (OCR) in Dokumenten (in der Regel handelt es sich hier um „gescannte“ Textseiten) wird schon seit Jahrzehnten betrieben. Textdetektion, Textsegmentierung und schließlich Texterkennung in Bildern und Videos sind inzwischen auch seit mehr als 10 Jahren Gegenstand der Forschung; eine Vielzahl von Methoden ist hierzu entstanden. Jung et al. (2004) geben einen Überblick über die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet. In der Arbeitsgruppe der Autoren wurden sowohl Ansätze zur Textdetektion (Gllavata/Ewerth/Freisleben, 2004a) und Textsegmentierung (Gllavata/Ewerth/Stefi/Freisleben, 2004; Gllavata/

Freisleben, 2005) als auch für das Verfolgen von bewegten Texteinblendungen über mehrere Einzelbilder hinweg (Gllavata/Ewerth/Freisleben, 2004b) entwickelt. Auf einer Testmenge von Bildern konnte mittels eines vorgeschlagenen Ansatzes zur Segmentierung von Text die Worterkennungsraten (Zeichenerkennungsraten) von 62% auf 79% (bzw. von 76% auf 91%) verbessert werden (Gllavata/Freisleben, 2005). Momentan wird an der Integration einer OCR Software in *Videana* gearbeitet: Nach erfolgter Integration wird das System in der Lage sein, entsprechende Kameraeinstellungen automatisch mit den gefundenen und erkannten Wörtern zu annotieren.

Finden und Erkennen von Gesichtern

Im Bereich der Gesichtsverarbeitung in Bildern und Videos ist zu unterscheiden zwischen Gesichtsdetektion und -erkennung. Ein umfassender Überblick zur Gesichtsdetektion wird von Yang et al. (2002) gegeben, ein umfassender Übersichtsartikel zur Gesichtserkennung wurde von Zhao et al. (2003) veröffentlicht. Der Begriff Gesichtsdetektion wird analog zu Textdetektion verwendet: Ein Gesichtsdetektor gibt an, ob sich in einem Bild oder in einer Einstellung ein Gesicht befindet, in der Regel ist dies auch eng mit der Gesichtslokalisierung verbunden. In *Videana* wurde ein Ansatz von Viola und Jones (2004) zur Detektion frontal erscheinender Gesichter integriert, der in der *Intel Open Source Computer Vision Library (OpenCV)* verfügbar ist. Für diesen werden auf relevanten Standard-Testmengen (130 Bilder mit insgesamt 507 Gesichtern) Detektionsraten von 92.1% berichtet, bei einer Anzahl von 50 falschen Treffern.

Im Bereich der Gesichtserkennung wird zwischen den folgenden Anwendungsszenarien unterschieden:

Identifikation

Es wird die Identität einer dem System präsentierten Aufnahme eines Gesichts in einer Datenbank gesucht, bzw. wird das Gesicht als unbekannt klassifiziert.

Verifikation

In diesem Fall wird überprüft, ob die dem System präsentierte Aufnahme der angegebenen Identität entspricht.

Im Rahmen des *Face Recognition Vendor Test (FRVT)* aus dem Jahr 2005 hat sich gezeigt (Phillips et al., 2005), daß Gesichtserkennung unter bestimmten Bedingungen Erfolgsraten von über 90% hat. So existieren seit einigen Jahren auch kommerzielle Lösungen mit Gesichtserkennungstechnologie. Zusam-

menfassend kommt die Studie zu folgenden Schlußfolgerungen:

- Die besten Systeme erreichten bei Innenaufnahmen eine Identifikationsrate von 90%, bei einer Rate falscher Alarme von 1%.
- Die besseren Gesichtserkennungssysteme waren nicht sensitiv bezüglich normaler Beleuchtungsänderungen bei Innenaufnahmen.
- Dreidimensionale Modelle (zum Morphen einer Pose in eine frontale Position) verbesserten die Erkennungsrate.
- Die Erkennung von Personen in Bildern, die außen aufgenommen wurden, funktioniert noch nicht zufriedenstellend (Identifikationsrate von 50% bei 1% Fehlerrate).
- Es gab keinen Unterschied in der Erkennungsleistung in Abhängigkeit von der Aufnahmequelle (Videsequenzen vs. Einzelbilder).
- Jüngere Personen sind schwieriger zu erkennen als ältere Personen.
- Männer wurden besser erkannt als Frauen.
- Die Identifikationsleistung verringert sich linear im Verhältnis zum Logarithmus der Datenbankgröße (Anzahl der Personen).

Aus diesen Ergebnissen ist bereits ersichtlich, daß es schwierig ist, Videos mit dem Auftreten von Personen zu indexieren, insbesondere dann, wenn Außenaufnahmen in einem Video vorkommen. Das Problem der Außenaufnahmen sowie das Ausnutzen der Vielzahl von Einzelbildern in einer Videosequenz sind sicher zukünftig Gegenstand der Forschung.

Auch wenn ein Gesichtsidentifikationssystem für medienwissenschaftliche Zwecke interessant sein kann ("In welchen Kameraeinstellungen war eine gegebene Person zu sehen?"), wurde im Rahmen des Projekts zunächst ein allgemeines System entwickelt (Ewerth/Mühling/Freisleben, 2006), das für ein beliebiges Video einen Index über das Auftreten verschiedener Personen erstellt. Voraussetzung ist lediglich eine Segmentierung des Videos in Kameraeinstellungen, optional auch eine Szenensegmentierung. Das Ergebnis ist eine Menge von Personen, für die jeweils eine Liste mit den Nummern der Einstellungen ausgegeben wird, in denen eine Person X (aus der Menge aller Personen) zu sehen war. Das System ist prinzipiell sowohl für das Finden und Erkennen von frontal als auch von im Profil gezeigten Gesichtern konzipiert. Allerdings ist der Detektor der verwendeten *OpenCV Library* (*OpenCV*) für Profilgesichter noch nicht ausgereift genug, so daß momentan nur frontal gezeigte Gesichter verarbeitet werden. Die recht präzise räumliche Detektion von frontal gezeigten Gesichtern, insbesondere der Augenpositionen, ist hingegen ein guter Anhaltspunkt, um Rotation von Gesichtern in der Bildebene, wie sie durch einen zur Seite geneigten Kopf entstehen, zu korrigieren (Abbildung 4). Nach einer ersten Gruppierungsphase werden die Gruppen der Personen, die in

mehr als einer vorher definierten Mindestanzahl von Einstellungen zu sehen waren, einer weiteren Analyse unterzogen. Ziel dieser Analyse ist es, die Merkmale eines Gesichts in einer Gruppe zu bestimmen, die es am besten von den Gesichtern der anderen Gruppen unterscheiden. Schließlich wird aufgrund dieser für jede Gruppe separat selektierten Merkmale ein erneuter Klassifikationsprozeß durchgeführt. Erste Ergebnisse für das Erkennen von frontal gezeigten Gesichtern sind sehr viel versprechend, insbesondere konnten die Ergebnisse durch die Korrektur der Rotation geneigter Gesichter und dem anschließenden Lernen der charakteristischen Gesichtsmerkmale signifikant verbessert werden: Für einen Ausschnitt aus einer Fernsehdiskussionsrunde wurden für 5 der 6 gezeigten Personen hinreichend große Gruppen (Cluster) erzeugt, so daß sie als ein Repräsentant einer Person zum Lernen der Gesichtsmerkmale genutzt wurden. Die Erkennungsrate betrug im besten Fall 84% bei einer Präzision der Personengruppierungen von 94% (d. h. nur 6% der einer Gruppe zugeordneten Personen entsprachen nicht der Hauptperson der Gruppe), das Basissystem erreichte bei gleicher Präzision lediglich eine Erkennungsrate von 71%.



Abbildung 4, obere Reihe: Beispiele von geneigten Köpfen, die unter anderem zu einer in der Bildebene rotierten Gesichtsdarstellung führen. In der unteren Reihe sind die Gesichter zu sehen, nachdem sie von dem Gesichtserkennungssystem in *Videana* anhand der Augenpositionen zurückgedreht wurden. Dies ist wichtig für den späteren Vergleich zwischen zwei Gesichtern.

Erkennung von Kamerabewegungen

In der Filmgestaltung ist der Einsatz der Kamera ein wesentliches Mittel des ästhetischen Ausdrucks. Formate zur Videokompression wie MPEG-1 oder MPEG-2 unterstützen eine Bewegungsschätzung auf Pixelblockbasis für aufeinander folgende Videobilder, um die große zeitliche Redundanz in Videos für die Kompression der Daten auszunutzen. Die Rechenzeiten für die Extraktion solcher Bewegungsvektoren sind im Vergleich zu der Dekodierung eines

Vollbildes und der Berechnung eines optischen Flußfeldes (Berechnung der Bewegung für jedes Pixel) sehr gering. Allerdings ist ein großer Teil dieser Vektoren häufig „verrauscht“ und nicht optimal im Sinne einer Bewegungsbeschreibung. Aufbauend auf diesen Beobachtungen wurde ein eigener Ansatz (Ewerth/Schwalb/Tessmann/Freisleben, 2004) entwickelt, der MPEG-Bewegungsvektoren zur Berechnung der Kameraparameter verwendet. Die „unzuverlässigen“ Bewegungsvektoren eines Vektorfeldes werden zunächst in einem Vorverarbeitungsschritt mit einer effektiven Methode entfernt („Outlier Removal“). Mit den verbleibenden Bewegungsvektoren werden mit Hilfe des Nelder-Meade Minimierungsalgorithmus die Parameter eines 3D-Kameramodells geschätzt. Das verwendete Modell hat den Vorteil, daß es prinzipiell die Unterscheidung zwischen Translation und Rotation der Kamera (in der entsprechenden Richtung) zuläßt. Experimente mit aufwendig hergestellten, synthetischen Videosequenzen konnten zeigen, daß das Entfernen der unzuverlässigen Bewegungsvektoren zu deutlich besseren Ergebnissen führt. So konnte für Zoom-In und Zoom-Out eine Erkennungsrate und eine Präzision von 99% (98% und 94% ohne „Outlier Removal“) erreicht werden, die Ergebnisse für die Rotation um die z-Achse verbesserten sich von 86% auf 95% (Erkennungsrate) und von 75% auf 89% (Präzision). Mit diesem System haben die Autoren auch an der TRECVID Evaluation 2005 teilgenommen, wobei an dem sogenannten „low-level-feature task“ zur Kamerabewegung insgesamt 12 Institute teilgenommen haben. Für diese Evaluation waren insgesamt 140 Nachrichtenvideos mit einer jeweiligen Dauer von 30 bis 60 Minuten zu analysieren. Die eingereichten Ergebnisse sollten all die Kameraeinstellungen enthalten, die horizontale, vertikale Kamerabewegung oder einen Zoom (in/out) beinhalteten. Aus diesen 140 Videos wurden seitens der Veranstalter letztendlich ca. 2000 Kameraeinstellungen zur Auswertung ausgewählt, die eine Bewegung oder Zoom eindeutig bzw. eindeutig nicht erkennen ließen. Neben guten Ergebnissen bei der Erkennung horizontaler Bewegung (76% Erkennungsrate, 92% Präzision) konnte das System der Autoren das zweitbeste Ergebnis bzgl. vertikaler Bewegung (72% Erkennungsrate, 96% Präzision) und das beste Ergebnis bei der Erkennung von Kamerazooms (89% Erkennungsrate, 93% Präzision) erreichen.

Anwendungsbeispiel: Analyse von Computerspielen

Das Projekt B9 „Mediennarrationen und Medienspiele“ (R. Leschke) des SFB *Medienumbrüche* untersucht die Hybridformen von Spiel und Erzählung, die sich in Computerspielen und Spielfilmen seit den 1990er Jahren verstärkt beo-

bachten lassen. Diese sollen formalästhetisch und funktionslogisch analysiert und in einer Typologie zusammengefaßt werden. Neben der Unterstützung dieser Forschungsaktivitäten mit Hilfe der Basisfunktionalität von *Videana* wird gegenwärtig ein System entwickelt, das die zugrundeliegenden Merkmale narrativer und spielerischer Sequenzen in Computerspielen und Spielfilmen automatisch erlernen soll. Hierzu können neben den Kategorien „Spiel“ und „Narration“ weitere spezielle Kategorien wie z. B. Gewalt oder Suche (Exploration) definiert werden, darüber hinaus ist mit diesem System aber durchaus die Definition beliebiger Kategorien möglich.

Zum Lernen und Klassifizieren werden dem System die Ergebnisse der vorgenannten Ansätze zur Schnitterkennung, Textdetektion, Gesichtsdetektion und Kamerabewegung sowie Informationen über die Farbverteilung in jedem Einzelbild präsentiert. Erste Experimente zeitigten interessante Ergebnisse: So wurde zunächst eine aufgenommene interaktive Spielsequenz des Spiels „Max Payne“ genutzt, um die Eigenschaften auf Ebene der automatisch extrahierbaren Merkmale von narrativen Sequenzen und von interaktiven spielerischen Sequenzen (mit den Unterkategorien Suche/Exploration und Gewalt) zu lernen. Das erlernte Modell wurde dann angewendet auf einen 30-minütigen Ausschnitt des Films „Matrix Reloaded“, der einige Sequenzen enthält, die an Computerspiele erinnern. Interessanterweise werden aber fast alle Einzelbilder vom trainierten System als narrativ (d.h. nicht interaktiv) markiert (wie es ja auch formal korrekt ist, schließlich handelt es sich ja um einen Spielfilm), bis auf ein paar wenige Ausnahmen: So wurden einige Einzelbilder einer sehr langen Kampfsequenz sowie einer weiteren „Actionsequenz“ als nicht narrativ klassifiziert. In einem nächsten Schritt kann nun analysiert werden, welche Merkmale diese Sequenzen von den anderen auf der Ebene der Signalverarbeitung und des maschinellen Lernens unterscheiden. Es obliegt den Medienwissenschaftlern, diese Ergebnisse zu interpretieren und ggf. weiter zu verfolgen oder zu verwerfen.

Zusammenfassung und Fazit

In diesem Beitrag wurde das in der Arbeitsgruppe der Autoren entwickelte Softwaresystem *Videana* vorgestellt, das der Unterstützung der medienwissenschaftlichen Filmanalyse dient. Neben einer Vorstellung der wesentlichen Komponenten und der Realisierung der graphischen Benutzerschnittstelle von *Videana* wurden experimentelle Ergebnisse für die einzelnen Ansätze zur Schnitterkennung, Textdetektion und -erkennung, Gesichtsdetektion und -er-

kennung und zur Bestimmung von Kamerabewegungen präsentiert. Schließlich wurde noch eine Anwendung dieser Software für das Projekt „Mediennarrationen und Medienspiele“ vorgestellt, im Rahmen derer automatisch extrahierte Merkmale genutzt wurden, um statistische Modelle über die Videocharakteristika von interaktiven Computerspielsequenzen und narrativen Sequenzen in Spielfilm maschinell zu „lernen“ und diese zum Finden derselben in anderen Videoaufnahmen anzuwenden.

Abschließend sei nochmals hervorgehoben, daß *Videana* MedienwissenschaftlerInnen keine qualitativen Analysen oder Interpretationen anbieten kann, da die „Intelligenz“ heutiger Hardware/Softwaresysteme hierzu nicht ausreicht. Vielmehr bietet *Videana* medienwissenschaftlichen NutzerInnen Möglichkeiten zur Bearbeitung von Video-Metainformationen sowie eine Fülle von Werkzeugen an, die zeitaufwändige Arbeiten automatisieren. Die zugrunde liegenden Algorithmen entsprechen dem aktuellen Stand der einschlägigen Forschung im Bereich des *Video Indexing und Retrieval*. Nach Kenntnis der Autoren stellt *Videana* in der hier vorgestellten Form eine für MedienwissenschaftlerInnen bislang einzigartige Software dar.

Literatur

- Amir, A./Iyengar, G./Argillander, J./Campbell, M./Haubold, A./Ebadollahi, S./Kang, F./Naphade, M. R./Natsev, A./Smith, J. R./Teši, J./Volkmer, T.: IBM Research TRECVID-2005 Video Retrieval System. In: TRECVID Online Proceedings,
Auf: <http://www-nlpir.nist.gov/projects/tvpubs/tv.pubs.org.html>, Abgerufen am 20. 04. 2006.
- Bescos, J.: Real Time Shot Change Detection Over Online MPEG-2 Video. In: *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* 1 (2004). No. 4. S. 475-484.
- Ewerth, Ralph/Mühling, Markus/Freisleben, Bernd: Self-Supervised Learning of Face Appearances in Videos. In: Kettenberger, P. (Hrsg.): Proceedings of the 8th IEEE International Symposium on Multimedia. San Diego, CA, 2006, S. 78-85.
- Ewerth, Ralph/Freisleben, Bernd: Video Cut Detection without Thresholds. In: Bartkowiak, M./Domanski, M./Grajek, T./Stasinski, R./Swierczynski, R./Rosinski, T. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Workshop on Systems, Signals and Image Processing. Poznan, Polen, 2004. S. 227-230.
- Ewerth, Ralph/Freisleben, Bernd: Improving Cut Detection Algorithmus for MPEG Videos by GOP-oriented Frame Difference Normalization. In: Kittler, J./Petrou, M./Nixon, M. S. (Hrsg.): Proceedings of 17th International Conference on Pattern Recognition. Vol. 2. Cambridge (UK) 2004. S. 807-810.
- Ewerth, Ralph/Schwalb, Martin/Tessmann, Paul/Freisleben, Bernd: Estimation of Arbitrary Camera Motion in MPEG Videos. In: Kittler, J./Petrou, M./Nixon, M. S. (Hrsg.): Proceedings of 17th International Conference on Pattern Recognition. Vol. 1. Cambridge (UK) 2004. S. 512-515.
- Giesenfeld, G./Sanke, P.: Ein komfortabler Schreibstift für spezielle Aufgaben: Vorstellung des Filmprotokollierungssystems 'Filmprot' (Vers. 1.01). In: Korte, H./Faulstich, W.: Filmanalyse interdisziplinär. Göttingen 1991. S. 135-146.
- Gllavata, Julinda/Ewerth, Ralph/Freisleben, Bernd: Text Detection in Images Based on Unsupervised Classification of High-Frequency Wavelet Coefficients. In: Kittler, J./Petrou, M./Nixon,

- M. S. (Hrsg.): Proceedings of 17th International Conference on Pattern Recognition. Vol. 1. Cambridge (UK) 2004. S. 425-428.
- Gllavata, Julinda/Ewerth, Ralph/Freisleben, Bernd: Tracking Text in MPEG Videos. In: Schulzrinne, H./Dimitrova, N./Sasse, A./Moon, S. B./Lienhart, R. (Hrsg.): Proceedings of ACM Multimedia. New York 2004. S. 240-243.
- Gllavata, Julinda/Ewerth, Ralph/Freisleben, Bernd: A Text Detection, Localization and Segmentation System for OCR in Images. In: Werner, B. (Hrsg.): Proceedings of the 6th IEEE Int. Symposium on Multimedia Software Engineering. Miami 2004. S. 310-317.
- Gllavata, Julinda/Ewerth, Ralph/Stefi, Teuta/Freisleben, Bernd: Unsupervised Text Segmentation Using Color and Wavelet Features. In: Enser, P./Kompatsiaris, Y./O'Connor, N. E./Smeaton, A. F./Smeulders, A. W. M. (Hrsg.): Lecture Notes on Computer Science: Proceedings of the 3rd International Conference on Image and Video Retrieval. Dublin 2004. S. 216-224.
- Hanjalic, A.: Shot Boundary Detection: Unraveled and Resolved? In: *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* 12 (2002). No. 2. S. 90-105.
- OpenCV: Intel's Open Source Computer Vision Library.
Auf: <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/> Abgerufen am 20. 04. 2006.
- Jung, Keechul/Kim, Kwang In/Jain, Anil K.: Text Information Extraction in Images and Video: A Survey. In: *Pattern Recognition* 37 (2004). Elsevier, Großbritannien, S. 977 – 997.
- Korte, Helmut: Projektbericht CNfA – Computergestützte Notation filmischer Abläufe – Erweiterte und aktualisierte Fassung. In: IMF-Schriften, Heft 1, Braunschweig, 1992.
- Korte, Helmut: Handbuch CNfA, Prototyp 3, Computergestützte Notation filmischer Abläufe. Braunschweig 1994.
- Korte, Helmut: Einführung in die Systematische Filmanalyse. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2001.
- Martinez, J. M.: MPEG-7 Overview. Technical Report N4980, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11. Klagenfurt 2002.
- Phillips, P. J./Grother, P./Micheals, R. J./Blackburn, D. M./Tabassi, E./Bone, J. M.: FRVT 2002: Overview and Summary. Auf: <http://www.frvt.org/FRVT2002/documents.htm>, Abgerufen am 03. 05. 2005.
- Tahaghoghi, S. M. M./Thom, J. A./Williams, H. E./Volkmer, T.: Video Cut Detection Using Frame Windows. In: *Proc. of the Twenty-Eighth Australasian Computer Science Conf.* 38 (2005). S. 193-199.
- TREC Video Retrieval Evaluation, Auf: <http://www-nlpir.nist.gov/projects/trecvid/>, Abgerufen am 20. 04. 2006.
- Truong, B. T./Dorai, C./Venkatesh, S.: New Enhancements to Cut, Fade, and Dissolve Detection Processes in Video Segmentation. In: Paknikar, S./Kankanhalli, M./Ramakrishnan, K. R./Srinivasan, S. H./Ngoh, L. H.: Proceedings of the 8th ACM International Conference on Multimedia. Marina del Rey 2000.S. 219 – 227.
- Viola, P./Jones, M.: Robust Real-Time Face Detection. In: *International Journal of Computer Vision*, 57 (2004). Kluwer Academic Publishers, Niederlande. No. 2. S. 137-154.
- Yang, M.-H./Kriegman, D. J./Ahuja, N.: Detecting Faces in Images: A Survey. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 24 (2002). No. 1. S. 34-58.
- Yeo, B./Liu, B.: Rapid Scene Analysis on Compressed Video. In: *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* 5 (1995). No. 6. S. 533-544.
- Yuan, J./Xiao, L./Wang, D./Ding, D./Zuo, Y./Tong, Z./Liu, X./Xu, S./Zheng, W./Li, X./Si, Z. /Li, J./Lin, F./Zhang, B.: Tsinghua University at TRECVID 2005. In: Online Proceedings of TRECVID Conference Series 2005
Auf: <http://www-nlpir.nist.gov/projects/tvpubs/tv.pubs.org.html> Abgerufen am 20.04. 2006.
- Zhao, W./Chellappa, R./Phillips, P. J./Rosenfeld, A.: Face Recognition: A Literature Survey. In: *ACM Computing Surveys* 35 (2003). Issue 4. S. 399-458.

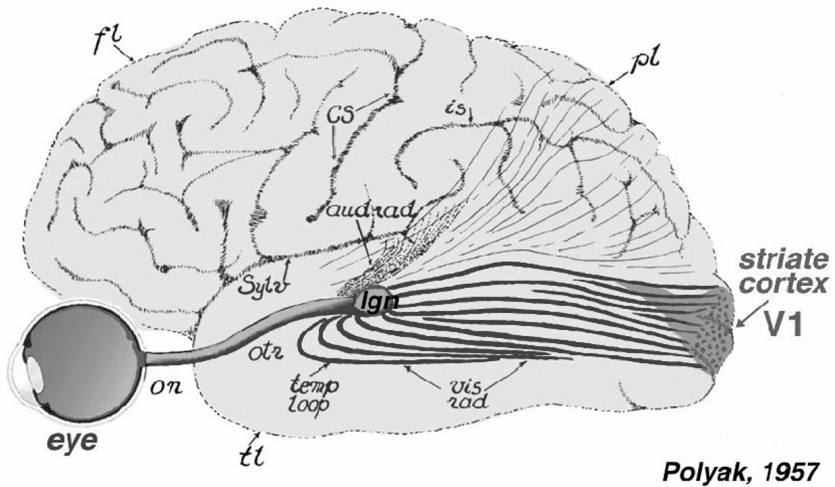
Reinhard Eckhorn

Retina Implantate für Blinde

In Deutschland erblinden jährlich 17 000 Menschen. Diesen Blinden kann die Medizin bisher nicht befriedigend helfen. Die Frage ist nun: Kann hier vielleicht moderne multidisziplinäre Forschung eingreifen? Die Arbeitsgruppe für Neurophysik unter Reinhard Eckhorn (in Zusammenarbeit mit M. Eger, M. Wilms und T. Schanze) arbeitet seit vierzehn Jahren an der Entwicklung eines Retina-Implantates, zusammen mit Spezialisten für Microchips, Augenklinikern, Ingenieuren und Neurophysiologen aus anderen Universitäten und Forschungsinstituten. Das Projekt wurde hauptsächlich vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert. Inzwischen sind aber auch Firmen in die Weiterentwicklung von Retina-Implantaten eingestiegen. Mit diesen Retinaimplantaten sollen grundlegende, einfache Seherfahrungen ermöglicht werden.

Ein vermindertes Sehvermögen wird meist durch die Sehschärfe, durch die Ortsauflösung, definiert. Die europäischen Versicherungen haben sich auf Definitionen geeinigt, was bei welcher Sehschärfe noch zu leisten ist. Demnach gilt: ungefähr 10° Ortsauflösung – das ist ein ziemlich großer Winkel – in dem eine grobe Mobilität und Orientierung im Sehraum möglich ist, und wobei große, ruhende, bewegte Objekte wahrgenommen werden können. Große Objekte sind in diesem Fall Objekte, die im Auge groß abgebildet werden. Das heißt, auch ein kleines Objekt, das sich nahe vor dem Auge befindet, erscheint im Auge groß. Bei 2° Winkelauflösung können schon mittelgroße Objekte erkannt werden, was für lebenspraktische Aufgaben wie Essen, Waschen, Anziehen wichtig ist. 0.5° Auflösung wird offiziell als *Sehen* bezeichnet. Das ist zwar nicht besonders gut, ist aber als Grenze für *Sehen* definiert, im Unterschied zu legaler *Blindheit*. Ein Daumennagel am ausgestreckten Arm entspricht ungefähr 1° Sehwinkel; die Hälfte davon aufgelöst wird also schon als *Sehen* bezeichnet. Mit Retinaimplantaten strebt unser Konsortium zur Entwicklung eines Retinaimplantats mindestens diesen Wert an. Dies erweist sich jedoch als schwierig.

Aufgrund der Komplexität des Themas können die Grundmechanismen des Sehens hier nur grob und kurz dargelegt werden.



Polyak, 1957

Abbildung 1

Abbildung 1 zeigt einen linksseitigen Querschnitt des Auges und der neuronalen Verschaltung zum zentralen Sehsystem. Am Auge ist der Sehnerv angeschlossen. Im Sehnerv laufen 1,2 Mio. Sehfasern (Axone von Neuronen), welche die Sehinformationen an das Corpus Geniculatum laterale, den Sehtalamus (Mittelhirn), übertragen. Von dort wird die Sehinformation über die Sehstrahlung zum primären Sehkortex (V1 oder visual or striate cortex) weitergeleitet. Dieses Areal des visuellen Kortex ist bezüglich der Sehung topographisch organisiert; das heißt, zwei nebeneinander liegende Orte im Sehraum sind auch hier durch die Aktivierung der zugehörigen Neurone, nebeneinander repräsentiert. Allerdings nicht wie bei einem Foto 1:1, sondern stark verzerrt. Der zentrale Bereich unseres Sehens ist viel größer und detaillierter repräsentiert als die Seh-Peripherie.

Im Folgenden sollen die Funktionsweisen von Neuron, Sehfeld und dem so genannten rezeptiven Feld von visuellen Neuronen erklärt werden. Ein einfaches Beispiel erläutert diese Begriffe: Ein Lichtpunkt läuft über ein Sehfeld und das rezeptive Feld eines Neurons wird stimuliert, wenn der Lichtreiz im Bereich des rezeptiven Feldes dieses Neurons eintritt. Die Beleuchtung des rezeptiven Feldes erhöht oder erniedrigt dann die Aktivierung des Neurons. Ein Sehreiz ist also ein Lichtreiz, der eine Aktivierungsänderung von Neuronen in ihrem rezeptiven Feld erzeugt. Es gibt allerdings nicht nur ein Neuron im Auge; am Ausgang hat das menschliche Auge 1,2 Mio. solcher Neurone, die ihre Infor-

mation über den Sehnerv ins zentrale Sehsystem senden.

Führe man mit einem kleinen Lichtpunkt horizontal bzw. vertikal nacheinander durch den Sehraum und messe dann die Aktivierung an dem einzelnen Sehrezeptor, wäre das technisch oder in der Computersprache gesprochen ein Pixel der Retina. Aber die Pixel sind eben keine viereckigen Punkte, sondern kontinuierliche Verteilungen für die Sensitivität. Was passiert, wenn die Intensität eines solchen Lichtreizes erhöht wird, der senkrecht auf das rezeptive Feld auftrifft und sich damit die Impulsrate erhöht? Wird die Intensität des Lichtreizes größer, d.h., wird er heller, so nimmt auch der lokale Lichtkontrast zu. Als Folge davon geht das Neuron von einer niedrigen Impulsrate auf eine höhere Impulsrate über. Das heißt, die Intensität und die Lokalisation werden durch Impulsmuster eines Neurons und in erster Näherung durch seine Impulsrate kodiert. In der zweiten Abbildung wird dies deutlich gemacht: Der hintere Teil der Retina ist vergrößert gezeichnet. Es ist sicherlich unerwartet für viele, daß die Rezeptoren an der Rückseite der Retina liegen. Das Licht muß also erst durch die ganze Retina hindurch, bevor es auf die lichtempfindlichen Zellen trifft. Am Lichteintrittsstelle in die Retina sind in Abb.2 die Zellkörper der retinalen Ganglienzellen gezeigt. Deren Verbindungen (Axone) werden durch den Sehnerv zum zentralen Sehsystem geführt: Beim menschlichen Auge sind dies wie schon erwähnt 1.2 Mio.

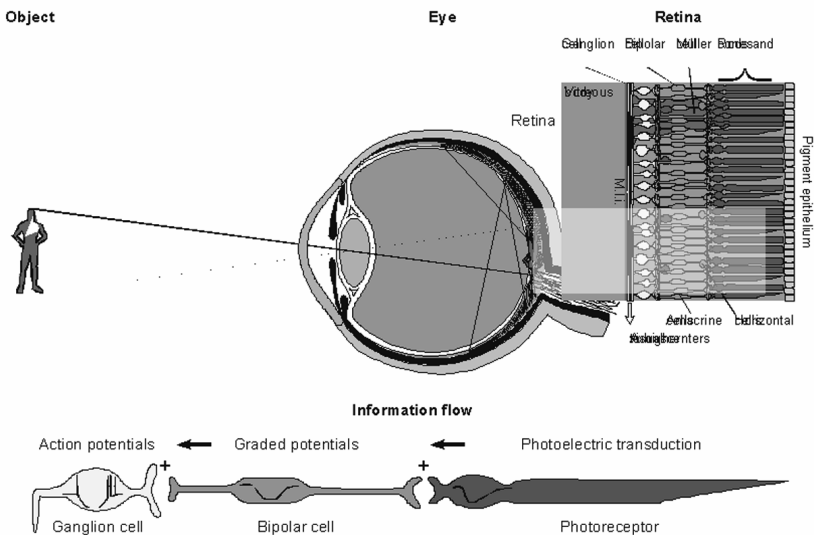


Abbildung 2

Diese Rezeptoren degenerieren zum Beispiel bei erblichen Krankheiten wie Retinitis Pigmentosa, welche solche Patienten im Verlauf ihres 20. bis 40. Lebensjahres vollständig erblinden läßt. Ähnliches gilt für ältere Menschen mit Macula-Degeneration. Die Macula ist der Augen-Hintergrund. Bei Macula-Degeneration degenerieren ebenfalls die Photorezeptoren. Wenn die Photorezeptoren degeneriert sind, kann man also nichts mehr sehen. Zwischen den Rezeptoren und den Ganglienzellen der Retina befindet sich ein sehr kompliziertes Netzwerk von Neuronen, die komplexe Filteroperationen für unseren Sehvorgang durchführen. Zum Beispiel werden von diesem Netzwerk nur die lokalen Kontraste übertragen, nicht aber die absoluten Intensitätswerte des Lichts. Dadurch wird eine hohe Informationsreduktion durchgeführt und für das Sehen irrelevante Information gar nicht erst zum zentralen Sehsystem übertragen. Von den 100 Mio. Photorezeptoren eines Auges wird nur die Information über 1 Mio. retinale Ganglienzellen zum zentralen Sehsystem übertragen. Wenn nun aber die Photorezeptoren den retinalen Ganglienzellen keine Lichtinformation mehr liefern weil sie degeneriert sind, dann gibt es keine Signalübertragung mehr über die Bipolarzellen zu den retinalen Ganglienzellen. Diese können dann keine Nervenimpulse zum zentralen Sehsystem schicken.

Es gibt zwei Ansätze für Retina-Implantate. Erstens kann die Retina von der Innenseite stimuliert werden, also dort, wo die Zellkörper der retinalen Ganglienzellen sitzen. Hier kann man— mit Mikro-Elektroden-Arrays, die auf der Oberfläche der Retina liegen,— mit kleinen, sehr kurzen elektrischen Impulsen von ungefähr 100-200 Mikrosekunden Dauer diese Ganglienzellen aktivieren. Dabei hat man Folgendes festgestellt:— Mit so einem kleinen lokalisierten Impuls kann man auch bei einem schon vor langer Zeit erblindeten Patienten mit Retinitis Pigmentose oder Macula-Degeneration— eine Lichtwahrnehmung auslösen. Mit einer kleinen lokalen Stimulation hier läßt sich also ein kleiner Lichtfleck, also eine Seh wahrnehmung, ein sogenanntes Phosphen erzeugen: Das ist der Ansatz der Retinaimplantate. Es wurde weiter oben beschrieben, daß man von der Innenseite der Retina stimulieren kann; das ist der epi-retinalen Stimulationsansatz.

Zweitens kann man auch einen Chip unter die Retina, also dort, wo die Rezeptoren im gesunden Auge liegen, einen Stimulationsarray einfügen und von dort aus die retinalen Neurone aktivieren: Das ist der sub-retinale Stimulationsansatz.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für den epi-retinalen Stimulationsansatz. Dort gibt es auf einem Brillengestell eine Mikrokamera, also einen technischen Photosensor. Des Weiteren gibt es einen Mikrocomputer, der die echte Retina

simuliert, also aus einer Bildinformation Impulsfolgen macht, mit denen man die retinalen Ganglienzellen stimulieren kann, so daß geordnete Phosphene auftreten, die Bildinformationen darstellen. Daraufhin wird über eine induktive Ankopplung und Hochfrequenzstrecke einerseits elektromagnetische Energie, aber auch die Seh-Information zum Empfängerchip im Augeninneren übertragen. Dort wird decodiert, wann welche Elektrode wie stark mit welchem Zeitverlauf aktiviert werden soll. Im Linsensack sitzt z.B. so ein Empfänger, der die Information dekodiert. Von dort wird sie über ein Mikro-Flachbandkabel zum Reizort geleitet. Dort sitzt der Mikroelektrodenarray, der die elektrischen Impulse dann an die retinalen Ganglienzellen übertragen soll.

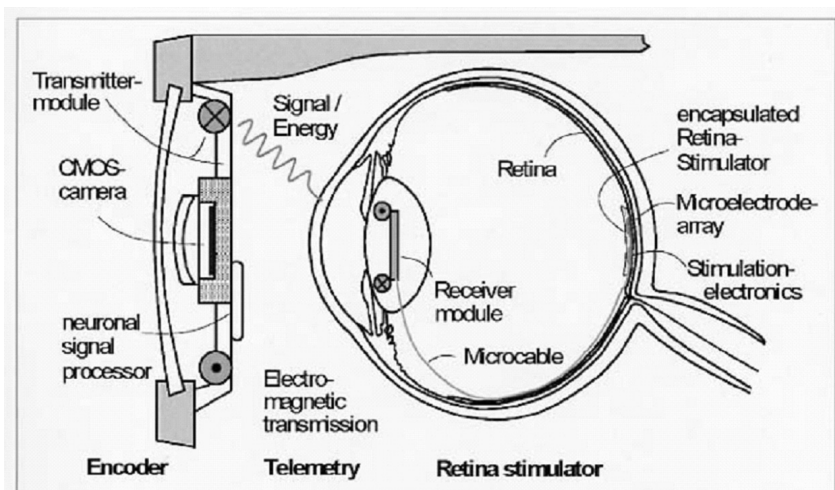


Fig. 1: Scheme of the retina-implant system consisting of the encoder with camera within the glasses and the retina stimulator

Abbildung 3

Einerseits gibt einen Sensorenarray, einen Kamerachip, der durch seine spezielle Konstruktion parallel, nicht zeilenweise wie eine übliche Fernsehkamera arbeitet. Andererseits gibt es ein Interface, welches die Retina simuliert, und einen Hochfrequenzsender mit einem vorgeschalteten Kodierer, der die Information nach innen überträgt: eine transformatorische Hochfrequenztechnik, die im Kurzwellenbereich bei ungefähr 40 Megahertz arbeitet

Chips für den Empfänger und die Stimulationseinheit messen 4 x 4 mm oder noch kleiner. Die Operateure in Augenkliniken implantieren schon seit 15 Jahren sehr erfolgreich bei Katarakten (beim Trübwerden der Linse) neue Lin-

sen über ein dünnes Loch an der Seite durch einen 0,8 mm dünnen Zugang im Auge. Dabei wird der Linsensack aufgeschnitten, die neue Linse hereingesteckt, und dann der Linsensack wieder zugenäht. Entsprechend machbar erscheint deshalb auch die Implantation des Empfängers im Linsensack des blinden Auges. In unserer Arbeitsgruppe Retina-Implant arbeiten wir mit der Universitäts-Augenklinik der Philipps-Universität zusammen (PD Dr. L. Hesse und Prof. Dr. P. Kroll) zusammen. Abbildung 4 zeigt ein komplettes Implantat. Links im Bild ist der Empfängerteil, anschließend die Verbindung, die zum Augenhintergrund geht. Rechts befindet sich der Decodierer, der über vier Leitungen dann 19 oder 24 Stimulationssignale und die entsprechenden Zeitverläufe in diesem Prototypen codieren kann. Dieses Implantat ist in Aachen in einem Institut der RWTH sowie einem Fraunhoferinstitut in Duisburg, das Konzept mit der Kodierung und der Hochfrequenzübertragung ist in der Neuroinformatik in Bonn entwickelt worden.

Das Retina-Implantat-Projekt alleine in Marburg durchzuführen wäre unmöglich. Wir arbeiten daher multidisziplinär zusammen, und auch in unserer Arbeitsgruppe für Neurophysik gibt es Biologen, Physiker Ingenieure und Psychologen.

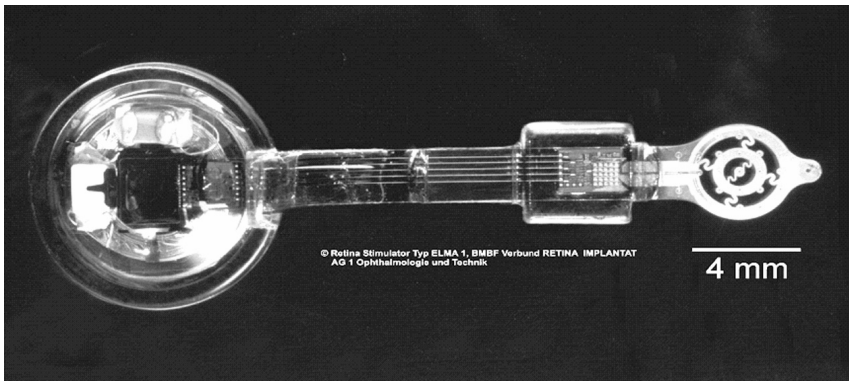


Abbildung 4

In unserer Eigenschaft als Physiker wurden von uns auch aufwendigere theoretische Untersuchungen gemacht. Es wurden Modelle und Computersimulationen von solchen Experimenten entwickelt, so daß nicht alles im Tiermodell untersucht werden mußte. Wir haben auch zum Beispiel die Informationsübertragung von einem Stimulationsort oder von mehreren Stimulationsorten in der Retina bis zum primären Sehkortex berechnet. Dazu haben wir die Shannon-Informationstheorie abgewandelt und erweitert, wodurch wir ein Maß in

Bit pro Sekunde und Reiz erhalten können. Wie viel Information so ein Retinaimplantat für den Sehvorgang im Sehkortex liefern kann, hängt auch davon ab, ob der Sehkortex die übertragene Information auch voll lesen kann. Dies erscheint uns aber sehr wahrscheinlich nach anderen Experimenten und den Erfahrungen mit Hörprothesen, wenn nur genügend Zeit zum Lernen der neuen Informationen gegeben wird. Beim Reizen mit Licht werden ungefähr 20 bis 30 Bit pro Sekunde und pro Elektrode zum Seh-Kortex gesendet. Mit elektrischer Reizung kann fast dieselbe Informationsmenge übertragen werden, also fast ein genauso großer Informationsfluß im Kortex wie beim Reizen mit Licht. Erheblich schlechter ist bei der elektrischen Reizung mit Retina-Implantaten allerdings die Ortsauflösung. Dagegen ist die zeitliche Auflösung und das, was man in der Zeit an Informationen übertragen kann, praktisch genauso groß wie beim gesunden Sehsystem.

Der Ansatzpunkt der Retinaimplantat-Technologie läßt sich wie folgt zusammenfassen: Blinde mit degenerierten Rezeptoren können Punkt-Phosphene bei elektrischer Retinareizung sehen. Wir können mit der jetzigen Technik Informationen von der Retina zum Sehkortex zwischen 20 und 160 Bit pro Sekunde übertragen. Ist das relevant für Retinaimplantate? Wir sind der Meinung, ja: 20 Bit pro Sekunde ist der unterste Wert, den wir pro Sekunde und pro Elektrode gemessen haben. Das ermöglicht die Übertragung von 20 Bildern pro Sekunde bei schnell veränderlichen Sehszenen, wenn im Kodierer des Retina-Implantats nur zwei Graustufen verwendet werden (entspricht 1 Bit). Dies ist ausreichend, wie wir und andere Forscher festgestellt haben. Wenn Bilder sich sehr schnell bewegen, können keine großen Kontrastunterschiede festgestellt werden. Nicht einmal Farben können richtig wahrgenommen werden, hauptsächlich die Bewegungen der Sehobjekte können vom Auge übertragen werden. Bei schnellen Bildbewegungen sind also große Intensitäts- oder Kontrastauflösung unnötig. Wenn wir dagegen Sehobjekte erkennen wollen und diese mit den Augen fixieren, dann tun wir das etwa drei bis fünfmal pro Sekunde. Bei fünf Fixationen pro Sekunde wären dann bei 20 Bit pro Sekunde Sehinformation schon 16 Kontraststufen unterscheidbar – das sind 4 Bit mal fünf Fixationen – macht wiederum 20 Bit pro Sekunde. Wir haben gezeigt, daß meistens viel mehr Information pro Sekunde durch elektrische Reizung verfügbar ist: das heißt, eine noch viel bessere Zeit- und Kontrast-Auflösung sollte möglich sein. Abschließend läßt sich berichten, daß jetzt in mehreren Kliniken mit Erfolg versprechenden Untersuchungen bei Patienten begonnen wurden.

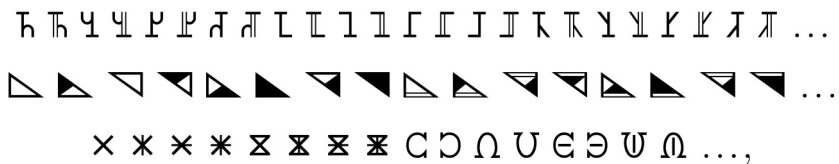
Harald Upmeier, Matthias Graefenhan¹

Was ist und was soll UpMath?

Während die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts in der Wissenschaft als Epoche der Physik gilt, kann die zweite Hälfte durchaus als Zeitalter der Mathematik bezeichnet werden. In dieser Blütezeit wurden nicht nur fundamentale Probleme z.B. in der Zahlentheorie gelöst, sondern auch neue Gebiete axiomatisch begründet und mit der klassischen Mathematik verbunden. Als Konsequenz ist der inhaltliche und methodische Umfang der Mathematik seit den 50er Jahren explosionsartig angestiegen.

Wie ist es möglich, bei dieser Erweiterung des mathematischen Wissens einen Gesamtüberblick zu behalten, wie er für die mathematische Forschung nötig ist? Diesem Anliegen dient das UpMath-Projekt², eine virtuelle Datenbank mathematischer Einzeldokumente, die im Gegensatz zu den üblichen Internet-Enzyklopädien eine vollständige, also nicht nur stichwortartige, Darstellung des jeweiligen Wissensgebietes anstrebt.

Die erste Stufe des UpMath-Systems ist die neuartige Symbolik: Die üblichen Buchstaben werden kaum benutzt und auf Worte wird fast ganz verzichtet. Statt dessen gibt es als TrueType Schriftart ein doppelt-spiegelungs-invariantes Alphabet aus etwa 5000 Symbolen



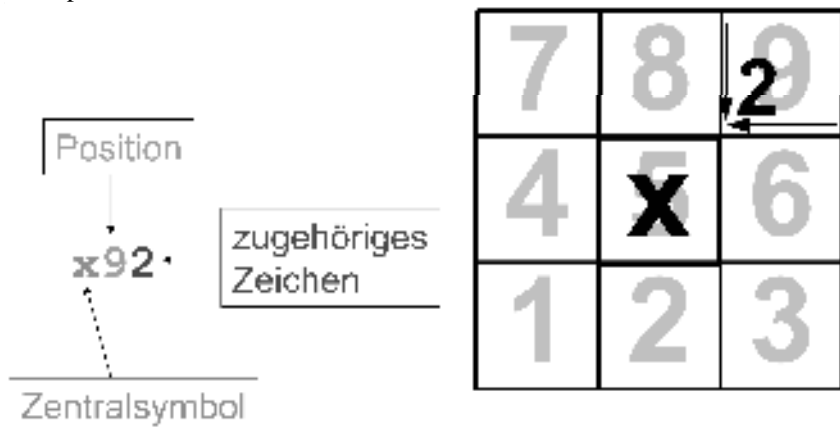
welche in alle Richtungen (jeweils 8 Positionen) in zwei-dimensionaler Weise kombiniert werden können.

¹ Prof. Dr. Harald Upmeier, FB Mathematik und Informatik, Universität Marburg
<http://www.mathematik.uni-marburg.de/~upmeier/>

Matthias Graefenhan, FB Mathematik und Informatik, Universität Marburg
<http://www.mathematik.uni-marburg.de/~graef/>

² <http://www.mathematik.uni-marburg.de/~upmath/>

Ein UpTeX-Ausdruck:



Dieser Prozeß kann baukastenartig iteriert werden. Die speziell für UpMath entwickelte Sprache UpTeX³ ermöglicht es, die besondere Notation in kompakter Form mit einer herkömmlichen Tastatur einzugeben und für das bekannte Satzsystem LaTeX aufzubereiten. Anschließend werden daraus Dateien im Portable Document Format⁴ (PDF) erzeugt. Die einzelnen Übersetzungsschritte sind für den Benutzer transparent, d.h. nach einem Klick wird ihm das übersetzte Dokument angezeigt. Will man die komplette Sammlung virtuell veröffentlichen, werden all ihre Dokumente neu übersetzt und eine Übersichtswebseite generiert. Diese vollständige Neuübersetzung dient dazu, ein einheitliches Layout zu gewährleisten. Globale Einstellungen, wie etwa Abstände der Zeichen untereinander oder feine Änderungen der Symbole selbst, werden so bei allen Dokumenten wirksam. Trotz der großen Anzahl der Dokumente wird die Dauer des Übersetzungsprozesses durch Ausnutzung von Technologien moderner Prozessoren, wie Hyperthreading⁵ und Multi-Core-Architekturen⁶, relativ kurz gehalten.

Als zweite Stufe erhält man so genannte „Ikonen“, welche die Grundlage von mathematischen Formeln und Sachverhalten bilden, beispielsweise

³ Siehe auch Präsentation „UpTeX“.

⁴ <http://www.adobe.com/products/acrobat/adobepdf.html>

⁵ <http://www.intel.com/technology/hyperthread/>

⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Multicore-Prozessor>

$$\mathbb{L} \triangleleft \mathbb{R}^n \triangleright \mathbb{U}$$

zusammengesetzt aus $\mathbb{L} \mathbb{R}^n \mathbb{U}$ und den allgegenwärtigen Dreiecken $\triangleleft \triangleright$. Diese Ikonen bedeuten in allen Dokumenten stets das gleiche mathematische Objekt und werden nur einmal erklärt. Dadurch wird bei aller Ausführlichkeit die Darstellung kurz und elegant gehalten, und die Beziehung zwischen verschiedenen Dokumenten ist schon an der Geometrie der Ikonen zu erkennen, etwa bei wichtigen Dualitätsrelationen: Zeilenvektoren \mathbb{L} und Spaltenvektoren \mathbb{U} werden durch Matrizen \mathbb{L} verbunden:

$$\mathbb{L} \mathbb{L} = \mathbb{I} \quad \mathbb{L} \mathbb{U} = \mathbb{L}'$$

Ein weiteres Beispiel: Der Hilbertsche Nullstellensatz lautet in der UpMath-Symbolik:

$$\hat{\mathbb{H}} = \overline{\mathbb{h}} \mathbb{I} \mathbb{h} \mathbb{F}$$

Hingegen wird der Runge'sche Approximationssatz der Funktionentheorie so formuliert:

$$\hat{\mathbb{H}} = \mathbb{C} \triangleleft \mathbb{h} \triangleright \mathbb{C}$$

Schon graphisch wird deutlich, daß es sich hier um ähnliche, zueinander duale Sachverhalte handelt. Die herkömmliche Formulierung dagegen ist mehr an Fachausdrücken (Radikal, Ideal, Spektrum,...) orientiert, welche in der Regel bei jedem Auftreten neu erklärt werden.

In der dritten Stufe werden die Ikonen zu mathematischen Dokumenten (= virtuelle Buchseiten) verbunden, welche jeweils nur einem einzigen Thema gewidmet sind und mit einem charakteristischen Namen („Idol“) versehen werden – auf Basis des Unicode-Systems, bei dem mehrere tausend Zeichen zur Verfügung stehen. Die sinnvolle Ausarbeitung dieser Dateihierarchie ist ähnlich schwierig wie die mathematische Arbeit an den Dokumenten selbst. Die in der Mathematik üblichen Themenüberschneidungen werden in „homogene“

Bestandteile zerlegt und in separaten Dokumenten gespeichert. Ein Beispiel: Der Logarithmus ist die „Umkehrfunktion“ der Exponentialfunktion, beide Funktionen werden aber nicht in einem Dokument behandelt, sondern jeweils für sich; die enge Beziehung zwischen beiden wird erst durch Vernetzung hergestellt. Bei den Idol-Zeichenketten stehen Vokale für die „Größe“ der behandelten Objekte (etwa E = endlich-dimensional, U = unendlich-dimensional), Akzente geben die Kategorisierung (Menge, Gruppe usw.) an, die Konsonanten bezeichnen den Zahlbereich (etwa R = reelle Zahlen, C = komplexe Zahlen) und die Unicode-Sonderzeichen werden für Zusatzstrukturen (Einheitskugel, Extremrand usw.) benutzt. Einige Beispiele für (sehr einfache) Idole:

- Ūʀ = unendlich-dimensionaler Hilbertraum über den reellen Zahlen
- éc° = Einheitskugel eines komplexen Vektorraumes endlicher Dimension
- rĭtá° = Schnitte eines reellen Geradenbündels über dem Torus.

So wie die Ikonen baukastenartig aus den Symbolen zusammengesetzt sind, ermöglicht die Separierung der Dokumente mit eindeutigen Idolnamen eine vielfältige Vernetzung der Einzelseiten mit anderen in sich homogenen Seiten ohne Duplikationen. Die Idole sind also die Bausteine des Gesamtsystems. Ein Schema aus 24 Idolen ist etwa:

$!ek$ $\mathbb{L} \times \mathbb{L}$	$Ke!$	Ke $\mathbb{C} \times \mathbb{1}$	ke \mathbb{L}	$ke!$ $\mathbb{1} : \mathbb{L} \times \mathbb{L} \triangleleft \mathbb{K}$	$Ke!$
$!eK$	$ke!$ $\mathbb{L} \times \mathbb{L}$	ek $\mathbb{1}$	Ke $\mathbb{L} \times \mathbb{C}$	$eK!$	$Ke!$ $\mathbb{K} \triangleleft \mathbb{L} \times \mathbb{1} : \mathbb{L}$
$!Ek$ $\mathbb{G} \mathbb{L} \triangleleft \mathbb{K}$	$KE!$	EK $\mathbb{C} \times \mathbb{L} \triangleleft \mathbb{K}$	kE $\mathbb{K} \triangleleft \mathbb{L}$	$EK!$ $\mathbb{L} \triangleleft \mathbb{K} \times \mathbb{K} \triangleleft \mathbb{L}$	$kE!$
$!EK$	$ke!$ $\mathbb{G} \mathbb{K} \triangleleft \mathbb{L}$	Ek $\mathbb{L} \triangleleft \mathbb{K}$	KE $\mathbb{K} \triangleleft \mathbb{L} \times \mathbb{C}$	$Ek!$	$KE!$ $\mathbb{K} \triangleleft \mathbb{L} \times \mathbb{L} \triangleleft \mathbb{K}$

Insgesamt könnte man UpMath also als ein virtuelles Buch mit (voraussichtlich) etwa 10.000 Seiten bezeichnen, geschrieben in Worten (Ikonen) einer Schrift aus 5000 Buchstaben (Symbolen) und mit Seitenüberschriften (Idolen) aus Unicode-Zeichen. Im Gegensatz zu realen Büchern ist das Projekt dynamisch, durch Erstellung neuer Dateien oder durch Einführung eines neuen Symbols oder Vernetzungstyps, welche automatisch in allen bereits bestehenden Dokumenten ausgeführt wird. Die einzige „menschlich-verbale“ Komponente ist eine beschreibende Textzeile zu Beginn eines jeden Dokuments, die

auch in der Gesamtübersicht (Overview) gezeigt wird. Auf lange Sicht soll diese Textzeile wegfallen, das Idol reicht zur Erkennung des Dokuments aus und braucht nicht mehr verbalisiert zu werden.

Nun zur Frage „Was soll UpMath?“. Historisch gesehen hat es immer wieder Versuche einer Gesamtdarstellung der Mathematik gegeben. Besonders bekannt ist das Monumentalwerk von „Bourbaki“⁷, einer anonymen Gruppe französischer Spitzenmathematiker. Auch neuartige Symboliken wurden wiederholt vorgeschlagen; so hatte der mathematische Logiker Giuseppe Peano ein eigenes Schriftsystem, welches aber nur im engsten Schülerkreis verstanden wurde. UpMath benutzt statt dessen „physikalische“ Grundideen (Lagrange-Formalismus und Quantisierung) als übergreifende Ordnungsprinzipien auch in der Mathematik. Konkret bedeutet dies, daß fast jedes Dokument als (im Sinne der Physik)

klassisch	=	nichtlinear, reell, endlichdimensional
quantisiert	=	linear, komplex, unendlichdimensional

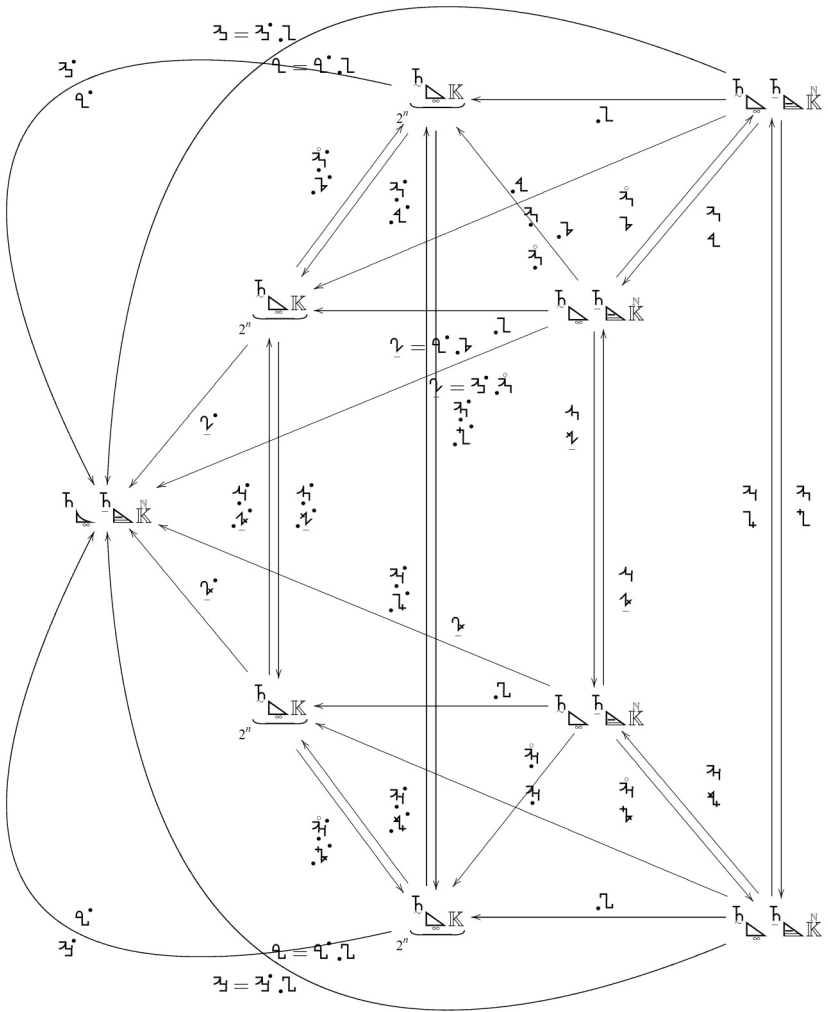
eingeteilt wird. Ein Beispiel aus der Funktionentheorie: Der Cauchy-Integral-satz ist ein „klassischer“ Satz, da er invariant unter komplexer Konjugation ist und daher „reell“ aufzufassen ist (als Spezialfall des Satzes von Stokes). Hingegen gehört die Cauchy-Integralformel, die eine komplexe Struktur voraussetzt, zur „Quantisierung“. Inzwischen werden selbst zahlentheoretische Sätze als Erhaltungssätze im physikalischen Sinne gedeutet. In der visionären Stringtheorie⁸, die eine Hauptmotivation zur Arbeit an UpMath ist, ist die Verbindung von Mathematik und Physik vollständig realisiert.

UpMath ist aber nicht nur ein fachwissenschaftliches System, sondern spiegelt auch moderne Medien-Trends wider: Das UpMath-Kompandium existiert ausschließlich in digitalisierter Form (ein Ausdrucken aller Dokumente ist wegen des großen Umfangs nicht praktikabel und wegen der ständigen Änderungen auch nicht wünschenswert), und ästhetische Aspekte wie Symmetrie, Graphik usw. sind bei der ikonographischen Erstellung der Dokumente genauso wichtig wie der mathematische Inhalt – gemäß der Überzeugung, daß konsequente Ästhetisierung auch der mathematischen Wahrheit am nächsten kommt. Die Fotogalerie „Flowers and UpMath“⁹ von Dr. Helga Upmeier benutzt UpMath-Symbole als graphischen Hintergrund. Die Kombination zu Ikonenn liefert etwa das folgende Diagramm aus der Differentialgeometrie:

7 <http://www.bourbaki.ens.fr/>

8 Brian Greene: The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory, Vintage, London 2005

9 <http://www.mathematik.uni-marburg.de/~upmeier/Gallery/>



Besonders interessant ist nun die geplante vierte Stufe, nämlich die Kombination von Idolen (jeweils für ein mathematisches Thema stehend) zu komplexeren Gebilden. Ähnlich wie bei der 8-fachen Verbindung von Symbolen geht es hier darum, die Dokumente und ihre Beziehungen untereinander auszuwerten. Um etwa die „logische Vergangenheit“ eines Ikons zu bestimmen, wird es schrittweise in seine Bestandteile (die zunächst selber noch Ikonen niederer

Komplexität sein können) aufgelöst, bis die Elementarsymbole erreicht sind. Dies alles durchläuft verschiedene Dokumente, so daß man eine, auch ästhetisch reizvolle, stammbaumartige Kaskade von Idolen erhält, erzeugt von dem ausgewählten Ikon. Die Komplexität einer Vorlesung oder eines fachlichen Aufsatzes wird durch diese Interdependenzen reflektiert.

Zur Realisierung solcher Anwendungen müssen inhaltliche Suchfunktionen geboten werden, d.h. mehr als eine reine Zeichenkettensuche; es soll Verweise auf andere Dokumente geben, beispielsweise zur Begründung eines Beweisschrittes; eine Gruppierung der Dokumente soll zur Bereitstellung von Material für Lehrveranstaltungen möglich sein; und es soll die Möglichkeit geben, die Dokumente beim Zugriff automatisch zu übersetzen. Übersetzung bedeutet in diesem Zusammenhang zum einen, die Dokumente mit erklärenden Texten zu ergänzen und ggf. in klassischer mathematischer Notation auszugeben, um so einen breiteren Zugang zu ermöglichen, zum anderen die Wahl der Sprache der Ergänzungstexte. (Diese nachträgliche Verbalisierung steht allerdings im Widerspruch zur UpMath-Philosophie und wird daher nur extern angeboten). Bei der aus vielen Programmen bekannten Zeichenkettensuche muß eine exakte, buchstabenweise Übereinstimmung mit dem Suchbegriff vorliegen, damit eine Textstelle gefunden wird. Die besondere UpMath-Notation ermöglicht jedoch die automatisierte Auswertung der Struktur eines Ausdrucks. So kann sowohl eine semantische Suche realisiert werden, als auch das Finden verwandter oder aufeinander aufbauender Dokumente.

All diese Funktionen sind von dem momentanen – für die derzeitige Verwendung bewährten – System, das auf HTML und PDF aufbaut, nicht effizient oder gar nicht zu leisten. Deshalb wird zukünftig ein Server das UpMath-Archiv verwalten. Zugriff auf die oben beschriebenen Funktionen erhält man über einen Client, dessen Installation und Wartung durch ClickOnce Deployment¹⁰ für den Anwender ähnlich einfach wird wie die Benutzung der bestehenden Website, jedoch deutlich mehr Komfort und Möglichkeiten bietet. Je nach Zielgruppe können zusätzlich Schnittstellen für Clients auf verschiedenen Plattformen, etwa mobilen Geräten, zur Verfügung gestellt werden.

Neben der Nutzung der Dokumente als Teile einer Vorlesung, als Abschnitte einer wissenschaftlichen Abhandlung oder auch als systematische Einordnung von Konferenz-Notizen macht deren freie Kombinierbarkeit weitergehende, auch medien-orientierte, Anwendungen denkbar, etwa die folgende: Selbst bei bester Organisation aller Dokumente kann es nicht ausbleiben, daß manche gute Ideen in der Datenbank untergehen und schwierige Rechnungen

10 [http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/wh45kb66\(en-US,VS.80\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/wh45kb66(en-US,VS.80).aspx)

und Beweise doppelt gemacht werden, obwohl sie bereits im Dateiensystem vorhanden sind. Viele Forscher kennen dieses Gefühl der Duplizierung. Ein Programm zur automatischen Anzeige von Redundanzen, als Teil der oben erläuterten umfassenden Dokumentenverwaltung, ist in Vorbereitung. Es gibt aber auch eine psychologische Dimension: Analog zum in Chemie-Hörsälen als permanenter Informations-Hintergrund präsenten Periodensystems der Elemente, könnte man zur Erhöhung des Bewußtseins für die Gesamtstruktur und die inneren Zusammenhänge von UpMath auf großen Flachbildschirmen nach dem Zufallsprinzip Ketten von geöffneten UpMath-Dokumenten aufrufen und als optischen Hintergrund wirken lassen, ähnlich wie in manchen amerikanischen Haushalten, wo der Fernseher niemals ausgeschaltet wird. Der ikonographische Stil von UpMath ist gut geeignet für diese Art des stetigen Aufrufens von Dokumenten, welche wiederum die Dynamik (kontinuierliches Aktualisieren) ermöglicht.

Langfristig bietet die Vernetzung von UpMath-Dokumenten noch mehr Möglichkeiten, welche in Analogie zum Film illustriert werden sollen: Die Kombinierbarkeit von Szenen aus verschiedenen Filmen scheitert schon am Auftreten verschiedener Schauspieler. Die Einheitlichkeit der UpMath-Symbole (Ikonisierungsprinzip) besagt in diesem Zusammenhang, daß es etwa 5000 „typisierte“ Schauspieler gäbe (ähnlich wie bei Cartoons oder im Trickfilm), so daß die Abfolge von Filmszenen nur noch den Regeln der Dramaturgie und Logik unterworfen ist. Im Prinzip könnte man so Filme herstellen, deren Ende offen ist und jedes Mal vom Computer nach dem Zufallsprinzip neu bestimmt wird. Die „Idolisierung“ in diesem Bild wäre die Zerlegung von Filmszenen in Grundbestandteile („Sonnenuntergang“ oder verschiedene Arten von „Abschied“). Im Bereich des Films klingt dies alles recht abstrus, aber in der modernen Musik gibt es durchaus computer-synthetisierte Kompositionen, die aus musikalischen Elementarharmonien frei kombiniert werden, klassisch tonal oder in Schönbergs 12-Tonmusik. Die Mathematik ist ebenfalls ein (gigantisches) Regelwerk und sollte, bei genügender Strukturierung, ähnliche Kombinationsmöglichkeiten bieten. Ob dabei wirklich einmal ein neues mathematisches Ergebnis herauskommt oder „nur“ ein besseres Verständnis bestehender Mathematik, soll hier offen bleiben. Auf jeden Fall versteht sich UpMath als Beitrag in dieser Richtung, ähnlich wie Tendenzen der Künstlichen Intelligenz oder die „Wissenschaftszeremonien“ in Hermann Hesses Glasperlenspiel, wo ebenfalls ästhetische Form und geistiger Inhalt gleichberechtigt sind. Abschließend sei erwähnt, daß UpMath langfristig in ein umfassenderes System UpCult, welches auch andere Wissensgebiete wie UpNote und UpChem umfasst, eingebunden werden soll.

Lothar Schmidt

Der Blick auf Musik

Notation und Mechanisierung¹

Max Weber hat in seiner posthum unter dem Titel „Die rationalen und soziologischen Grundlagen der Musik“ veröffentlichten Studie eine auf den ersten Blick verblüffende These über die Bedeutung von Schriftlichkeit in der westlichen Kunstmusik im Vergleich zur Dichtkunst aufgestellt:

Fragt man nach den spezifischen Bedingungen der okzidentalen Musikentwicklung, so gehört dahin vor allem andern die Erfindung unserer modernen Notenschrift. Eine Notenschrift unsrer Art ist für die Existenz einer solchen Musik, wie wir sie besitzen, von weit fundamentalerer Bedeutung, als etwa die Art der Sprechschrift für den Bestand der sprachlichen Kunstgebilde, – vielleicht die hieroglyphische und chinesische Poesie ausgenommen, bei welcher der optische Eindruck der Schriftzeichen, ihrer künstlerischen Struktur wegen, als integrierender Bestandteil zum wirklichen Vollgenuß des poetischen Produkts gehört. Aber im übrigen ist jede Art von poetischem Produkt von der Art und Weise der Struktur der Schrift so gut wie ganz unabhängig. Ja, sieht man von den höchsten Kunstleistungen der Prosa, etwa auf der Höhe Flaubertscher oder Wildescher Kunst oder der Ibsenschen analytischen Dialoge ab, so könnte man sich im Prinzip das rein sprachlich-rhythmische Schaffen auch heute selbst von der Existenz einer Schrift überhaupt unabhängig denken. Ein irgendwie kompliziertes modernes musikalisches Kunstwerk dagegen ist ohne die Mittel unsrer Notenschrift weder zu produzieren noch zu überliefern noch zu reproduzieren: es vermag ohne sie überhaupt nicht irgendwo und irgendwie zu existieren, auch nicht etwa als interner Besitz seines Schöpfers.²

Gustav Mahlers II. Sinfonie – die erste Niederschrift des 1. Satzes stammt aus dem Jahr 1888, die endgültige Fassung datiert von 1894 – ist eines jener „komplizierten musikalischen Kunstwerke“, die Weber, der seine Studie 1912 niederschrieb und 1919 nochmals vornahm, vielleicht im Blick gehabt haben könnte (Abbildung 1 und 2).

¹ Der folgende Text gibt den um Bilderläuterungen gekürzten Vortrag wieder. In den Fußnoten werden neben den notwendigen Zitatnachweisen vor allem Hinweise auf leicht zugängliche Darstellungen der angesprochenen Sachverhalte gegeben.

² Weber, Max: Zur Musiksoziologie. In: Braun, Christoph/Finscher, Ludwig (Hrsg): Max Weber Gesamtausgabe I,14. Tübingen 2004 . S. 232.

21 zu 2

1.2. Oboe

engl. Horn

1.2. Clarinet in B

Bassclarinet in B

1.2. Bassoon

1.2. Horn in F 3. 4.

1. Trumpet in F

1. Violin

2. Violin

Viola

Cello u. Bass

26

1.2. Flute

1.2. Oboe

engl. Horn

1.2. Clarinet in B

Bassclarinet in B

1. Fagot/Contrabass

1.2. Horn in F 3. 4.

1. Trumpet in F

1. Violin

2. Violin

Viola

Cello u. Bass

30

U. E. 2983

Abbildung 1: Mahler, 2. Sinfonie, 1. Satz, Takt 21–30

1. 2. Fl. ^{zu 2} *sempre ff*

1. 2. Ob. *sempre ff*

3. *sempre ff*

1. 2. Clar. in B *sempre ff*

Bassclar. in B *sempre ff*

1. 2. Fag. *sempre ff*

Contrafag. *sempre ff*

1. 2. Horn in F *ff*

3. 4. Horn in F *ff*

5. 6. *ff*

1. 2. Tramp. in F *ff* *gestopft* *offen (Schalltrichter in die Höhe)* *verklingend* *ppp*

3. 4. *ff* *gestopft* *offen (Schalltrichter in die Höhe)* *verklingend* *ppp*

1. 2. Pos. *ff*

3. 4. *ff*

Tuba *ff*

Becken *ff* *mit Tellern* *mit Schwämmen* *klängen lassen*

Gr. Tr. *ff* *klängen lassen*

1. Pauke *pp* *molto cresc.* *ff* *C nach E-G nach H*

2. *ff* *C nach B*

1. Viol. *ff* *G-Saite* *trem.* *Doppelgriff* *trem.* *pp*

2. Viol. *ff* *G-Saite* *trem.* *pp*

Viola *ff* *trem.* *pp*

Cello *ff* *trem.* *pp*

Bass *pp* *molto cresc.* *ff* *trem.* *pp*

U. E. 2933

Abbildung 2: Mahler, 2. Sinfonie, 1. Satz, Takt 38–44

Eine solche Partitur steht in der Geschichte der schriftlichen Aufzeichnung von Musik auf einem Scheitelpunkt. Zwei Aspekte sind auf praktikable Weise vereinigt. Zum einen bietet der Notentext eine präzise, bis in Details ausgeführte Grundlage für die klangliche Realisation eines hochgradig individualisierten Werks, dessen Ausführung sich nicht mehr auf die Gültigkeit von Konventionen verlassen kann. Die Nuancen der Lautstärke sind im Verlauf und im Verhältnis der Instrumente zueinander genau bestimmt, verschiedene Spielweisen werden exakt angegeben bis hin zur gelegentlichen Festlegung von Auf- und Abstrich in der Bogenführung der Streicher oder – auf dem klanglichen Höhepunkt des Beginns – dem Aufrichten der Schalltrichter in den Trompeten und Holzbläsern usf. Zum anderen ist der Notentext weitgehend durchrationalisiert. Rhythmus und Tonhöhe sind in einem allgemein gültigen System notiert, das den Musikern als Handlungsanweisung dient, das aber – sieht man von der Besonderheit der sogenannten transponierenden Blasinstrumente ab – vom einzelnen Instrument unabhängig ist. Diese Art der Aufzeichnung von Dauern und besonders Tonhöhen hat einen in hohem Grade analytischen Charakter. Er erschließt das Notierte dem Leseverständnis, nicht zuletzt im Blick auf das Tonsystem.

Historisch gesehen sind diese Aspekte der Mahlerschen Partitur alles andere als selbstverständlich. Ein Blick auf die Anfänge dieser Notenschrift macht dies deutlich. Sie entwickelt sich nach einer langen Zeit schriftloser Überlieferung in Europa seit dem 9. Jahrhundert in praktischen Quellen des liturgischen Gesangs. Die Zeichen, in der Regel als ‚notae‘ angesprochen – in der Musikgeschichtsschreibung hat sich zur Unterscheidung von neueren Zeichen der Terminus ‚neumae‘ (Neumen) eingebürgert – fassen oftmals mehrere Töne zusammen, die auf eine Silbe fallen. Nicht zuletzt die graphische Vielfalt der alten Zeichen zeigt, daß hier nicht nur eine Tonfolge aufgezeichnet ist, sondern auch Aspekte des Vortrags, die aus unserer modernen Tonhöhennotation verschwunden sind und allenfalls durch zusätzliche Zeichen für die Artikulation, wie sie Mahlers Partitur für Instrumentalmusik reichlich aufweist, gefasst werden können.³

Gerade die Überlieferung der exakten Tonhöhe erweist sich nun in diesen frühen melodischen Aufzeichnungen als höchst problematisch. Sie scheint aber auch gar nicht im Mittelpunkt des Interesses gestanden zu haben und blieb – wie in der langen vorangegangenen Zeit der Choralüberlieferung ganz ohne

³ Zur Geschichte der Choralnotation – und ihrer teilweise umstrittenen Deutung – siehe die einschlägigen Abschnitte in Hiley, David: *Western Plainchant. A Handbook*. Oxford 1993. Ausführlich kommentiertes Bildmaterial, auf das auch im Vortrag Bezug genommen wurde, bietet Stäblein, Bruno: *Das Schriftbild der einstimmigen Musik*. Leipzig 1975.

Noten – letztlich dem Gedächtnis der Sänger überlassen. So dienten solche Handschriften – dies macht etwa das in der Regel kleine Format deutlich – auch keineswegs zum ‚vom Blatt Singen‘ des Chors, sondern waren nur zum Gebrauch des Kantors bestimmt. Er hatte das Überlieferte dem Chor dann mündlich zu übermitteln, also vorzusingen, und zwar mit Nuancen des Vortrags, die jene Zeichen codierten. Mit der Entwicklung einer exakten Tonhöhennotation nach dem 9. Jahrhundert ging letztlich der Verlust von Informationen einher, die die Neumenzeichen ursprünglich transportierten.

Nun gab es aber bereits spätestens seit dem 9. Jahrhundert durchaus Möglichkeiten, Tonhöhen relativ unzweideutig zu notieren. Man bediente sich zum einen der Tonbuchstaben, man nutzte zum anderen auch Liniensysteme: Hinter diesen Liniensystemen stand ursprünglich die bildliche Vorstellung eines mehrsaitigen Instruments, und die einzelnen Linien bedeuteten die verschiedenen Tonhöhen. In der sogenannten „Musica enchiriadis“ z.B. ist der Text des zweistimmigen Gesanges „Rex caeli domine“ silbenweise auf den Linien, die die Tonhöhen bezeichnen, notiert. Es handelt sich dabei allerdings um ein Demonstrationsbeispiel aus einer Lehrschrift. Es dient nicht der Überlieferung einer Komposition im modernen Sinne, sondern es hilft bei der Demonstration, wie zu einer vorgegebenen, also bereits selbständig tradierten liturgischen Melodie nach gewissen Regeln eine tiefere Begleitstimme extemporiert werden kann. Diese Art der graphischen Aufzeichnung hat also in erster Linie eine theoretische und analytische Funktion.

Die aus unserer Sicht – und auch der der Zeitgenossen – entscheidende Neuerung bei der praktischen Aufzeichnung der Tonfolgen von liturgischen Melodien bestand nun darin, die aus der theoretischen Demonstration bekannte Tonhöhennotation zu modifizieren und mit den eingeführten Zeichen, den Neumen, auf praktikable Weise zu kombinieren. Dies geschah am Beginn des 11. Jahrhunderts durch Guido von Arezzo. Guido führte Notensysteme mit farbigen Linien ein, bei denen wie auch heute noch die Tonhöhen durch die Linien selbst und auch durch die Zwischenräume angegeben werden. Unsere heutigen Noten sind hervorgegangen aus quadratischen Neumenformen, die in Frankreich bereits im 13. Jahrhundert in Gebrauch waren und später zum überregionalen Standard wurden. Die neue graphische Form stellt jedoch gegenüber den älteren, weniger stilisierten Neumen noch keinen Funktions- oder Bedeutungswandel dar. Das grundsätzliche Problem der unmißverständlichen Notation von Tonhöhen war somit bereits seit dem Beginn des 11. Jahrhunderts mit Mitteln gelöst, die wir prinzipiell heute noch gebrauchen. Und die heutigen gedruckten liturgischen Bücher der katholischen Kirche verwenden immer noch die im 13. Jahrhundert entwickelten graphischen Formen.

Ein anderes Problem als die Tonhöhennotation hat über einen Zeitraum von ca. 350 Jahren, nämlich vom 13. bis ins 17. Jahrhundert hinein, zu einer Reihe von Lösungen geführt, wobei die grundlegenden Veränderungen in den Übergang vom 13. ins 14. Jahrhundert fallen. Ich spreche von der Notation des Rhythmus, und zwar eines rationalen Rhythmus, bei dem das quantitative Verhältnis der verschiedenen Tondauern zueinander in exakten und prinzipiell einfachen Verhältnissen von Vielfachen und Teilen geregelt ist. Dies war eine Schwierigkeit, die sich im liturgischen Gesang so gar nicht stellte. Bis heute wird er nicht nach rationalen Dauernverhältnissen ausgeführt, wenn nicht gerade ein poetisches Metrum regelnd eingreift. Die wichtigsten Schritte zur Notation von Rhythmus im umrissenen Sinne laufen daher parallel mit den entscheidenden Phasen in der Entwicklung der europäischen Mehrstimmigkeit.⁴

Um 1200 entsteht nun in Paris, und zwar – so wird es uns von Theoretikern des 13. Jahrhunderts überliefert – im Sängerkor der Kathedrale Notre-Dame eine neue Art Mehrstimmigkeit, für die die quantitative rhythmische Fassung zunächst einzelner Abschnitte, dann ganzer Choralbearbeitungen konstitutiv wird. Am Ende des 14. Jahrhunderts ist die Notation der Tonhöhe und des Rhythmus dann soweit ausdifferenziert, daß beide Aspekte dem Komponisten gleichsam zur Verfügung stehen und nicht mehr von vorgeprägten Modellen abhängen. Dies geht so weit, daß nun Naturlaute, etwa der Gesang von Vögeln, nachgeahmt werden können.

Ich übergehe hier die überaus interessante und unserem Verständnis fremdartige Geschichte der Notation des Rhythmus vom 13. bis zum 17. Jahrhundert und mache einen Sprung zurück zu meinem Ausgangspunkt. Max Weber bezog in seine Argumentation zum Prozeß zunehmender Rationalisierung der europäischen Musik auch die Rolle der Musikinstrumente ein. Dabei kommt dem Klavier eine doppelte Bedeutung zu. Zum einen wird es, so Weber, spätestens zur Mitte des 19. Jahrhunderts zum „bürgerlichen Möbel“⁵. Es dominiert das häusliche Musizieren. Und schließlich erlaubt es allein das Klavier, auch großbesetzte Kompositionen als abstrakten Satz zu reproduzieren. Zum anderen war gerade das Klavier und seine universale Verwendbarkeit ein entscheidender Motor bei der Veränderung des Tonsystems hin zu einer gleichschwebenden Temperatur, die wiederum Voraussetzung für die Entwicklung der Harmonik

4 Eine übersichtliche Darstellung der frühen rhythmischen Notation findet sich in Eggebrecht, Hans-Heinrich: *Musik im Abendland*. Zürich 1991. Kommentiertes Bildmaterial bietet folgender Band: Besseler, Heinrich/Gülke, Peter: *Das Schriftbild der mehrstimmigen Musik*. Leipzig 1973.

5 Weber (2004), S. 280.

im 19. Jahrhundert ist, bis hin zu Arnold Schönbergs Idee der Komposition mit nur zwölf aufeinander bezogenen Tönen.

Moritz Hauptmann – Geiger im Kasseler Hoforchester, dann Thomaskantor in Leipzig und seit 1843 auch Theorielehrer am Leipziger Konservatorium, Komponist und nicht zuletzt einer der profilierten Musiktheoretiker seiner Zeit – begriff „Die Natur der Harmonik und Metrik“⁶ als in einer vernünftigen humanen, aber überindividuellen Gesetzmäßigkeit gegründet, die er organisch nannte. Und er erkannte diese Gesetzmäßigkeit in der Musik seiner ‚fortschrittlichen‘ Zeitgenossen – von Carl Maria von Weber über Berlioz und Liszt bis zu Wagner – als gefährdet. Hauptmann war, anders als manche Musikwissenschaftler des 20. Jahrhunderts, nicht borniert genug, um eine Rückkehr zur reinen Stimmung zu fordern. Er erkannte aber in der Indifferenz, mit der im gleichschwebend gestimmten Klavier – der, wie er sagte, „Maschine“, dem „Tastenkasten“⁷ – die zwölf Töne der chromatischen Skala gegeneinander erscheinen – eine Voraussetzung für die von ihm vehement abgelehnte freie Verfügung des Komponisten über das Tonmaterial, und er empörte sich über Louis Spohrs Ansicht, ein Sänger solle an einem „gut temperirten Klavier intoniren“⁸ lernen.

Das Klavier und seine technischen Derivate ließen nun am Beginn des 20. Jahrhunderts die Möglichkeit einer protodigitalen Reproduktion von Musik aufscheinen, die – in krassem Gegensatz zu Formen der analogen Aufzeichnung mit der Edison-Walze – auch klanglich befriedigend war. Sehr weit getrieben wurde diese Technik schon vor dem Beginn des ersten Weltkriegs durch die Freiburger Firma Welte-Mignon.⁹ Das Grundprinzip beruhte auf einem Rollenmechanismus, wie er schon lange für Musikautomaten bekannt war. Athanasius Kircher etwa hatte das grundlegende Prinzip in seiner „Musurgia universalis“ (Rom 1650) in Wort und Bild erläutert.

Neben der klanglichen Verfeinerung bestand das Besondere der Welte-Mignon Technik in der Möglichkeit, Musik auf eine neuartige Weise aufzuzeichnen: Man hatte einen Mechanismus entwickelt, der das individuelle Spiel

6 So der Titel seines 1853 in Leipzig erschienenen musiktheoretischen Hauptwerks.

7 Hauptmann, Moritz: Briefe an Franz Hauser. Bd. 2. Leipzig 1871. S. 35 (Brief vom 12. Dezember 1845).

8 Ebd., Bd. 1, S. 192 (Brief vom 20. Februar 1836).

9 König, Werner: Über frühe Tonaufnahmen der Firma Welte und die Werke für das Welte-Mignon-Reproduktionsklavier. In: Jahrbuch des Staatlichen Instituts für Musikforschung Preussischer Kulturbesitz 1978. Berlin 1978. S. 31–44, sowie Gottschewski, Hermann: Die Interpretation als musikalisches Kunstwerk. Musikalische Zeitgestaltung und ihre Analyse am Beispiel von Welte-Mignon-Klavieraufnahmen aus dem Jahre 1905. Laaber 1996 (Freiburger Beiträge zur Musikwissenschaft 5).

eines Pianisten festhielt und durch eine beliebig zu vervielfältigende Lochstreifenrolle reproduzierbar machte. Im Hotel Waldhaus in Sils-Maria hat in einer Abstellkammer nicht nur ein Welte-Mignon-Reproduktionsklavier die Zeitläufte überstanden, sondern auch die dazugehörige Sammlung von Musikrollen.¹⁰ Das Spektrum reicht von Werken des klassischen Kanons wie Beethovens „Waldsteinsonate“ – gespielt von Teresa Carreño, einer Schülerin Clara Schumanns – bis zu Salonkompositionen wie dem „Écho de Vienne“ des Pianisten Emil von Sauer, vom ihm selbst gespielt. Dazwischen Glanzstücke der Klaviermusik des 19. Jahrhunderts: Ferruccio Busoni, der italienische Lisztschüler, spielt Liszt, oder der polnische Czerny-Schüler Theodor Leschetitzky, geboren 1830, spielt Musik des nur zehn Jahre älteren Chopin.

Leschetitzkys Spiel z.B. ist, vergleicht man es mit den Freiheiten, die sich andere seiner Virtuosen-Zeitgenossen nahmen, sehr am Notentext orientiert. Dennoch – und die Diskussion, inwieweit dies dem Werk angemessen ist, sei hier vermieden – spielt Leschetitzky in einer Weise, die als Inbegriff von musikalischem ‚Ausdruck‘ galt. Gleich zu Beginn seiner Aufzeichnung der Polonaise in B-Dur, op. 71, Nr. 2¹¹ nuanciert er das Tempo beträchtlich. Dazu noch ein Detail: Es gab an solchen Reproduktions-Pianos bisweilen eine Rubato-Hebel genannte Vorrichtung. Sie erlaubte es dem Hörer – oder dem Hausherrn als Vorführer –, in die Interpretation durch individuelle Verlangsamung oder Beschleunigung des Tempos einzugreifen und so gleichsam die auktoriale Rolle des Interpreten-Ichs zu übernehmen.

Im Blick auf das scheinbar willkürlich-subjektive Spiel jener Pianisten ist etwa ein Blick auf den Beginn der 3. Sinfonie von Gustav Mahler lehrreich (Abbildung 3). Mahler schreibt hier, was sonst an Nuancierungen dem Interpreten überlassen blieb, selbst in die Partitur ein.

10 Siehe die Audio-CD „Welte-Mignon-Piano“, C Tudor Recording 7104, und das Beiheft mit den Erläuterungen von Ulrich Schreiber, Walter Labhart und Urs Kienberger.

11 Welte-Mignon-Rolle Nr. 1195, eingespielt am 18. Februar 1906.

61 zu 8 *) 5 Rubato 9) rit. 9

1.2.3.Ob. rit. a tempo ff

Flglt. rit. a tempo ff

1.2.3. Clar. B. rit. a tempo ff

1.2.3. Fag. rit. a tempo ff

1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100.101.102.103.104.105.106.107.108.109.110.111.112.113.114.115.116.117.118.119.120.121.122.123.124.125.126.127.128.129.130.131.132.133.134.135.136.137.138.139.140.141.142.143.144.145.146.147.148.149.150.151.152.153.154.155.156.157.158.159.160.161.162.163.164.165.166.167.168.169.170.171.172.173.174.175.176.177.178.179.180.181.182.183.184.185.186.187.188.189.190.191.192.193.194.195.196.197.198.199.200.201.202.203.204.205.206.207.208.209.210.211.212.213.214.215.216.217.218.219.220.221.222.223.224.225.226.227.228.229.230.231.232.233.234.235.236.237.238.239.240.241.242.243.244.245.246.247.248.249.250.251.252.253.254.255.256.257.258.259.260.261.262.263.264.265.266.267.268.269.270.271.272.273.274.275.276.277.278.279.280.281.282.283.284.285.286.287.288.289.290.291.292.293.294.295.296.297.298.299.300.301.302.303.304.305.306.307.308.309.310.311.312.313.314.315.316.317.318.319.320.321.322.323.324.325.326.327.328.329.330.331.332.333.334.335.336.337.338.339.340.341.342.343.344.345.346.347.348.349.350.351.352.353.354.355.356.357.358.359.360.361.362.363.364.365.366.367.368.369.370.371.372.373.374.375.376.377.378.379.380.381.382.383.384.385.386.387.388.389.390.391.392.393.394.395.396.397.398.399.400.401.402.403.404.405.406.407.408.409.410.411.412.413.414.415.416.417.418.419.420.421.422.423.424.425.426.427.428.429.430.431.432.433.434.435.436.437.438.439.440.441.442.443.444.445.446.447.448.449.450.451.452.453.454.455.456.457.458.459.460.461.462.463.464.465.466.467.468.469.470.471.472.473.474.475.476.477.478.479.480.481.482.483.484.485.486.487.488.489.490.491.492.493.494.495.496.497.498.499.500.501.502.503.504.505.506.507.508.509.510.511.512.513.514.515.516.517.518.519.520.521.522.523.524.525.526.527.528.529.530.531.532.533.534.535.536.537.538.539.540.541.542.543.544.545.546.547.548.549.550.551.552.553.554.555.556.557.558.559.560.561.562.563.564.565.566.567.568.569.570.571.572.573.574.575.576.577.578.579.580.581.582.583.584.585.586.587.588.589.590.591.592.593.594.595.596.597.598.599.600.601.602.603.604.605.606.607.608.609.610.611.612.613.614.615.616.617.618.619.620.621.622.623.624.625.626.627.628.629.630.631.632.633.634.635.636.637.638.639.640.641.642.643.644.645.646.647.648.649.650.651.652.653.654.655.656.657.658.659.660.661.662.663.664.665.666.667.668.669.670.671.672.673.674.675.676.677.678.679.680.681.682.683.684.685.686.687.688.689.690.691.692.693.694.695.696.697.698.699.700.701.702.703.704.705.706.707.708.709.710.711.712.713.714.715.716.717.718.719.720.721.722.723.724.725.726.727.728.729.730.731.732.733.734.735.736.737.738.739.740.741.742.743.744.745.746.747.748.749.750.751.752.753.754.755.756.757.758.759.760.761.762.763.764.765.766.767.768.769.770.771.772.773.774.775.776.777.778.779.780.781.782.783.784.785.786.787.788.789.790.791.792.793.794.795.796.797.798.799.800.801.802.803.804.805.806.807.808.809.810.811.812.813.814.815.816.817.818.819.820.821.822.823.824.825.826.827.828.829.830.831.832.833.834.835.836.837.838.839.840.841.842.843.844.845.846.847.848.849.850.851.852.853.854.855.856.857.858.859.860.861.862.863.864.865.866.867.868.869.870.871.872.873.874.875.876.877.878.879.880.881.882.883.884.885.886.887.888.889.890.891.892.893.894.895.896.897.898.899.900.901.902.903.904.905.906.907.908.909.910.911.912.913.914.915.916.917.918.919.920.921.922.923.924.925.926.927.928.929.930.931.932.933.934.935.936.937.938.939.940.941.942.943.944.945.946.947.948.949.950.951.952.953.954.955.956.957.958.959.960.961.962.963.964.965.966.967.968.969.970.971.972.973.974.975.976.977.978.979.980.981.982.983.984.985.986.987.988.989.990.991.992.993.994.995.996.997.998.999.1000.

Abbildung 3: Mahler, 3. Sinfonie, 1. Satz, Takt 61–76

*) B. Wäse & Coll. kein rit.: Der Dirigent hat den Rhythmus u. Coll. jedesmal die genügende Zeit zu geben, den aufwärts stürmenden Gang schnell, aber deutlich u. wichtig herauszubringen. U. E. 2999.

Gegen das Ideal einer subjektiv-ausdrucksvollen Musik, das sich im Spiel Leschetitzkys wie in der Ausdifferenzierung Mahlerscher Partituren niedergeschlagen hat, gab es seit dem Beginn der 20er Jahre eine entschiedene Gegenbewegung. 1926 stellte man ‚mechanische Musik‘ in den Mittelpunkt des einflußreichen Donaueschinger Kammermusikfestes. Aufträge wurden u.a. an Paul Hindemith und Ernst Toch vergeben. Publizistisch begleitet wurde das Ereignis von Themenheften des Prager *Auftakt* und der Wiener *Musikblätter des Anbruch*, für das der Kritiker Hans Heinrich Stuckenschmidt verantwortlich war. László Moholy-Nagy schrieb für die letzteren einen programmatischen Artikel:

Ich habe seinerzeit George Antheil und H. H. Stuckenschmidt für diese Ideen gewonnen. Die Vox-Gesellschaft (unter der Direktion von Jatho) stellte sogar ihr Laboratorium für Versuche zur Verfügung. Leider ist es zur Ausarbeitung meiner Anregungen nicht mehr gekommen: ich wurde damals an das Bauhaus-Weimar berufen, Antheil zog nach Paris. Er machte dort Versuche auf dem mechanischen Klavier bei Pleyel, aber in dem Bewußtsein, daß Versuche nur ein Provisorium darstellen ... So müssen wir uns vorläufig mit dem siegreichen und lärmenden Einzugs des mechanischen Klaviers und der mechanischen Orgel begnügen, wie in der Malerei das Erscheinen von Spritzapparaten und exakten künstlerischen Materialien wie Galalith, Trolit, Cellon, Dermatoid, Aluminum schon und noch revolutionären Charakter hat.¹²

Moholy-Nagy beruft sich in seinem Text auch auf Piet Mondrian, der 1921 in *De Stijl* über eine nicht „individualistische“ und nicht „animalische“ Konzeption des Klangs geschrieben hatte.¹³

Paul Hindemith und andere Komponisten zogen nun die mit den damaligen Mitteln mögliche Konsequenz und schalteten den Interpreten sowie die mit ihm verbundene Gefahr subjektiven Ausdrucks aus, indem sie Lochstreifenrollen für das Welte-Mignon-Klavier direkt beschrieben. Eine solche Komposition konnte noch mit den traditionellen Mitteln der Notenschrift konzipiert werden. War sie jedoch einmal auf die Lochstreifenrolle übertragen, so entfiel die Funktion der Notenschrift als Handlungsanweisung für die Aufführung. Die Lochstreifenrolle andererseits war als Text wie Mahlers Partitur nicht mehr lesbar. Es deutet sich hier ein Bruch nicht nur mit der Tradition des subjektiven Ausdrucks, sondern auch des musikalischen Textes an.

12 Moholy-Nagy, László: Musico-Mechanico. Musico-Optico. In: *Musikblätter des Anbruch* 8 (1926). S. 367. Siehe hierzu Schmidt, Lothar: Musik und Maschine. In: Konstruktivistische internationale schöpferische Arbeitsgemeinschaft. 1922–1927. Utopien für eine europäische Kultur. Köln 1992. S. 120–123, sowie Grosch, Nils: Die Musik der Neuen Sachlichkeit. Stuttgart 1999. S. 56–80.

13 Mondrian, Piet: De „Bruiters futurites italiens“ en „Het nieuwe in de Muziek“. In: *De Stijl* 4 (1921). Nr. 9. S. 132; zitiert nach der Übersetzung von Max Burchartz: Die neue Gestaltung in der Musik und die Futuristischen italienischen Brütisten. In: *De Stijl* 6 (1923). Nr. 2. S. 22.

Die Idee einer musikalischen Komposition, die den Interpreten als Mittler ausschaltet und zugleich die vollkommene Verfügbarkeit über das musikalisch-akustische Material nutzt, konnte erst mit den neuen technischen Mitteln umgesetzt werden, die nach dem 2. Weltkrieg zur Verfügung standen: Entscheidend waren zunächst das Tonband als Medium der technischen Reproduktion und außerdem hinreichend flexible elektronische Ton- und Schallerzeuger, die Moholy-Nagy bereits 1926 eingefordert hatte.

Zur unverzichtbaren Voraussetzung wurde damit die Verfügbarkeit über eine technische Apparatur, wie sie etwa im elektronischen Studio des Westdeutschen Rundfunks in Köln bereit stand. Zu den frühesten Kompositionen, die hier entstanden, zählt Karl-Heinz Stockhausens zweite „Elektronische Studie“. Die benutzten technischen Mittel waren in erster Linie Frequenzgeneratoren und Tonbänder. Stockhausen entwickelte zunächst ein Material von akustischen Ereignissen, die dann zur Grundlage der Komposition wurden. Materiell geschah dies durch Tonbandschnitt. Das Band selbst diente dann auch zur Reproduktion. Was bedeutete dies nun für die Tradition der Schriftlichkeit? Die Erzeugung des Materials beruhte auf vom Komponisten erarbeiteten Frequenztabellen. Hinzu kam ein Plan für den Tonbandschnitt mit Angaben für den Lautstärkenverlauf, der sich in einem Diagramm darstellen ließ. Dieses letzte Diagramm veröffentlichte Stockhausen 1956 in der Universal Edition, einem der wichtigsten Verlage für die Neue Musik des 20. Jahrhunderts, als ‚Partitur‘ zum Studium des Werks.¹⁴

Ein weiteres Beispiel: Am Beginn des Jahres 1958 erarbeitete György Ligeti im Studio des Westdeutschen Rundfunks seine Komposition „Artikulation“. Die technischen Grundlagen sind komplizierter als in Stockhausens 2. Studie, es wird u.a. eine Vielzahl akustischer Ereignisse durch Generatoren und Filter als Materialgrundlage erzeugt und dann nach einem Verlaufsplan unter Einbeziehung auch des Zufalls geschnitten. Die Arbeitsblätter Ligetis bestehen aus Tabellen, Strichlisten und Verlaufsskizzen. Das Erfordernis einer Partitur entfiel wiederum. In der Folge geschah etwas höchst Merkwürdiges. Die Tradition der Schriftlichkeit, der Partitur im emphatischen Sinne, führte zum Versuch nachträglich eine sogenannte „Hörpartitur“¹⁵ herzustellen. Ralf Wehinger, der sie entwickelte und publizierte, standen Arbeitsblätter Ligetis zur Verfügung. Er bediente sich außerdem einer technischen Apparatur zur Frequenz- und Lautstärkenanalyse, die Diagramme lieferte. Mit diesen Hilfsmitteln und einem eigens entwickelten Zeichensystem für die akustischen Grundereignisse von „Artikulation“ verschriftlichte Wehinger die Komposition nachträglich in einer den Leseprinzipien einer Partitur folgenden Form: Leserichtung von links

14 Stockhausen, Karl-Heinz: Elektronische Studien. Studie II. London 1956.

15 Wehinger, Rainer: Ligeti „Artikulation“. Elektronische Musik. Eine Hörpartitur. Mainz 1970.

den Leseprinzipien einer Partitur folgenden Form: Leserichtung von links nach rechts, hohe Frequenzen oben, tiefe unten.

Wehingers Partitur ist ein Beispiel für die nachträgliche Verschriftlichung von Musik und der pädagogisch motivierte Versuch, Fremdartig-Neues einer vertrauten, wenngleich sehr vermittelten Rezeptionsform von Musik anzugleichen. Seine Partitur ist auf die analytische Funktion der musikalischen Schrift reduziert, sie nähert sich im Aussehen aber auf paradoxe Weise zugleich Experimenten mit graphischer Notation, ja der musikalischen Graphik selbst.¹⁶

Die Kehrseite des Auseinanderfallens der praktischen und der theoretisch-analytischen Aspekte der musikalischen Schrift, das eine Folge der Auflösung des traditionellen Dur-Moll-harmonischen Systems war, provozierte eine beim ersten Hinsehen merkwürdige Erfindung, die sich im Bereich der Kunstmusik freilich nicht durchsetzen konnte. Die traditionelle Tonhöhennotation führte in Kompositionen, die von vornherein mit der gleichmäßigen Teilung der Oktave durch zwölf Halbtöne zu rechnen schienen, zu erheblichen Komplikationen. Was lag näher, als ein Notationssystem zu entwickeln, das die Kompliziertheit enharmonischer Schreibung mit der – vermeintlich – obsolet gewordenen Unterscheidung zwischen Tönen wie fis und ges vermied. Eine bereits in der Mitte der dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts entwickelte Lösung ist „Klavarscribo“¹⁷. Das klingt ein wenig nach Esperanto. Worum handelt es sich? Das eigentümliche Liniensystem von „Klavarscribo“ bildet die Tastatur des Klaviers, des mechanischen „Tastenkastens“ (Moritz Hauptmann), ab. Die Linien bezeichnen die schwarzen Tasten, die Zwischenräume die weißen. Die Horizontale, das Rechts und Links, bezieht sich auf den Anblick der Klaviatur, wie sie vor dem Pianisten liegt. Hier ist der auf ein Tonsystem im emphatischen Sinne bezogene, aber abstrakte, von der Ausführung auf einem bestimmten Instrument unabhängige Kern der Aufzeichnung von Musik aufgegeben, zugunsten einer Griffschrift, einer Schrift, die ins Bild übersetzt, welche Taste jeweils zu drücken ist. Arnold Schönberg übrigens, der 1934, also ein Jahrhundert später, in denkbar konträrer Position zu Moritz Hauptmann geäußert hatte: „Ein musikalisches Ohr muß die temperierte Scala assimiliert haben. Und ein Sänger, der natürliche Tonhöhen angibt, ist unmusikalisch, so wie jemand unsittlich sein

16 Zur graphischen Notation und der musikalischen Graphik siehe die Beispiele in Karkoschka, Erhard: *Das Schriftbild der Neuen Musik. Bestandsaufnahme neuer Notationssymbole. Anleitung zu deren Deutung, Realisation und Kritik.* Celle 1966.

17 Zu „Klavarscribo“ siehe ebd., S. 11–13 und 86f.

kann, der sich auf der Straße ‚natürlich‘ benimmt.“¹⁸, schien sich für diese Notation zu interessieren. In seiner Bibliothek befand sich die Broschüre „What is Klavarscribo“.¹⁹

Eine solche Griffschrift wie „Klavarscribo“ hat aber im Grunde eine lange Vorgeschichte, die Max Weber bei seinen Ausführungen zum instrumentalen Charakter der rationalen Notation und ihrer soziologischen Grundlagen wohl nicht bewußt war. Während durch Guido von Arezzo, bedingt gleichsam durch die Abstraktheit des Gesangs, eine Notation begründet wurde, die ihre Wurzeln auch in der theoretischen Darstellung des Tonraums hatte, bedienten sich Instrumentalisten – sofern sie in der frühen Zeit überhaupt auf schriftliche Aufzeichnungen zurückgriffen – eben einer nicht-theoretischen, rein praktischen Griffschrift, die eine direkte Handlungsanweisung bot. Mit diesen unterschiedlichen Aufzeichnungsweisen von Musik war zugleich eine soziologische Differenz verbunden. Die von Guido von Arezzo beschriebene analytische Notenschrift war einer besonderen, an Kathedralschulen gebildeten und mit einem höheren Sozialstatus versehenen Schicht von Musikern vorbehalten, zu der Instrumentalisten gerade nicht zählten. Erst mit dem Beginn der frühen Neuzeit begann sich diese Schichtung aufzulösen. Erhalten haben sich Griffschriften in Europa nur im Bereich der elementaren Musikpädagogik und im Bereich der populären Gitarrenliteratur.

18 Zitiert nach Stuckenschmidt, Hans Heinz: Schönberg. Leben, Umwelt, Werk. Zürich 1974. S. 350 (10. Juni 1934, Brief an Joseph Yasser).

19 What is Klavarscribo. O.O. o.J. Siehe den Katalog von Schönbergs Büchersammlung auf der Homepage des Wiener Arnold Schönberg Centers www.schoenberg.at/6_archiv/books/books_w.htm

Angela Krewani

Nanotechnologie.

Zur visuellen Repräsentation einer neuen Wissenschaft

Nanotechnologie hat in den letzten Jahren eine verstärkte öffentliche Präsenz erfahren. Sei es im Rahmen ernstzunehmender wissenschaftlicher Berichterstattung, als werbende Referenz auf neuartige Produkteigenschaften oder im Rahmen literarischer und filmischer Science Fiction. Damit partizipiert das Wissensfeld „Nanotechnologie“ an einer Vielzahl von Diskursen, die von wissenschaftlicher Repräsentation bis hin zu epistemologisch ungesicherter Science Fiction reichen. Demnach fungiert Nanotechnologie im Kontext der Science Studies als diskursive Mischform, da hier kritisch ansonsten kanonisierte Diskurse neuerlich überprüft werden. Donna Haraway¹ und Bruno Latour² haben grundlegende Annahmen zur „Objektivität“ von Naturwissenschaften bezweifelt und in ihren Arbeiten die Interessengebundenheit naturwissenschaftlicher Darstellung und Selbstdarstellung offengelegt. Vor diesem Hintergrund sollen aus linguistischer Perspektive die Kategorien wissenschaftlicher Zuschreibungen modifiziert werden. Allerdings geht es an dieser Stelle nicht um die Diskussion der Stabilität wissenschaftlicher Kategorien, sondern um die Dynamiken der Semantisierung, die näher beleuchtet werden sollen.

In *The Semantics of Science*³ stellt Roy Harris in historischem Rückgriff dar, wie sich wissenschaftliche Erkenntnis und linguistische Struktur zueinander verhalten. Die seinen Überlegungen zugrunde liegende These lautet, daß mit „Wissenschaft“ bzw. „Science“ eine diskursive Superkategorie entstanden sei, die sich aus einer Reihe unterschiedlicher und jeweils historisch abhängiger Semantiken speise. Grundsätzlich bestünde zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und deren linguistischer Umsetzung eine Lücke. Speziell bezogen auf die zeitgenössischen Wissenschaften nimmt Harris an, daß viele Erkenntnisse

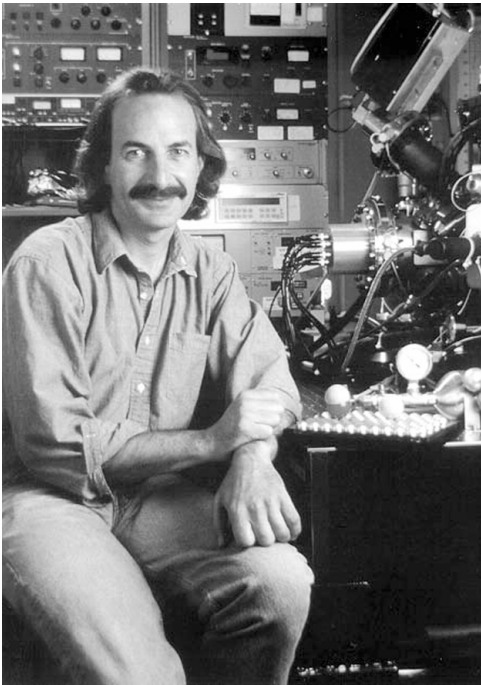
1 Haraway (1989).

2 Latour (1993).

3 Harris (2005).

aufgrund linguistischer Beschränkungen nicht die entsprechenden Semantiken fänden.

Ohne Harris und dessen weitreichenden historischen Darstellungen zu spezifizieren, basieren vorliegende Ausführungen zur Nanotechnologie auf seinen Annahmen. Als relativ neue Wissenschaft hat die Nanotechnologie noch keine stabilen Semantiken und visuellen Strategien ausbilden können. Interessant ist zudem, daß sich in nanotechnologischen Repräsentationen eine Reihe von Strategien mit unterschiedlichem Verweischarakter beschreiben lassen. Äußerst heterogen – und für medienwissenschaftliche Belange besonders interessant – sind die Bildgebungsverfahren der Nanotechnologie, da ihr Forschungsgegenstand, für das Auge nicht mehr sichtbare Kleinstpartikel, sich nur durch Mikroskope, d.h. technische Visualisierungsapparate erschließen lassen. Im Folgenden möchte ich auf einige Darstellungsstrategien der Nanotechnologie eingehen und darlegen, weshalb eine medientheoretische Perspektivierung hier grundlegende Darstellungsmuster offen legen kann.



Don Eigler, Fotografie

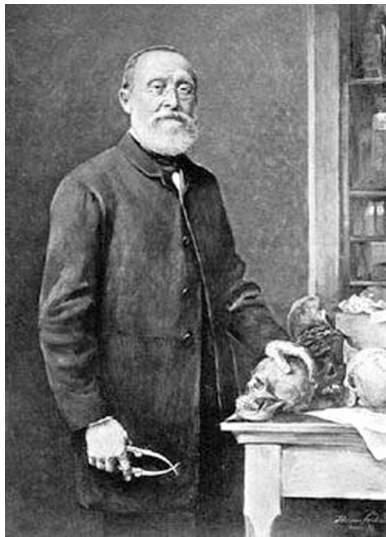
Ein erstes Beispiel für die gelungene Einbindung in historisch operationalisierte Darstellungsverfahren ist das Porträt Don Eighlers, des maßgeblichen Entwicklers des Rastertunnelmikroskops, welches die Anordnung von Nanopartikeln erlaubte, so daß das inzwischen berühmte „Nano-Logo „IBM“ entstehen konnte.

Mit Blick auf die intermedialen Beziehungen von Malerei und Fotografie weist Gabriele Werner auf die Autorisierungsstrategien der Porträtmalerei hin, die ohne Abstriche von der Fotografie übernommen wurden und deren Darstellungskonventionen bis in die Gegenwart Kontinuitäten beschwören.⁴ Der Vergleich die-

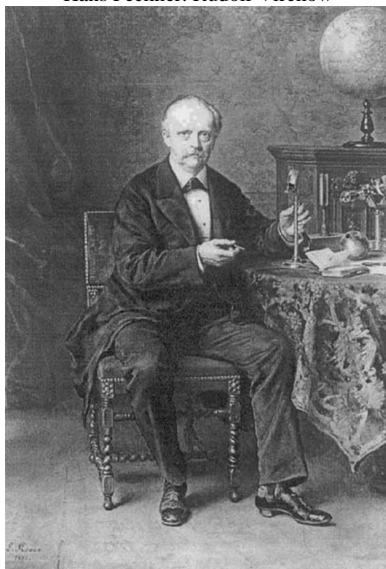
⁴ Werner (2001).

ses Porträts mit Ludwig Knaus, *Hermann von Helmholtz* (1881), Hanns Fechner, *Rudolf Virchow* (1891) und Hugo Vogel, *Rudolf Ludwig Karl Virchow* (1861), belegt die Ähnlichkeit in der Repräsentation von Wissenschaftlern.

In allen vier Darstellungen befinden sich die Porträtierten in der Mitte, zu ihrer linken Hand ist das Arbeitsgerät bzw. ein Symbol ihrer Forschungstätigkeit, im Falle Virchows ein menschlicher Schädel, im Bild anwesend. Bei den anderen Wissenschaftlern sind die Instrumente dargestellt. Das Porträt Don Eigers sogar verfolgt eine doppelte Absicherung, wir sehen Tunnelmikroskop und ein Modell mit Nanoteilchen. Gabriele Werner merkt an, daß solche Darstellungen „die imaginäre Gemeinschaft des Gelehrten substituieren“.⁵ Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, daß es den Malern nicht um eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten ging, sondern daß die Kunst in der Darstellung der Wissenschaftler ihre über Jahrhunderte erworbenen Erfahrungen in der „Ikonographie der Macht“ in die Wissenschafts-porträts einbrachte. So gesehen bewirkt die medienhistorische Analyse des Porträts die Einordnung dieser Fotografie in eine historisch semantisierte Darstellungskonvention von Macht – sei es politischer oder scientistischer Natur. Der Blick in die Kunstgeschichte dokumentiert die Stabilität kanonischer Darstellungskonventionen, die sich in der Nanotechnologie fortschreiben.



Hans Fechner: Rudolf Virchow



Ulrich Knaus: Hermann von Helmholtz

⁵ Ebd., S. 5.

Nanotechnologische Repräsentation erfährt gesteigerte Komplexität durch die Unsichtbarkeit ihres Gegenstands, der nur mit Hilfe speziell konstruierter Mikroskope erfaßt und dargestellt werden kann. Für medienwissenschaftliche Forschung interessant ist der Zusammenhang von Forschungsobjekt und medialer Apparatur. Schon Robert Koch formulierte seine Erkenntnisse unter Rückgriff auf die mikroskopische Fotografie. Im Jahr 1877 publizierte er als erster Wissenschaftler Fotografien von Bakterien.⁶

Medienwissenschaftlich problematisch bei Koch ist, daß er – wie später viele Filmemacher und Fotografen – dem Blick der Kamera eine größere Präzision zusprach und damit den Anteil an den Materialitäten der Kommunikation verdrängte. So heißt es bei Robert Koch, „daß die photographische Platte überhaupt das mikroskopische Bild besser oder vielmehr sicherer wiedergibt, als es die Netzhaut des Auges zu empfinden vermag.“⁷

Die Verwechslung von Forschungsobjekt und Abbildung, die in der mikroskopischen Fotografie bereits angelegt ist, potenziert sich in den Abbildungen der Nanotechnologie, da es sich hier nicht ausschließlich um das Zusammenspiel von Mikroskop und Fotoapparat handelt, sondern die „Sichtbarkeit“ der Nanopartikel erst im Mikroskop erschlossen und dann durch digitale Bildgestaltung hergestellt werden muß, d.h. Bildgebungsverfahren hängen nicht ausschließlich von der Apparatur ab, sondern ebenso von Informatikern, deren visuelle Fantasie und Bildgebungsprogramme maßgeblich an den Repräsentationen beteiligt sind.

Die große Divergenz zwischen unsichtbarem Forschungsobjekt und dessen visueller Repräsentation, die sich nicht mehr mit dem Komplex von Auge und Apparatur beschreiben lässt, eröffnet einen unendlich weiten Raum für semantische Projektionen, die deutlich die diskursiven Konfigurationen von Wissenschaft und Science Fiction ins Blickfeld rücken. Im Gegensatz zu den Porträts der Wissenschaftler, die einer konservativen Repräsentationsstrategie folgen, spekulieren die Diskurse der ‚Nanotechnologie‘, der ‚Biotechnologie‘ der ‚Nanobiologie‘ häufig auf eine recht ungewisse Zukunft, „wie selbstsicher und überzeugend ihre Selbstinszenierungen dann auch ausfallen.“⁸

Dieser Sachverhalt ist in der kulturwissenschaftlichen Forschung über Nanotechnologie sehr wohl bekannt und wird zumeist auch einheitlich bewertet:

⁶ Brons (2004), S. 19

⁷ Ebd., S. 2.

⁸ Vgl. so z.B. Milburn (2005), S. 283: „[...] for one, sees nanobiology as an essential route for advancing nanoscience and its attendant industrial potential - but even the future of „life“ itself and what counts as living in the nanotech era. For through the perspective of nanobiology, not only does the material horizon of the organism shift from the microscale to the nanoscale (...) but life ceases to remain fixed in the domain defined by prevailing conceptions of biology.“

Andreas Lösch geht davon aus, daß die Science Fiction einen offenen semantischen Raum schafft, in dem Wissen angesammelt und diskursive Zuschreibungen erprobt werden können.⁹ Ähnlich argumentieren Colin Milburn und Nicolas Pethes, „the fictive experiments of the nanobiology engineer the epistemic space needed to accommodate molecular forms of ‘postbiological life’”¹⁰. Es geht nicht ausschließlich um die medialen Zuschreibungen der Bilder bzw. eine Veranschaulichung der jeweiligen Transformationsprozesse, sondern die Funktionen in anderen Diskursen werden präzise markiert. In diesem Sinne konnte sich – hier wieder im Sinne von Harris – Naturwissenschaft als „Superkategorie” etablieren, ohne einer festen Semantik zu folgen. Statt dessen hat sich in naturwissenschaftlichen Repräsentationsformen eine Dynamik ausgeprägt, die beständig nach neuen Semantisierungen ihrer Bedeutungen sucht.



Nanorobot

9 „The images constitute an ‘unmarked space’ in which, with the help of new nanomedical technologies, an infinite amount of new knowledge has yet to be accumulated. At the same time, the represented areas of the internal body are based on ‘unmarked space’ of knowledge which is already present and has been procured by established medical technology, and thus expandable through nanotechnology.” Loesch, Andreas, 2005: S. 285. „Space Constitutive Images as Means of Communicating the Nanotechnological Future.”

Der Rückgriff auf literarische Diskurse und filmische Bildgebungsverfahren ist allerdings keine inhärente Eigenschaft der Nanotechnologie, sondern besitzt durchaus Tradition. Der transmediale Übergriff auf fachfremde Formen der Repräsentation hat sich spätestens an dem Zeitpunkt verfestigt, als sich die Medizin gegen Ende des 18. Jahrhunderts auf die Erforschung des Unsichtbaren verschob.¹¹ Parallel dazu begann auch die Literatur, „Unsichtbares“ darzustellen. Anna Julia Zwierlein gelingt es aufzuzeigen, in welchem Maße die englische Literatur des 19. Jh. von der Überprüfung medizinischer Episteme besessen war. So kann George Eliots ehrgeiziger und schließlich gescheiterter Landarzt Lydgate in *Middlemarch* die Kompetenzen seiner Kollegen deutlich übersteigen, indem er auf die Analyseinstrumente – ich würde sie gerne als Medien bezeichnen – Stethoskop, Thermometer und vor allen Dinge auf das Mikroskop zurückgreift, um tiefer in das ansonsten unsichtbare Körperinnere einzudringen. All das jedoch konnte dem Blick den Körper nicht darbieten, sondern nur, wie Zwierlein andeutet, auf ein Verfahren verweisen durch „a labour of the imagination, (and) careful observation and inference.“¹² Wenn auch der Körper in den 1830er Jahren somit nur dem mentalen Auge geöffnet war, erfuhr sein Innenleben doch eine häufige und vertiefte Reflexion. Schnell definierte ihn die Zellforschung als Konglomerat der unterschiedlichsten Zellen, die den Interessierten teilweise in einem Reagenzglas präsentiert werden konnten.¹³

Interessanterweise prägte sich auch zu dieser Zeit eine Koppelung von Körpererforschung und kolonialistischer Landnahme aus. Zwierlein merkt dazu an, daß das Vordringen der Mediziner „in bisher unerschlossene Bereiche (...) nicht selten mit der imperialen Eroberung unbekannter Landstriche gleichgesetzt (wurde). Wie bei der Eroberung Amerikas ‘entdeckte’ man allerdings oft das, was man bereits kannte.“ In gleicher Weise weist Erin O’Connor darauf hin, daß strukturierende Merkmale auch auf die Erforschung des „Unsichtbaren“ angewendet wurden: „Without a notion of the cell, the cell was for all practical purposes invisible.“¹⁴

Die Transformation kolonialistischer Begrifflichkeiten ist allerdings keine Spezialität des 19. Jahrhunderts., sondern sie ist älteren Ursprungs. Schon Ro-

10. Milburn, Colin, 2005: 285

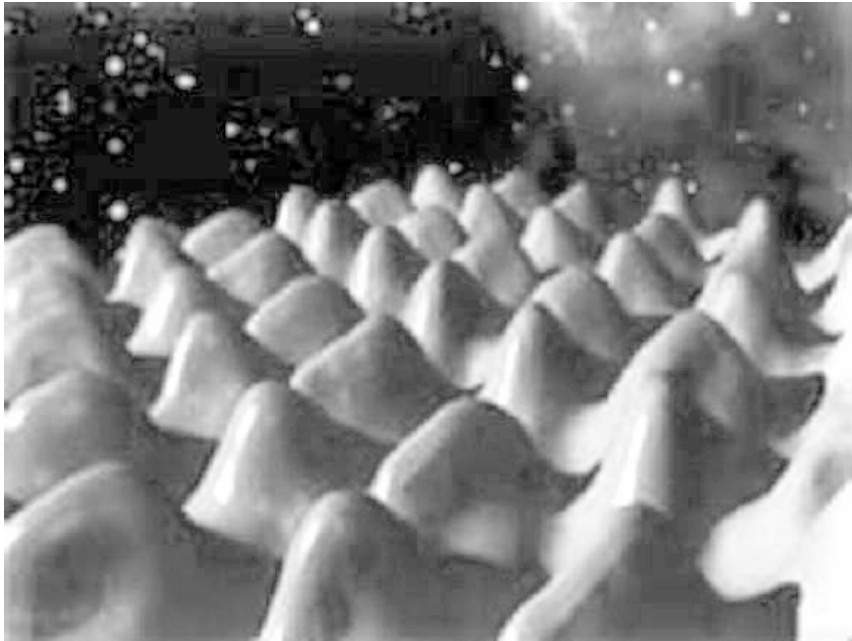
11. Foucault, Michel, 1973: S. 120

12. George Eliot, *Middlemarch*, Buch 2., Kap. 15. Zitiert nach Zwierlein, Anna-Julia, 2005. S: 185f.

13. Ebd.: S.186

14. O’Connor, Erin, 2000: S. 84, zitiert nach Zwierlein,2005: S.185.

bert Hooke verzeichnet in seiner 1665 erschienen *Micrographia*, „there is a new visible World discovered to the understanding.“¹⁵ Valerie Hanson konstatiert, daß Hooke und andere Mikroskopisten dieses Bild der Eroberung neuer Welten verwendeten, um auch den eigenen Entdeckungen den passenden rhetorischen Rahmen zu verleihen.¹⁶



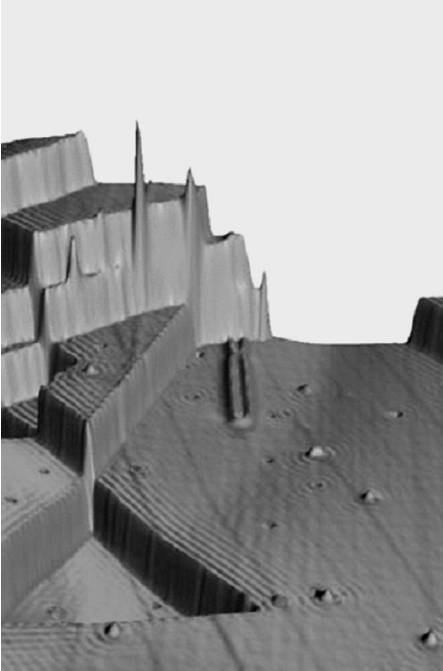
Molekulare Landschaft

Vor diesem Hintergrund besitzt demnach auch die Partizipation nanotechnologischer Diskurse an kolonialistischer Begrifflichkeit ihre historischen Vorläufer. Als historischer Referenzpunkt für die Koppelung von visueller Repräsentation des Innen und dessen politischer Semantisierung dienen ebenso die Röntgenfilme Martin Riklis. Rikli kooperierte mit dem Röntgenmediziner Robert Janker in der Darstellung des durch Röntgenstrahlen offengelegten Körperinneren während der 1930er Jahre. Der Film *Röntgenstrahlen* (1937) dokumentiert eine Vielzahl praktischer Anwendungen, so auch die Überprüfung von Schweißnähten an Autobahnbrücken. Die Koppelung von Innen/Außen zeigt sich in Riklis vorangegangenem Film *Strassen ohne Hindernisse* (1934),

15 Robert Hooke, *Micrographia*, zitiert nach Zwierlein, 2005, S.186.

16. Hanson, Valerie, 2005.

der den Bau der Reichsautobahn porträtiert:¹⁷ Hier findet eine deutliche diskursive Koppelung des Innen und dessen Funktionalisierung für Prozesse der Landnahme und kultureller Einschreibungen in noch nicht beschriebene Landschaften statt. Auch die quasi-religiösen Konnotationen vieler nanotechnologischer Äußerungen sind schon in den Darstellungen über Röntgenstrahlen enthalten und lassen sich bis in die Frühgeschichte technisch apparativer Mediensysteme verfolgen.¹⁸



Molekulare Landschaft

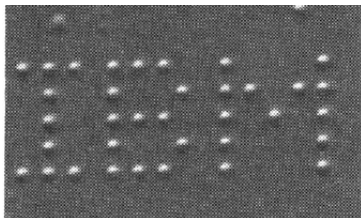
Als kritische Distanzierung digitalen Medien gegenüber benennt Paul Virilio die „Eroberung des Körpers“ als drittes Projekt der amerikanischen Landnahme nach Eroberung des Westens und Eroberung des Mondes. Virilio zufolge stellt das Körperinnere das letzte Reservoir dar, welches jetzt von den Medien unter amerikanischer Führung erobert und beschrieben wird.¹⁹ ²⁰ Der Blick auf die inzwischen berühmten Darstellungen der ersten Nanopartikel beweist die angenommene diskursive Koppelung von Kolonialismus und Darstellungen des Innen. Viele der Nanobilder sind betitelt mit geographischen Beschreibungen: wie „Voyages“, „World of Wonder“, „Landscapes“ oder sogar „Corral Reefs“. Selbst das berühmte Logo *IBM*, das Don Eigler mit

17. Hoffmann, Kay, 2002 S: 413–22

18. Vgl. Dieter Daniels, der in der Telegraphie die Ersetzung von Religion durch Medientechnologie behauptet. Ebenso merkt Daniels an, daß die religiöse Botschaft zum Inhalt des neuen Mediums wird. Als nach 10-jähriger Vorarbeit 1844 die erste amerikanische Telegrafielinie in Betrieb geht, lautet der erste Funkspruch: „What hath God wrought.“ Daniels, Dieter, 2002: S: 35.

19. Virilio, Paul, 1996. Es wäre ebenso anzumerken, daß seit dem 19. Jahrhundert Medientechnologien eine wichtige Rolle bei der Übernahme von Raum spielen. In *The Day of the Locust* spielt Nathanael West mit dem Gedanken, daß nachdem die amerikanische Landnahme an der westlichen Pazifikküste ein natürliches Ende gefunden hatte, durch das in Los Angeles gegründete Hollywood die filmische Eroberung imaginärer Räume begann. West, Nathanael, 1939

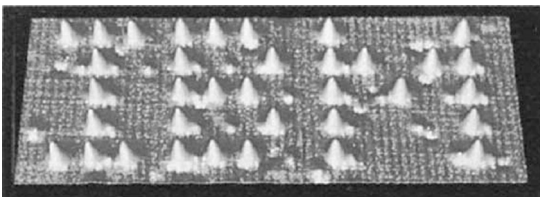
20. Virilio, Paul, 1996.



dem Tunnelrastermikroskop gelang, bemüht räumliche Kategorien der Darstellung. Donald „Don“ Eigler leitete im kalifornischen IBM Forschungslabor Almaden Ende der 1980er Jahre ein Projekt zum Bau und Betrieb des damals am höchsten auflösenden Rastertunnelmikroskops der Welt.

Eiglers Vorhaben zielte auf ein Gerät, mit dem man Atome sichtbar machen konnte, zählte also mehr zur offeneren Grundlagenforschung.²¹ Im Laufe des Experiments veränderte Eigler seine Intentionen und schließlich gelang es ihm, die Atome zum Schriftzug IBM anzuordnen.

Jochen Hennig versteht „Verschriftlichung“ der Materie als Element einer Kulturtechnik, innerhalb derer Schrift als Medium der Repräsentation wie auch der Kontrollierbarkeit von Natur und Technik fungiert.²² Die religiösen Kom-



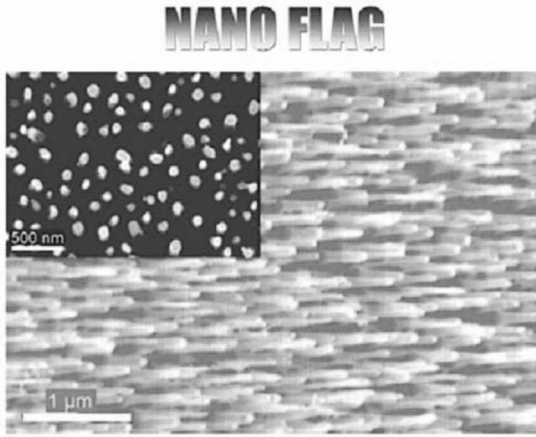
ponenten der Etablierung von Schrift als Grund der Natur, „im Anfang war das Wort“²³ schwingen in dem Bild mit wie die Tradition, der Koppelung von religiösen und wissenschaftlichen Diskursen. So ist das Logo durchaus als Anlehnung an den Vater der Mikroskopie, William Webb, zu verstehen, der das Vaterunser mikroskopisch klein schrieb wie ebenfalls die berühmte Äußerung Richard Feynmans „there is plenty of room at the bottom“, in der das Potential von Miniaturisierungen durch den geringen Platzbedarf

21. Eine genaue Darstellung der Geschichte des Logos findet sich bei: Hennig, Jochen, 2004: S: 9–18.

22. Hennig, Jochen, 2004: S.13.

23. Vgl. hierzu Alfred Nordmann auf der Darmstädter Tagung zu Nanotechnologie, Sept. 2005.

ganzer Bibliotheken verdeutlicht wird.²⁴ Feynmans Bemerkungen dokumentieren zudem die Kopplung von Miniaturisierung und räumlicher Ausdehnung, also Landschaft, welche in den Repräsentationen des Logos virulent ist. In diesem Fall werden die ökonomischen sowie die militärischen Interessen der USA an ein neues Forschungsgebiet geknüpft und deutlich formuliert.



One micron or more long well-aligned carbon nanotubes grown using plasma CVD by Lance Delzeit (ARC) and Chris Matthews (San Mateo High School). The inset (colored blue) is the top view of the nanotube array.

Passend zum Thema meldet der *Spiegel Online* in seiner Ausgabe über die Anordnung von DNA Molekülen:

Um die Kunststücke sichtbar zu machen, bedarf es eines Rasterkraftmikroskops: Dieses Instrument ist in der Lage, Moleküle und sogar einzelne Atome sichtbar zu machen, indem eine winzige Nadel über ein Objekt bewegt wird. Die Anziehung, die dabei auf sie wirkt, setzt ein Computer in Bildern vom Relief der Oberfläche um. Ein solches Mikroskop mußte Paul Rothermund vom California Institute of Technology benutzen, um seine nanoskopisch kleinen Bilder betrachten zu können. Der Forscher hat mit einer Technik, die er selbst DNA Origami nennt, aus Erbgutmolekülen eine Amerikakarte im Maßstab von 1 zu 200 Billionen gefertigt, (...) Rothermund veröffentlichte seine Rasterkraftmikroskop-Aufnahmen in der aktuellen Ausgabe des Fachmagazins *Nature*.²⁵

Deutliche Anklänge an militärische Diskurse und diejenigen des Science Fiction finden sich in den Darstellungen zur Nanomedizin. Teilweise werden diese Darstellungen als „Nanokunst“ bezeichnet, bzw. die an der Forschung beteiligten Wissenschaftler haben diese Bilder hergestellt. Das Konglomerat aus militärischen und Science Fiction Fantasien bietet uns eine Welt, die das Körperinnere durch eine Anzahl von Kampf- und Explorationsmaschinen zu erobern sucht. Wir finden Roboter, Raumschiffe, U-Boote – bezeichnet als Nanorobots. Mehr als deutlich offenbart sich hier die Koppelung der Bilder an die

24. Hennig, 2004, S.13.

25. Spiegel Online, 16 2003 <http://www.spiegel-online.de>. Zugriff 2.04.2006.

Diskurse der Science Fiction. Über die Gründe kann spekuliert werden: Zum einen mag es an der digitalen Sozialisation von Wissenschaftlern und Informatikern liegen, zum anderen – und hier seien nochmals die Überlegungen Harris' genannt – an dem Fehlen spezifischer Semantiken, welche die nanotechnologischen Vorgänge im Körper zu benennen wüßten. Damit demonstriert die neue und noch nicht kanonisierte Wissenschaft, welche Auswirkungen das Fehlen stabiler Semantiken haben kann – wissenschaftliche Erkenntnis und Repräsentation muß sich anderer fiktionaler, jedoch stabilerer Diskurse bedienen. Die Instabilität nanotechnologischer Repräsentationen mag zudem auf die Unsicherheit naturwissenschaftlicher Diskurse zurückzuführen sein, die selten die Medialität ihrer Apparaturen reflektieren. Schon Helmholtz bezeichnete das Mikroskop als das exaktere menschliche Auge, erarbeitete seine Erkenntnisse anhand mikroskopischer Fotografien wie es auch heute noch die Biologie vornimmt, wenn auch inzwischen hier ein Bewußtsein über den epistemologischen Stellenwert sich auszubilden beginnt.²⁶

Im Gegensatz zu den starren, an technologisch orientierter Science Fiction ausgerichteten Modellen von Nanotechnologie werden die literarischen Modelle entgegengesetzt verhandelt. Wie Colin Milburn umfassend darstellt,²⁷ hat sich in der Science Fiction Literatur eine subtile und umfassende Überprüfung der nanotechnischen Diskurse herausgebildet.²⁸ Im Gegensatz allerdings zu den Darstellungen werden hier nicht die Bilder verdoppelt, sondern die literarischen Diskurse setzen divergierende Schwerpunkte. Hier handelt es sich hauptsächlich um Texte, welche die Auflösung des Körpers durch Nanotechnologien formulieren. Colin Milburn liest die entsprechenden Romane vor dem Hinter-

26. Vergl. dazu Poeppel David: „Auch im visuellen Kortex ist das topographische Prinzip ein interner Realitätscheck, wenn man radikal neue Ergebnisse von Experimenten überprüfen will. Aber dann kommt ein wichtiger Bruch. Man geht zu Experimenten in anderen Bereichen über: zu Aufmerksamkeit, Sprache oder Gedächtnis. Und an dieser Stelle davon auszugehen, dass diesen Bereichen eine Topographie zu Grunde liegt, finde ich abenteuerlich. Menzel, Randolf, Poeppel. „Brains on Fire - Bilder in der Neurobiologie. Ein Gespräch mit *Bildwelten Des Wissens* mit Randolf Menzel und David Poeppel.“ In: *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch Für Bildkritik* 2 (2004): S.90.

27. Milburn, Colin, 2002: S. 261–95

28. So liest Nicolas Pethes die Nano Science Fiction als experimentelle Praxis, die zwischen den Diskursen der Kultur, Ethik und Wissenschaft vermittelt. Science Fiction Literatur wird damit zur „Beobachtung zweiter Ordnung.“ „Thus, I am not considering the relationship of science and literature as a relationship between two separate cultures. Rather, literature can connect to all of the discourses mentioned so far, contributing to the collective images of technology, ethics, humanity, and society. ‘Science fiction’, in a very general sense, is transforming abstract theses into actual images of new inventions and the people being confronted by them“. Pethes, Nicolas: *Terminal Men: Biotechnological Experimentation and the Reshaping of ‘the Human’ in Medical Thrillers*. In: *New Literary History* 36 (2005), S. 165.

grund dekonstruktivistischer Theoriebildung, vor allem Jacques Derridas und Gilles Deleuzes. In diesem Kontext versprechen die aufgelösten, fragmentierten Körper einen Schritt in das, von den jeweiligen Diskursen gerne gefeierte, „Transhumane“ oder „Transbiologische“.

I will argue that its narrative effects work even now to create the conditions of possibility for the molecular machines of the body to be released into the world as self-reproducing, autonomous agents. In other words, the fictive experiments of nanobiology engineer the epistemic space needed to accommodate molecular forms of 'postbiological life'.²⁹

Allerdings übersieht Milburn die ebenso in den Texten evozierten Ängste vor der Auflösung des Körpers. Zwar mag das Argument des epistemischen Raums stimmen, jedoch ignoriert er eine etablierte Tradition der literarischen Reflexion naturwissenschaftlicher und medizinischer Errungenschaften (de Quincy, Georg Eliot, Mary Shelley). Im Gegensatz zu der visuellen Ausgestaltung der Pulp Science Fiction scheinen die Medien Literatur und Schrift die größere Kompetenz zu besitzen, naturwissenschaftliche Entwicklungen zu reflektieren und den damit verbundenen Ängsten einen Raum zu verleihen. Indem diese in den Raum des Literarischen – also der Fiktion – verschoben werden, können Wissenschaft und Militär auf eine kanonische Bildlichkeit zurückgreifen, um gemeinsame Ziele zu formulieren. Sie haben sich befreit von der Notwendigkeit einer kritischen Überprüfung der neuen Technologien, indem sie diesen einen andersgearteten medialen Raum zuweisen.

29. Milburn, Colin: , 2002: S. 285.

Literatur

- Brons, Franziska: Das Versprechen der Retina. Zur Mikrofotografie Robert Kochs. In: *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik* (2004) Nr. 2. S. 19–28.
- Daniels, Dieter: Kunst als Sendung. Von der Telegrafie zum Internet. München 2002.
- Foucault, Michel: Die Geburt der Klinik: Eine Archäologie des ärztlichen Blicks. München 1973.
- Hanson, Valerie: Nanotechnology's Molecular Landscapes: Re-Seeing the Trope of Invisible Worlds. 2005. Unpublished Paper.
- Haraway, Donna J: Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature. London 1991.
- Haraway, Donna: Primate Visions. Gender, Race, and Nature in the World of Modern Science. London 1989.
- Harris, Roy: The Semantics of Science. London 2005.
- Hennig, Jochen: Vom Experiment zur Utopie. Bilder in der Nanotechnologie. In: *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik* (2004) Nr. 2. S. 9–18.
- Hoffmann, Kay: Die Welt mit dem Röntgenblick Sehen. Das kinematographische Wunder der Röntgenstrahlen. In: Polzer, Joachim (Hrsg.): Aufstieg und Untergang des Tonfilms. Berlin 2002. S. 413–22.
- Latour, Bruno: We Never Have Been Modern. Cambridge 1993.
- Loesch, Andreas. „Space Constitutive Images as Means of Communicating the Nanotechnological Future.“ Darmstadt, 2005. Unveröffentlichtes Arbeitspapier.
- Lösch/Hanson:
<http://www.ifs.tu-darmstadt.de/fileadmin/phil/NanoSpace/Home/collectionofabstracts.pdf>
- Menzel, Randolph/Poeppel, David: Brains on Fire - Bilder in der Neurobiologie. Ein Gespräch mit *Bildwelten des Wissens* mit Randolph Menzel und David Poeppel. In: *Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik* (2004) Nr. 2. S. 87–97.
- Milburn, Colin: Nano/Splatter: Disintegrating the Postbiological Body. In: *New Literary History* 36 (2005). S. 283–311.
- Milburn, Colin: Nanotechnology in the Age of Posthuman Engineering: Science Fiction as Science. In: *Configurations* 10 (2002). S. 261–95.
- O'Connor, Erin: Raw Material: Producing Pathology in Victorian Culture. Durham, NC 2000.
- Pethes, Nicolas: Terminal Men: Biotechnological Experimentation and the Reshaping of 'the Human' in Medical Thrillers. In: *New Literary History* 36, Nr.2, (2005).S. 169.
- Schmitt, Stefan: DNA-ORIGAMI. Amerika auf Virengröße geschrumpft
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,406308,00.html>, *Spiegel Online*, 16 2003.
- Virilio, Paul: Die Eroberung Des Körpers. Vom Übermenschen zum Überreizten Menschen. Frankfurt/Main 1996.
- Werner, Gabriele: Das Bild vom Wissenschaftler – Wissenschaft im Bild. Zur Repräsentation von Wissen und Autorität im Portrait Endes des 19. Jahrhunderts.
<http://www.kunsttexte.de/download/bwt/werner.pdf>. Abgerufen am 26.04.06.
- West, Nathanael: The Day of the Locust. Alexandria 1939.
- Zwierlein, Anna-Julia: Der medizinische Diskurs in der viktorianischen Literatur. In: Nünning, Vera (Hrsg.): Kulturgeschichte der Englischen Literatur. Von der Renaissance bis zur Gegenwart. Tübingen/Basel 2005. S. 182–195.