**Das bildphilosophische Stichwort 15**

Jens Schröter

# Digitales Bild

Wiederabdruck des gleichnamigen Beitrags aus
Schirra, J.R.J.; Liebsch, D.; Halawa, M.
sowie Birk E. und Schürmann E. (Hg.):
Glossar der Bildphilosophie.
Online-Publikation 2013.

## 1. Definition und Gliederung

Der Ausdruck ›digitales Bild‹ steht für einen Sammelbegriff für verschiedene Bildtypen, die mit digitalen Technologien hergestellt oder bearbeitet werden. Seit ca. Anfang der 1990er Jahre kommt es zu einer gesteigerten Ausbreitung von digitalen Kameras, PC mit Bildbearbeitungssoftware, aber auch von populären Kinofilmen mit spektakulären *digitalen* Trickeffekten, so z.B. T*erminator II* (James Cameron, 1991) oder *Jurassic Park* (Steven Spielberg, 1993). Auch ist zu dieser Zeit viel von ▷ ›Cyberspace‹ und ›Virtual Reality‹ die Rede. Infolgedessen entfaltet sich eine sich immer weiter verzweigende Diskussion um die Geschichte, die Theorie, die Potentiale und Probleme solcher Bilder.

Im Folgenden wird eine Gliederung der umfänglichen Literatur vorgeschlagen, die nicht im engeren Sinne systematisch (also z.B. ›Geschichte – Theorie – Ästhetik‹), sondern an besonderen Problemfeldern orientiert ist, die im Lauf der Diskussion entstanden sind.[1] In Abschnitt 2 geht es um die Frage, ob der Ausdruck ›digitale Bilder‹ überhaupt sinnvoll ist. In Abschnitt 3 wird

[1] Daher werden bestimmte Forschungen nicht oder nur am Rande berücksichtigt. Dies soll keine Wertung ausdrücken, sondern ist dem verfolgten Gliederungsversuch geschuldet. Ohnehin ist die Literatur viel zu umfangreich, um hier vollständig dargestellt werden zu können.

das Problem der ▷ Referenz (oder auch des *Welt-* oder *Wirklichkeitsbezuges*) der verschiedenen digitalen Bilder diskutiert – eine insbesondere in der ersten Hälfte der 1990er Jahre zentrale Fragestellung. Abschnitt 4 skizziert die Diskussion um die Frage, ob und inwiefern die verschiedenen Typen digitaler Bilder spezifische formale bildliche Eigenschaften, einen spezifischen *Look* haben. In Abschnitt 5 werden schließlich die digitalen Bilder hinsichtlich der Perspektive des Archivs und der Zirkulation betrachtet.

## 2. Es gibt kein digitales Bild?

Eine erste Gruppe von Texten stellt die Sinnhaftigkeit des Begriffs des digitalen Bildes selbst in Frage (vgl. SCHNEIDER 2009: 192ff.). Wolfgang Hagen (vgl. 2002a) untersucht z.B. das *Charge Coupled Device*. Dabei handelt es sich um jenen Sensor, der, unter Ausnutzung des photoelektrischen Effekts, Licht- in Stromwerte umwandelt und heute in jeder digitalen Fotokamera operiert. Das CCD ist eine zentrale Technologie zur Erzeugung digitalisierter Bilder. Hagen argumentiert, dass zu seiner Entwicklung ein quantenmechanisches Wissen erforderlich war, das selber bildlos (unanschaulich) sei. Diese Bildlosigkeit des bedingenden Wissens mache es daher schwierig von ›digitalen Bildern‹ (oder näherhin von ›digitaler Fotografie‹) zu sprechen. Diese Schlussfolgerung kann verwundern – angesichts der selbstverständlichen Alltagspraxis mit digital aufgenommenen Fotografien etwa im Journalismus oder in der Familienfotografie, bei denen der Bildcharakter keineswegs bezweifelt wird.[2]

Ein etwas anderes Argument gegen die Sinnhaftigkeit des Begriffs des digitalen Bildes schlägt Claus Pias vor. Digitale Bilder sind, wie alle anderen digitalen Daten auch, in Form von binären Codes gespeichert (▷ Notation). Auf den Bildschirmen erscheinen analoge Bilder, nur ihr Code ist digital – wegen dieser Trennung zwischen Erscheinung und Speicherung mache der Ausdruck ›digitale Bilder‹ keinen Sinn. Auf der Ebene des Codes schon deshalb nicht, weil alle noch so verschiedenen Daten (Musik, Text, ▷ Video, ausführbarer Programmcode etc.) auf dieselbe Weise gespeichert seien. Der Code, der ein Bild beschreibt, könnte z.B. auch als Text oder Sound dargestellt werden. Allerdings ist auch dieses Argument problematisch, denn die Daten, die ein Bild beschreiben, geben bei ihrer Darstellung als Sound bestenfalls »Musik im Cage'schen Sinn« (HAGEN 2002a: 231). Nur unter Rekurs auf John Cages radikal erweiterten Musikbegriff ist die Ausgabe von Bilddaten als Sound *Musik* und nicht einfach eine sinnlose Störung. Daher haben – zumindest unter Windows bei entsprechender Konfiguration – Dateien ja auch Endungen (wie ›.tif‹ oder ›.wav‹), die die Daten eindeutig einem Programm mit dem Zweck der richtigen Darstellung zuordnen.

Generell kann gegen beide Kritiken eingewendet werden, dass Formulierungen wie ›Es gibt kein digitales Bild‹ (so der Titel von HAGEN 2002b und

[2] HAGEN 2002a weist direkt zu Beginn seines Textes selbst darauf hin. Vgl. auch MITCHELL 2007.

PIAS 2003) die Begrifflichkeit des digitalen Bildes bereits voraussetzen. Diskursanalytisch betrachtet wäre sie also etabliert und mithin anschlussfähig – es bleibt zudem zu fragen, welche Alternative statt des Ausdrucks ›Bild‹ zur Bezeichnung der Phänomene, die etwa auf den Displays[3] digitaler Fotoapparate erscheinen, angezeigt wäre. Selbst wenn die so erscheinenden Bilder auch im Sinne der Symboltheorie Goodmans (1968; vgl. SCHOLZ 2004) ›analog‹ zu nennen sind, hilft der Ausdruck ›digitales Bild‹ doch dabei, die Grundlagen zu spezifizieren, auf denen das entsprechende Bild beruht.

Allerdings müssen weitere Differenzierungen folgen: Heuristisch kann man digitalisierte von (digital) generierten Bildern unterscheiden (vgl. SCHRÖTER 2004a). Bei *digitalisierten Bildern* werden (in einer Kamera oder einem Scanner z.B.) abgetastete Lichtwerte in digitalen Code umgesetzt (und dann ggf. verändert). Bei *(digital) generierten Bildern* wird das Bild algorithmisch erzeugt (unter diesen Typ fallen auch Bilder, die mit Paint-Programmen, wie z.B. *Adobe Illustrator*, manuell erstellt werden). Beide Typen können verbunden werden. In Anschluss an solche Differenzierungen sollte man – mit Birgit Schneider – weniger fragen, ob und, wenn ja, was ein digitales Bild überhaupt ist, sondern welche Funktionen seine verschiedenen Formen in verschiedenen konkreten Praktiken einnehmen (vgl. SCHNEIDER 2009a: 194). Von ontologischen Fragestellungen wäre mithin auf pragmatische Fragestellungen umzustellen (vgl. GÜNZEL 2010b; HEßLER 2006; SCHRÖTER 2009a).

## 3. Referenzen

Eine der wichtigsten und zugleich umstrittensten Funktionen ist der Verweis auf ›reale‹ Sachverhalte, die ▷ Referenz der Bilder. In den 1990er Jahren – und zum Teil noch bis in die jüngste Gegenwart – dominierte in der umfangreichen Diskussion (vgl. BAUDRILLARD 2000; GLÜHER 1998; RITCHIN 1990a; 1990b; STIEGLER 2004; ULLRICH 1997) die Vorstellung, digitale Bilder (wobei in der Regel nicht zwischen digitalisierten und (digital) generierten Bildern differenziert wurde) seien im Unterschied zu analogen Bildern (womit meist die Fotografie gemeint war) referenzlos.

[3] Zum Begriff des Displays siehe SCHRÖTER/THIELMANN 2006; THIELMANN/SCHRÖTER 2007.

Abb. 1:
Beispiel zur digitalen Bildmanipulation
Quelle: www.arogundade.com/oj-simpson-murder-trial-case-time-and-newsweek-magazine-cover-controversy-1994-oj-simpson-photo-manipulation.html [letzter Zugriff: 19.12.2016]

Zunächst stimmt es zwar, dass durch die Ausbreitung von PCs und Bildbearbeitungssoftware (▷ Bildverarbeitung, digitale) seit Anfang der 1990er Jahre Bildmanipulationen erleichtert wurden.[4] Es gab einige öffentliche Skandale um manipulierte Bilder (so z.B. die *schwärzer* gemachte Abbildung von O.J. Simpson auf der *Time* vom 27. Juni 1994 im Zuge des Mordprozesses gegen ihn (Abb. 1), was ein Beispiel für die *politics of representation* digitaler Bildmanipulationen ist.[5] Allerdings wurde der angebliche Verlust der referentiellen Funktion – der im Falle der analogen Fotografie plötzlich als unproblematisch galt (als habe es dort nie Bildfälschungen gegeben, vgl. JAUBERT 1998; ROSLER 2000) – in Zusammenhang mit postmodernistischen Positionen v.a. Baudrillards über die so genannte ›Agonie des Realen‹ (vgl. BAUDRILLARD 1978) bisweilen zu einer kompletten De-Realisierung gesteigert. Ein solcher Diskurs passte zur Anfang bis Mitte der 1990er Jahre weit verbreiteten Rede um ▷ ›Virtual Reality‹ und Cyberspace (vgl. RÖTZER 1993; kritisch dazu SCHRÖTER 2004b: 152-276), wobei es meistens um letztlich völlig unrealisierbare Phantasmen vollendet realistischer, immersiver und haptischer Räume ging – die von der Realität schlicht ununterscheidbar sein sollten und die noch Kinofilme wie *The Matrix* (The Wachowskis, 1999) antrieben. In Zusammenhang mit solchen Vorstellungen war etwa von der »pure[n] Selbstreferentialität der digitalen Zeichen« (WIMMER 1991: 529) die Rede, was schon deswegen problematisch ist, weil ein ▷ Zeichen *per definitionem* auf etwas anderes als sich selbst verweist, ein pur selbstreferentielles Zeichen also gar kein Zeichen ist.

[4] Am Rande kann also die Frage gestellt werden, ob die Klage über die erleichterte Manipulation der Bilder nicht vor allem eine Klage über die Demokratisierung der Manipulation ist (vgl. FISKE 2001: 495).
[5] Zum Thema ›politics of representation‹ vgl. HOLSCHBACH 2003.

Geoffrey Batchen schrieb noch 2000: »The main difference seems to be that, whereas photography still claims some sort of objectivity, digital imaging is an overtly fictional process« (BATCHEN 2000: 15).[6] Die These, digitale Bilder referierten nicht auf Welt, wurde meist auf zwei verschiedene Argumente gestützt, die beide aber diskussionswürdig sind:

1. Die digitalen Bilder seien – anders als die Fotografie – nicht mehr ▷ indexikalisch, d.h. im Sinne der Semiotik von Peirce nicht mehr über das Licht kausal mit dem Gegenstand verbunden.[7]
2. Sie seien, da mathematisch verfasst, leichter manipulierbar und veränderbar als analoge Bilder. Daher seien sie die »Fälschbarkeit schlechthin« (KITTLER 2002: 179) oder ›dubitativ‹ (vgl. LEVINSON 2002]) und grundsätzlich nicht vertrauenswürdig. Wenn überhaupt, würden die Bilder also auf die Algorithmen ihrer Bearbeitung verweisen (▷ Bild in reflexiver Verwendung).

### 3.1 Zu a. (Nicht-)Indexikalität

Digitalisierte Bilder sind immer noch indexikalisch in dem Sinne, dass Licht vom Gegenstand (oder einer Vorlage) reflektiert wird und auf einen Sensor fällt – nur dass dieser nicht mehr fotochemisch, sondern quantenelektronisch ist. Daran ändert auch Hagens Argument nichts, dass digital-elektronisch aufgezeichnete Fotografien anders als chemische Fotografien löschbar, also reversibel sind (vgl. HAGEN 2002a: 231ff.).[8] ›Photo-Graphie‹ heißt ›Schrift des Lichts‹, nichts an diesem Begriff bestimmt, ob die Aufzeichnung analog oder digital, dauerhaft oder flüchtig ist. Daher werden CCDs auch nach wie vor etwa in den Naturwissenschaften eingesetzt, um Spuren von Ereignissen festzuhalten, die es dann später auszuwerten und zu kommentieren gilt, damit Referenz erzeugt werden kann.[9] Dies wäre sinnlos, wenn diese Bilder keine Spur eines – wie auch immer definierten – Realen (wenn auch nur vorübergehend) speichern würden. Der Hinweis auf die mangelnde Indexikalität scheint eher auf (digital) generierte Bilder zuzutreffen, insofern diese keine Bilder einer realen Szene sind, aber durch ihren u.U. ›fotorealistischen‹ (vgl. SCHRÖTER 2003) Look aussehen können wie Einschreibungen von Licht (s.u.).

[6] Zum Unterschied der Differenzen ›nicht-fiktional/fiktional‹ und ›analog/digital‹ siehe SCHRÖTER 2010a.
[7] Zur Problematik des Index-Begriffs von Peirce in Bezug auf die Fotografie siehe BRUNET 2008; LEFEBVRE 2007.
[8] Daher bemerkt HAGEN 2002b: 110: »So halten denn auch digitale Bilder beileibe nicht Nichts fest, aber sie halten, was sie halten, nur schwach fest«. Zur Löschbarkeit von Bildern vgl. auch SCHRÖTER 2004d.
[9] Vgl. am Beispiel der Astronomie SMITH/TATAREWICZ 1985; vgl. auch Bild in der Wissenschaft.

### 3.2 Zu b. Manipulierbarkeit

Die glaubwürdige und fehlerfreie Manipulation größerer Teile komplexer bildlicher Szenen ist ein außerordentlich diffiziles Unterfangen (vgl. MITCHELL 1992: 31ff.). Daher ist die Frage berechtigt, inwiefern in kritischen Fällen eine Nicht-Unterscheidbarkeit manipulierter von ▷ authentischen Bildern (mindestens für die Augen von Experten) wirklich gegeben ist. Außerdem gibt es zahlreiche Fälle, in denen die Manipulation bzw. Bearbeitung eines Bildes notwendig und zulässig ist, z.B. bei der Aufbereitung von Bildern für den Druck. Es gibt also eine Grenze zwischen zulässigen und unzulässigen Manipulationen (vgl. PANG 2002: 104), die keineswegs mit der Grenze ›analog/digital‹ identisch ist.

Wie dieses letzte Beispiel schon zeigt, sollte die ▷ Bearbeitung digitalisierter Bilder nicht automatisch mit dem Verlust von Referenz gleichgesetzt werden. Historisch lässt sich im Gegenteil zeigen, dass die Bearbeitung von Bildern (›Image Processing‹) oft gerade Bedingung ihres Weltbezuges ist – z.B. in militärischen, medizinischen oder naturwissenschaftlichen Praktiken (vgl. SCHRÖTER 2001; 2004a; 2009a). Das korrespondiert mit neueren theoretischen Ansätzen etwa aus der Akteur-Netzwerk-Theorie, die den Gegensatz zwischen ›Konstruiertheit‹ und ›Wirklichkeit‹ – der in der Behauptung aufscheint, die Bearbeitbarkeit eines Bildes reduziere automatisch dessen Referenz – zu unterlaufen versuchen (vgl. LATOUR 2007: 152ff.). Natürlich gibt es böswillige Manipulationen an und mit digitalisierten Bildern, aber es hängt von konkreten Praktiken mit analogen und digitalen Bildern ab, ob es sich um eine Täuschung oder um eine Aufbereitung mit dem Ziel klareren Verständnisses handelt. Umgekehrt garantiert der Charakter eines ▷ fotografischen Bildes als indexikalische Spur keineswegs automatisch ein Wissen, worauf das Bild referiert. Auch analoge Fotografien benötigen oft Kommentare, um überhaupt verständlich zu sein.[10] Statt einer ontologischen Fixierung von ›analog‹ und ›digital‹ ist die Bezugnahme auf das, was mit Bildern gemacht wird notwendig (▷ Bildhandeln) – da nach Luhmann das System der ▷ Massenmedien einen permanenten Manipulationsverdacht erzeugt (vgl. LUHMANN 1996: 9), ist es nicht verwunderlich, dass die ganze Debatte um die angebliche Manipulation durch digitale Bilder vorwiegend in den Massenmedien (oder in der Debatte über Massenmedien) stattfindet. Dies gilt auch für (digital) generierte Bilder.

Algorithmisch generierte Bilder[11] scheinen zunächst eher dem Verdacht der Referenzlosigkeit zu entsprechen. Insbesondere wenn sie fotorealistisch gerendert sind (vgl. SCHRÖTER 2003) – also im Grenzfall für Fotografien gehalten werden – können sie gerade wegen dieser Verwechslung eine Referenz vortäuschen. Allerdings verweisen algorithmisch generierte Bilder in der Regel selbst wieder a) auf Daten und/oder b) auf Modelle. Im Falle der fotorealistisch generierten Bilder verweisen diese auf jeden Fall auf die Geschichte

[10] Vgl. z.B. GALISON 1997: 370ff. zu ›reading regimes‹ an analogen Bildern in der historischen Praxis der Teilchenphysik.
[11] Zu den Verfahren siehe die technischen Überblicke z.B. in FOLEY/FEINER/HUGHES/DAM 1990; WATT 2002 sowie Computergraphik. Zur Geschichte generierter Bilder vgl. u.a. BERZ 2009; ROCH 1998.

der Fotografie bzw. auf ein aus dieser Geschichte destilliertes ▷ Modell von ›Fotografie überhaupt‹.

In vielen konkreten Fällen dienen generierte Bilder als visueller Output von Modellierungen bzw. ▷ Simulationen (vgl. HINTERWALDNER 2008 und SCHRÖTER 2004c) und haben als solche wieder konkrete, referentielle Funktionen, auch wenn diese sich nicht auf die Vergangenheit, sondern auf die Zukunft beziehen. Mit Entwurfssoftware werden Gebäude, Maschinen usw. entworfen, die dann schließlich auch gebaut werden können (SAXENA/SAHAY 2005). Generierte Bilder können in massenmedialen Nachrichtenformaten sogar gerade zur ›Enthüllung der Wahrheit‹ dienen (vgl. ADELMANN 2004).[12] Sie können in einem Flugsimulator zusammen mit anderen Outputs dazu dienen, auf einen zukünftigen Flug zu verweisen. Dazu müssen die generierten Bilder ausreichend *realistisch* erscheinen, um als Vorbereitung überhaupt dienlich zu sein. Zugleich sind solche Simulator-Bilder – oder ›Simulationsbilder‹ (vgl. GÜNZEL 2008) – interaktiv in dem Sinne, dass das Verhalten des Betrachter/Nutzers zur Veränderung ihrer ▷ Darstellung genutzt wird. Hier schließt die mittlerweile ebenfalls umfangreiche Diskussion um die Bildlichkeit der Computerspiele an (vgl. u.a. BEIL 2010; GÜNZEL 2006; GÜNZEL 2010a; VENUS 2009; ▷ Cyberspace und insbesondere ▷ interaktives Bild).

Auch in den Wissenschaften werden vielfach und auf verschiedene Weise Bilder aus Daten und Modellen generiert, die auf diese Weise – wenn auch indirekt – auf ein Reales referieren. Derlei »Datenbilder« (ADELMANN 2009) werden u.U. dazu verwendet, Phänomene dingfest zu machen und Ergebnisse vorherzusagen, deren Eintreten dann aber durch Experimente noch bestätigt werden muss. Eine wichtige Frage ist dabei, welche Weise der Darstellung oft selbst unsinnlicher und auf Unsichtbares referierender Daten und Modelle in welchen Kontexten und mit welchen Effekten gewählt wird (vgl. BADAKSHI 2006; LAW/WHITTAKER 1988; LYNCH/EDGERTON 1988; SCHIRRA 2005 sowie ▷ Bild in der Wissenschaft, Strukturbild und ▷ Semantik logischer Bilder).

## 4. Digitale Bildlichkeit?

Mit dem Hinweis auf die Darstellungsweisen ist die Frage nach den visuellen Eigenheiten der digitalen Bilder, nach ihrer ›digitalen Form‹ (vgl. PRATSCHKE 2005; auch MITCHELL 1992) aufgeworfen. Haben digitalisierte und (digital) generierte Bilder eine spezifische Bildlichkeit, die sie durch ihre äußere Erscheinung von anderen Bildern unterscheidbar macht? Auf diese Frage gibt es keine einfache Antwort. Einerseits zeigen Bemühungen wie das fotorealistische Rendering, dass bestimmte Typen digitaler Bilder – z.B. um als Effekt in ansonsten weitgehend foto- bzw. videografischen Filmen eingesetzt werden

[12] Laut Fiske (2001: 493f.) können ›elektronische‹ Bilder auch deswegen ›objektiver‹ wirken, weil sie anders als chemische Fotografie nicht mehr durch den aufwendigen Dunkelkammer-Prozess müssen, also weniger Raum für Manipulation bieten.

zu können – gerade den ›Look‹ etablierter Bildmedien übernehmen sollen.[13] Andererseits sind generierte Bilder natürlich keineswegs auf die Regeln der ▷ geometrischen Optik, die – neben Emulsionseffekten, Bewegungsunschärfe etc. – den Look der analogen Fotografie bestimmen, festgelegt. Daher gibt es auch Formen des ›non-photorealistic rendering‹ (vgl. GOOCH/GOOCH 2001; ISENBERG 2007; STROTHOTTE/SCHLECHTWEG 2002), die oft etablierte ▷ malerische und zeichnerische Formen imitieren. Dabei werden auch Darstellungsformen wie verschiedene parallelperspektivische Projektionen benutzt, die in der technischen bzw. Architekturzeichnung spätestens seit dem 19. Jahrhundert eine große Rolle gespielt hatten und die von optischen Medien wie Fotoapparaten nicht herstellbar sind (vgl. CARLBOM/PACIOREK 1978; SALOMON 2006: 57ff. sowie BEIL/SCHRÖTER 2011). Solche Projektionsweisen sind insbesondere für den Einsatz von generierten Bildern in Architektur- und Technikentwurf von zentraler Bedeutung (vgl. SAXENA/SAHAY 2005: 54ff.).

Die prinzipielle Offenheit digitaler Computer (vgl. SCHRÖTER 2004b) legt nahe, dass solche Maschinen (zunächst) die etablierten Formen der Bildlichkeit approximativ simulieren (und/oder samplen) und dann ggf. zu neuen Bild-Hybriden verbinden. Dies ist z.B. in den populären computergenerierten ▷ Filmen zu beobachten, wie z.B. in *Monster AG* (Pixar, 2001), in denen ein aus dem ▷ Comic und Cartoon entlehnter Zeichenstil mit einer fotorealistischen Anmutung von Lichtwurf, ▷ Räumlichkeit bis hin zu simulierten ›fotografischen Fehlern‹ wie Lens-Flares kombiniert ist. Wenn man Elemente genuiner Bildlichkeit digitaler Bilder sucht, so können neben der genannten Hybridisierung mindestens noch drei weitere Aspekte erwähnt werden.

### 4.1 Artefakte bei digitalen Bildern

Der Hinweis auf die Simulation von fotografischen Fehlern lenkt den Blick auf die Fehler und Störungen digitaler Bilder selbst. Diese unterscheiden sich deutlich von den Störungen analoger Bilder und sind insofern als Teil einer genuinen digitalen Bildlichkeit anzusprechen. So sind z.B. die JPEG-Artefakte zu nennen, die auf die notwendige Kompression von Bildträgern für ihre Zirkulation (siehe hierzu den Abschnitt 5) über Datennetze verweisen.[14] Es ist nicht überraschend, dass Künstler wie Thomas Ruff (vgl. 2009) diese Eigenheit digitaler Bilder zum Ausgangspunkt experimenteller und reflexiver Gestaltung wählen (Abb. 2).[15]

### 4.2 Morphing

Ein bestimmtes Verfahren, das insbesondere mit dem 1991 erschienenen und sehr populären Film *Terminator II* (James Cameron) bekannt und angelegent-

[13] Zu den Grenzen verschiedener Verfahren in der Annäherung an den Fotorealismus und ihren visuellen Eigenheiten vgl. KITTLER 2002.
[14] Zur ›Image Compression‹ vgl. generell SALOMON 2008: 143-226.
[15] Zahlreiche, relativ frühe Beispiele für künstlerische Auseinandersetzungen mit der digitalen Fotografie finden sich in AMELUNXEN 1996.

lich fast zum Inbegriff digitaler Bildlichkeit wurde, ist das *Morphing*, also die fließende Umwandlung eines Bildes in ein anderes (vgl. SCHRÖTER 2005; SOBCHACK 1997). Es wurde z.B. in der letzten Minute des bekannten Musikvideos *Black or White* von Michael Jackson (zuerst am 14.11.1991 von MTV ausgestrahlt) eingesetzt, um die ▷ Porträtdarstellungen von Menschen verschiedenen Geschlechts und verschiedener Rasse fließend ineinander übergehen zu lassen. Diese Wiederaufnahme des alten, schon mit der analogen Fotografie verbundenen Topos der *Family of Man* (vgl. SEKULA 2002: 260ff.), durch welche reale Ungleichheiten und Abhängigkeiten auf der bildlichen Ebene ideologisch verdrängt werden, ist ein weiteres Beispiel für die ›politics of representation‹ digitaler Bildlichkeit.

### 4.3 Benutzungsoberflächen

Schließlich sind die alltäglichen, grafischen Benutzungsoberflächen zu nennen, die zumindest am Rande und partiell unter die Diskussion des digitalen Bildes fallen und die sich durch eine für die digitalen Bilder genuine, strukturelle Vervielfachung der ▷ Rahmenfunktion traditioneller Bilder (vgl. ZALOSCER 1974) und die dadurch gegebenen Möglichkeiten multimedialer Verbindungen auszeichnen. Margarete Pratschke (vgl. 2008) hat versucht, diese Oberflächen in Form einer *digitalen Bildgeschichte* zu beschreiben.

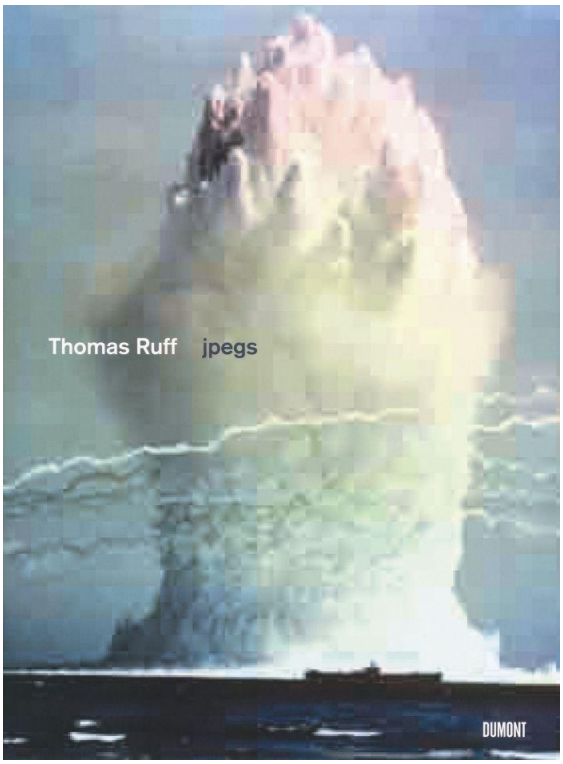


Abb. 2:
Beispiel der reflexiven Nutzung von Eigenheiten digitaler Bilder
Quelle: Titelseite von RUFF 2009; hier nach: www.zweitausendeins.de/thomas-ruff-jpegs.html [letzter Zugriff: 19.12.2016]

## 5. Das Archiv und die Zirkulation

Eine der wichtigsten Veränderungen gegenüber z.B. fotografischen Bildern besteht in den veränderten Formen der Archivierung und der Zirkulation bei digitalen Bildern. Das fotografische Archiv ist von Anfang an mit Belangen der Übertragung verbunden. Schon im 19. Jahrhundert schrieb Sir Oliver Wendell Holmes: »Materie in großen Mengen ist immer immobil und kostspielig; Form ist billig und transportabel. [...] Schon reist ein Arbeiter mit Stereo-Bildern von Möbeln durch die Lande, die die Kollektion seiner Firma zeigen, und holt auf diese Weise Aufträge ein« (HOLMES 1980: 119).

Doch noch muss der ›Arbeiter‹ die stereoskopischen Bilder herumtragen, noch ist die Bildinformation nicht vollständig abgelöst und kann von selbst reisen, was erst mit der Ausbreitung der Bildtelegrafie möglich sein wird. Diese löst nun wirklich die Form von der Materie und erlaubt ihr, auch ohne den Arbeiter, der die Bildträger transportiert, zu reisen. So gesehen ist die Digitalisierung des fotografischen Bildes keineswegs ein Ereignis, das erst in den 1990er Jahren des 20. Jahrhunderts auftritt (vgl. SCHNEIDER/BERZ 2002). Das eigentlich Neue an der Nutzung digitalisierter Fotografien mit Rechenmaschinen, also Computern, ist aber Folgendes: Das Bild liegt bis zum Print als »array of values« (FOLEY/FEINER/HUGHES/DAM 1990: 816), als Zahlenmenge vor, in der die einzelnen Werte die Bildpunkte beschreiben – was es ermöglicht, das Bild mathematischen Operationen zu unterwerfen (vgl. auch SCHIRRA 2012). Diese Berechenbarkeit des Bildes ist die zentrale Voraussetzung für das schon genannte ›Image Processing‹, aber ebenso ist die mathematische Form konstitutiv für digitale Bildarchive. Im Folgenden seien drei Eigenheiten digitaler Bildarchive dargestellt.

### 5.1 Datenkompression – Original und Kopie

Nur die Datenkompression erlaubt – wenn überhaupt – die Überführung des Bildarchivs in Datennetze, weil Bilder als zwei- oder dreidimensionale Matrizen für ihre Archivierung und Übertragung sehr viele Ressourcen benötigen. Es gibt *lossless* und *lossy compression*, gegebenenfalls muss also auf Information verzichtet werden (vgl. SALOMON 2008). Aus *lossy* komprimierten Bildern – und dazu zählen zum Beispiel die meisten netzüblichen JPEGs – lässt sich ein gegebenes ▷ Original nicht wieder vollständig rekonstruieren. Der angeblich absolut verlustfreie Charakter der digitalen ▷ Reproduktion, insofern eine gegebene Menge von Zahlen einfach nur 1:1 nachbuchstabiert werden müsste, um exakt dasselbe Bild zu ergeben, bricht sich also an der Pragmatik digitaler Bildarchive. So fungieren kleine, niedrig ▷ aufgelöste Bilder bei kommerziellen Bildangeboten im Internet oft als eine Art Index (*Thumbnails*), der auf die höher aufgelösten, nur gegen Bezahlung erhältlichen und durch digitale Wasserzeichen gegen unerlaubte Vervielfältigung geschützten ›Originale‹ verweist (vgl. JOHNSON/DURIC/JAJODIA 2001 sowie GERSTENGRABE/LANG/SCHNEIDER 2010). Offenkundig taucht so die gelegentlich für obsolet

erklärte Unterscheidung ›Original/Kopie‹ auch im Reich der digitalen Reproduktion wieder auf – und mit ihr alle Probleme des Eigentums an Bildern beziehungsweise des Urheberrechts (vgl. SCHRÖTER 2010b).

## 5.2 Intermedialität/(interaktive) Umordnung des Archivs

Durch die Digitalisierung existiert verschiedenes Zeichenmaterial (Fotografien, Gemälde, bewegte Bilder, Schrift, Klänge, Messdaten etc.) nebeneinander im gleichen Archiv, das heißt die traditionellen Grenzen zwischen den Medien und damit den ihnen zugeordneten akademischen Disziplinen werden tendenziell aufgelöst. Während eine traditionelle Fotografie noch ein relativ isolierter Gegenstand ist, muss man ein digitalisiertes Foto als ein Element unter anderen in einem intermedialen Verknüpfungszusammenhang (zum Beispiel auf einer Website) verstehen (vgl. LEVINSON 2002: 161). Eine zukünftige Archivierung digitaler Information muss mithin mehr als nur die Anpassung an immer neue Datenformate etc. leisten. Vielmehr müssten auch die ▷ Kontexte einer spezifischen Information mitarchiviert werden (vgl. WEBER 2000: 85f.).

Dieser Intermedialität des digitalisierten Archivs entsprechen neue Formen der Adressierung von Bildern, denn »digitale Medien [können] im Unterschied zu den analogen eben nicht nur speichern, sondern auch sortieren und suchen« (HEIDENREICH 2001: 259). Das heißt: Die Anordnung des Bilderarchivs nach Künstlernamen, Epochen oder anderen Formen der Verschlagwortung könnte neuen Ordnungen – jenseits von Menschenaugen – Platz machen, die zum Beispiel auf einer durch automatische Bildanalysen bestimmten Ähnlichkeit von Bildern beruhen (vgl. ERNST/HEIDENREICH 1999), was heute bereits für Gesichtserkennung und damit Zugangskontrollen von Gebäuden von Relevanz ist.[16]

Überdies wären solche Verfahren in Hinsicht auf die Auffindbarkeit von Bildinformationen im chaotisch wuchernden Internet wichtig, doch bis jetzt existieren kaum zufriedenstellend operierende automatische Suchmaschinen für Bilder. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass Hartmut Winkler (vgl. 2003) auf die Gefahr hingewiesen hat, dass Konzerne (wie *Corbis*) dereinst womöglich nicht allein die Bilder, sondern die eben durch entsprechende digitale Analyseverfahren eruierbaren und ungleich wichtigeren Bildmuster unter ihre Kontrolle bringen (vgl. auch BATCHEN 1998).

Schließlich werden viele digitale Bildarchive durch Nutzeraktivitäten strukturiert und geordnet, die sich den klassischen Kriterien der Archivierung entziehen. Bei *YouTube* etwa schreibt sich die ▷ Aufmerksamkeit, die ein digitalisierter Film erfährt, in die Struktur des Archivs selber ein. Die Erforschung der Logik dieser *user*-strukturierten Archive steht noch relativ am Anfang (vgl.

[16] Zu den Möglichkeiten und Problemen automatischer Bilderkennung und Sortierung vgl. die Beiträge von Laszlo Böszörmenyi/Roland Tusch; R. Manmatha; Stéphane Marchand-Maillet/Henning Müller/Wolfgang Müller/Thierry Pun; Claus Pias in ERNST/HEIDENREICH/HOLL 2003.

APPADURAI 2003; SCHRÖTER 2009b). Manovich hat in etwas anderem Zusammenhang auch von einer ›logic of the database‹ (vgl. MANOVICH 2001: 218-243) gesprochen, die viele Ästhetiken digitaler Medien strukturiert.

### 5.3 Permanenz des Archivs als permanente Transformation

Schließlich ändert sich die Permanenz des Archivs. Noch einmal sei zum Vergleich die analoge Fotografie herangezogen: Die Haltbarkeit digitalisierter Fotografien oder genauer: der Datenträger, auf denen sie gespeichert sind, ist im Vergleich zu hochwertigen Schwarz/Weiß-Abzügen gering, obwohl die Daten durch Umkopieren auf neue Datenträger erhalten werden können. Es besteht die Gefahr, dass digital gespeicherte Bilddaten relativ plötzlich nicht mehr verwendet werden können – anders als bei analogen Medien, deren Aufzeichnungen langsam verfallen und lange Zeit noch lesbar bleiben.

Überdies ist die Wiederlesbarkeit von Datenträgern angesichts häufig wechselnder Daten- und Software-Formate selbst ein Problem (vgl. KÜNZLI 1996/1997; POLLMEIER 2005). Insofern ist die Bewahrung in digital(isiert)en Archiven – prinzipiell anders als in analogen Archiven – auf eine permanente Transformation angewiesen. Während Bilder in Fotoarchiven nur in Ausnahmefällen fotografisch reproduziert werden müssen, um überhaupt weiter zu existieren, ist der Prozess der permanenten Neuformatierung auf neue Daten- und Speicherformate bei digitalen Medien der Normalfall. Die Bildinformation kann nur durch die ständige Migration der Form von einer Materie zur anderen überstehen. Eine der Weisen, wie die digital(isiert)e Bildinformation weiterexistiert, ist genau ihre ständige (wenn auch mangelhafte) Reproduktion und Übertragung durch Netze (▷ Replika, Faksimile und Kopie).[17]

## Literatur

ADELMANN, RALF: Digitale Animationen in dokumentarischen Fernsehformaten? In: BÖHNKE, ALEXANDER; JENS SCHRÖTER (Hrsg.): *Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Beiträge zu Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*. Bielefeld [transcript] 2004, S. 387-406

ADELMANN, RALF (Hrsg.): *Datenbilder. Zur digitalen Bildpraxis in den Naturwissenschaften*. Bielefeld [transcript] 2009

AMELUNXEN, HUBERTUS VON: *Fotografie nach der Fotografie*. Dresden [Verlag Der Kunst] 1996

APPADURAI, ARJUN: Archive and Aspiration. In: BROUWER, JOKE; ARJEN MULDER (Hrsg.): *Information is Alive*. Rotterdam [V2/NAI Publishers] 2004, S. 14-25

[17] Dank an Benjamin Beil und Simon Ruschmeyer für die Unterstützung bei der Abfassung.

BADAKSHI, HARUN: Körper in/aus Zahlen. Digitale Bildgebung in der Medizin. In: HINTERWALDNER, INGE; MARKUS BUSCHHAUS (Hrsg.): *The Picture's Image. Wissenschaftliche Visualisierung als Komposit*. München [Fink] 2006, S. 199-205

BATCHEN, GEOFFREY: Photogenics/Fotogenik. In: *Camera Austria*, 62/63, 1998, S. 5-16

BATCHEN, GEOFFREY: Ectoplasm. Photography in the Digital Age. In: SQUIERS, CAROL (Hrsg.): *Over Exposed. Essays on Contemporary Photography*. New York [New Press] 2000, S. 9-23

BAUDRILLARD, JEAN: *Agonie des Realen*. Berlin [Merve] 1978

BAUDRILLARD, JEAN: Das perfekte Verbrechen. In: AMELUNXEN, HUBERTUS VON (Hrsg.): *Theorie der Fotografie IV 1980-1995*. München [Schirmer & Mosel] 2000, S. 256-260

BEIL, BENJAMIN: *First Person Perspectives. Point of View und figurenzentrierte Erzählformen im Film und im Computerspiel*. Münster [LIT] 2010

BEIL, BENJAMIN; JENS SCHRÖTER: Die Parallelperspektive im digitalen Bild. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft*, 4(1), 2011, S. 127-137

BERZ, PETER: Bitmapped Graphic. In: VOLMAR, AXEL (Hrsg.): *Zeitkritische Medien*. Berlin [Kadmos] 2009, S. 127-154

BRUNET, FRANÇOIS: ›A Better Example is a Photograph‹: On the Exemplary Value of Photographs in C.S. Peirce's Reflection on Signs. In: KELSEY, ROBIN; BLAKE STIMSON (Hrsg.): *The Meaning of Photography*. Williamstown [Clark Art Institute] 2008, S. 34-49

CARLBOM, INGRID; JOSEPH PACIOREK: Planar Geometric Projections and Viewing Transformations. In: *ACM Computing Surveys*, 10(4), 1978, S. 465-502

ERNST, WOLFGANG; STEFAN HEIDENREICH: Digitale Bildarchivierung. Der Wölfflin-Kalkül. In: SCHADE, SIGRID; GEORG CHRISTOPH THOLEN (Hrsg.): *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*. München [Fink] 1999, S. 306-320

ERNST, WOLFGANG; STEFAN HEIDENREICH; UTE HOLL (Hrsg.): *Suchbilder. Visuelle Kultur zwischen Algorithmen und Archiven*. Berlin [Kadmos] 2003

FISKE, JOHN: Videotech. In: ADELMANN, RALF et al. (Hrsg.): *Grundlagentexte zur Fernsehwissenschaft. Theorie – Geschichte – Analyse*. Konstanz [utb] 2003, S. 484-502

FOLEY, JAMES D.; STEVEN K. FEINER; JOHN F. HUGHES; ANDRIES VAN DAM: *Computer Graphics. Principles and Practice*. Reading, MA [Addison Wesley] 1990

GALISON, PETER: *Image and Logic. A Material Culture of Microphysics*. Chicago [U of Chicago P] 1997

GERSTENGRABE, CARINA; KATHARINA LANG; ANNA SCHNEIDER: Wasserzeichen. Vom 13. Jahrhundert bis zum Digital Watermarking. Kulturen des Kopierschutzes II. In: *Navigationen. Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften,* 10(2), 2010, S. 9-61

GLÜHER, GEBHARD: Von der Theorie der Fotografie zur Theorie des digitalen Bildes. In: *Kritische Berichte*, 2, 1998, S. 23-31

GOOCH, BRUCE; AMY GOOCH: *Non-Photorealistic Rendering*. Natick, MA [AK Peters] 2001

GOODMAN, NELSON: *Languages of Art*. 2., revidierte Auflage. Indianapolis [Hackett] 1976

GÜNZEL, STEPHAN: Bildtheoretische Analyse von Computerspielen in der Perspektive Erste Person. In: *IMAGE*, 4, 2006, S. 31-43

GÜNZEL, STEPHAN: Die Realität des Simulationsbildes. Raum im Computerspiel. In: GLEITER, JÖRG H.; NORBERT KORREK; GERD ZIMMERMANN (Hrsg.): *Die Realität der Imagination. Architektur und das digitale Bild*. Weimar [Bauhaus-Universität] 2008, S. 127-136

GÜNZEL, STEPHAN: Simulation und Perspektive. Der bildtheoretische Ansatz in der Computerspielforschung. In: BOPP, MATTHIAS; ROLF F. NOHR; SERJOSCHA WIEMER (Hrsg.): *Shooter: Eine multidisziplinäre Einführung*. Münster [LIT] 2010a, S. 331-352

GÜNZEL, STEPHAN: Die Geste des Manipulierens. Zu Gebrauch statischer und beweglicher Digitalbilder. In: DIEKMANN, STEFANIE; WINFRIED GERLIN (Hrsg.): *Freeze Frames. Zum Verhältnis von Fotografie und Film*. Bielefeld [transcript] 2010b, S. 114-129

HAGEN, WOLFGANG: Die Entropie der Fotografie. Skizzen zu einer Genealogie der digitalelektronischen Bildaufzeichnung. In: WOLF, HERTA (Hrsg.): *Paradigma Fotografie*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2002a, S. 195-238

HAGEN, WOLFGANG: Es gibt kein ›digitales Bild‹. Eine medienepistemologische Anmerkung. In: ENGELL, LORENZ; BERNHARD SIEGERT; JOSEPH VOGL (Hrsg.): *Licht und Leitung*. Weimar [Bauhaus-Universität] 2002b, S. 103-112

HEIDENREICH, STEFAN: Effekte der Digitalisierung. Berechenbarkeit und Suche. In: HESSE, WOLFGANG; WOLFGANG JAWOREK (Hrsg.): *Verwandlungen durch Licht. Fotografieren in Museen & Archiven & Bibliotheken*. Esslingen [Museumsverband Baden-Württemberg] 2001, S. 259-262

HEßLER, MARTINA: Von der doppelten Unsichtbarkeit digitaler Bilder. In: *zeitenblicke*, 5(3), 2006. www.zeitenblicke.de/2006/3/Hessler/dippArticle.pdf [letzter Zugriff: 12.12.2016]

HINTERWALDNER, INGE: Simulationsmodelle. Zur Verhältnisbestimmung von Modellierung und Bildgebung in interaktiven Echtzeitsimulationen. In: REICHLE, INGEBORG; STEFFEN SIEGEL; ACHIM SPELTEN (Hrsg.): *Visuelle Modelle*. München [Fink] 2008, S. 301-316

HOLMES, SIR OLIVER WENDELL: Das Stereoskop und der Stereograph. In: KEMP, WOLFGANG (Hrsg.): *Theorie der Fotografie I. 1839-1912*. München [Schirmer & Mosel] 1980, S. 114-122

HOLSCHBACH, SUSANNE: Einleitung. In: WOLF, HERTA (Hrsg.): *Diskurse der Fotografie. Fotokritik am Ende des fotografischen Zeitalters*. Band 2. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2003, S. 7-21

ISENBERG, TOBIAS: A Survey of Image-Morphologic Primitives in Non-Photorealistic Rendering. In: SCHIRRA, JÖRG R.J. (Hrsg.): *Computational Visualistics and Picture Morphology*. Köln [Halem] 2007, S. 80-97

JAUBERT, ALAIN: *Fotos, die lügen: Politik mit gefälschten Bildern*. Frankfurt/M. [Äthenaum] 1998

JOHNSON, NEIL F.; ZORAN DURIC; SUSHIL JAJODIA: *Information Hiding. Steganography and Watermarking. Attacks and Countermeasures*. Boston, MA [Kluwer AP] 2001

KITTLER, FRIEDRICH: Computergrafik. Eine halbtechnische Einführung. In: WOLF, HERTA (Hrsg.): *Paradigma Fotografie*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2002, S. 178-194

KÜNZLI, HANSJÖRG: Über die Haltbarkeit digitaler Daten. In: *Rundbrief Fotografie,* 3, Sonderheft, 1996/1997, S. 5-8

LATOUR, BRUNO: *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2007

LAW, JOHN; JOHN WHITTAKER: On the Art of Representation. Notes on the Politics of Visualisation. In: FYFE, GORDEN; JOHN LAW (Hrsg.): *Picturing Power. Visual Depiction and Social Relations*. London [Routledge] 1988, S. 160-183

LEFEBVRE, MARTIN: The Art of Pointing. On Peirce, Indexicality, and Photographic Images. In: ELKINS, JAMES (Hrsg.): *Photography Theory*. New York [Taylor & Francis] 2007, S. 220-244

LEVINSON, JERROLD: Digitale Fotografie. Das dubitative Bild. In: WOLF, HERTA (Hrsg.): *Paradigma Fotografie*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2002, S. 158-177

LUHMANN, NIKLAS: *Realität der Massenmedien*. Opladen [Westdeutscher Verlag] 1996

LYNCH, MICHAEL; SAMUEL Y. EDGERTON: Aesthetics and Digital Image Processing. Representational Craft in Contemporary Astronomy. In: FYFE, GORDON; JOHN LAW (Hrsg.): *Picturing Power. Visual Depiction and Social Relations*. London [Routledge] 1988, S. 184-220

MANOVICH, LEV : *The Language of New Media*. Cambridge, MA [MIT Press] 2001

MITCHELL, WILLIAM J.T.: *The Reconfigured Eye. Visual Truth in the Post-Photographic Era*. Cambridge, MA [MIT Press] 1992

MITCHELL, WILLIAM J.T.: Realismus im digitalen Bild. In: BELTING, HANS (Hrsg.): *Bilderfragen. Die Bildwissenschaften im Aufbruch*. München [Fink] 2007 S. 237-256

PANG, ALEX SOOJUNG-KIM: Technologie und Ästhetik der Astrofotografie. In: GEIMER, PETER (Hrsg.): *Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2002, S. 101-141

PIAS, CLAUS: Das digitale Bild gibt es nicht. Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion. In: *zeitenblicke*, 2(1), 2003. www.zeitenblicke.de/2003/01/pias/pias.pdf [letzter Zugriff: 12.12.2016]

POLLMEIER, KLAUS: Vom Baryt zum Bit. Zur Konservierung analoger und digitaler fotografischer Bilder. In: HASENPFLUG, KRISTINA (Hrsg.): *Digitale Bildverarbeitung, eine Erweiterung oder radikale Veränderung der Fotografie?* Ludwigsburg [Wüstenrot Stiftung] 2005, S. 56-62

PRATSCHKE, MARGARETE (Hrsg.): *Digitale Form. Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik*. Berlin [Akademie] 2005

PRATSCHKE, MARGARETE: Interaktion mit Bildern. Digitale Bildgeschichte am Beispiel grafischer Benutzeroberflächen. In: BREDEKAMP, HORST; BIRGIT SCHNEIDER; VERA DÜNKEL (Hrsg.): *Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte technischer Bilder*. Berlin [Akademie] 2008, S. 68-80

RITCHIN, FRED: *In Our Image: The Coming Revolution in Photography. How Computer Technology is Changing our View of the World*. New York [Aperture] 1990a

RITCHIN, FRED: Photojournalism in the Age of Computers. In: SQUIERS, CAROL (Hrsg.): *The Critical Image. Essays on Contemporary Photography*. Seattle [Lawrence & Wishart] 1990b, S. 28-37

ROCH, AXEL: Radartechnologie und Computergraphik. Zur Geschichte der Beleuchtungsmodelle in computergenerierten Bildern. In: FAßLER, MANFRED; WULF HALBACH (Hrsg.): *Geschichte der Medien*. München [Fink] 1998, S. 227-254

ROSLER, MARTHA: Bildsimulationen, Computermanipulationen. Einige Überlegungen. In: AMELUNXEN, HUBERTUS VON (Hrsg.): *Theorie der Fotografie IV. 1980-1995*. München [Schirmer & Mosel] 2000, S. 129-170

RÖTZER, FLORIAN (Hrsg.): *Cyberspace. Zum medialen Gesamtkunstwerk*. München [Boer] 1993

RUFF, THOMAS: *jpegs*. Köln [Dumont] 2009

SALOMON, DAVID: *Transformations and Projections in Computer Graphics*. London [Springer] 2006

SALOMON, DAVID: *A Concise Introduction to Data Compression*. London [Springer] 2008

SAXENA, ANUPAM; BIRENDRA SAHAY: *Computer Aided Engineering Design*. New York [Springer] 2005

SCHIRRA, JÖRG R.J.: *Foundation of Computational Visualistics*. Wiesbaden [DUV] 2005

SCHIRRA, JÖRG R.J.: Sind Bilder ein Gegenstand der Informatik? Überlegungen zur Computervisualistik. In: LIEBSCH, DIMITRI; NICOLA MÖßNER (Hrsg.): *Visualisierung und Erkenntnis. Bildverstehen und Bildverwenden in Natur- und Geisteswissenschaften*. Köln [Halem] 2012, S. 329-359

SCHNEIDER, BIRGIT; PETER BERZ: Bildtexturen. Punkte, Zeilen, Spalten. I. Textile Processing / II. Bildtelegraphie. In: FLACH, SABINE; GEORG CHRISTOPH THOLEN (Hrsg.): *Mimetische Differenzen. Der Spielraum der Medien zwischen Abbildung und Nachbildung*. Kassel [Universitätsverlag] 2002, S. 181-220

SCHNEIDER, BIRGIT: Wissenschaftsbilder zwischen digitaler Transformation und Manipulation. Einige Anmerkungen zur Diskussion des »digitalen Bildes«. In: HEßLER, MARTINA; DIETER MERSCH (Hrsg.): *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld [transcript] 2009, S. 188-200

SCHOLZ, OLIVER R.: *Bild, Darstellung, Zeichen. Philosophische Theorien bildhafter Darstellungen*. Frankfurt/M. [Klostermann] 2004

SCHRÖTER, JENS: Eine kurze Geschichte der digitalen Fotografie. In: HESSE, WOLFGANG; WOLFGANG JAWOREK (Hrsg.): *Verwandlungen durch Licht. Fotografieren in Museen & Archiven & Bibliotheken*. Esslingen [Museumsverband Baden-Württemberg] 2001, S. 249-257

SCHRÖTER, JENS: Virtuelle Kamera. Zum Fortbestand fotografischer Medien in computergenerierten Bildern. In: *Fotogeschichte*, 88, 2003, S. 3-16

SCHRÖTER, JENS: Das Ende der Welt. Analoge und Digitale Bilder – mehr oder weniger Realität? In: BÖHNKE ALEXANDER; JENS SCHRÖTER (Hrsg.): *Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Beiträge zu Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*. Bielefeld [transcript] 2004a, S. 335-354

SCHRÖTER, JENS: *Das Netz und die Virtuelle Realität. Zur Selbstprogrammierung der Gesellschaft durch die universelle Maschine*. Bielefeld [transcript] 2004b

SCHRÖTER, JENS: Computer/Simulation. Kopie ohne Original oder das Original kontrollierende Kopie. In: FEHRMANN, GISELA; ERIKA LINZ; ECKHARD SCHUMACHER; BRIGITTE WEINGART (Hrsg.): *OriginalKopie. Praktiken des Sekundären*. Köln [DuMont] 2004c, S. 139-155

SCHRÖTER, JENS: Notizen zu einer Geschichte des Löschens. Am Beispiel von Video und Robert Rauschenbergs Erased de Kooning-Drawing. In: SCHUMACHER-CHILLA, DORIS (Hrsg.): *Im Banne der Ungewissheit. Bilder zwischen Medien, Kunst und Menschen*. Oberhausen [Athena] 2004d, S. 171-194

SCHRÖTER, JENS: MetaMorphing. Camerons Analysen der digitalen Bilder in Terminator 2 und The Abyss. In: PABST, ECKHARD (Hrsg.): *Mythen, Mütter, Maschinen. Die Filme des James Cameron*. Kiel [Ludwig] 2005, S. 289-315

SCHRÖTER, JENS; TRISTAN THIELMANN (Hrsg.): *Display I: Analog*. Siegen [Universitätsverlag] 2006

SCHRÖTER, JENS: Wirklichkeit ist überhaupt nur darzustellen, indem man sie konstruiert (Andreas Gursky). In: HEßLER, MARTINA; DIETER MERSCH (Hrsg.): *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld [transcript] 2009a, S. 201-218

SCHRÖTER, JENS: On the Logic of the Digital Archive. In: SNICKARS, PELLE; PATRICK VONDERAU (Hrsg.): *The YouTube Reader*. Stockholm [National Library of Sweden] 2009b, S. 330-346

SCHRÖTER, JENS: Fotografie und Fiktionalität. In: BLUNCK, LARS (Hrsg.): *Die fotografische Wirklichkeit. Inszenierung – Fiktion – Narration*. Bielefeld [transcript] 2010a, S. 143-158

SCHRÖTER, JENS: Das Zeitalter der technischen Nicht-Reproduzierbarkeit. In: *Navigationen. Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften*, 10(1), 2010b, S. 9-36

SEKULA, ALLAN: Der Handel mit Fotografien. In: WOLF, HERTA (Hrsg.): *Paradigma Fotografie*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 2002, S. 255-290

SMITH, ROBERT W.; JOSEPH N. TATAREWICZ: Replacing a Technology. The Large Space Telescope and CCDs. In: *Proceedings of the IEEE,* 73(7), 1985, S. 1221-1235

SOBCHACK, VIVIAN: *Meta-Morphing. Visual Transformation and the Culture of Quick-Change*. Minneapolis [U of Minnesota P] 1997

STIEGLER, BERND: Digitale Photographie als epistemologischer Bruch und historische Wende. In: ENGELL, LORENZ; BRITTA NEITZEL (Hrsg.): *Das Gesicht der Welt. Medien in der digitalen Kultur*. München [Fink] 1995, S. 105-126

STROTHOTTE, THOMAS; STEFAN SCHLECHTWEG: *Non-photorealistic Computer Graphics: Modeling, Rendering, and Animation*. San Francisco [Morgan Kaufmann] 2002

THIELMANN, TRISTAN; JENS SCHRÖTER (Hrsg.): *Display II: Digital*. Siegen [Universitätsverlag] 2007

ULLRICH, WOLFGANG: Digitaler Nominalismus. Zum Status der Computerfotografie. In: *Fotogeschichte*, 64, 1997, S. 63-73

VENUS, JOCHEN: Raumbild und Tätigkeitssimulation. Video- und Computerspiele als Darstellungsmedien des Tätigkeitsempfindens. In: WINTER, GUNDOLF; JENS SCHRÖTER; JOANNA BARCK (Hrsg.): *Das Raumbild. Bilder jenseits ihrer Flächen*. München [Fink] 2009, S. 259-280

WATT, ALAN: *3D-Computergrafik*. München [Pearson Studium] 2002

WEBER, HARTMUT: Windmühlen oder Mauern? Die Archive und der neue Wind in der Informationstechnik. In: METZING, ANDREAS (Hrsg.): *Digitale Archive – Ein neues Paradigma?* Marburg [Archivschule] 2000, S. 79-94

WIMMER, THOMAS: Fabrikation der Fiktion? In: RÖTZER, FLORIAN (Hrsg.): *Digitaler Schein. Ästhetik der digitalen Medien*. Frankfurt/M. [Suhrkamp] 1991, S. 519-533

WINKLER, HARTMUT: Zugriff. Thesen zur Umorganisation der gesellschaftlichen Bildarchive unter den Bedingungen des Digitalen. In: ERNST, WOLFGANG; STEFAN HEIDENREICH; UTE HOLL (Hrsg.): *Suchbilder. Visuelle Kultur zwischen Algorithmen und Archiven*. Berlin [Kadmos] 2003, S. 144-148

ZALOSCER, HILDE: Versuch einer Phänomenologie des Rahmens. In: *Zeitschrift für Ästhetik und allgemeine Kunstwissenschaft*, 19(2), 1974, S. 189-224