

# Von der doppelten Unsichtbarkeit digitaler Bilder

Martina Heßler

urn:nbn:de:0009-9-6474

Digitale Bilder zeichnen sich, so der Tenor der medien- und kulturwissenschaftlichen Debatte, durch Immaterialität, Prozesshaftigkeit und den Verlust einer Referenz in der "Wirklichkeit" aus. Sie gelten als Bilder, die auf Algorithmen beruhen, als Bilder "(r)einer Theorie" (Wolfgang Ernst). Der Beitrag geht der Frage nach, inwieweit digitale Wissenschaftsbilder tatsächlich Bilder ohne Referenz sind. Zwar ist ihr Status zweifellos ein besonderer, insofern sie in den Naturwissenschaften häufig auf einer doppelten Unsichtbarkeit beruhen, nämlich der Unsichtbarkeit der gezeigten naturwissenschaftlichen Phänomene sowie der Unsichtbarkeit der Algorithmen. Jedoch wird entgegen einer pauschalisierenden Rede vom Referenzverlust argumentiert, dass digitale Wissenschaftsbilder weder eindeutig indexikalisch noch reine Fiktionen sind. Sie sind vielmehr das, was Latour als "Faktische" bezeichnete: Hybride aus Fakt und Fetisch. Ihr genauer epistemischer Status kann daher nur im Einzelfall entschieden werden.

## I. Einleitung: Analog – Digital

<1>

Régis Debray sprach davon, dass der Übergang vom analogen zum digitalen Prinzip einen Wandel bedeute, der mit der Atomwaffentechnologie in der Rüstungsgeschichte oder der Genmanipulation in der Biologie vergleichbar sei.<sup>1</sup> Mit der Postulierung einer solch scharfen Zäsur steht Debray keineswegs allein. Die Unterscheidung analog / digital avancierte vielmehr, wie Jens Schröter zusammenfasste, zu der medientheoretischen Leitdifferenz der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.<sup>2</sup> Aber nicht nur in der Medientheorie ist die Rede vom Übergang ins digitale Zeitalter ein zentraler Topos. Dies gilt gleichermaßen für die Kunst, die, angefangen mit der frühen Computerkunst in den 1960er-Jahren bis zur heutigen Medienkunst, neue Praxen und Kunstformen ausbildete. Auch Kommunikationsprozesse, Freizeitverhalten und ökonomische Strukturen wandelten sich im Kontext der Digitalisierung nachhaltig. Begriffe wie "Netzwerkgesellschaft" (Castells) oder Informationsgesellschaft stehen dabei für die Behauptung einer neuen Gesellschaftsform, in der die Digitalisierung zentrales Paradigma sei. Und auch im Hinblick auf unsere materielle Kultur, im Hinblick auf die Dinge, die uns umgeben, werden Transformationsprozesse diagnostiziert und das Verschwinden der Dinge prophezeit.

<2>

Der Versuch einer theoretischen Bestimmung und einer begrifflich-kategorialen Abgrenzung von analog und digital stellt ein florierendes Forschungsfeld dar. Wissenschaftler wie Künstler debattieren einen massiven Einschnitt, eine historische Zäsur, die die Digitalisierung nach sich ziehe. Die genaue Bestimmung von analog und digital bleibt dabei allerdings genauso umstritten wie das Verhältnis der beiden Zustände zueinander – obgleich bei aller dichotomen Gegenüberstellung weitgehend Einigkeit herrscht, dass sie aufeinander angewiesen bleiben. Gerade im Hinblick auf das Verhältnis von analog und digital bedarf die Debatte allerdings einiger systematischer Unterscheidungen, denn deren Differenz muss auf verschiedenen Ebenen unterschiedlich gefasst werden. Sie reicht von einer klaren Polarisierung bis hin zur Betonung ihrer engen Verschränkung.

Hinsichtlich einer *terminologischen* Unterscheidung der beiden Begriffe dominiert deutlich eine polare Gegenüberstellung. Analog und digital gelten als dichotome Kategorien, die nicht nur Unterschiedliches, sondern Unvereinbares bezeichnen.<sup>3</sup> Nelson Goodmans Unterscheidung von analog und digital wurde zu einem zentralen Bezugspunkt der theoretischen Debatte, wobei er unter "analog" "dichte" und "kontinuierliche" Symbolsysteme und unter "digital" "diskrete", d.h. "wohlunterschiedene" Systeme verstand.<sup>4</sup> Jens Schröter konstatierte, dass - ungeachtet aller analogen oder digitalen Phänomene, die sich historisch finden lassen – das "Auftauchen der *Unterscheidung* analog/digital (. . .) relativ präzise datiert werden" kann.<sup>5</sup> Er verweist auf den ersten amerikanischen Digitalcomputer ENIAC und die Kybernetik. Kernaspekt terminologischer Unterscheidungen ist, auf eine kurze Formel gebracht, die Opposition von diskret versus kontinuierlich.

<sup>1</sup> Régis Debray: *Jenseits der Bilder. Eine Geschichte der Bildbetrachtung im Abendland*, Rodenbach 1999, 292.

<sup>2</sup> Jens Schröter: *Analog / Digital – Opposition oder Kontinuum?*, in: ders. / Alexander Böhnke (Hg.): *Analog / Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, Bielefeld 2004, 7-30, hier 9.

<sup>3</sup> Vgl. hierzu Jens Schröter: *Analog / Digital* (wie Anm. 2).

<sup>4</sup> Nelson Goodman: *Sprachen der Kunst. Entwurf einer Symboltheorie*, Frankfurt a. M. 1997, 154ff.

<sup>5</sup> Ebd., 10.

&lt;3&gt;

Wenden wir uns jedoch dem *Umgang* mit digitalen Medien oder Technologien zu, zeigt sich sehr schnell, wie stark hier digital und analog verschränkt bleiben. Analoge und digitale *Praxen* sind aufeinander bezogen und aufeinander angewiesen. Das Analoge wird, so lässt sich beobachten, keineswegs durch das Digitale verdrängt oder substituiert. Digitale Medien werden beispielsweise analog wahrgenommen; die digitale Architektur verlässt sich nicht rein auf Berechnungen und digitale Konstruktionen, sondern baut materielle Modelle, um das Konstruierte zu "sehen". Physische Modelle stellen zudem auch den Ausgangspunkt des Entwerfens dar, um dann überhaupt erst digitalisiert zu werden. Das digitale Foto wird ausgedruckt, um es betrachten, herumzeigen zu können und nicht zuletzt, um es aufzubewahren.

Schließlich lässt sich von einer terminologischen Differenz und der Ebene der digitalen und analogen *Praxen* die Ebene der Gegenstände, der Objekte unterscheiden. Die Digitalisierung der Dinge verändert unsere materielle Kultur: Dinge werden "intelligent", immateriell und immer kleiner. Sie enthalten Mikrochips, werden über Interfaces bedient. Gleichwohl stecken diese immer in einem greifbaren, anfassbaren und fühlbaren Gehäuse. Ein rein digitales Ding gibt es nicht, insofern Dinge immer der Materialität bedürfen. Letzterer Satz leitet uns über zu den digitalen Bildern, von denen Claus Pias behauptet hat, es gäbe sie nicht. Digitale Bilder sind algorithmische Bilder, so Pias; nicht mehr als ein Datensatz, dessen Wahrnehmung nur mittels einer Übersetzung in ein analoges Bild möglich ist: "Was es gibt, sind ungezählte analoge Bilder, die digital vorliegende Daten darstellen."<sup>6</sup>

&lt;4&gt;

Jenseits einer begrifflichen Ebene erweist sich die Analog-Digital-Opposition mithin als ein analytisches Konstrukt, eine analytische Trennung zur Beschreibung verschiedener Zustände, die jedoch in der Praxis, in den Objekten und in den Bildern immer ineinander verwoben und aufeinander bezogen bleiben. Und nicht zuletzt ist es auch historisch schwierig, eine strikte Trennung von analog und digital vorzunehmen. Vor allem die Postulierung einer simplen zeitlichen Abfolge von analog zu digital übersieht das permanente Ineinanderverwobensein der beiden Kategorien. Jens Schröter fasste dies zusammen: "So wächst das Bewusstsein dafür, dass die Unterscheidung analog / digital wohl niemals eine Frage reiner Sukzession, aber auch nie nur eine Frage von Opposition oder Kontinuum war".<sup>7</sup>

Schließlich stellt sich, und das ist das Thema des vorliegenden Beitrags, die Frage einer Zäsur auch für die Wissenschaften selbst, die angetreten sind, diese kulturellen und gesellschaftlichen Digitalisierungsprozesse zu beschreiben und zu analysieren, die aber dabei selbst digitalisiert werden – ohne dies allzu tief zu reflektieren.

## II. Digitale Bilder in den Naturwissenschaften

&lt;5&gt;

Wie verhält es sich also vor dem Hintergrund dieser einleitenden Bemerkungen mit den Digitalisierungsprozessen in den Wissenschaften, bzw. in den Naturwissenschaften? Kann von einem nachhaltigen Wandel, gar von einer Zäsur in der Wissenschaftskultur die Rede sein? Der Beitrag

<sup>6</sup> Claus Pias: Das digitale Bild gibt es nicht – Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion, in: zeitenblicke 2 (2003), Nr. 1 [08.05.2003], URL: <http://www.zeitenblicke.historicum.net/2003/01/pias/index.html>, Absatz <50>.

<sup>7</sup> Schröter: Analog / Digital (wie Anm. 2), 29.

konzentriert sich auf das Beispiel digitaler Bilder in den Naturwissenschaften, zumal, so die These, die Digitalisierung der Naturwissenschaften mit einer neuen Bedeutung des Visuellen in den Wissenschaften einhergeht.

<6>

Wissenskulturen, um zuerst auf diesen Begriff einzugehen, sind nach Karin Knorr-Cetina die Praktiken, Mechanismen und Prinzipien, die bestimmen, wie wir wissen und was wir wissen. Wissenskulturen generieren und validieren Wissen.<sup>8</sup> Wissenskulturen sind dabei wesentlich geprägt durch ihre Instrumente, ihre Werkzeuge, kurz die dinglich-technischen Bedingungen der Wissensproduktion. Für die Naturwissenschaften wurde in Studien zu "Experimentalsystemen" auf die Bedeutung der "materiellen Arrangements", der Instrumente und Aufzeichnungsapparaturen, mit denen Laborwissenschaftler arbeiten, verwiesen. Wie Hans-Jörg Rheinberger zusammenfasste: "Die technischen Bedingungen determinieren die Wissensobjekte in doppelter Hinsicht: Sie bilden ihre Umgebung und lassen sie so erst als solche hervortreten, sie begrenzen sie aber auch und schränken sie ein."<sup>9</sup> Die materielle Kultur unterliegt nun seit den letzten Dekaden und verstärkt im letzten Jahrzehnt aufgrund des Einsatzes des Computers einem wesentlichen Wandel. Die Digitalisierung der Naturwissenschaften veränderte deren Labore: Computer, Bildgenerierungs- und Bildbearbeitungsprogramme sowie hoch auflösende Drucker gehören heute zur Grundausstattung wissenschaftlicher Arbeitsplätze. Mit der Digitalisierung wandelten sich daher auch die naturwissenschaftlichen Bilderwelten, die Praxen, die Regeln der Bildproduktion und dementsprechend die Bildprodukte selbst – nicht zuletzt entsteht hier die Frage nach ihrem Bildstatus.

## Status digitaler Bilder

<7>

Der Status digitaler Bilder ist durch zwei wesentliche Aspekte determiniert.

Zum ersten sind digitale Bilder natürlich durch ihre *Digitalität* bestimmt. Es handelt sich um immaterielle Bilder, um Bilder, die auf binären Codes basieren, auf Algorithmen, auf Rechenregeln. Den Bildern eignet keine Festigkeit, sie sind flüchtig und fließend, verlieren ihre Dinghaftigkeit. Die Existenz digitaler Bilder ist daher von einer Debatte begleitet, inwiefern sie den Bildbegriff unterminieren oder verändern. Auf diese Diskussion wird noch zurückzukommen sein.

<8>

Zum zweiten zeichnet es digitale Bilder aus, dass sie *Unsichtbares* sichtbar machen. Claus Pias wies mit seinem oben zitierten Diktum, es gäbe kein digitales Bild, bereits darauf hin. Die Datensätze und Algorithmen, die das digitale Bild kennzeichnen, sind nicht sichtbar. Digitale Bilder zeichnen sich dadurch aus, dass sie Information haben. Information hat aber keine Materialität.<sup>10</sup> Gleichwohl treten die Daten in Erscheinung, sie werden sichtbar und ästhetisch erfahrbar gemacht.

Hinsichtlich der Wissenschaftsbilder impliziert Unsichtbarkeit jedoch noch eine weitere Dimension, die über die Visualisierung von Algorithmen hinausgeht: Denn ein erheblicher Anteil

<sup>8</sup> Karin Knorr-Cetina: *Wissenskulturen: ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen*, Frankfurt a. M. 2002, 11.

<sup>9</sup> Hans-Jörg Rheinberger: *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen 2001, 27.

<sup>10</sup> Pias: *Digitales Bild* (wie Anm. 6), <53>.

der digitalen Wissenschaftsbilder basiert auf Messdaten, die nicht sichtbaren Phänomenen abgerungen werden. Seien es astronomische Bilder, seien es Bilder der Nanotechnologie oder Hirnbilder: Jeweils werden Messdaten visualisiert. Die Astronomie agiert zunehmend im Bereich des Nichtsichtbaren, die Hirnforschung visualisiert Hirnströme, die an und für sich nicht sichtbar sind, die Molekularbiologie arbeitet in Bereichen, die den menschlichen Sinnen nicht zugänglich sind. Weitere Beispiele ließen sich anfügen. Kurz gesagt: Die Objekte der Naturwissenschaften wurden zunehmend unanschaulich, unsichtbar.

<9>

Eine Geschichte des Unsichtbaren ist allerdings noch nicht geschrieben. Während, wie Hans Blumenberg zusammenfasste, in Altertum und Mittelalter ein "Sichtbarkeitspostulat" herrschte und es für die Menschen nicht vorstellbar war, dass es in der Natur etwas gäbe, was sich dem menschlichen Auge verbarg,<sup>11</sup> wurde in der neuzeitlichen Naturwissenschaft das Unsichtbare zu einem Stachel, zu einem Movens.<sup>12</sup> Vor allem seit dem 19. Jahrhundert stieg die Zahl der Visualisierungsinstrumente, die Unsichtbares sichtbar machen, immens. Heute agieren Naturwissenschaften in Welten, die den menschlichen Sinnen unzugänglich sind und von denen Daten erhoben, Messungen gemacht werden, die dann digital weiterverarbeitet werden.

<10>

Digitale Bilder in den Naturwissenschaften visualisieren damit ein zweifach Unsichtbares: die unsichtbaren Phänomene einerseits, die zumeist gemessen werden, sowie die Algorithmen und unsichtbaren Datensätze, die den digitalen Bildern zugrunde liegen, andererseits.

Unsichtbarkeit stellt also im Kontext digitaler Wissenschaftsbilder eine zentrale Kategorie dar. Vor allem ging mit der Sichtbarmachung des Unsichtbaren eine zunehmende Bedeutung des Visuellen in der Wissenschaftskultur einher. Die ungeheure Menge an Daten, die per Computer aufnehm-, speicher- und bearbeitbar ist, führt zu deren Visualisierung, da die Daten auf andere Weise kaum noch interpretierbar sind. Zwar finden sich auch Versuche der Transformierung der Daten in Töne. So arbeiten derzeit Physiker der University of California in Berkeley daran, Daten der Sonne in Töne umzusetzen, um Aufschlüsse über die Eruptionen auf der Sonnenoberfläche zu gewinnen.<sup>13</sup> In der Regel werden die Daten jedoch visualisiert, so dass die Digitalisierung mit ihren riesigen Datenmengen dazu beitrug, dass die Wissenschaftskultur eine *visuelle* Kultur wurde.

<11>

Wenn digitale Bilder eines doppelten Unsichtbaren sind – Sichtbarmachungen von Messungen unsichtbarer Phänomene sowie Sichtbarmachungen von Daten und Algorithmen –, dann stellt sich die Frage nach dem epistemischen Status dieser Bilder. Worauf verweisen sie? Auf die Algorithmen? Auf reale Phänomene? Auf die Messdaten? Oder sind die Bilder flüchtige Erscheinungen, immaterielle und referenzlose Bilder?

## Referenzialität

<12>

<sup>11</sup> Hans Blumenberg: Die Genesis der kopernikanischen Welt. Sechster Teil: Die kopernikanische Optik, Frankfurt a. M. 1985, 2. Auflage, 13.

<sup>12</sup> Vgl. dazu auch meine Überlegungen: Der Imperativ der Sichtbarmachung. Zur Bildgeschichte des Unsichtbaren, in: Bildwelten des Wissens. Kunsthistorisches Jahrbuch für Bildkritik (hg. von Horst Bredekamp, Matthias Bruhn, Gabriele Werner), 4 (2006)/2.

<sup>13</sup> Solare Symphonie. Physiker wollen Messdaten der Sonne ertönen, in: Süddeutsche Zeitung, Donnerstag, 11. Mai 2006, 20.

Die Frage nach der Referenz von Bildern, also die Frage, worauf sie verweisen, ob sie auf etwas "Reales" verweisen, wie sich ihr Bezug zur Wirklichkeit darstellt, was sie also zeigen, stellt eine der Kernfragen hinsichtlich des epistemischen Status digitaler Bilder dar.

In den Medien- und Kulturwissenschaften wird – zumeist für populäre Bilder, häufig bezieht man sich auf Werbung, auf Film, auf Fotografie – ein massiver Einschnitt, eine historische Zäsur, die die Digitalisierung nach sich zog, konstatiert. Dabei dominiert die Rede vom Wirklichkeitsverlust, vom Verlust der Referenz und der Indexikalität diesen Diskurs. Schon Baudriillard betonte, alle Referentiale würden liquidiert; es ist die Rede vom Zeitalter der Simulation oder der Virtualität. Exemplifiziert wird dies immer und immer wieder an der analogen Fotografie, die in diesem Kontext zum Inbegriff des Indexikalischen avancierte und der zugesprochen wurde, die *Existenz* des repräsentierten Objektes zu verbürgen. Die Digitalisierung ließ dagegen diese Gewissheit erodieren und verschaffte damit nahezu allen Bildern einen prekären Status, da sie das technische Verfahren ihrer Herstellung nicht mitzeigen. Man sieht den Fotografien in der Regel nicht an, ob sie analog oder digital hergestellt wurden.

<13>

Digitale Bilder untergraben somit traditionelle Vorstellungen hinsichtlich des Bildstatus. Wie Bettina Heintz und Jörg Huber zusammenfassten, wird vor allem in der Kunst- und Medien-debatte darauf verwiesen, dass durch einen Verlust der indexikalischen Anbindung das digitale Bild "spurenlos" werde und "grundlos in seiner Funktion der Zeugenschaft".<sup>14</sup> Friedrich Kittler verband die Rede vom iconic turn an die Existenz errechneter Bilder, die auf Zahlen basieren und die den referentiellen Bezug verloren haben.

Zusammengefasst ist also in medien- und kulturwissenschaftlichen Diskursen vom Verlust des Zeichenstatus die Rede; das Bild verweise nicht mehr auf "Realität", sondern auf andere Bilder oder auf Daten, die selber in hohem Maße artifiziell seien, da sie auf der Grundlage theoretischer Annahmen, von Instrumenten oder mathematischen Modellen gewonnen werden. Wolfgang Ernst konstatierte: "Digitale Bilder sind (keine Tafelbilder mehr, sondern) Modelle von Rechnerprogrammen: (r)eine Theorie."<sup>15</sup> Doch gilt dies auch für Wissenschaftsbilder? Und für alle Wissenschaftsbilder?

<14>

Für Wissenschaftsbilder mit ihrem Anspruch, Aussagen über Wirklichkeit zu machen, stellt die Behauptung eines Referenzverlustes im Grunde genommen einen Skandal dar, da er eine der zentralen Grundlagen der Naturwissenschaften, nämlich Aussagen über die Wirklichkeit zu machen, erodieren ließe. Eines der zentralen und aus Sicht der Naturwissenschaften unhintergehbaren Prinzipien stellt ihr Anspruch dar, nachprüfbar, exakte und objektive Aussagen über die Wirklichkeit zu machen. Prinzipiell haben Wissenschaftsbilder den Anspruch, auf etwas außerhalb von ihnen Liegendes zu verweisen, oder um mit Goodman zu sprechen, etwas zu "denotieren". Wurde die Möglichkeit universeller Aussagen von einer konstruktivistisch orientierten Wissenschaftsforschung bereits früher hinterfragt, so scheint eine digitale Wissenskultur, die mit dem Verlust der Referenz konfrontiert ist, den Wahrheitsanspruch der Naturwissenschaften gänzlich auszuhöhlen. Die These des Verlustes des Indexikalischen, die

<sup>14</sup> Bettina Heintz / Jörg Huber: Der verführerische Blick. Formen und Folgen wissenschaftlicher Visualisierungsstrategien, in: dies. (Hg.): , Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten, 9-40, hier 30.

<sup>15</sup> Wolfgang Ernst: Den A/D-Umbruch aktiv denken – medienarchäologisch, kulturtechnisch, in: Schröter / Böhnke: Analog / Digital (wie Anm. 2), 49-65, hier 60.

These "Bilder werden grundlos in ihrer Zeugenschaft", soll jedoch für naturwissenschaftliche Bilder noch einmal genauer betrachtet und diese Rede vom Referenzverlust des digitalen Bildes differenziert werden. Die grundlegende Frage ist die nach der Geltung der Bilder sowie nach der Differenz zwischen Fiktionalität und Indexikalität.

## "Digitalisierte Bilder"

<15>

Jens Schröter hat gegen die Thesen des Realitätsverlusts eine in einem ersten Schritt heuristisch brauchbare Unterscheidung vorgenommen: nämlich die zwischen abgetasteten, digitalisierten Bildern einerseits und algorithmisch generierten Bildern andererseits.<sup>16</sup>

In den Naturwissenschaften finden wir in der Tat beide Arten von Bildern: als digitalisierte wären solche zu bezeichnen, die auf Daten, Messungen, Signalen beruhen. Wie Cornelius Borck formulierte: "Am Anfang der Bilder, die in der Physik, der Biologie und der Medizin verwendet werden, stehen Impulse, Signale, Energien, Resonanzen, die nicht gesehen, sondern durch Computer gemessen, registriert und 'gefühl't werden".<sup>17</sup>

Jens Schröter nennt insbesondere die CCD-Photographie, die 1974 patentiert wurde und vor allem in der Astronomie eine bedeutende Rolle spielt. "Es handelt sich dabei, um eine gitterförmige Anordnung lichtempfindlicher Elemente, die Licht in elektrische Ladungen umwandelt. (...) Die Ladungswerte, die das CCD liefert, können analog gespeichert werden (...) oder sie können nach Umwandlung durch einen A/D-Wandler digital (...) aufgezeichnet werden."<sup>18</sup>

Diesen "digitalisierten" Bildern ist mithin etwas Reales vorgängig, das visualisiert wird. Entscheidend für die Frage der Referenz ist, dass diese Bilder auf *etwas* verweisen, auf ein reales Phänomen. Damit wird natürlich weder eine Traditionslinie zu einem klassischen Repräsentationsbegriff eröffnet noch einer naiven Vorstellung des Abbildes oder einer unmittelbaren Darstellung Vorschub geleistet. Denn natürlich ist dieses "Reale" hochgradig bearbeitet, zugeichtet, transformiert etc. Diese digitalen Bilder sind das Ergebnis technischer Prozesse, des Einflusses von Bildtraditionen und Konventionen, von theoretischen Annahmen, aber sie basieren auf Daten, Zahlen, Messungen, die den Bildern vorgängig sind; sie sind, so können wir in einem ersten Schritt festhalten, noch indexikalisch.

<16>

Im Hinblick auf die Referenz unterscheiden sich diese digitalisierten Bilder *nicht* von analog hergestellten Bildern des 19. Jahrhunderts, die auf Messreihen beruhen wie die Messungen des Pflanzenwachstums, des Pulses, von Temperaturen etc. Die Bilder visualisieren hier wie dort Daten oder Signale, die gemessen und registriert wurden und bei deren Gestaltung natürlich erhebliche Spielräume bestehen. Die Bilder sind konstruierte, die an Bildtraditionen und -konventionen anknüpfen, um etwas nicht Visuelles in die Sichtbarkeit zu überführen. Darauf wird gleich noch einmal zurückzukommen sein. Hinsichtlich der Frage der Referenz naturwissenschaftlicher Bilder erweist sich jedoch, und das ist hier der entscheidende Punkt, die analog / digital Unterscheidung historisch betrachtet nicht zwangsläufig als eine zentrale Zäsur.

<sup>16</sup> Jens Schröter: Das Ende der Welt. Analoge vs. digitale Bilder – mehr und weniger „Realität“? in: ders. / Böhnke: Analog / Digital (wie Anm. 2), 335-354, hier 337.

<sup>17</sup> Vgl. Cornelius Borck: Die Unhintergebarkeit des Bildschirms: Beobachtungen zur Rolle von Bildtechniken in den präsentierten Wissenschaften, in: Bettina Heintz / Jörg Huber (Hg.): Auge, 383-394.

<sup>18</sup> Schröter: Das Ende der Welt (wie Anm. 16), 343.

## Simulationen

<17>

Jens Schröter unterscheidet nun von diesen digitalisierten Bildern, wie schon angedeutet, eine zweite Kategorie von Bildern, nämlich die algorithmisch generierten Bilder oder die "errechneten Bilder" wie Kittler sie bezeichnet. In den Naturwissenschaften könnte man hierzu wohl vor allem Simulationen zählen. Auch wenn reale Daten im Sinne von Messungen ihre Grundlage bilden mögen, so ist das, was sie zeigen, in der Regel eine errechnete Zukunft, die z.B. auf statistischen Näherungswerten und definierten Parametern beruht. Simulationen der Naturwissenschaften sind theoretische Modellbildungen; sie bewegen sich im Bereich des Zukünftigen und des Immateriellen. Dieter Mersch spitzte die Frage digitaler Bilder zu und konstatierte: "Folglich haben wir es mit Transformationen von Theorien in Programme und von Programmen in Visualisierungen zu tun, an deren Anfang kein Wahrnehmbares oder eine markierbare Spur steht, sondern die Definition einer mathematischen Funktion. (. . .) Dann zeigen fortan die Bilder Dinge, die es nicht gibt."<sup>19</sup>

Die Schlussfolgerung wäre also, dass (zumindest ein Teil der) wissenschaftlichen Visualisierungen keinen indexikalischen Status mehr haben, der einer der grundlegenden Bedingungen für die Glaubwürdigkeit von Wissenschaftsbildern darstellte. Vielmehr erodiert demnach das Indexikalische. Es handelt sich um Visualisierungen von Modellen und Theorien.

<18>

Allerdings scheinen auch hier Differenzierungen hilfreich. Die Spannweite von Simulationen, ihr jeweiliges Verhältnis von Indexikalität und Fiktionalität, erweist sich als komplizierter. Nehmen wir das Beispiel der Archäologie oder der Kunstgeschichte, die Gebäude oder gar ganze Städte simulieren und damit wiedererstehen lassen, obgleich sie zuweilen nur auf einem rudimentären Datengerüst basieren.<sup>20</sup> Diesen Simulationen liegen damit Daten und empirische Kenntnisse, beispielsweise aufgrund von Ausgrabungen, zugrunde, während Lücken des Nichtwissens visuell gefüllt werden. Imagination und Analogieschlüsse, Annahmen und Theorien sind dabei das Material, mit dem die visuellen Lücken gefüllt werden. Weitere und davon verschiedene Kategorien von Simulationen stellen beispielsweise Flugsimulatoren dar, die eine reale Umgebung simulieren und somit die Realität nachzuahmen versuchen. Wiederum eine andere Kategorie bilden die Fraktale in der Mathematik, die tatsächlich die Visualisierung reiner Theorie darstellen.

<19>

Mit den letzten Bemerkungen ist bereits angedeutet, dass die klare Zweiteilung von digitalisierten und errechneten Bildern nicht ausreichend sein kann. Denn die entscheidende Frage ist vielmehr, wie sich das Verhältnis von Indexikalischem, von den Bildern vorgängigen Daten und Fiktionalität darstellt. Auf der einen Seite implizieren Simulationen zwar empirische Daten, doch ist ihr fiktionaler Anteil zum Teil erheblich. Umgekehrt fließen gerade in den von Schröter genannten CCD-Bildern der Astronomie, die Licht in elektrische Ladung umwandeln und damit auf realen Daten basieren, also indexikalisch sind, gleichfalls zu einem nicht unerheblichen

<sup>19</sup> Dieter Mersch: Naturwissenschaftliches Wissen und bildliche Logik, in: Martina Heßler (Hg.): Konstruierte Sichtbarkeiten. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit, München 2006, 405-420, hier 410.

<sup>20</sup> Vgl. z.B. Stefanie Samida: Virtuelle Archäologie – Zwischen Fakten und Fiktionen, in: Katja Bär u. a. (Hg.): Text und Wahrheit, Frankfurt a. M. u. a. 2004, 195-207.



Teil abstrakte, theoretische Modelle der Astronomie ein. In einer populärwissenschaftlichen Astronomie-Zeitschrift wurde dies gewissermaßen implizit thematisiert, indem eine bearbeitete CCD-Aufnahme kommentiert wurde mit: "So könnte es aussehen".

<20>

Die These wäre also, dass die Frage nach der Referenz von digitalen Wissenschaftsbildern hoch kompliziert ist, dass weder die simple Aussage eines Referenzverlustes, des Verlustes des Indexikalischen, noch umgekehrt die Behauptung eines indexikalischen Status tragfähig ist. Eine klare Trennung von indexikalischem und fiktionalem Bild lässt sich nicht so leicht ziehen; auf einer allgemeinen Ebene ist die Frage nach diesem Verhältnis unentscheidbar. Man könnte hier an William J. T. Mitchell anschließen, der konstatierte, Bilder seien großartige Beispiele für das, was Latour als "Faktische" (Fetisch plus Faktum) bezeichnet: hybride Objekte, die auf der Grenze zwischen Wahrheit und Fiktion, Tatsache und Glaube schwanken. Bilder sind sowohl autonom als auch konstruiert, sie sind gefunden und gefertigt, Imitate und Produkte.

## Digitale Bildpraxis

<21>

Während sich also die Frage nach der Referenz digitaler Bilder als komplex erweist und empirisch im Einzelfall konkret zu betrachten ist, herrscht in der Forschungsdiskussion weitgehend Einigkeit, dass sich die Praxis der Bildherstellung durch die Digitalisierung massiv verändert hat. Die enorme Bedeutung der Bildbearbeitung klang im Vorherigen schon an. Bilder sind – natürlich – immer hergestellt, sie sind Gemachtes; auch vor der Digitalisierung wurden sie bearbeitet und konstruiert. Zeichnungen von sichtbaren Phänomenen basieren beispielsweise auf zentralperspektivischen Konstruktionsprinzipien und sind Konstrukte, nicht simple Kopien des Gesehenen.

Gleichwohl hat die Digitalisierung die Praxis der Naturwissenschaften nachhaltig und geradezu radikal verändert hat. Historisch betrachtet waren Wissenschaftler im Herstellungsprozess auf die eigenen Zeichenfähigkeiten oder die von Künstlern und Illustratoren angewiesen. Mit der Einführung der Computergraphik änderte sich dies nachhaltig. Wissenschaftler haben sich gewissermaßen des Künstlers entledigt und sind in der Lage, Bilder selbst zu gestalten.<sup>21</sup> Allerdings waren und sind sie nun auf die Arbeiten der Informatiker angewiesen. Während in den 1960er- und 70er-Jahren die Erstellung von Computergraphiken ohne das nötige Programmierwissen nicht möglich war, machte die Einführung von Software zur Bildbearbeitung den Computer zu einem Standardgerät wissenschaftlicher Bildherstellung. Es handelt sich hierbei um einen typischen Prozess der "Trivialisierung von Technik"<sup>22</sup>, um mit Peter Weingart zu sprechen.

Damit veränderte sich die materielle Basis wissenschaftlichen Arbeitens, neue Werkzeuge der Bildherstellung wurden benutzt. Die Computergraphik stellte also ein neues Instrument dar, um Daten zu visualisieren, sie in die Sichtbarkeit zu überführen und damit ihre Interpretation oft überhaupt erst zu ermöglichen. Visualisierung wurde damit offensichtlich ein wesentlicher

<sup>21</sup> Damit soll nicht gesagt werden, dass Zeichnungen in den Naturwissenschaften keine Rolle spielen. Ihr genauer Status im Forschungsprozess wäre jedoch noch zu bestimmen.

<sup>22</sup> Vgl. Peter Weingart: Differenzierung der Technik oder Entdifferenzierung der Kultur, in: Bernward Joerges (Hg.): Technik im Alltag, Frankfurt a. M., 145-164.

Teil des Erkenntnisprozesses und insofern bedeutet die Digitalisierung der Bildproduktion tatsächlich einen Schritt hin zu einer *visuellen* Wissenschaftskultur.

<22>

Daran knüpfen sich prinzipielle Fragen nach den Grenzen und Potenzialen digitaler Wissen-serzeugung an. So wäre zu fragen, welches Wissen überhaupt in binärer Form erzeugt werden kann. Lenoir und Alt forderten z.B.: "to look at the contribution of information technology itself".<sup>23</sup> Und wie schon Lyotard angesichts der Informatisierung des Wissens bemerkte, bleibt "die Natur des Wissens nicht unbehelligt. Es kann die neuen Kanäle nur dann passieren und einsatzfähig gemacht werden, wenn die Erkenntnis in Informationsquantitäten übersetzt werden kann. Man kann daher die Prognose stellen, dass all das, was vom überkommenen Wissen nicht in dieser Weise übersetzbar ist, vernachlässigt werden wird." Lyotard sah die Gefahr, dass es zu einer Unterordnung unter die "Bedingung der Übersetzbarkeit etwaiger Ergebnisse in die Maschinensprache"<sup>24</sup> komme.

Welche Phänomene fallen dann aber durch das Raster der Berechenbarkeit? Welches Nichtwissen wird hier systematisch erzeugt? Hier ginge es nicht um die Frage der Praxis, sondern der theoretischen Bestimmung von digital und analog und die Frage, was digitales Denken heißt. Denken wir digital und lässt sich die Natur digital beschreiben?

<23>

Gleichermaßen stellt sich die Frage nach dem Spezifischen visueller Erkenntnis. Bedarf es dazu einerseits bildtheoretischer Kenntnisse und des Wissens und der Reflexion darüber, wie Bilder Sinn erzeugen, so gilt es andererseits die Bildpraxis zu betrachten, die sich aufgrund der Digitalisierung nachhaltig veränderte. Digitale Bilder werden im Erkenntnisprozess permanent verändert, gefiltert, geglättet, bereinigt: "Was gesehen wird, ist also nicht von vornherein gegeben, sondern eine Entscheidung des Wissenschaftlers, der in das Graphikprogramm eingreift und die Form der Darstellungen (Kontraste, Farbgebung, Auflösungsgrad, Perspektive, Projektionsgeometrie usw.) so lange manipuliert, bis sich vor seinen Augen ein Muster entfaltet, das seinen Erwartungen und den allgemeinen Darstellungskonventionen entspricht."<sup>25</sup>

Natürlich gilt letzteres gleichermaßen für nicht-digitale Bilder, beispielsweise für Zeichnungen, auch diese werden so lange bearbeitet, bis eine oder die "richtige" Erkenntnis zu sehen ist. Allerdings veränderte die Produktion digitaler Bilder die Praxis und den Erkenntnisprozess vor allem aufgrund der doppelten Unsichtbarkeit von Bildern erheblich.

Die Bildproduktionen gerieten aufgrund der Visualisierung von Messdaten, die Unsichtbares sichtbar machen, in eine gestalterische Freiheit; es gibt kein vorgezeichnetes Aussehen von dem menschlichen Auge nicht sichtbaren Phänomenen, genauso wenig wie die Daten und Algorithmen eine Form oder Gestalt haben.

<24>

Zudem sind digitale Bilder stets veränderbar, ohne dass dies Spuren hinterlässt; im Forschungsprozess werden sie permanent überschrieben und transformiert. Ihre Flüchtigkeit, ihre Prozesshaftigkeit sind ihre zentralen Merkmale im Hinblick auf die Bildbearbeitung – während häufig

<sup>23</sup> Timothy Lenoir / Casey Alt: Flow, Process, Fold: Intersections in Bioinformatics and Contemporary Architecture, in: Antoine Picon / Alessandra Ponte (Hg.): Science, Metaphor, and Architecture, Princeton. (hier zitiert nach: [http://www.stanford.edu/dept/HPST/TimLenoir/Publications/Lenoir\\_FlowProcessFold.pdf](http://www.stanford.edu/dept/HPST/TimLenoir/Publications/Lenoir_FlowProcessFold.pdf), 2).

<sup>24</sup> Jean-Francois Lyotard: Das postmoderne Wissen, Wien 1994, 3. Auflage, 23.

<sup>25</sup> Heintz / Huber: Blick (wie Anm. 14), 23.

nur das "fertige" Bild gezeigt wird. Das heißt, dass *Interpretation und Herstellung ein gleichzeitiges Phänomen* geworden ist. Im Gegensatz zu analogen Aufschreibesystemen erlauben es die digitalen Bildtechniken, interaktiv in den Prozess der Bildgenerierung einzugreifen<sup>26</sup>. Die Entwürfe sind schnell zu variieren. Mithin ist der Aufwand der Bildbearbeitung nicht nur rapide gesunken, sondern diese ästhetische Praxis ist in neuer Weise konstitutiv für die Erkenntnisgewinnung. Jedes Pixel steht zur Disposition, kann bearbeitet werden, ohne dass die Betrachter der Bilder davon wissen können.

## Fälschung

<25>

Bei digitalen Bildern, bei denen Herstellung und Interpretation eins geworden sind, bei denen die Erkenntnisgewinnung in einem steten Prozess der Überschreibung und Transformation der Bilder geschieht, scheint der Begriff der Manipulation antiquiert und einer Zeit entstammend, in der man glaubte, die Fotografie als passives Aufzeichnungsinstrument verbürge die naturgetreue und objektive Abbildung, ohne jeglichen menschlichen Eingriff. Wenn man "Manipulation" nun als konstitutiven Teil des Erkenntnisprozesses begreift, heißt das freilich nicht, dass der Unterschied zwischen Bearbeitung und Fälschung hinfällig ist, dass der Anspruch einer Grenze zwischen Wissenschaftsbildern und Fiktion völlig verwischt und eingerissen sei. Vielmehr sind gerade Naturwissenschaften essentiell darauf angewiesen, diese Grenze aufrecht zu erhalten. Die nachprüfbare Referenz der Bilder bildet dabei oft den unhintergehbaren Anspruch und Testfall.

<26>

Ein prominentes Beispiel für Bildfälschungen in jüngster Zeit sind die Fälschungen des koreanischen Stammzellenforschers Hwang, die weltweit Aufsehen erregten, denn Hwang hatte behauptet, es sei ihm gelungen, embryonale Zelllinien zu klonen. Seine Zelllinien stellten sich allerdings als Fälschung heraus. Ihm wurde vorgeworfen, er habe die Daten geschönt und gefälscht. Es wurde der Vorwurf erhoben, die Zelllinien seien frei erfunden. Hwang hatte nicht nur die Daten, sondern auch die Fotos gefälscht. Den Fotos selbst konnte man die Fälschung allerdings nicht ansehen, weshalb der Chefredakteur von Science überlegte, ob ein Programm, das Bildfälschungen erkennt, weiter geholfen hätte. Denn so hätte man eventuell übereinstimmende Bildteile entdecken können. Sicher ist er sich allerdings nicht.<sup>27</sup>

<27>

Bilder für sich allein liefern ohnehin in der Regel keinen Hinweis auf ihre Fälschungen. Man kann dem Bild der Mondlandung nicht ansehen, ob die Astronauten tatsächlich auf dem Mond waren; und man kann den Fotos von Stammzelllinien nicht ansehen, ob es verschiedene Stammzellen mit einer identischen DNA sind oder ob es sich einfach um das identische Foto handelt, das bearbeitet wurde. Dies gilt für alle Bilder, nicht nur für digitale.

Bildfälschungen, seien es Fotografien, Zeichnungen oder Kurven, lassen sich in der Geschichte der Wissenschaft immer wieder finden. Der Vorwurf der Fälschung bezieht sich dabei in der Regel auf eine bewusste und intentionale Täuschungsabsicht, also auf Fälle, in denen Beweise

<sup>26</sup> Ebd., S. 22.

<sup>27</sup> "Es ist eine menschliche Tragödie", in: Süddeutsche Zeitung, Dienstag, 21. Februar 2006, 20.

eindeutig und überzeugend gemacht werden, auch wenn die zugrunde liegenden Daten diese Eindeutigkeit nicht hergeben. Die historisch debattierten Fälle zeigen aber auch, dass neben den offensichtlichen Fälschungen, in denen Daten erfunden oder verändert werden, die Grenze zwischen Interpretation und Fälschung nicht immer so eindeutig zu ziehen ist.

<28>

Ein prominentes Beispiel eines Fälschungsvorwurfs stellen Ernst Haeckels Abbildungen von Embryonenstadien von Huhn, Schildkröte und Hund dar, die er in der ersten Auflage 1868 seiner "Natürlichen Schöpfungsgeschichte" abdruckte.<sup>28</sup> Diese Abbildungen sollten zeigen, dass bei ganz verschiedenen Tieren die frühen Entwicklungsstadien identisch seien. Haeckel illustrierte diese These mit drei schematischen Bildern, in denen die unterschiedlichen Embryonen identisch auftraten. Wie Olaf Breidbach ausführte, wurde Haeckel nun kritisiert, die Abbildungen zu stark vereinfacht und zudem aneinander angeglich zu haben. Die Kritiker sahen in dieser schematischen, vereinfachenden Illustration eine Verfälschung der Daten. Katastrophal für Haeckel war allerdings, dass der Embryologe Wilhelm His bemerkte, dass Haeckel für alle Abbildungen die gleiche Druckplatte benutzt hatte, d.h. dass es sich jeweils um dieselbe Zeichnung handelte. Dies war daran zu erkennen, dass die Druckplatte einen Fehler hatte, der identisch auf allen drei Abbildungen zu sehen war. Wie Breidbach ausführte, verweist die Debatte um Haeckels Abbildungen, die bis heute fortgeführt wird, auf die Funktion dieser Bilder, die zwischen Schema, und damit einem Anspruch auf universelle Aussagen einerseits, und der Darstellung des einzelnen andererseits standen. Mögen für Haeckel die Abbildungen eine Veranschaulichung seiner These gewesen sein, so stellten sie für die Kritiker eine Verfälschung der individuellen Daten dar.

<29>

Das Problem der Bildfälschung erweist sich also als ein die Wissenschaft seit jeher begleitendes Problem, doch erleichtern digitale Bilder mit ihrer leichten Überschreibbarkeit, ihrer Veränderbarkeit, die keinerlei materielle Spuren im Bild hinterlässt, den Fälschungsprozess erheblich. Derzeit werden Programme entwickelt, mit denen nachbearbeitete Bilder zu erkennen sein sollen – ganz im Sinne des Science Chefredakteurs. Verschiedene Forschergruppen arbeiten daran, digitalen Bildern ein Wasserzeichen einzuschreiben, Suchalgorithmen sollen entwickelt werden usw. Inwieweit das Problem damit in den Griff zu bekommen ist, bleibt offen. Das Thema der Bildfälschungen digitaler Bilder in den Wissenschaften stellt jedenfalls ein Feld dar, dem sich die Wissenschaftsforschung zuwenden sollte.

## Autorin

Prof. Dr. Martina Heßler  
Hochschule für Gestaltung  
Schloßstr. 31  
63065 Offenbach  
[hessler@hfg-offenbach.de](mailto:hessler@hfg-offenbach.de)

<sup>28</sup> Zum Folgenden vgl. Olaf Breidbach: Bilder des Wissens. Zur Kulturgeschichte der wissenschaftlichen Wahrnehmung. München 2005, 121ff.