

Ingeborg Reichle M. A.

Humboldt-Universität
zu Berlin

Kunst und Biomasse: Zur Verschränkung von Biotechnologie und Medienkunst in den 90er Jahren

Schlagwörter

Medienkunst, Transgenic Art,
Transgene Kunst, Eduardo Kac, Joe
Davis, deus artifex

Hinweise zur Veröffentlichung

Der vorliegende Aufsatz erschien
unter dem gleichnamigen Titel
erstmalig in der Fachpublikation
Kritische Berichte, Heft 1/2001, S. 23-33.

Zusammenfassung: Das Verhältnis von Kunst und Naturwissenschaften war seit jeher vielfältig und komplex. Seit dem Einzug laborwissenschaftlicher Methoden in die Kunst wird dieses Verhältnis zudem überaus prekär. Künstler der *Transgenic Art* wie Eduardo Kac und Joe Davis projektieren die Fortschreibung der Evolution durch die Kunst und lösen mit ihren imaginierten Grenzüberschreitungen ein gewisses Unbehagen aus, da diese zu einer Verwirrung der traditionellen ontologischen Ordnung führen könnten.

Autorin

Ingeborg Reichle M. A.
Humboldt Universität zu Berlin
Kunstgeschichtliches Seminar

tel: ++49.(030) 2093-4301
fax: ++49.(030) 2093-4209
mail: ingeborg.reichle
@culture.hu-berlin.de
internet: www.arthistory.hu-
berlin.de/mitarbeiter/
reichle.html

Anschrift für Korrespondenz

Humboldt Universität zu Berlin
Kunstgeschichtliches Seminar
Sitz: Dorotheenstr. 28
Unter den Linden 6
D-10099 Berlin

Biologie und Bildform

Zu Beginn des neuen Jahrhunderts ergreift das Pathos des Aufbruchs vor allem die Biologie, die sich zur Leitwissenschaft der Zivilisation aufzuschwingen beginnt und sich anstellt, die seit Newton führende Wissenschaft Physik abzulösen. Die neuen Gen- und Biotechnologien gelten als Anwärter auf die Schlüsseltechnologien kommender Dekaden, besonders jene, die den genetischen Code des Lebens entschlüsseln.¹ „Wir haben immer gedacht, unser Schicksal steht in den Sternen. Jetzt wissen wir, dass es größtenteils in unseren Genen liegt“, verkündet James D. Watson, erster Direktor des Human Genome Project, eines von der amerikanischen Regierung unterstützten Milliardenprogramms, mit dem Ziel der völligen Entschlüsselung der menschlichen DNA. Watson war in den frühen fünfziger Jahren zusammen mit Francis Crick maßgeblich an der Entdeckung des Bauplans der DNA beteiligt und ist heute der Leiter eines der bedeutendsten Genforschungszentren der USA, dem Laboratory of Quantitative Biology in Cold Spring Harbor auf Long Island, New York.

Anfang April des vergangenen Jahres hatte der amerikanische Genforscher und Präsident der Firma Celera Genomics J. Craig Venter vor dem Energieausschuss des amerikanischen Kongresses die weitgehende Entzifferung des ersten menschlichen Genoms bekannt gegeben. Somit hatte ein relativ kleines privates Unternehmen fast im Alleingang und zudem schneller als die öffentlichen Forschungsinstitutionen das begehrte Ergebnis erzielt.² Die Nachricht der fast völligen Entschlüsselung der

menschlichen DNA war der Auslöser zahlreicher Diskussionen zum internationalen Patentrecht, ethischen Konzepten in den Biowissenschaften und letztlich der Zukunft des Menschen überhaupt.³ Weit prekärer als der Wettlauf um die Entschlüsselung des menschlichen Genoms ist jedoch die Tatsache, dass heute die klassische Trennung von Wissenschaft und Industrie im Bereich der Biowissenschaften obsolet zu werden scheint und die Folgen dieser Implosion noch in keiner Weise abzuschätzen sind.

Schon in den zwanziger Jahren versuchte der amerikanische Biologe und Eugeniker Charles B. Davenport in Cold Spring Harbor, die im Jahre 1900 wieder entdeckten Mendelschen Vererbungsgesetze⁴ in zahlreichen menschlichen Verhaltenskategorien nachzuweisen. Eugeniker wie Davenport sprachen sich für Eingriffe in die menschliche Erbsubstanz aus, um die Quantität der sozial positiven Gene in der Bevölkerung zu erhöhen und die als minderwertig angesehenen zu verringern. Die Boten dieser biologischen Revolution verheißten damals wie heute nichts weniger, als eine zweite Schöpfungsgeschichte in Gang zu setzen - diesmal eine künstlich geschaffene bioindustrielle Natur, die das ursprüngliche Konzept der Evolution ersetzen soll.⁵ Seit den fünfziger Jahren wurde das Zukunftspotenzial zunächst der Molekularbiologie und dann der Gentechnologie unter Zuhilfenahme der Revolutionsmetapher beschrieben.⁶ Anfang der achtziger Jahre feierte man den jüngsten Zweig der Genetik, die Bioinformatik als Ausdruck eines tief greifenden Umbruchs und einer historischen Zäsur. Das Verschmelzen der rasanten Entwicklung der Informations- und Computertechnologie mit den Biowissenschaften führte zu einer enormen Beschleunigung der Forschung und zum Einsatz avancierter digitaler Bildtechnologien zur Repräsentation neuer wissenschaftlicher Modelle mit einer ihr eigenen Ästhetik. Die Vorgänge so abstrakter Technologien, deren Prozesse sich unsichtbar in Mikrostrukturen vollziehen, sind nur modellhaft in Form von genetischen Karten darstellbar und auf Visualisierung angewiesen.⁷

Als James D. Watson und Francis Crick im Jahre 1953 ihren zukunftsweisenden Artikel zur Beschreibung ihres Modells der Struktur der DNA in Form einer Doppelhelix veröffentlichten⁸, formulierte im gleichen Jahr der Philosoph Stephen Toulmin die Entdeckung neuer Methoden der Repräsentation als das Zentrum aller großen Entdeckungen in den Naturwissenschaften.⁹ Die Genesis der Visualisierung der DNA macht deutlich, dass ästhetische Vorstellungen nicht nur bei der Beschreibung der Struktur eine bedeutende Rolle spielten, sondern dass jene ästhetische Präfiguration ihre Entdecker gleichermaßen determinierte.¹⁰ Die Wahl der Kriterien zur Beschreibung der analytischen Lösung eines Problems bedient sich auch in den Naturwis-

senschaftlichen Konzepten von Schönheit, Harmonie, Einfachheit, Symmetrie oder Konsistenz. Und selbst die Art und Weise, wie ein Ergebnis erzielt wird, ist immer auch eine Wahl innerhalb ästhetischer Vorstellungen, ein Vorgehen, das von künstlerischer Praxis nicht signifikant abweicht.¹¹

Annäherungen

Lange vor der Entdeckung der DNA und noch vor Charles Darwins Formulierung der Evolutionstheorie¹² haben Künstler die oftmals postulierte Trennung von Kunst und Naturwissenschaft schon aus dem Grund negiert, da sich Naturwissenschaftler von ästhetischen Aspekten in ihrer Forschung leiten ließen.¹³ Darwins Publikationen von 1859, *On the Origin of Species*¹⁴ und von 1871, *The Descent of Man*, basieren auch auf fotografischen Strategien, die gezielt eingesetzt wurden, und damit lag es in der Natur der Sache, dass auch künstlerische Antworten und Reflexionen hervorgerufen wurden. Der Biologe Ernst Haeckel verbreitete beispielsweise Darwins Theorien zwischen 1899 und 1904 erfolgreich durch die Publikation von Lithographien der *Radiolaria*, einem einzelligen Meereslebewesen.¹⁵ Paul Klee etwa ließ sich in einigen seiner geschaffenen Arbeiten von der Evolutionstheorie anleiten¹⁶, und die Arbeit von D´Arcy Thompson *On Growth and Form*¹⁷ von 1917 weckte das Interesse von Künstlern des Abstrakten Expressionismus.¹⁸

Ein erstes Echo zwischen Kunst und Gentechnik stellen die Arbeiten des Fotografen Edward Steichen dar. Von 1920 an bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkrieges hybridisierte er Pflanzen, wie Delphinium-, Cleome-, und Nicotiana-Arten, sowie Mohn- und Sonnenblumen in seinem Landhaus in Connecticut, getrieben von der Vorstellung, daß lebende Organismen Kunst sein könnten.¹⁹ Im Jahre 1936 veranstaltete das Museum of Modern Art in New York eine Ausstellung zu Steichens hybriden Delphiniumzüchtungen, die einzige Zuchtpflanzenausstellung, die dieses renommierte Museum je veranstalten sollte.

Kunst und Eugenik

Mit der ideologischen Instrumentalisierung von Genetik und Biologie unter den Nationalsozialisten brach die Thematisierung der Genetik in der Kunst jedoch zunächst ab.²⁰ In ihrer modernen Form beginnt die Eugenik mit Francis Galton, einem Cousin von Charles Darwin. Galton schlug am Ende des 19. Jahrhunderts vor, die menschliche Spezies nach Art der Tier- und Pflanzenzucht zu verbessern, um auf diese Weise die soziale Degeneration der Menschen aufzuhalten. So for-

derte er „durch wohlausgewählte Ehen während einiger aufeinanderfolgenden Generationen eine hochbegabte Menschenrasse hervorzubringen“. ²¹ Die Mehrzahl der Genetiker jener Zeit stand Galtons Eugenik wohlwollend gegenüber, darunter auch der bedeutende deutsche Humangenetiker Eugen Fischer, Professor für Anthropologie an der Berliner Universität. In seinem Handbuch *Menschliche Erblchkeitslehre und Rassenhygiene* ²² von 1921 begrüßte er eine biologische Bevölkerungspolitik und das Eingreifen der Machthaber in das Leben der Nation, um „minderwertige“ Wesen zu vernichten. ²³ Von Fischer führte der Weg zu seinem Nachfolger als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Anthropologie in Berlin, Ottmar Freiherr von Verschuer und zu dessen Assistenten Joseph Mengele. ²⁴

Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde die Genetik immer wieder zum politischen Instrument der Hoffnung auf den „Neuen Menschen“ ²⁵, sei es dass sie unterdrückt oder aber propagiert wurde. So hatte Ende der zwanziger Jahre die Ächtung der Genetik in der Sowjetunion begonnen. Kommunistische Neo-Lamarckisten behaupteten im Namen der Dialektik die Erblchkeit erworbener Eigenschaften und daher die Genetik mit den Prinzipien sowohl des Marxismus sowie auch des dialektischen Materialismus als unvereinbar. ²⁶ Erst Anfang der sechziger Jahre wurde die Genforschung rehabilitiert und ihre prinzipiellen Gegner ihres Amtes enthoben. Dennoch arbeiteten auch einige Künstler vor der Rehabilitierung der Genetik in der Sowjetunion zu diesem Thema. ²⁷ Die Eugenikprogramme der Nationalsozialisten stellten nach dem Zweiten Weltkrieg lange eine unüberschreitbare Barriere zwischen Kunst und Genetik dar. ²⁸

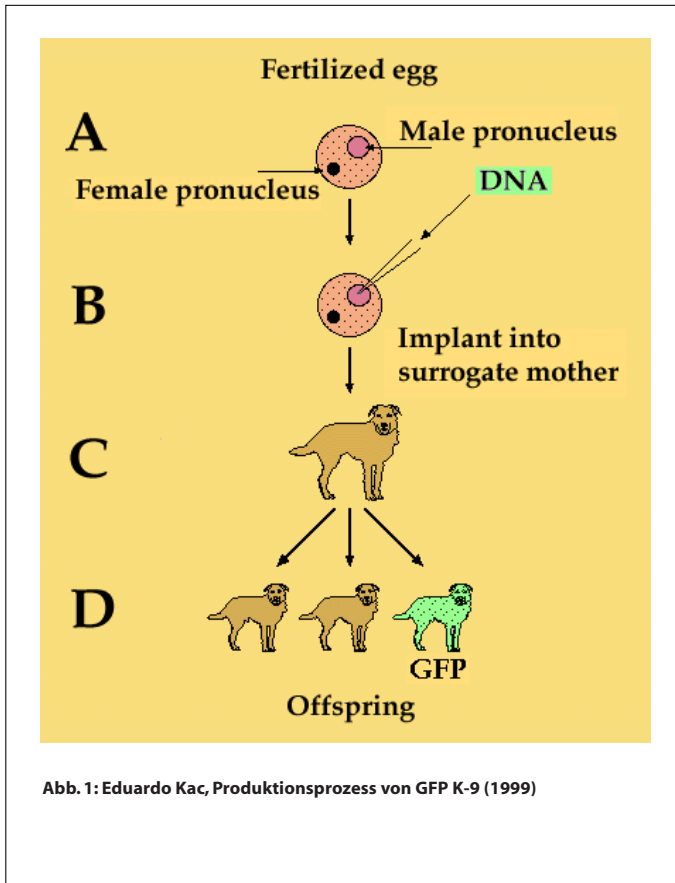
Es gehört zu den überraschendsten Vorgängen der Kunst des 20. Jahrhunderts, dass mit der Land Art und der ökologischen Kunst Pflanzen und andere lebende Organismen zurück in die Kunst fanden. Seit den siebziger Jahren nahmen Künstler die Darstellungen von DNA oder andere genetische Elemente in ihre Arbeit auf, mit unterschiedlichen Ansätzen und zunächst durchaus traditionellen Medien.

Transgene Kunst

Vor mehr als einer Dekade sah Vilém Flusser die Konturen der heutigen Entwicklung in den Gen- und Biotechnologien voraus und prophezeite, dass diese selbst Werkzeug des künstlerischen Schaffensprozesses werden würden und Künstler eines Tages Weizen mit Sehvermögen, photosynthetische Pferde und eine „gewaltige Farbsymphonie [...]“, in der die Farbe jedes lebenden Organismus die Farbe jedes anderen komplementieren wird,“ hervorbringen könnten und die neuen Künstler das „Fundament für geistige Prozesse [le-

gen], die es bisher noch nicht gegeben hat.“ ²⁹ Ein Jahr zuvor hatte der Künstler Peter Gerwin Hoffmann in Graz seine Installation *Mikroben bei Kandinsky* erstmals ausgestellt. Mikroben bei Kandinsky bestand aus Kulturen von Bakterien, die der Künstler einem Bild von Kandinsky abgenommen hatte. Hoffmann erklärte mit diesem Vorgehen die Dichotomie von Kunst und Natur als aufgehoben. ³⁰ Den Versuch, die DNA als Träger nicht-biologischer Information einzusetzen, thematisierte der Künstler Joe Davis einige Jahre zuvor in seinem Projekt *Microvenus*. ³¹ Hier hatte der Künstler mittels Gentechnik ein bestimmtes Molekül in Zusammenarbeit mit Geningenieuren generiert und einem Organismus eingesetzt, dem lebenden Bakterienstamm *E.coli*. *Microvenus* ist somit ein mittels Gentechnik generierter Organismus. Davis hatte als Ausgangspunkt seiner Arbeit ein altes germanisches Symbol für das Leben und die weibliche Erde gewählt. Dieses graphische Zeichen wurde mittels eines speziellen Konvertierungsprogramms in die Sequenz eines DNA-Basenpaares überführt. Ist diese DNA erst einmal in einen Bakterienstamm implantiert, kann diese über einen sehr langen Zeitraum hinweg unverändert existieren, da sie sich selbst unter extremen Bedingungen, wie sie im Weltraum herrschen, unendlich oft repliziert. Aufgrund dieser Möglichkeiten der Informationsspeicherung über einen langen Zeitraum hinweg, projiziert Davis die DNA von *Microvenus* als interstellares Kommunikationsmedium.

Der brasilianische Medienkünstler und Theoretiker Eduardo Kac ³² bewegt sich an eben jener von Flusser formulierten Schnittstelle von Kunst und Gentechnologie mit seinen aktuellen Projekten *GFP Bunny* (2000), *GFP K-9* (1998) und *Genesis* (1998/99) und stellt transgene Kunst als neue Kunstform zur Debatte. In seinen bisherigen Arbeiten befaßte sich Kac vornehmlich mit Telekommunikation und Telepräsenz. Hier kehrte Kac zentral die Frage nach Wahrnehmung von Realität und die Vermittlung von Anwesenheit hervor. Folgerichtig erscheint schon in seinen frühen Telerobotik-Projekten der menschliche Körper und dessen sensorisches Potential als Dispositiv und Austragungsort jenes drastischen Wandels, den die neuen Telekommunikationstechnologien in den letzten Jahren herbeigeführt haben. Das Projekt *GFP K-9* zur Schaffung eines transgenen Hundes formulierte Kac zum ersten Mal vor zwei Jahren in der Zeitschrift *Leonardo* ³³ und stellte dies 1999 auf der *Inven?ao* in Sao Paulo und auf der *Ars Electronica* in Linz einem breiten Publikum vor. Das Projekt *Genesis* entstand in Zusammenarbeit mit der *Ars Electronica* und dem O.K. Centrum für Gegenwartskunst in Linz und wurde dort, sowie im Internet im September 1999 gezeigt. Im Mittelpunkt dieser Arbeiten steht die Beziehung zwischen Kunst und einem zentralen wissenschaftlichen Paradigma, dem



genetischen Code, sowie die Reflexion über Techniken der Molekularbiologie und der Bioinformatik³⁴, die einen direkten Zugang zum Träger der Erbsubstanz ermöglichen. Der wesentliche Schritt, der hier vollzogen wird, ist der Übergang von der Repräsentation und Simulation von Leben, hin zu Schöpfung und Formung des Lebens selbst. Kac projiziert die Kreation transgener Tiere und deren häusliche und soziale Integration, um auf diese Weise die kulturellen Auswirkungen einer Technologie in das gesellschaftliche Bewusstsein zu überführen, die sich einem visuellen Zugriff entzieht.³⁵ Durch gentechnologische Verfahren werden synthetische Gene in einen Organismus eingesetzt oder natürliches Genmaterial von einer Art in eine andere verpflanzt.³⁶ Auf diese Weise werden einzigartige Lebewesen geschaffen und Verfahren einer Technologie benannt und deren mögliche Folgen visualisiert, die dem menschlichen Auge verborgen bleiben. GFP K-9 steht für die Zukunftsvision einer rekombinanten DNA eines Hundes und eines Proteins, dem Green Fluorescent Protein, das aus einer Qualle des Nordwestpazifiks (*Aequorea Victoria*) isoliert wird und grelles grünes Licht emittiert, sobald es ultraviolettem Licht ausgesetzt ist.

Kac projiziert durch einen gezielten Eingriff in die DNA des Tieres nicht nur die Veränderung der morphologi-

schen Aspekte des Phänotyps, sondern dessen Genotyps, jene ererben und zur weiteren Vererbung vorgesehenen Grundlagen. Fast zeitgleich mit Kacs leuchtendem Hund entstand die Zukunftsvision eines digital simulierten Hundes auf Siliziumbasis. AIBO, ein Produkt der Firma Sony, ist ein hochkomplexer Roboter mit „intelligentem“ und autonomem Verhalten und wurde bisher 15.000 mal verkauft.³⁷

Der Hund als Vertrauter des Menschen wird in Eduardo Kacs Projekt zu einem molekularen Hund, zu einer Art abstrakter Kreatur, konstruiert entsprechend den geltenden Theorien der Geningenieure und in dem selben Maße veränderlich, wie diese Theorien modifiziert werden. Zu Beginn des Jahrhunderts ist der biologische Hund kolloidal, besteht aus einer Ansammlung von unterschiedlichen Zelltypen, aus Muskel-, Nerven-, Drüsenzellen usw., die alle aus der Teilung ein und der selben Anfangszelle hervorgegangen sind, dem befruchteten Ei. In der Mitte des 20. Jahrhunderts wird der biologische Hund molekular. Zunächst arbeiten Biochemiker und Genetiker an einfachen Organismen, wie Bakterien und Viren, später an komplexeren, wie der Fliege und sogar an Säugetieren wie der Maus. Die biologischen Prozesse des molekularen Hundes scheinen linearen Transformationsprozessen zu entsprechen, die in aufeinanderfolgenden Etappen verlaufen. Anfang der siebziger Jahre ermöglicht die Gentechnologie einen experimentellen Zugriff auf höhere Organismen. Die Vorstellung, dass die Komplexität der lebenden Welt sich in lineare Moleküle und Reaktionsketten zerlegen lässt, bekommt Risse. Deutlich wird der Bruch der Kontinuität der Gene und das Vorhandensein von zwanzig oder dreißig Genfamilien mit sehr verwandten Strukturen in ein und demselben Organismus. Die Erkenntnis eines sehr starken Beharrungsvermögens der Strukturen und Funktionen zahlreicher Gene, die durch die Evolution erhalten bleiben und zudem in verschiedenen Organismen nahezu identisch zu finden sind, sind kaum mit der Vorstellung vereinbar, die man bisher von der Struktur und Funktionsweise des molekularen Hundes hatte. Aus dieser Perspektive ist die Struktur der lebenden Welt nicht mehr linear und kontinuierlich, sondern nicht-linear und diskontinuierlich. Die Vorstellung, einem Organismus Gene zu entnehmen, um sie einem anderen wieder einzusetzen, beschreibt Kac als harmlos und wenig anstößig, da das Green Fluorescent Protein artenunabhängig ist und keine zusätzlichen Proteine oder Stoffe für die Emission von grünem Licht benötigt. Mit dem Begriff der rekombinanten DNA und dem damit verbundenen Gedanken an zwei wider die Natur vereinigte Wesen, verbindet der Biokünstler weder etwas Monströses noch Übernatürliches.

In der zukünftigen Schaffung biolumineszenter Lebewesen vermutet Kac eine tiefgreifende Veränderung zwischen

ner Wunsch, den erschaffenen Bildwerken Leben einzuhauchen, als auch der Versuch, künstliches Leben zu erschaffen, ist ein alter Künstlertraum und reicht zurück bis in die Antike. Der Kunsttheoretiker Jack Burnham sah bereits 1968 den Künstlertraum eines Pygmalions durch computer-generierte Bildwelten erfüllt: „As the Cybernetic Art of this generation grows more intelligent and sensitive, the Greek obsession with „living“ sculpture will take on an undreamt reality.“⁴⁴ Es ist zudem aber auch die Vorstellung eines Übertreffens von Natur, der Ausgleich ihrer Mängel durch das Zusammenfinden der Schönheit einzelner Teile zu einem schönen Körper durch eine kombinatorische Kunst. Im 15. Jahrhundert charakterisiert Leone Battista Alberti das Schaffen des Künstlers als das eines „zweiten Gottes“, welches dem Gleichnis des „Deus artifex“ entspricht, im Sinne einer künstlerisch tätigen oder den Künstler unterstützenden Gottheit, sowie das seit der Renaissance immer wiederkehrende Gleichnis vom Künstler - der seine Werke göttergleich schafft.⁴⁵ Diese Tradition lebt ungebrochen in computergenerierten Bildwelten fort⁴⁶, und wenn durch den Einsatz genetischer Algorithmen⁴⁷ Bildwelten des Computers der Anschein von Belebung zugesprochen wird, so scheint diese Charakterisierung für transgene Kunst um so mehr zu gelten. Wenn in der bildlichen Simulation von Lebensprozessen einzig die Logik des Bios aus der Biologie extrahiert wird, indem die Prinzipien organischer Systeme destilliert und in technologische Systeme wie den Computer überführt werden - und so mithin die Logik des Lebens von der Materie getrennt wird, dann schwingt mit transgener Kunst das Pendel zurück und transformiert nunmehr Materie, zu Biomasse, selbst. Der uralte Traum, „das Leben selbst“ zu schöpfen, der über die Jahrhunderte eine schier unendliche Verkettung von Simulationsanstrengungen hervorbrachte, wird zumindest in der Einflussnahme auf eben dieses Fakt. Doch erst wenn die neuen LifeSciences davon überzeugen können, dass der Blick auf die Zelle von ebenso so großer Schönheit ist, wie der Blick zu den Sternen, wird deren volle Integration in das Leben stattfinden und sich als Folge Darwins Ideen nicht mehr nur auf die biologische Evolution beschränken, sondern auf die kulturelle Evolution übergreifen.

Anmerkungen

- 1 Gerfried Stocker, Christine Schöpf: *Ars Electronica 99*. LifeScience. In: dies. (Hrsg.): *Ars Electronica 99. LifeScience*. Wien, New York 1999, S. 17.
- 2 In dem us-amerikanischen Unternehmen Celera Genomics in Rockville/Maryland wurden 300 der modernsten Automaten eingesetzt, die in der Lage sind, rund zwei Milliarden Bausteine des menschlichen Erbgutes- zwei Drittel des gesamten Bestandes einer Zelle - in einem Monat sequenzieren. Die von Venter entwickelte „shotgun“-Sequenzierungstechnik, hatte die Entzifferung des menschlichen Genoms stark beschleunigt.
- 3 Der in der Aprilausgabe 2000 der Zeitschrift *Wired* publizierte Artikel „Why the future doesn't need us“ von Billy Joy, einem der führenden Köpfe der Firma Microsoft Systems und Erfinder der Programmiersprache Java, sorgte seit dessen Erscheinen für eine anhaltende Diskussion zu den Folgen von Gentechnologie, Robotik und Nanotechnologie.
- 4 Im Jahre 1865 erschien die erste Abhandlung des tschechischen Mönches Gregor Mendel zur Vererbung von Pflanzen. Einige Jahrzehnte später, 1910, konnte der amerikanische Embryologe Thomas Hunt Morgan an der Columbia-University in New York die Haupteigenschaften der Vererbung aufklären und die „Gesetze“ der Genetik formulieren. Mit dem Nachweis der linearen Anordnung der Gene auf den Chromosomen begründete Morgan die Genetik, die eine Neuinterpretation der Mendelschen Vererbungsgesetze in den Begriffen der Chromosomentheorie darstellte.
- 5 Vgl. Jeremy Rifkin: *Das Biotechnische Zeitalter. Die Geschäfte mit der Genetik*. München 1998.
- 6 Vgl. Herbert Gottweis: *Governing Molecules: The Discursive Politics of Genetic Engineering in Europe and the United States*. Cambridge Mass. 1998, S. 153-163.
- 7 Insbesondere verweist die Biologin Donna Haraway auf die Praxis der kulturellen Produktion der DNA-Struktur und deren Visualisierung in einem spezifisch wissenschaftlich-kulturellen Kontext, vgl. Donna Haraway: *Deanimation: Maps and Portraits of Life itself*. In: Caroline A. Jones, Peter Galison (Hrsg.): *Picturing Science - Producing Art*. New York 1998, S. 181-207.
- 8 James D. Watson, Francis Crick: *The Structure of DNA*. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biologie 18, 1953, S. 29-128.
- 9 Stephen Toulmin: *The Philosophy of Science*. London 1953, S. 34.
- 10 Vgl. Robert Root-Bernstein: *Do We Have the Structure of DNA Right? Aesthetic Assumptions, Visual Conventions, and Unsolved Problems*. In: *Art Journal*, Contemporary Art and the Genetic Code, 55, Nr. 1, Frühjahr 1996, S. 47.
- 11 Vgl. Judith Wechsler (Hrsg.): *On Aesthetics in Science*. Cambridge 1978, Deane W. Curtin (Hrsg.): *The Aesthetic Dimension of Science*. New York 1982, Robert Root-Bernstein: *Visual Thinking: The Art of Imagining Reality*. In: *Transactions of the American Philosophical Society* 75, 1985, S. 50-67 und Alfred J. Tauber (Hrsg.): *The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science*. Boston 1996.
- 12 Vgl. Ellen K. Levy, David E. Levy: *Monkey in the Middle: Pre-Darwinian Evolutionary Theory and Artistic Creation*. In: *Perspective in Biology and Medicine*, 30, Nr. 1, Herbst 1986, S. 95-106.
- 13 Vgl. Stephen Jay Gould: *The Shape of Life*. In: *Art Journal* 1996 (wie Anm.10) 1996, S. 44-46.
- 14 Charles Robert Darwin: *On the origin of species by means of natural selection*. London 1859.

- 15 Ernst Haeckel: *Kunstformen der Natur*. Leipzig/Wien 1904.
- 16 Vgl. Sara Lynn Henry: Form Creating Energies: Paul Klee and Physics. In: *Arts Magazine*, 55, Nr. 1, September 1977, S. 21-118.
- 17 D´Arcy Wentworth Thompson: *On Growth and Form*, 2 Bd. Cambridge 1917; vgl. zu D´Arcy Thompson: Ruth D´Arcy Thompson: *The Scholar Naturalist*, Oxford 1958 und Stephen Jay Gould: *Ontogeny and Phylogeny*. Cambridge 1977.
- 18 Vgl. Martin Kemp: Doing What Comes Naturally: Morphogenesis and the Limits of the Genetic Code. In: *Art Journal*, Contemporary Art and the Genetic Code 55, Nr. 1, Frühjahr 1996, S. 27-32.
- 19 Ronald J. Gedrim: Edward Steichens` 1936 Exhibition of Delphinium Blooms. In: *History of Photography*, Jg. 17, Nr. 4, Winter 1993, S. 352-363. Zeitgleich mit Steichens Arbeiten veröffentlichte Sacheverell Sitwell sein Buch *Old Fashioned Flowers*, London 1939, das domestizierte Organismen von großem ästhetischem Reiz als „Schöne Kunst“ bestätigte. Die Zucht von Pflanzen, die allein auf Grund ihrer ästhetischen Qualität kultiviert wurden, geht weit bis in die Antike zurück. Das fehlende Wissen über Vererbung und Evolution und den Anteil des Menschen an der Zucht von Pflanzen machte eine Anerkennung von Zierpflanzen als Kunst bis ins 19. Jahrhundert nahezu undenkbar.
- 20 Georg Gessert: Eine Geschichte der DNA-involvierenden Kunst. In: Stocker, Schöpf (wie Anm. 1), S. 238.
- 21 Francis Galton: *Genie und Vererbung*. Leipzig 1910, S. 1.
- 22 Erwin Baur, Eugen Fischer, Fritz Lenz: *Grundriss der menschlichen Erblichkeitslehre und Rassenhygiene*. München 1921.
- 23 Es fällt schwer zu glauben, dass die rassistische Ideologie der Nationalsozialisten nicht von den eugenischen Ideen der Jahrhundertwende gezeht haben soll, wie es Daniel Kevles behauptet hat, vgl. Daniel Kevles: *In the Name of Eugenics*. Berkeley 1986.
- 24 Der deutsche Genetiker Benno Müller-Hill hat gezeigt, daß Verschuer und Mengele mit den wichtigsten Wissenschaftlern in Deutschland zusammengearbeitet haben, vgl. Benno Müller-Hill: *Tödliche Wissenschaft. Die Aussonderung von Juden, Zigeunern und Geisteskranken 1933-1945*. Reinbek bei Hamburg 1984.
- 25 Vgl. Der Neue Mensch. *Obsessionen des 20. Jahrhunderts*, Ausst.-Kat., hrsg. von: Nicola Lepp, Martin Roth, Klaus Vogel. Dresden 1999.
- 26 Die treibende Kraft hinter der ideologischen Verbrämung der Genetik war der Agraringenieur Trofim Lyssenko, der Stalin davon überzeugen konnte, sowohl die Lehre als auch die Praxis der Genforschung zu verbieten.
- 27 Charlotte Douglas: Evolution and the Biological Metaphor in Modern Russian Art. In: *Art Journal*, 44, Nr. 2, Sommer 1984, S. 61-153.
- 28 Georg Gessert: Eine Geschichte der DNA-involvierenden Kunst. In: Stocker, Schöpf (wie Anm. 1), S. 239.
- 29 Vilém Flusser: Curies Children, In: *Art Forum* 16, Nr.7, Oktober 1988, S. 9.
- 30 Peter Gerwin Hoffmann. In: Richard Kriesche (Hrsg.): *Animal Art*, steirischer Herbst. Graz 1987, ohne Paginierung.
- 31 Joe Davis: Microvenus. In: *Art Journal* 1996 (wie Anm. 10), S. 70-74.
- 32 Eduardo Kac ist heute Assistant Professor of Art and Technology am Art and Technology Department der School of the Art Institute of Chicago.
- 33 Eduardo Kac: Transgenic Art. In: *Leonardo Electronic Almanac*, 6, Nr. 11, 1998. In den Laboren der Geningenieure wurden vor über zwanzig Jahren die ersten transgenen Tiere erschaffen. Leuchtende Würmer und bioluminiszierende Mäuse gehören heute zum Alltag in der Gen- und der Krebsforschung. Vgl. Peter T. Dobrila, Aleksandra Kostic (Hrsg.): *Eduardo Kac: Telepresence, Biotelematics, and Transgenic Art*, Maribor, Slovenia. Kibla 2000.
- 34 Der jüngste Zweig der Genetik, die Bioinformatik, ermöglicht eine enorme Beschleunigung der Genforschung und bildet die Basis ihrer industriellen Anwendung. Noch 1993 konnte sich der Biokünstler George Gessert kaum vorstellen, dass Künstler eines Tages Zugriff auf eine so kostenintensive Technologie wie der Gentechnologie haben würden. Vgl. George Gessert: Notes on Genetic Art. In: *Leonardo*, 26, Nr. 3, 1993, S. 205-211.
- 35 Der Biokünstler George Gessert thematisiert im Gegensatz zu Eduardo Kac den großen Verlust an Biodiversifizität in seinen Arbeiten. Täglich sterben dutzende von Tier- und Pflanzenarten unwiederbringlich aus, und selbst eine Armee von Geningenieuren könnte diesen Artenverlust nicht mehr durch künstlich in Laboren geschaffene Lebewesen kompensieren. George Gessert: Notes on Genetic Art. In: *Leonardo*, 26, Nr. 3, 1993, S. 210.
- 36 Eduardo Kac: Transgene Kunst. In: Stocker, Schöpf (wie Anm. 1), S. 296.
- 37 Vgl. Steve Shaviro: Atomic Dogs. In: *Artbyte*, März-April 2000, S. 22-23.
- 38 Eduardo Kac: Transgene Kunst. In: Stocker, Schöpf (wie Anm. 1), S. 300.
- 39 Zur Paradieses-Tradition vgl. Ansgar Stöcklein: *Leitbilder der Technik. Biblische Tradition und technischer Fortschritt*. München 1969, S. 36f.
- 40 Eduardo Kac: Genesis. In: Gail Wight „Spike“, *Eduardo Kac „Genesis“*, Ausst.-Kat. O.K. Center for Contemporary Art. Linz 1999, S. 45.
- 41 Mit der Videomikroskopie und computergestützter Bildaufnahme bedient sich Eduardo Kac gängiger mikroskopischer Verfahren, die mit der Molekulargenetik eine äußerst fruchtbare Verbindung eingegangen sind. Zu Abbildungstechniken in der Molekulargenetik vgl. Jürgen Bereiter-Hahn: Vom Organismus zum Molekül: Der Siegeszug neuer Abbildungstechniken. In: *Gen-Welten*, Ausst.-Kat. Köln 1998, S. 69-76.
- 42 Gerfried Stocker: Uprising. In: Gail Wight „Spike“, *Eduardo Kac „Genesis“*, Ausst.-Kat. O.K. Center for Contemporary Art. Linz 1999, S. 41-43.
- 43 Umgekehrt sahen die frühen Genetiker, wie Jacques Loeb, sich als Ingenieurkünstler. Loeb war davon überzeugt, dass letztlich alle Lebensvorgänge sich auf klare, einfache und beherrschbare Zusammenhänge zurückführen ließen. Sein Traum war die Entwicklung einer „biologischen Ingenieurskunst“ und einer „Technik der lebenden Wesen“. Dabei wollte er sich bei der Umformung des Lebens nicht nur auf das Pflanzen- und Tierreich beschränken, sondern aus der Biologie zudem die Maßstäbe für das menschliche Zusammenleben ableiten. Jacques Loeb: *Das Leben*. Leipzig 1911 und vgl. Philip J. Pauly: *Controlling Life. Jacques Loeb and the Engineering Ideal in Biology*. New York, Oxford 1987.
- 44 Jack Burnham: *Beyond Modern Sculpture: The Effects of Science and Technology on Sculpture of This Century*. New York 1968, S. 376. Auch der Künstler George Gessert sieht diesen Künstlertraum in der Verbindung von Kunst und Genetik realisiert und zudem zahlreiche Ähnlichkeiten zwischen traditioneller Bildhauerkunst und transgener Kunst: „Genetic art involves many of the same choices that traditional painters and sculptors make, choices having to do with color, size, scale, form, texture and pattern. But at the same time, genetic art involves some very different considerations. Since it is alive, genetic art

is constantly changing, at last on the surface. Some genetic art is self-replicating, much is seasonal and most is to some degree ecosystem-specific.“ George Gessert: Notes on Genetic Art. In: *Leonardo*, 26, Nr. 3, 1993, S. 210.

45 Vgl. Ernst Kris, Otto Kurz: *Die Legende vom Künstler: Ein geschichtlicher Versuch*. Frankfurt a. M. 1980, S. 84.

46 Vgl. Horst Bredekamp: Der Mensch als „zweiter Gott“. Motive der Wiederkehr eines kunsttheoretischen Topos im Zeitalter der Bildsimulation. In: Klaus Peter Dencker (Hrsg.): *Interface I. Elektronische Medien und künstlerischen Kreativität*. Hamburg 1992, S. 134-147.

47 Vgl. Eberhard Schöneburg: *Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien*. Bonn 1994.