

## Eduardo Kac Genesis



Eine Kultur fluoreszierender bakterieller Klone die ein von Eduardo Kac kreierte synthetisches Gen enthalten. Im neuen Gen ist ein Vers aus dem Buch Genesis enkodiert: "Lasst die Menschen herrschen über die Fische des Meeres, über die Vögel des Himmels, und über alle Lebewesen auf dem Land."  
Electron micrograph: Stuart Knutton

*Genesis*, ein transgenes Kunstwerk mit Live-DNA-Musiksynthese von Peter Gena und genetischer Beratung von Dr. Charles Strom, erkundet die verzweigten Beziehungen zwischen Biologie, Glaubenssystemen, Informationstechnologie, dialogischer Interaktion, Ethik und dem Internet. Hauptelement der Arbeit ist ein "Künstlergen", d. h. ein von mir erfundenes, in der Natur nicht vorkommendes synthetisches Gen. Dieses Gen entstand durch die Übertragung eines Verses aus dem Buch *Genesis* in Morsezeichen und die Konvertierung des Morsecodes in DNA-Basenpaare nach einem speziell für diese Arbeit entwickelten Konvertierungsprinzip. Der Vers lautet: "Lasst die Menschen herrschen über die Fische des Meeres, über die Vögel des Himmels und über alle Lebewesen auf dem Land." Gewählt wurde dieser Satz wegen seiner Implikationen hinsichtlich der dubiosen Vorstellung einer (von Gott sanktionierten) Herrschaft des Menschen über die Natur. Der Morsecode wurde gewählt, weil er als Erster in der Telegrafie verwendet wurde und damit für den Beginn des Informationszeitalters, die Genesis der globalen Kommunikation, steht.

Der erste Schritt in dieser Arbeit ist das Klonen des synthetischen Gens zu Plasmiden und deren anschließendes Einschleusen in Bakterien. Auf diese Weise bringt das Gen ein neues Proteinmolekül hervor. In der Arbeit werden zwei Arten von Bakterien verwendet: Bakterien, bei denen das eingeschleuste Plasmid ECFP (Enhanced Cyan Fluorescent Protein) enthält, und solche, bei denen das eingeschleuste Plasmid EYFP (Enhanced Yellow Fluorescent Protein) enthält. ECFP und EYFP sind Mutanten von GFP (Green Fluorescent Protein) mit veränderten Spektraleigenschaften. Die ECFP-Bakterien enthalten das synthetische Gen, die EYFP-Bakterien hingegen nicht. Bei UV-Bestrahlung emittieren diese fluoreszierenden Bakterien blaues und gelbes Licht. Mit wachsender Bakterienanzahl treten in den Plasmiden Mutationen auf, und wenn diese miteinander in Kontakt kommen, entstehen Farbmischungen und grüne Bakterien. Die transgene bakterielle Kommunikation entwickelt sich schließlich zu einer Kombination von drei sichtbaren Szenarien: 1. ECFP-Bakterien geben ihr Plasmid an EYFP-Bakterien ab (und vice versa) und erzeugen so grüne Bakterien; 2. es findet keine Plasmidabgabe statt (die einzelnen Farben bleiben bestehen); 3. die Bakterien verlieren ihr gesamtes Plasmid (werden fahl, ockerfarben).

Die Installation in der Galerie ermöglicht es Teilnehmern vor Ort wie im Netz, die Evolution der Arbeit zu verfolgen. Die Installation besteht aus einem Mikroskop mit eingebauter UV-

Lichtquelle, einem Web-Server und einer überlebensgroßen Videoprojektion der im Mikroskop sichtbaren bakteriellen Teilungs- und Interaktionsprozesse. Galerie- wie Netzteilnehmer können durch Ein- und Ausschalten des UV-Lichts in den Prozess eingreifen. Das fluoreszierende Protein in den Bakterien reagiert auf das UV-Licht durch Emission sichtbaren Lichts. Die Energiezufuhr durch das UV-Licht bewirkt eine Störung der DNA-Sequenz im Plasmid stört und erhöht die Mutationsrate.

*Genesis* geht der Idee auf den Grund, dass biologische Prozesse heute schriftartig und programmierbar sind, und dass sie Daten auf eine Art und Weise verarbeiten und speichern können, die der von digitalen Computern nicht unähnlich ist. Am Ende der Show wird der in den Bakterien enthaltene, transformierte biblische Vers ins Englische rückübersetzt, und gibt damit Einblick in die Vorgänge transgener interbakterieller Kommunikation. Die Grenzen zwischen kohlenstoffbasiertem Leben und digitalen Daten werden durchlässig wie eine Zellmembran.

Die live in der Galerie generierte DNA-Musik wird mittels eines komplexen Algorithmus synthetisiert, der die Physiologie der DNA in musikalische Parameter umwandelt. Veränderungen der Sequenz werden durch die Mutationsrate der Bakterien diktiert. Akustische Variationen zeigen die Anwesenheit von Netzteilnehmern an.

DNA-Konsultation: Charles Strom, MD, PhD, Director of Medical Genetics, Illinois Masonic Medical Center, Chicago

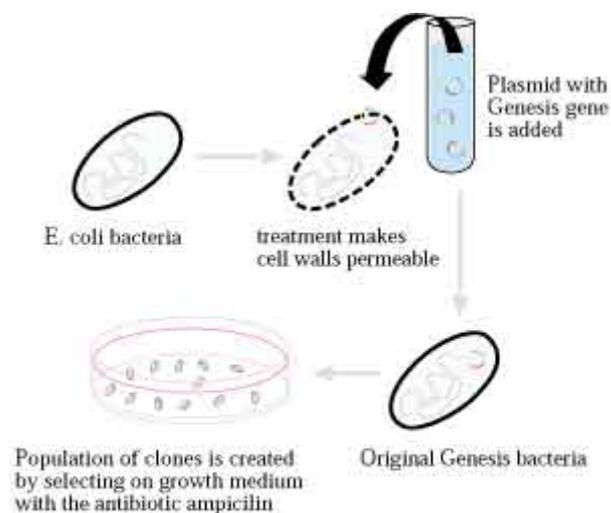
Musik: Peter Gena, Professor für Kunst, Technologie und Klang, The School of the Art Institute of Chicago

Technischer Support: Svetlana Rechitsky, Illinois Masonic Medical Center, Chicago

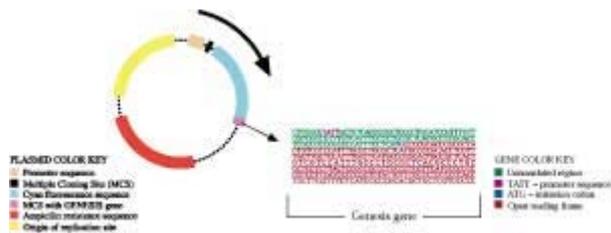
Programmierung / Elektronik: Jon Fisher, SGI Systemadministrator, The School of the Art Institute of Chicago

Produktion: O.K Centrum für Gegenwartskunst, Linz

Projektkoordination: Julia Friedman and Associates, Chicago



Dieses Diagramm zeigt die Transformation von *E. coli* in Genesis-Bakterien. Genetische Transformation geschieht dann, wenn eine Zelle neues genetisches Material inkorporiert und exprimiert. In diesem Fall wurde ein Genesis-Gen in *E. coli* eingefügt. Nach der Teilung und Selektion in einem Wachstumsmedium, das Ampicilin enthält, entsteht eine Population von Klonen der Genesis-Bakterien. Die Ausstellung erforscht transgene bakterielle Kommunikation: Die Genesis-Population teilt die Petri-Schale und steht in Dialog mit einer anderen Kolonie, die nicht über das Genesis-Gen verfügt.



Diese Abbildung zeigt das im transgenen Kunstwerk "Genesis" verwendete Plasmid (links) und Gen. Ein Plasmid ist ein extrachromosomaler DNA-Ring. Der schwarze kreisförmige Pfeil oberhalb des Plasmids gibt die Transkriptionsrichtung an (d. i. die Richtung des Prozesses, bei dem ein DNA-Strang in einen einzelnen RNA-Strang kopiert wird). Zu sehen sind auf der Abbildung:

- 1) Promotorsequenz (DNA-Sequenz, bei der die RNA-Polymerase ansetzt, um mit der Transkription zu beginnen);
- 2) Multiple Cloning Site (der Teil des Plasmids, der für die Einfügung anderer Sequenzen präpariert wurde);
- 3) Cyan-fluorescence-Sequenz (DNA-Sequenz, die für cyan fluorescent protein codiert);
- 4) MCS mit dem GENESIS-Gen (Stelle, an der das Genesis-Gen eingefügt wurde);
- 5) Ampicilin-Resistenz-Sequenz (Gen, das für die Resistenz gegen antibiotisches Ampicilin codiert);
- 6) Ursprung der Replikation (Stelle, von der der Replikationsprozess der DNA-Moleküle ausgeht, wobei ein einzelner Strang als Matrize für die Produktion eines weiteren Einzelstrangs dient). Das Genesis-Gen (oben rechts) ist mit einem Startcodon (ATG, in rot) versehen. Das Startcodon ist die Stelle, an der die Translation beginnt, d.h. von der an das Protein synthetisiert wird. Vor dem ATG-Startcodon sehen wir eine nicht translatierte Region (in magenta) mit einer Promotorsequenz (TATT, in blau). Hinter dem ATG-Startcodon sehen wir (in orange) einen offenen Leserahmen, der für kein Terminationsignal codiert. Das Genesis-Gen ist vollkommen synthetisch und kommt in der Natur nicht vor.