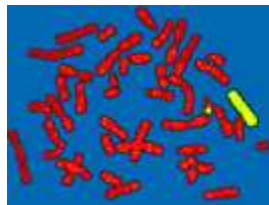


## dradio.de

<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/wib/576368/>

WISSENSCHAFT IM BRENNPUNKT

26.12.2006



Ziel der synthetischen Biologie ist es, ein künstliches Chromosom herzustellen. (Bild: Sanger Institute/ Wellcome Trust)

# Schöpfung, achter Tag

## Wissenschaftler schaffen künstliches Leben

Von Michael Lange und Martin Winkelheide

**Biologen, Chemiker und Computerwissenschaftler sind dabei, das Leben zum zweiten Mal zu erschaffen. Mehrere Labors, verteilt über die ganze Welt, arbeiten an Konzepten für eine Biologie zum Selbstbau - einer "synthetischen Biologie". Möglicherweise könnten sie die Gesetze des Lebens, die heute gelten, überwinden. Einzeller könnten mit weniger Erbmateriale viel effektiver arbeiten. Sie könnten ganz neue Substanzen produzieren oder Giftstoffe beseitigen, vor denen die Natur heute kapitulieren muss. Die synthetische Biologie ist eine noch junge Forschungsrichtung. Welche Chancen sie eröffnet, aber auch welche Gefahren in ihr stecken, lässt sich nur erahnen.**

*"Wenn wir ein künstliches Chromosom herstellen, mit Genen, wie es sie in dieser Zusammensetzung in der Natur nicht gibt; dann wäre das die Basis für ein vollkommen synthetisches Lebewesen."*

*"Das macht Spaß, und ich denke: Da ist noch sehr viel Neuland zu finden."*

*Es gab Himmel und Erde, Land und Meere. Da waren Pflanzen, die Samen tragen und alle Arten von Bäumen, die Früchte bringen.*

*Es gab Tag und Nacht, die Sonne, den Mond und die Sterne.*

*Die Fische schwammen, und die Vögel flogen.*

*Es gab das Vieh, Kriechtiere und die Tiere des Feldes.*

*Es gab den Menschen.*

*Und es gab den Sonntag.*

*Es war Sonntagnacht. Kurz vor Mitternacht.*

*Ein Mann, nennen wir ihn G., klappt sein Notebook auf. Er schreibt eine E-Mail an Kollegen - überall auf der Welt.*

*"Lasst uns", schreibt G., "lasst uns neue Lebewesen machen. Sie sollen anders sein als wir und anders als alles, was wir kennen.*

*Ideen? Ich warte auf Antwort"*

Herr G.:

*"Neue Lebewesen machen ... alles ... Komma ... was wir kennen....*

*Und ab geht's. Send."*

Ein vierstöckiger Neubau in Rockville Maryland. Eine halbe Stunde entfernt von Washington D.C. Das J.-Craig-Venter-Institute.

*"Ooop, O.K. and they are labelled..."*

Craig Venter, der Chef, spricht noch mit Investoren. Derweil führt die Pressereferentin Melanie

Wranacker durch die Labors im dritten Stock. Große Räume. Nur wenige Laboranten und Wissenschaftler bei der Arbeit.

*"Now, this way we have our synthetic biology lab..."*

Das Labor für synthetische Biologie ist bezugsfertig. Nur die Wissenschaftler fehlen noch.

*"It's all invisible. Oooohps. This is that."*

*"Ha, die erste Reaktion."*

*"Hi G., thanks for your mail....  
Great idea.... Did you realize..."*

*"Hallo G., eine großartige Idee. Weisst du eigentlich, dass der Grosse Craig schon dran ist. Er segelt und sammelt, und ich glaube, er konstruiert auch schon. Du kennst ihn ja. Vielleicht hat er schon was fertig. Würde mich nicht wundern."*

Herr G.

*"See you soon, V.  
Stimmt, Venedig, ist ja schon bald."*

*"Getting a view on global diversity, how many species are unique to a particular region or environment. The ocean is not a giant mixing ball. It is very discrete in areas and populations. And we know little about biology on our own planet."*

Das Büro im vierten Stock. Überall Glas, eine riesige Schreibtischplatte aus Holz, der Computerbildschirm ist auf Knopfdruck versenkbar. Unter dem Tisch der Kopf eines Alligators. In Vitrinen Modelle von Segelbooten. An den Wänden Bildschirme, die Motive wechseln jede Minute.

*"Die Bilder hier stammen von der Sorcerer II -Expedition. Wir waren in der Sargasso-See unterwegs. Alle 200 Meilen haben wir Wasserproben genommen und gefiltert, das Erbmateriale darin anschließend komplett durchsequenziert. Wir haben Zehntausende neue Arten entdeckt und Millionen bislang unbekannte Gene gefunden. Das wirft ein ganz neues Licht auf die Vielfalt der Natur. Der Ozean ist schließlich kein großes Einerlei. Der sieht überall anders aus, überall leben andere Organismen. Und wir wissen so wenig über das Leben auf unserem Planeten."*

Bekannt geworden ist Craig Venter durch die Entzifferung des menschlichen Genoms. Damals war er Geschäftsführer der Biotech-Firma Celera. Nun plant er seinen zweiten großen Wurf. Dazu hat er das J.-Craig-Venter-Institut gegründet. Er sammelt Umweltproben und analysiert das Erbmateriale der Lebewesen darin. Zum einen will er eine Genomkarte aller Meere der Welt zeichnen. Gleichzeitig ist er immer auch auf der Suche nach möglichst einfach gebauten Organismen. Er will wissen: Was ist die Essenz des Lebens?

Was ist die genetische Mindestausstattung für ein Lebewesen?

*"Im Grunde haben wir schon 1995 mit synthetischer Biologie begonnen. Damals haben wir die ersten Bakteriengenome entziffert. Ich wollte wissen: Wozu braucht ein Lebewesen 1.800 Gene und ein anderes nur 500 Gene? Wie wenig Gene verträgt das Leben auf unserem Planeten? "*

Venter sammelte die einfachsten Bakterien und zwang sie, auf immer mehr Gene zu verzichten.

*"Wir haben ein Gen nach dem anderen ausgeschaltet, bis auf 380 Gene. Diese könnten so etwas sein wie das Minimal-Erbgut. Wir wollen jetzt ein künstliches Chromosom herstellen, um das zu überprüfen. Die Gene werden wir so zusammenstellen, wie es in der Natur vorkommt. Dieses künstliche Chromosom wäre die Basis für ein vollkommen synthetisches Lebewesen."*

Diese künstliche Lebensform wird mit deutlich weniger Genen auskommen als jedes natürliche Lebewesen. Künstliches Leben wäre effizienter als alles, was die Evolution bislang hervorgebracht hat.

*"Die Natur entwickelt sehr effizient Lebewesen, die in der Natur überleben. Im Labor ist das anders: Hier haben Sie eine genau definierte Umwelt, die sich nicht verändert. Ein Lebewesen in der Natur braucht unbedingt spezielle Gene, um mit Hitze oder Kälte fertig zu werden. Diese Gene benötigt ein Labor-Organismus nicht. Ein Labor-Organismus kommt mit weniger Genen aus, denn er muss sich nicht anpassen."*

Craig Venter will einen möglichst einfachen Organismus schaffen, der lebensfähig ist - und er will

verstehen, wie dieser Organismus funktioniert.

*"Wir kennen die Funktion dieser 300 bis 400 Gene im Minimalgenom nicht. Wir wissen nur, dass sie notwendig sind zum Überleben. Es ist erbärmlich, wie wenig wir über die Grundlagen der Biologie wissen. Stellen Sie sich mal vor: ein paar hundert Gene, und wir haben keine Ahnung davon, was sie machen."*

Außerdem könnte das Minimal-Lebewesen als Instrument dienen für die Genforschung. Denn die Forscher könnten mit seiner Hilfe die Funktion einzelner Gene klären. Sie fügen ein Gen hinzu und erkennen dann, was dieses Gen im Lebewesen verändert hat.

*"Kommt es auf die Reihenfolge der Gene an? Spielt der Platz zwischen den Genen eine Rolle? Welche Gruppen von Genen sind wichtig? All diese Fragen kann nur die synthetische Biologie beantworten."*

Aber noch gibt es das künstliche Lebewesen nicht.

*"Jeden Tag rufen hier drei bis vier Journalisten an und fragen: Wann ist es so weit? Dabei ist es ein Experiment. Wir wissen gar nicht, ob es gelingen kann. Das hat noch nie jemand vor uns versucht. Das ist absolute Grundlagenforschung. In ein bis drei Jahren könnte es so weit sein."*

Post für G.

Herr G.:

*"Ach, der B..*

*Hi, did you read my article...*

*Nä, wann denn? Eitel wie immer und direkt mit der Tür ins Haus."*

*"Hast Du meinen Artikel gelesen: "Leben ohne Lebewesen?"*

*Alles reine Chemie. Großartig.*

*Weil: Einen Fehler darfst Du auf keinen Fall machen. Zu glauben, Du könntest an dem, was hier auf dem Globus so rum kräucht, rumfrickeln.*

*1.) kann das jeder hergelaufene Gentechnik-Laborant. Und 2.) kommt da nichts wirklich Neues bei raus.*

*Machs wie ich - oder lies zumindest ..., na Du weißt schon."*

Herr G.

*"Klappern gehört zum Handwerk, aber wo finde ich diesen blöden Artikel.*

*Hätte er ja dranhängen können. Na ja, Computer..., das war noch nie seine Stärke."*

*"Ich habe irgendwie den Eindruck, dass zu Beginn des 21. Jahrhunderts die Chemie vor einer gewaltigen Herausforderung steht."*

Günter von Kiedrowski ist organischer Chemiker an der Ruhr-Universität Bochum. Seit über 20 Jahren erforscht er die grundlegenden Mechanismen des Lebens, ohne dass er in seinem Labor Lebewesen untersucht. Dennoch gehört seine Arbeit zum Feld der synthetischen Biologie. Mit der Betonung auf "synthetisch".

*"Es brodelt nicht nur ganz oben, wo man von einer lebenden Zelle ausgeht, deren Funktion man besser verstehen will, sondern es brodelt auch ganz unten. Da, wo die Biologie chemische Vorläufersysteme gehabt haben muss: in der präbiotischen Chemie, der Ursprungsforschung. Ursprünge des Lebens, als Stichwort genannt."*

Kiedrowski will in seinen Experimenten die Zeit zurück drehen. Wie war das, als es noch keine Lebewesen gab? Haben sich einzelne chemische Verbindungen gepaart - oder gar vermehrt? Wie wurden aus diesen Molekülen erste einfache Lebensformen?

Was damals auf der Erde stattfand und vielleicht auch auf anderen Planeten, das will er heute im Labor nachspielen: Die Entstehung der Biologie aus der Chemie.

*"Uns fasziniert die Fragestellung: Kann man Leben auf einer minimalistischen Plattform definieren? Welche Grundeigenschaften sind notwendig? Können wir zu einer Definition von Leben auf einer Minimalebene gelangen?"*

Herr G.:

*"Schon wieder B., ich hab ihm doch gar nicht geantwortet.*

*Hi again, did forget to mention..."*

*"Eines muss ich Dir noch sagen. Bevor Du irgendwas machst, muss Dir klar sein, was Leben ist.*

*1.) Du brauchst ein System, das sich selbst vermehrt. Und dabei darf*

*2.) die Information nicht verloren gehen.*

*3.) Stoffwechsel. Und*

*4.) muss der Kram abgeschlossen sein, durch eine Hülle. Drinnen Leben, draußen Umwelt.*

*Wegen der Entropie, Du weißt schon. Sonst ist das kein Leben, sondern bestenfalls Minestrone ...*

*.....war ein Spaß."*

Herr G.

*"Ha, ha. Chemiker können auch nur über ihre eigenen, blöden Witze lachen."*

*"Machen wir es mal ganz einfach: Das kleinste chemische System, das man sich überlegen kann, welches Selbstreplikation zeigt, ..."*

Also sich selbst vermehrt.

*"...wäre ein System, das aus drei Bausteinen aufgebaut ist: Ein Matrizenmolekül, nennen wir es C, und zwei Fragmente, aus denen dieses Matrizenmolekül aufgebaut werden kann. Nennen wir sie A und B. Der Prozess der Replikation sieht dann so aus: Das sind mehrere Schritte. Im ersten Schritt nimmt das Matrizenmolekül die Fragmente auf, lagert sie an in der korrekten Reihenfolge. Im zweiten Schritt erfolgt eine Verknüpfung dieser Fragmente. Und im dritten Schritt muss sich dann das an der Matrize erzeugte neue Matrizenmolekül vom Original trennen."*

Für Günter von Kiedrowski ist klar: Ein Molekül, das sich vermehren will, muss aus mindestens zwei verschiedenen Bausteinen aufgebaut sein.

Zwei neue Bausteine finden zueinander, indem sie sich an das ursprüngliche Molekül anlagern. Die beiden Bausteine verbinden sich zu einem neuen Molekül. Dieses sieht genauso aus wie das erste. Jetzt gibt es also zwei identische Moleküle, die aneinander liegen. Diese trennen sich voneinander, und das Molekül hat sich vermehrt.

Das gleiche macht im Grunde das Erbmolekül: Die D.N.A. Es braucht dazu den Apparat einer biologischen Zelle mit allerlei Enzymen, die unterschiedliche Aufgaben unternehmen. Darauf wollen die Chemiker verzichten: Sie wollen die Prinzipien des Lebens mit einfachen Verbindungen nachspielen. Mehrere Forschergruppen in Europa experimentieren dabei mit den unterschiedlichsten Bausteinen. Meist mit organischen Molekülen. Das Konzept nennen sie Chemoton.

*"Unser System ist die Variante eines Chemotons. Wir nennen das mal Minimal-Chemoton..."*

Im Grunde die kleinstmögliche Zelle.

*"Innerhalb der Zelle läuft in unserem Mini-Chemoton nur die gekoppelte Selbstreplikation..."*

Also Vermehrung

*"...kurzer Nukleinsäurestränge..."*

Daraus besteht unser Erbmolekül D.N.A.

*"und die Erzeugung von Lipidmolekülen..."*

Einfach gesagt: von Fetten

*"...für die Membran ab. Alles andere findet außerhalb der Zelle statt."*

Reine Chemie ist dieses Chemoton im Grunde nicht. Es benutzt die für biologische Zellen typischen Moleküle: Nukleinsäuren und Fette. Es erfüllt außerdem noch nicht alle Voraussetzungen für künstliches Leben: Was fehlt, ist der Stoffwechsel.

Herr G. stöhnt

*Noch eine kleine Anmerkung zu 3.) Stoffwechsel.*

*Weiß: die Virus-Kollegen sagen: Stoffwechsel ist kein zwingendes Kriterium. Klar, sonst wären ihre Viren keine Lebewesen. Sie schmarotzen ja nur in der Zelle.*

*Man sieht mal wieder: Alles ein Frage der Definition.  
Ich bleibe bei meiner: ohne Stoffwechsel kein Leben.  
Ohne Spaghetti auch nicht. Maria wartet...  
Grüß B.*

Für die Vermehrung braucht das Bochumer Chemoton keinen Stoffwechsel, wohl aber genau festgelegte Umweltbedingungen, wie sie nur im Labor geschaffen werden können.

Sich an wechselnde Umweltbedingungen anpassen, wie es natürliche Lebensformen tun, kann es nicht.

*Herr G. ist zugegen und klickt mit der Maus.*

*"Noch was: Leben heißt auch 5.) Evolution, Weiterentwicklung.  
Denk dran!  
Unsere Pizza wird ja auch immer besser,  
Ciao! B."*

Die Chemiker auf der ganzen Welt spielen noch. Ein Durchbruch ist nicht in Sicht. Noch nicht.

*"Die Rezepte, die man sich überlegen kann, um eine lebende Zelle zu konstruieren, die sind sehr grundverschieden. Einige werden gar nicht funktionieren, einige werden ein bisschen funktionieren, einige ein bisschen besser. Und dieses Durchlaufen von verschiedenen Phasen, das finden Sie auch, wenn Sie sich die Evolution der ersten Flugzeuge ansehen: von Lilienthal über Wright-Brothers. Da gibt es ähnliches. Erst waren es ganz kurze Sprünge, dann flogen sie, und dann hat es nur noch zwanzig Jahre gedauert bis zum Transatlantikflug."*

Herr G.:  
*"Glück gehabt. Diesmal nicht von B. ....  
Hi Guy,  
or should I say: Hi God!  
What the hell you wanna do? "*

*"Was um Himmels Willen planst Du da? Lass mal die Kirche im Dorf!  
Tu doch nicht so, als wolltest Du die Gentechnik neu erfinden! Wir können doch, weiß Gott was, mit unseren kleinen Haustieren anstellen. Gene rein, Gene raus. E coli macht das alles mit. Wozu neue Lebewesen? Mal ehrlich?"*

Herr G.  
*"Danke. Und tschüss."*

*"Gebraucht wird vieles. Vollständig künstliche Eiweiße, die bestimmte Eigenschaften haben. Aber auch Eiweiße, die in der Natur vorkommen, die aber schwer zu gewinnen sind."*

George Church arbeitet als Molekularbiologe an der Harvard Medical School. In seinem Labor baut er Erbmoleküle: D.N.A.. Dabei nutzt er nicht bereits existierende Gene und setzt sie neu zusammen, wie es der Biotechnologe Craig Venter macht. In Churchs Labor entstehen Erbmoleküle neu. Er verwendet die einzelnen Buchstaben des Erbguts. Jedes Basenpaar ist eine Informationseinheit.

*"Wir haben ein Erbmolekül mit 14.600 Basenpaaren konstruiert.  
Sie tragen die Information für eine Gruppe von 21 Genen, die wichtig sind für die Eiweiß-Bildung in der Zelle. Wir haben sie so umgebaut, dass viel Eiweiß entsteht."*

In der Gentechnik werden Erbmoleküle übertragen, die maximal einige Tausend Basenpaare groß sind. Im Vergleich dazu ist der Genkomplex, den George Church hergestellt hat, relativ groß. Wenn man ihn jedoch mit dem vollständigen Erbgut eines Lebewesens vergleicht, sind 14.600 Basenpaare sehr wenig. Die kleinsten Bakterien kommen mit etwa 500.000 Basenpaaren aus. Die größten brauchen zehn Millionen. Die meisten Säugetiere besitzen über eine Milliarde genetische Buchstaben in ihrem Erbgut.

*"Seit den Anfängen der Molekularbiologie werden synthetische Erbmoleküle gebraucht: D.N.A. und RNA. An solchen Konstrukten wurde in den sechziger Jahren der genetische Code geknackt. Und seitdem wurden in Forschung und Industrie immer wieder kleine Gen-Abschnitte hergestellt."*

Die Betonung liegt auf "klein". George Church erzeugt größere Abschnitte, und das war die technische Herausforderung. Denn in den Erbmolekülen dürfen keine Fehler enthalten sein, wenn sie funktionieren sollen.

*"Unser Ziel ist eine Fehlerrate nahe Null. Wenn Sie 50 Basenpaare zusammenfügen, ist es leicht, keine Fehler zu machen. Aber machen Sie das mal mit über 14.000 Basenpaaren."*

Herr G.:

*"V. - der Listenreiche ....*

*Hi, Synthetic Biology ?*

*Quite easy, here my list.*

*Und los geht's. Eins Punkt Eins..."*

*"Synthetische Biologie? Ganz einfach:*

*Hier meine Liste:*

#### *1.1 Aminosäuren*

*Natürliches Vorkommen: 20 verschiedene Aminosäuren.*

*Funktion: Bausteine der Eiweiße.*

*Künstlich: Minimum drei bis vier weitere Aminosäuren.*

*Kontakt: MPI München*

*Ziel: Eiweiße mit neuen Eigenschaften.*

#### *1.2 Basenpaare*

*Natürliches Vorkommen: Im Erbgut vier: Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin.*

*Funktion: Bausteine der Erbinformation*

*Künstlich: zusätzliche fünfte Base*

*Kontakt: Scripps, La Jolla*

*Ziel: Neue Kodierung für Erbinformation*

#### *2.1 Chemische Replikation*

*Natürliches Vorkommen: gar nicht.*

*Künstlich: in Ansätzen."*

George Church macht in seinem Institut an der Harvard Medical School Grundlagenforschung. Er sieht allerdings für seine Technik viele Anwendungen - gerade in Kombination mit herkömmlicher Gentechnik.

*"Nehmen wir an, Sie wollen einen neuen Wirkstoff gegen Malaria herstellen.*

*Dann brauchen Sie dazu Gene von Pflanzen, von Pilzen und auch von Bakterien. Diese setzen Sie zusammen zu einem großen Genkomplex. Das ist weit mehr, als nur ein einziges Eiweiß herzustellen, wie es die Gentechnik heute macht. Sie müssen die Einzelkomponenten sehr fein aufeinander abstimmen."*

Diese Feinabstimmung geschieht mit kleinen Erbgut-Teilen zwischen den Genen. Und die kann George Church jetzt im Labor künstlich herstellen.

*"Dieser Genkomplex ist kein ganzer Organismus. Es sind Teile verschiedener Organismen. Und Sie müssen viele solcher Genkomplexe zusammensetzen. Nur so finden sie heraus, welcher in bester Qualität und in ausreichender Menge den Wirkstoff gegen Malaria herstellt."*

Um solche Wirkstoffe herzustellen, muss der Genkomplex in Bakterien eingeschleust werden. Zum Beispiel in das Darmbakterium Escherichia coli.

Church könnte seinen Genkomplex erweitern - zu einem ganzen künstlichen Chromosom. Die Basis für ein künstliches Lebewesen. Das Erbmoekül müsste dann etwa 35 mal größer sein, als die bislang erreichten 14.600 Basenpaare.

Den ersten Schritt dorthin hat er bereits getan. Er hat das Erbgut des kleinsten Bakteriums Mycoplasma mobile vollständig entziffert. Er kennt also die Reihenfolge aller notwendigen etwa 500 Tausend Basenpaare. Dieses Erbgut könnte er nun nachbauen. Ob er das plant? Dazu möchte George Church nichts sagen.

*Und wieder mal Post.*

Herr G.:

*"Hey, der M.. Gibt es den noch?"*

*Hi, thanks for your e-mail. Some weeks ago I read a funny article in the "Boston Globe"."*

*"Vor ein paar Wochen habe ich einen lustigen Artikel im "Boston Globe" gelesen. Über Bakterien, die Polka tanzen. Das hatte auch irgendwas mit synthetischer Biologie zu tun. Keine Ahnung, wie das*

*funktionieren könnte. Ich höre eh' lieber "House", na, egal. "*

Herr G.

*"Polka. Ha, ha.*

*Hacke Spitze, Hacke Spitze, eins und zwei und drei und vier."*

*"Das ist eine neue Art, einzelne Elemente zu organisieren, um etwas Interessantes damit zu machen. Ich würde es nicht "Leben an sich" nennen. Was wir machen, ist aber angeregt von existierenden Lebewesen."*

Ron Weiss von der Princeton Universität ist ein führender Kopf der synthetischen Biologie. Dabei kommt er eigentlich aus der Elektro-Technik. Und auch heute noch befindet sich sein Institut in einem Gebäude mit verschiedenen Elektronik-Labors. Jedoch: Er arbeitet fast ausschließlich mit Bakterien - mit E coli.

*"Wir konstruieren digitale, logische Elemente. Dazu nutzen wir die Eiweiße in Zellen. Und tatsächlich haben wir biologische Schaltkreise erzeugt. Sie funktionieren wie elektronische Schaltkreise: An / Aus."*

Im Labor von Ron Weiss. Eine Petrischale mit Bakterien liegt unter dem Mikroskop. Die in das Mikroskop eingebaute automatische Kamera macht 4.000 Aufnahmen in der Stunde. Mehr als eine pro Sekunde.

Die Bakterien sind nur als kleine, farbige Punkte unter dem Mikroskop oder auf den Fotos zu sehen. Sie bilden eine Struktur, die einem Bullauge ähnelt. Ein dunkler Ring in der Mitte, dann folgt ein roter Ring, außen ein grüner Ring.

Ron Weiss Bakterien können noch mehr: Sie bilden auch Ellipsen, Blumen oder Herzen.

*"Wir machen fünf von diesen Mustern am Tag. Mindestens eine Woche lang. Dann sehen wir, was heraus kommt."*

Ron Weiss hat Bakterien so programmiert, dass sie funktionieren wie winzige Computer. Die gentechnisch veränderten E-coli Bakterien kommunizieren miteinander. Sie erfüllen genau festgelegte Aufgaben.

Während ein Computer elektrisch funktioniert, kommunizieren die Bakterien auf chemischem Wege. Ein einfaches digitales Ja-Nein-Muster kennen sie von Natur aus nicht. Weiss musste also die Bakterien dazu bringen, sich eindeutig und logisch zu verhalten. Er manipulierte Bakterien zunächst so, dass sie einen Nachrichtenstoff herstellen. Weiss nennt die Bakterien in dem dunklen Ring in der Mitte der Petrischale "Senderzellen".

Die anderen Bakterien, die ebenfalls gentechnisch verändert wurden: Empfängerzellen. Sie reagieren auf den Nachrichtenstoff.

*"Je nach Konzentration des Nachrichtenstoffs entscheiden die Bakterien, welches Eiweiß sie herstellen. Es handelt sich um ein fluoreszierendes Eiweiß. Wir sehen dann unter dem Mikroskop den leuchtenden Farbstoff."*

Bei einer hohen Konzentration des Signalstoffes leuchten die Bakterien rot - bei einer niedrigen Konzentration grün. In der Petrischale gibt es also Zellen, die eine, wenn auch einfache Nachricht verschicken, und andere Zellen, die auf diese Nachricht reagieren. Die Bakterien befolgen Regeln, sie kooperieren, und sie bilden feste Muster.

Es ist ein einfaches System. Wenn es nach Ron Weiss geht, soll es aber nicht bei Mustern - wie Bullaugen, Herzen und Blüten - bleiben.

*"Ausgehend von diesen Mustern können wir vielleicht sogar Werkzeuge bauen. Von Natur aus machen das Bakterien nicht. Wir wollen sie aber so programmieren, dass sie erst komplexe Muster bilden und dann Werkzeuge bauen: Antennen, Empfänger und Sender."*

Noch sind die "bio"-logischen Operationen sehr simpel. Auf einem "Bakterien-Computer" könnte kein herkömmliches PC-Betriebssystem laufen. Dafür reagieren die Bakterien zu langsam.

Andere Forscher versuchen, den Bakterien Reaktionen in festen Zeit-Mustern beizubringen. Bei einer Tagung in Boston präsentierten sie E-coli-Zellen, die im Polka-Rhythmus leuchteten. Dazu mussten sie zwei Probleme lösen: Jede Zelle musste den Rhythmus in sich tragen. Und die Bakterien mussten miteinander in Kontakt stehen, damit keine Zelle aus dem Takt geriet.

Damit hat Ron Weiss keine Probleme. Seine Bakterien dürfen langsam sein. Ihm kommt es auf Präzision an. Die Bakterien müssen Strukturen bilden, die der Experimentator genau vorherbestimmt. Mit solchen gehorsamen Bakterien sind noch ganz andere Dinge denkbar.

*"Wir könnten E-coli-Bakterien so programmieren, dass sie im menschlichen Körper Antibiotika bilden, sobald sie das Gift von gefährlichen Krankheitserregern wahrnehmen. Die Antibiotika bringen die Eindringlinge um. So ließe sich eine Infektion schon frühzeitig unter Kontrolle bringen."*

Ron Weiss ist es gelungen, die Aktivität von Bakterien zu kontrollieren. Er arbeitet auf der höchsten Stufe der synthetischen Biologie. Statt einzelne Moleküle oder eine Zelle zu bauen, programmiert er Millionen von Zellen, die auf sein Kommando hin zusammen arbeiten. Ganz ähnlich wie in einem Organismus, wo jede Zelle eine genau festgelegte Aufgabe erfüllt.

Post. *"Vorsicht Virus" steht in der Betreffzeile.*

Herr G.:

*"Aufmachen oder weg?  
Obwohl, kommt von T. "*

*"Hallo G.,  
schon vom Frankenstein-Virus gehört? Falls Du die Boulevardsprache nicht so beherrschst - früher hieß das Virus "Polio". Meine Nachbarn hier an der Ostküste haben es nachgebaut....  
Hoffentlich ist ihr Kühlschrank dicht,.....*

*Und bau jetzt bitte nicht aus Verzweiflung Kakerlaken - die kriegst Du auch niemals tot.....*

*Fährst Du nach Venedig? Was Neues von B. gehört?  
Mit hämischem Gruß, T. "*

Neues Leben, das so in der Natur nicht existiert, stellt für die Umwelt ein Risiko dar. Neuartige lebende Zellen könnten sich ungebremst vermehren und Epidemien auslösen. Die Folge: alte Arten, Bakterien, Pflanzen- und Tierarten würden ausgerottet.

*"Das ist natürlich keine biologische Zelle. Das ist etwas Künstliches. Das ist auch keine Gefahr. Das kann nur im Labor funktionieren. Es wird nie in Konkurrenz mit evolvierten Lebensformen treten können, weil es einfach hochgradig von der Zufuhr von Materie und Energie seitens des Experimentators abhängig ist. / Wenn wir es schaffen, dass wir es hinbekommen, dass Zellteilung eintritt, dann haben wir zumindest das erreicht, was wir uns selbst als Ziel gesetzt haben: ein besseres dynamisches Verständnis solche Elementarabläufe zu erreichen."*

*"Alle Lebewesen, die wir entwerfen, sind nicht für die Welt außerhalb des Labors gemacht. Sie können im Freiland nicht überleben. Meiner Meinung nach sollte das auch keiner ausprobieren, solche Lebewesen zu erzeugen."*

*"Ich glaube, vollständig künstliche Lebewesen stellen keine große Gefahr dar. Anders ist das mit existierenden Krankheitserregern, die man kaufen und leicht verändern könnte."*

Gefährlich ist die synthetische Biologie dann, wenn sie Krankheitserreger nach den Plänen der Natur baut. Das haben Wissenschaftler an der New York State University mit dem Erreger der Kinderlähmung, dem Polio-Virus gemacht. Andere Forschergruppen versuchen, den Auslöser der Spanischen Grippe, das Influenza-Virus nachzubauen. 1918 starben mehr als 20 Millionen Menschen an der Virus-Grippe. George Church von der Harvard Medical School:

*"Es gibt gute Gründe, Polio oder Grippe-Viren für Forschungszwecke nachzubauen. Schon um besser gegen drohende Epidemien gewappnet zu sein. Aber das sollte nicht jeder machen dürfen. Nur erfahrene Forscher mit Genehmigung und entsprechend sicheren Labors."*

Ein Virus zu bauen, ist relativ einfach. Viren bestehen aus Erbmaterial: Nur fünf bis 20.000 Bausteine. George Church baut heute schon Erbmoleküle in dieser Größenordnung. Mehr als diese Erbinformation braucht es nicht. Ihre Hülle konstruieren Viren selbst - mit Hilfe der Zellen, die sie befallen. Deshalb wächst die Angst, Unbefugte könnten sich solche Viren beschaffen oder gefährliche Krankheitserreger selber bauen. Schließlich wurden die Baupläne in renommierten Wissenschafts-Zeitschriften veröffentlicht. Und sie stehen im Internet. Auch potentielle Bioterroristen oder Militär-Labors könnten sich alle notwendigen Informationen beschaffen.

*"Bestimmte Aufgaben in der synthetischen Biologie können nur ganz wenige Labors übernehmen:*

*Einmal aus technischen Gründen und weil nur wenige die Zulassung dafür bekommen. Es gibt keinen Grund, die Technik weiter zu verbreiten. Es muss eine Art Flaschenhals geben, damit das Feld überschaubar und kontrollierbar bleibt."*

Die synthetische Biologie ist eine junge Forschungsrichtung. Dutzende Labors auf der Welt arbeiten mit ganz verschiedenen Methoden an unterschiedlichen Zielen. Einige der Ideen könnten Wirklichkeit werden. Andere werden bald vergessen sein. Sicher ist: Neues Leben wird entstehen. Neue Möglichkeiten. Neue Risiken.

*Montagsmorgen. 5 Uhr 35.*

*Ein Mann, nennen wir ihn G., tritt auf den Balkon.*

*Er nippt am Kaffee.*

*Eine Amsel zwitschert im Kirschbaum.*

*Die Sonnenstrahlen kitzeln G an der Nase.*

*Er weiß, es wird ein langer Tag werden.*

*Ein Tag voller Experimente.*

© 2009 Deutschlandradio