



WISSEN KÜNSTLICHE LEBEWESSEN



17.04.15

Forscher wollen die Fesseln der Evolution sprengen

Sie sollen Treibstoff produzieren, Krankheiten heilen oder Umweltgifte neutralisieren: Künstliches Leben soll viele Probleme des 21. Jahrhunderts lösen. Das bietet enorme Chancen, aber auch Risiken.



Von Walter Willems



Künstliches Leben schaffen, das in der Natur nicht vorkommt, das ist das Ziel der Synthetischen Biologie. Diese Wissenschaft ist noch sehr jung, kann aber schon erste Erfolge vorweisen.

Quelle: DW

Der Golem, Franksteins Monster oder die Dinosaurier aus "Jurassic Park": Die Schaffung von Leben fasziniert Menschen seit jeher – bis vor Kurzem meist nur als Fiktion.

Doch mittlerweile streben Forscher gezielt die Herstellung neuartiger Organismen an und wetteifern darum, wer das erste synthetische Lebewesen erschafft. Der Molekularbiologe George Church von der [Harvard Medical School](#) in Boston beschreibt seine Arbeit in einem Buch mit dem Titel "Regenesis: How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves".

Bei vielen Menschen weckt das Thema religiöse Assoziationen – und tief verwurzelte Ängste. Darf der Mensch Gott spielen und nach seinen eigenen

MEISTGELESENE ARTIKEL



BVB gegen FC Bayern
Jürgen Klopps lässiger Markwort-Konter



Energieverschwender
Das sind die größten Stromfresser im Haushalt



Göttingen
Wenn eine Top-Uni plötzlich nicht mehr "Elite" ist

ASTROPHYSIK

Die 7 Rätsel des Universums

Eine Reportage

Vorstellungen Leben erschaffen? Und wie kann man sicherstellen, dass solche Experimente nicht aus dem Ruder laufen – wie so oft in Mythen, Literatur und Filmen?

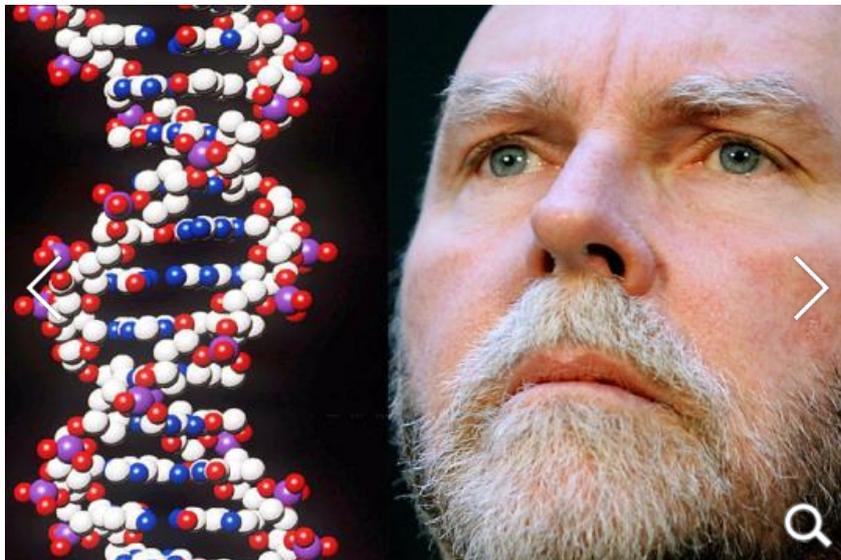
Noch beschränkt sich die synthetische Biologie weitgehend auf Mikroorganismen. Zu den führenden Forschern auf dem Gebiet zählt Craig Venter, der als Erster das menschliche Genom sequenzierte. Ein Team um den US-Biochemiker stellte 2008 rein synthetisch das Erbgut des Bakteriums *Mycoplasma genitalium* her, bestehend aus knapp 583.000 Basenpaaren.

"Was ich nicht erschaffen kann, verstehe ich nicht"

Zwei Jahre später gelang es Forschern am J. Craig Venter Institute ([JCVI](#)), das etwa 1,1 Millionen Basenpaare umfassende Genom des Bakteriums *Mycoplasma mycoides* zu produzieren und in die leere Zellhülle einer anderen Art, *M. capricolum*, zu schleusen.

Das entstandene lebensfähige Bakterium taufte sie auf den Namen *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0. Zusätzlich zum Ursprungsgenom enthielt es vier Wasserzeichensequenzen. Dechiffriert ergab eine davon ein Zitat des Physikers Richard Feynman: "Was ich nicht erschaffen kann, verstehe ich nicht" – das Motto der synthetischen Biologie.

Genetiker erschaffen Kunst-Lebewesen



Craig Venter ist es gelungen, die Biologie auszutricksen: Er erschuf künstliches Leben.

1/5

Foto: dpa

Ob das Bakterium wirklich ein synthetisches Lebewesen ist, darüber sind die Meinungen geteilt. Auf der einen Seite steht der selbstbewusste Venter: "Mit unserer synthetischen Zelle bauten wir auf einer Evolution von 3,5 Milliarden Jahren auf, aber wir versuchten nicht, sie nachzuvollziehen", schreibt er im Buch "Leben aus dem Labor".

"Da wir das Genom abgewandelt hatten, gab es in der Natur keinen unmittelbaren Vorfahren der von uns geschaffenen Zelle. Mit unserem synthetischen Code hatten wir dem Strom des Lebendigen einen neuen

Nebenfluss hinzugefügt", so Venter.

Andere Forscher wenden ein, Venters Bakterium basiere letztlich auf natürlichen Molekülen. "Die Herstellung war zwar synthetisch", sagt Professor Torsten Waldminghaus vom Zentrum für Synthetische Mikrobiologie der [Universität Marburg](#). "Doch letztlich ist das Bakterium die Kopie einer natürlichen Vorlage, abgesehen von den Wasserzeichen und anderen kleineren Veränderungen."

Erstmals genetisch neu kodierte Organismus erschaffen

Im Vergleich zu Venter ging der Harvard-Forscher Church noch einen großen Schritt weiter: Vor zwei Jahren schuf er mit seinem damaligen Mitarbeiter Farren Isaacs den ersten genetisch neu kodierte Organismus (GRO; Genetically Recoded Organism).

Was heißt das? Die DNA, die die Informationen zum Bau der 20 klassischen Aminosäuren – den Grundbausteinen der Proteine – trägt, ist bei allen Organismen gleich aufgebaut und wird gleich abgelesen. Egal ob bei Pflanzen, Bakterien oder Tieren.

Auch bei traditionellen genetisch veränderten Organismen (GMO; Genetically Modified Organisms) – etwa Maispflanzen, die ein Insektengift produzieren – schleusen Forscher lediglich eines oder mehrere Gene neu ein.

Church und Isaacs veränderten dagegen bei Kolibakterien die Art, wie die DNA abgelesen wird. Damit sorgten sie dafür, dass die Organismen zum Bau lebenswichtiger Proteine auf eine künstliche Aminosäure angewiesen waren.

Forschern gelingt es, das genetische Alphabet zu verlassen

Enormes Aufsehen in der Fachwelt erregte vor einem Jahr ein Team um Floyd Romesberg vom [Scripps Research Institute](#) in La Jolla im US-Staat Kalifornien mit dem Artikel "Ein halbsynthetischer Organismus mit einem erweiterten genetischen Alphabet" im Fachblatt "[Nature](#)": Die Wissenschaftler verließen die vier traditionellen DNA-Bausteine Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin, (A, T, G und C), die je nach Reihenfolge Zellen den Bauplan für Proteine liefern.

Ebenfalls bei Kolibakterien (*Escherichia coli*) fügten die Wissenschaftler dem genetischen Alphabet eine Klasse unnatürlicher Basenpaare (UBPs) hinzu, die nicht nur toleriert, sondern auch weitervererbt wurden.

Eine konkrete Funktion erfüllte das Basenpaar allerdings nicht. Die Studie diente lediglich als "proof of principle", als Nachweis der Machbarkeit. Dass man das genetische Alphabet verlassen kann, war noch vor wenigen Jahren kaum vorstellbar.

Künstliche Lebewesen sollen Problem der Zukunft lösen

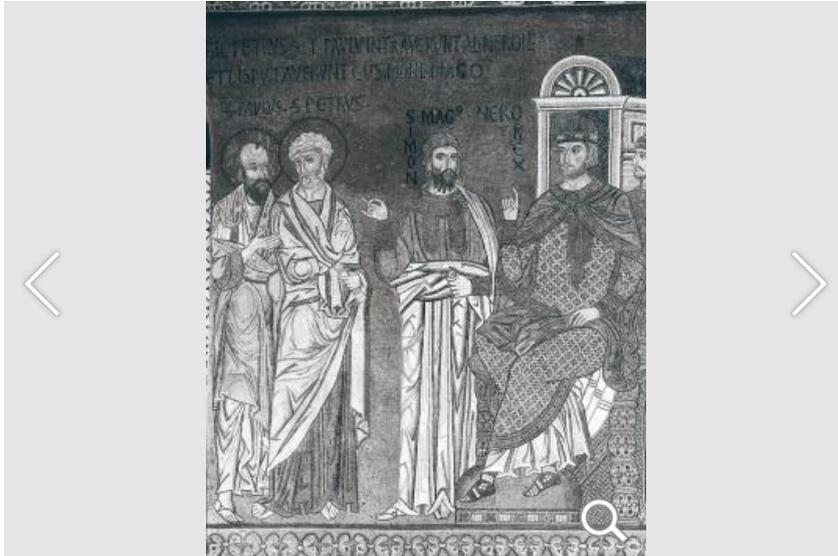
Für Waldminghaus stellt dies den bislang radikalsten Schritt in Richtung Xenobiologie dar, der Schaffung fremdartiger Lebensformen. Für die Zukunft erhoffen sich Forscher von der Herstellung solcher Organismen die Lösung vieler aktueller Probleme: Sie könnten demnach eines Tages etwa neuartige Biomaterialien produzieren, Medikamente herstellen, Giftstoffe in der Umwelt abbauen oder im Körper gezielt Tumore suchen und abtöten.

"Vor uns steht eine Technologie mit ungeahnten Möglichkeiten. Das ermöglicht in

20 bis 30 Jahren Dinge, die wir uns jetzt noch gar nicht vorstellen können", sagt Nediljko Budisa.

"Wir wollen chemische Funktionen, die in der Natur nicht vorkommen." Über Milliarden Jahre habe die natürliche Umgebung Organismen selektiert. Diese Selektion könne der Mensch nun selbst steuern – und so gewünschte Funktionen optimieren.

Der Traum vom künstlichen Menschen



1. Jahrhundert: Dem im Jahr 65 in Rom gestorbenen Magier Simon Magnus (in der Bildmitte) wurde später nachgesagt, dass er künstliche Menschen aus Wasser, Luft und Blut erschaffen habe.

1/9

Foto: pa

"Trotz Jahrmilliarden an evolutionären Trial and Error hat die Natur noch lange nicht alle möglichen Systeme 'getestet', weshalb sehr wahrscheinlich noch nicht existierende, effizientere biologische Funktionen hergestellt werden könnten", schreibt Markus Schmidt vom Wiener Unternehmen [Biofaction](#), das sich mit der Abschätzung von Technikfolgen befasst, in der Zeitschrift "Biospektrum".

Doch einstweilen grübeln Forscher auch über grundlegende Probleme. "Natürlich wirft dieses scheinbar grenzenlose Potenzial viele beunruhigende Fragen auf, nicht zuletzt weil die synthetische Biologie die Gestaltung der Lebewesen von den Fesseln der Evolution befreit und ganz neue Panoramen eröffnet", schreibt Venter.

Künstliches Leben könnte sich ungehindert ausbreiten

Wie kann man sicherstellen, dass sich solche Organismen außerhalb des Labors nicht unkontrolliert ausbreiten? Bisher vertrauten Forscher etwa darauf, dass sie in der Natur bestimmte Nährstoffe nicht finden würden. Doch ganz ausschließen lässt sich das nie.

Ein anderer Ansatz setzt auf Notschalter, sogenannte Kill Switches. Beispielsweise würden Organismen unter bestimmten Umständen – etwa bei niedrigen Temperaturen außerhalb eines Bioreaktors – einen bestimmten Giftstoff bilden, der sie umbringt.

Church genügt das nicht: "Alles was man gegen einen Notschalter tun muss, ist, ihn abzuschalten", betont er. Und dafür gebe es in der Natur viele Möglichkeiten.

Ende Januar legten er und sein ehemaliger Mitarbeiter Isaacs, der inzwischen an der [Yale University](#) in New Haven (US-Staat Connecticut) arbeitet, in zwei Artikeln im Fachblatt "[Nature](#)" ähnliche Lösungsansätze vor. Church vergleicht seine Sicherheitsvorkehrungen mit denen eines Autos.

Notschalter im "Motor" soll Mikroorganismen stoppen

"Wenn man sie an der Peripherie befestigt, wie man Farbe auf ein Auto aufträgt, läuft das Fahrzeug trotzdem. Man muss den Schalter mitten am Motor anbringen, wie die Kurbelwelle, sodass es nun ein besonderes Teil hat, das Sie nur von einem Hersteller etwa in Europa bekommen."

Ebenso wie Romesberg arbeiten Church und Isaacs mit Kolibakterien. Beim Stamm MG1655 veränderten sie das Erbgut so, dass die Mikroorganismen zum Bau wichtiger Proteine auf eine synthetische Aminosäure angewiesen sind, die in der Natur nicht vorkommt.

Dazu änderten sie im DNA-Strang eins von drei sogenannten Stopcodons, an denen die Translation abbricht. So unterbanden sie 321 Ablesestopps und brachten die Bakterien zur Produktion essenzieller Proteine. Dafür brauchen die Keime aber künstliche Aminosäuren, die sie nur im Labor bekommen. In der Natur, so die Forscher, würden die Bakterien unweigerlich absterben.

"Das ist das bislang in Bezug auf die Funktion am radikalsten veränderte Genom", sagt Church. "Wir haben nicht nur einen neuen Code, sondern auch eine neue Aminosäure, und davon ist der Organismus komplett abhängig." Zusätzlich wappnet der Code die Bakterien gegen bestimmte Viren, die den Mikroorganismen in industriellen Anlagen schwer zusetzen können.

Von einer Anwendung ist man noch weit entfernt

Budisa spricht von einer genetischen Firewall und einem überzeugenden Ansatz. "Um zu überleben, müssen die Organismen die essenziellen Proteine mit synthetischer Aminosäure herstellen", sagt der Chemiker. Das sei ein Riesenschritt – aber noch weit von einer Anwendung entfernt.

"Das ist keine elegante Wissenschaft, sondern eine Tour de Force, für die die Organismen einen hohen Preis zahlen." Während sich Kolibakterien sonst etwa jede halbe Stunde reproduzieren, bräuchten die von Church und die von Farrell produzierten Keime dazu – zumindest vorerst noch – mehrere Stunden, so Budisa.

Church testete auch, ob sich die Keime aus der Abhängigkeit von der synthetischen Aminosäure befreien können. Er ließ eine Billion Bakterien ohne Nährlösung mit diesem Stoff wachsen. Nach zwei Wochen habe keiner der Mikroorganismen mehr gelebt, berichtet er. Das übertreffe die Sicherheitsempfehlungen der amerikanischen Gesundheitsbehörde NIH (National Institutes of Health) um das 10.000-Fache.

Das sei bei Weitem nicht genug, betont Schmidt, der auch die EU-Kommission berät. "Das ist zwar eine Riesenleistung und ein Schritt in die richtige Richtung, aber es muss noch viel mehr passieren. Es gibt noch keinen Maßstab, mit dem man die Sicherheit eines Organismus bewerten könnte."

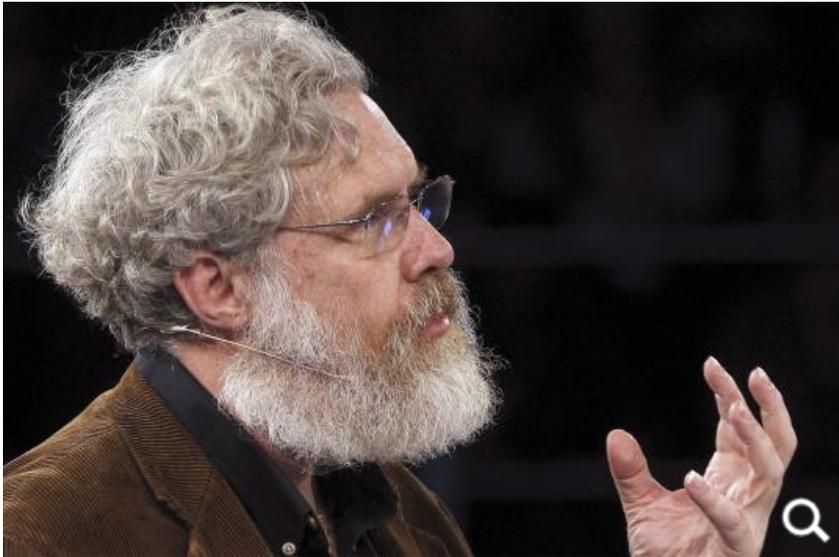


Foto: pa

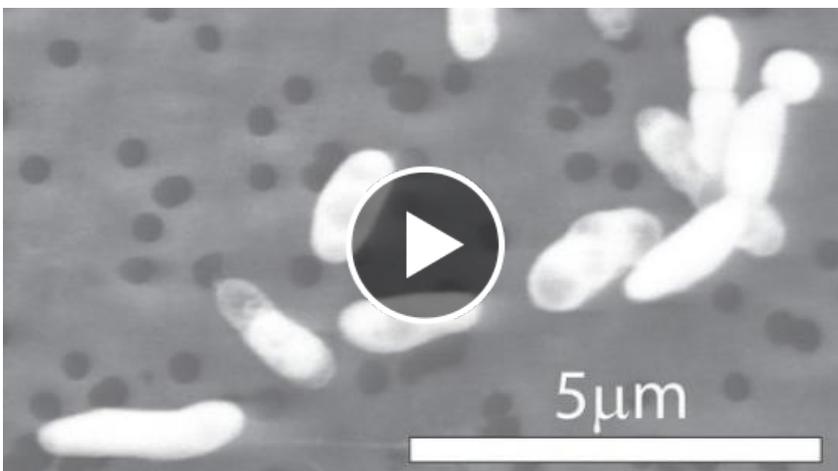
Der Molekularbiologe George Church an der Harvard Medical School in Boston veränderte bei Kolibakterien die Art, wie die DNA abgelesen wird

Überhaupt, so betont auch Budisa, erfordere der Einsatz solcher Lebewesen einen gesellschaftlichen Konsens. An einer transparenten Diskussion zu Chancen und Gefahren müssten sich nicht nur Biologen beteiligen, sondern etwa auch Ethiker oder Theologen. Klar ist: "Das Risiko wird niemals null sein", sagt Schmidt. "Aber wie gering muss es sein, damit wir es akzeptieren?" Das gelte es zu klären.

Trotz aller Fortschritte der synthetischen Biologie: Von der tatsächlichen Schaffung von Leben sind Forscher letztlich weit entfernt. "Die faszinierendste Frage ist: 'Was ist Leben'", sagt Waldminghaus. "Wir kennen inzwischen alle chemischen Bestandteile, aber wir können Leben nicht entstehen lassen. Es ist schön, dass es dieses Rätsel noch gibt."

dpa

Bakterium gibt Hinweis auf außerirdisches Leben



Der Mikrobenstamm baut das giftige Schwermetall Arsen anstatt Phosphor in sein Erbgut ein. Die US-Weltraumbehörde Nasa hofft, dass die Forschungsergebnisse auch bei der Suche nach außerirdischem Leben helfen.

Quelle: Reuters

© WeltN24 GmbH 2015. Alle Rechte vorbehalten



MEHR ZUM THEMA



WISSEN SCHÖPFUNG 2.0
Maßgeschneiderte Lebewesen aus dem Labor

WISSEN DESIGN-CHROMOSOM
Großer Schritt zu künstlichen Lebewesen geglückt



WISSEN SYNTHETISCHE BIOLOGIE
Forscher baut Dinge, die noch niemand gebaut hat

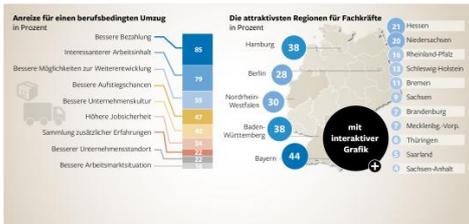


THEMEN

Genom

Craig Venter

DIE FAVORITEN UNSERES HOMEPAGE-TEAMS



Fachkräfte
Die Besten lassen sich nur mit Geld locken

OSZE-Mission
Protokoll einer Überforderung in der Ukraine

LESERKOMMENTARE

6 Kommentare

Leserkommentare sind ausgeblendet.

[Kommentare einblenden](#)

[Impressum](#) [Datenschutz](#) [AGB](#) [Nutzungsregeln](#) [Mediadaten Print](#) [Mediadaten Online](#) [Anzeigenannahme](#) [Kontakt](#) [Abo](#)

Intraday-Börsenkurs-informationen werden mindestens 15 Minuten zeitverzögert dargestellt. Weitere Hinweise
