

«Mit Gott liebäugeln»

Synthetische Biologen versuchen, im Labor künstliche Organismen zu designen, und rühren so an fundamentale Fragen. Mit dem Biologen Michael Hengartner und dem Theologen Hans Weder sprachen Roger Nickl und Thomas Gull

Herr Hengartner, Herr Weder, einem Team um den Genforscher und Synthetischen Biologen Craig Venter ist es in diesem Jahr gelungen, ein künstliches Genom in ein Bakterium einzusetzen. Damit wurde erstmals ein künstlicher Organismus erzeugt. Wie bedeutend ist dieser Schritt für die Wissenschaft, aber auch für die Gesellschaft?

Michael Hengartner: Venter ist ein technisch interessanter Schritt gelungen. Das Ereignis wurde in den Medien aber aufgebauscht. Wir wissen schon länger, dass man mit Maschinen grössere DNA-Abschnitte synthetisieren kann. Ganze Vireng Genome wurden auf diese Weise schon hergestellt. Ebenfalls nicht neu ist die Erkenntnis, dass

man DNA in ein Bakterium einschleusen kann – das weiss man bereits seit den 1970er-Jahren. Damals wurde auch das erste künstliche DNA-Molekül, die rekombinante DNA, synthetisiert. Venter hat nun einfach ein sehr grosses Stück künstliche DNA in eine Zelle transferiert, die kein eigenes Erbgut mehr hatte. Das Gefäss hat diese DNA aufgenommen und dann, wie erwartet, damit begonnen, sie zu vervielfältigen.

Also keine Sensation?

Hengartner: Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen sicher nicht. Es war zu erwarten, dass das Unterfangen gelingen würde.

Hans Weder: Ich rechnete auch damit, dass Venters Vorhaben gelingen würde. Ich kann mir aber gut vorstellen, weshalb das Ereignis eine solche Aufmerksamkeit auf sich zog. Der Mensch ist hier in einem merkwürdigen Zwiespalt: Einerseits liebäugelt er immer damit, Gott zu spielen; andererseits hat er zugleich Angst vor seinen eigenen Möglichkeiten. Nüchtern betrachtet hat Venter bestehende Technologie angewendet. In seinem Experiment spielt immer noch ein Exemplar der Natur mit anderen natürlichen Dingen zusammen. Venters Bakterium ist nicht aus der natürlichen Ordnung herausgefallen.

Die Gilde der Synthetischen Biologen, der auch Craig Venter angehört, hat sich zum Ziel gesetzt, im Labor neue Lebensformen mit spezifischen Eigenschaften zu designen. Ist das einfach eine Weiterführung der Biotechnologie mit anderen Mitteln, oder eröffnen sich da ganz neue Möglichkeiten?

Hengartner: Die meisten Synthetischen Biologen sehen sich wohl in der Tradition der Gentechnologie, die sie weiterführen. Statt einem Gen will man nun einen ganzen biosynthetischen Weg in einen Organismus einpflanzen, um so eine neue Form von Stoffwechsel zu erzeugen. Damit verknüpft sind Hoffnungen auf interessante Anwendungen dieser künstlichen Organismen – etwa der Abbau von Öl oder die Produktion von Brennstoffen.

Weder: Solche Anwendungen könnten tatsächlich interessant sein. Ein Hauptproblem der biotechnologischen Verfahren ist aber die fehlende gesellschaftliche Akzeptanz. Das sieht man bereits bei der Gentechnologie, die bei vielen Menschen auf Ablehnung stösst. Das ist problematisch: In Afrika wird zum Beispiel gentechnologisch veränderter Mais geächtet, obwohl damit das Leben von Tausenden gerettet werden könnte. Die emotionale und kulturelle Entwicklung des Menschen scheint mit seinen technischen Möglichkeiten nicht Schritt zu halten. Die Gen- aber auch die Nanotechnologie wecken riesige Widerstände, die heute überhaupt nicht bearbeitet werden.

«Die emotionale und kulturelle Entwicklung des Menschen scheint mit seinen technischen Möglichkeiten nicht Schritt zu halten.» Hans Weder, Theologe





«Künstliches Leben zu schaffen, das keine Kopie von jetzigem Leben ist, wird auch in Zukunft nicht möglich sein.» Michael Hengartner, Molekularbiologe

Wird es der Synthetischen Biologie in der Zukunft gelingen, künstliches Leben im Labor zu erschaffen?

Hengartner: Zuerst muss man definieren, was neues Leben ist. Wenn man darunter eine neue DNA-Sequenz oder eine bislang noch nicht existente Genkombination versteht, dann kreieren wir – wenn auch unbewusst – seit Jahrtausenden neues Leben. Bewusst tun wir es seit den 1970er-Jahren. Künstliches Leben zu schaffen, das keine Kopie von jetzigem Leben ist, wird der Synthetischen Biologie aber auch in Zukunft nicht möglich sein. Wir verfügen zwar über einen Baukasten mit bekannten biologischen Elementen, die wir neu zusammensetzen können. Um ganz neues Leben zu schaffen, bräuchten wir allerdings einen ganz neuen Baukasten, der aus Komponenten besteht, die nicht bereits natürlich vorhanden sind. Davon sind wir Jahrhunderte entfernt. Bisher haben wir vor allem gelernt, die Natur nachzuahmen.

Sie haben den Forschungserfolg von Craig Venter relativiert. «Nature» hat das Ereignis etwas höher

gehängt als Sie. Die Wissenschaftszeitschrift schrieb: «Erstmals hat Gott Konkurrenz bekommen.» Auch eine Übertreibung?

Weder: Da wird es noch komplizierter, weil man nicht nur definieren muss, was Leben, sondern auch, was Gott ist. Wenn man mit dem Begriff «Gott» so etwas wie Kreativität meint, so hatte der Mensch immer schon eine gewisse Gottähnlichkeit. Denn er ist in einem bestimmten Rahmen zur Kreativität fähig. Aber es gibt einen grundlegenden Unterschied: Denn das traditionelle Gottesprädikat ist nicht einfach Kreativität, sondern Kreativität, die aus dem Nichts schafft. Beim Gottesgedanken geht es vielmehr um die grundlegende Frage, wieso überhaupt etwas ist und nicht vielmehr nichts. Die Frage, wie und warum Leben überhaupt entstanden ist, ist ja auch heute noch weitgehend ungeklärt. Man weiss einfach, dass es so ist.

Die Kreativität des Menschen schafft Artefakte. Die Frage ist nun, ob Synthetische Biologen etwas anderes machen, als beispielsweise eine Brücke zu bauen oder ein Buch zu schreiben.

Hengartner: Die Arbeit der Synthetischen Biologen unterscheidet sich vom Bau einer Brücke, aber nicht vom Kreuzen zweier Hundarten, um eine neue Hundart zu erhalten.

Die Synthetische Biologie ist der jüngste Spross in der biologischen Forschung. Was bringt diese neue Entwicklung?

Hengartner: Wir suchen in der Biologie die Regeln, nach denen der menschliche Körper funktioniert. Der Mensch ist aus Elementen des Baukastens der Natur zusammengesetzt. Doch welchen Regeln gehorchen diese Elemente? Und wieso funktioniert dieser Baukasten so gut? Darüber wissen wir heute noch sehr wenig. Entsprechend wissen wir auch wenig darüber, was im Körper schief läuft, wenn wir erkranken. Und was man dagegen tun kann. Ich erhoffe mir, dass wir via Synthetische Biologie mehr darüber erfahren, wie die Expression von Genen reguliert werden kann. Die Synthetische Biologie wäre dann eine Art Reverse Engineering, um herauszufinden, wie die Elemente des Baukastens, aus dem wir bestehen, zusammenspielen und funktionieren.

Wie beurteilen Sie das technische Potenzial der Synthetischen Biologie?

Hengartner: Je mehr Elemente man kennt und in diesem biologischen Baukasten zur Verfügung hat, desto mehr kann man natürlich damit machen. Worüber wir noch viel zu wenig wissen, ist,

Zu den Personen

*Michael Hengartner (44) ist Professor für Molekularbiologie und Dekan der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der UZH. Seine Forschungsgruppe untersucht grundlegende biologische Prozesse, insbesondere den programmierten Zelltod, beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*.*

Hans Weder (63) ist Professor ad personam für Neues Testament an der Theologischen Fakultät der UZH. Seine Forschungsschwerpunkte sind Gleichnisse und metaphorische Sprache der Religion, neutestamentliche Hermeneutik und Theologie, Theologie und Naturwissenschaften.



zu welchen Eigenschaften die Kombination verschiedener Elemente führt.

Die Synthetische Biologie steckt zwar noch in den Kinderschuhen. Aber es stellt sich auch hier wie bei der Atom- oder der Gentechnologie die Frage nach Grenzen und Regulierungen. Braucht es bereits jetzt gesetzliche Richtlinien?

Weder: Die Frage nach den Grenzen finde ich grundsätzlich schon sehr wichtig. Heute versucht man aber oft, bereits Grenzen zu setzen, bevor die Dinge zu Ende gedacht wurden. Das finde ich problematisch. Das Denken sollte zuerst einmal frei stattfinden. Seriöse Forscher werden von sich aus den Punkt erkennen, über den hinaus aus Vernunftgründen nicht gegangen werden sollte. Dazu braucht es keine Regulierungen.

Hengartner: Ich erlebe den gesellschaftlichen Umgang mit potenziellen Gefahren als sehr ambivalent. Bezüglich neuer Gefahrenpotenziale, mögen sie auch noch so klein sein, leben wir heute in einer Nulltoleranz-Gesellschaft. Mit der Gefahr etwa des Autofahrens scheinen wir im Gegensatz dazu viel weniger Probleme zu haben,

obwohl täglich unzählige Menschen weltweit im Strassenverkehr sterben. Menschen haben grosse Mühe, mit ganz kleinen Gefahrenpotenzialen zu leben, sie können diese nicht relativieren.

Welche Konsequenzen ziehen Sie aus dieser Feststellung?

Hengartner: Mir ist es ein Anliegen, dass die Menschen verstehen, worum es in der Biologie und in der Wissenschaft ganz allgemein geht.

Der Gedanke, dass man im Zusammenhang mit der Synthetischen Biologie sofort an Regulierung denkt, ist eine Art Reflex. Er widerspiegelt ein fundamentales Misstrauen dem wissenschaftlichen Fortschritt gegenüber, das heute viele hegen. Gibt es einen Weg, dieses Misstrauen abzubauen?

Weder: Das kann man nur erreichen, wenn in der Gesellschaft eine Kultur der Selbstreflexion gepflegt wird. Spätestens seit der Mitte des letzten Jahrhunderts hat sich eine grosse Skepsis dem

«Ängste sind immer auch Signale. Sie weisen darauf hin, dass der Mensch eben auch abgründige Fähigkeiten hat.» Hans Weder, Theologe

Das ist eine grosse Herausforderung für eine Demokratie: Unsere Welt wird immer komplizierter, und die Entscheide, die wir treffen müssen, setzen immer mehr Wissen voraus. Wenn wir den Stimmbürgern weiterhin aufbürden, solche Entscheide zu treffen, müssen wir auch dafür sorgen, dass sie über das notwendige Wissen verfügen, um vernünftig und nicht durch Angst beeinflusst entscheiden zu können.

Fortschritt und dem Wissenschaftsglauben gegenüber etabliert. Das halte ich ein Stück weit für gesund – gerade wenn man an die naive Fortschrittseuphorie des 19. Jahrhunderts denkt. Ich möchte in diesem Zusammenhang aber auch an die mittelalterliche Einsicht erinnern: «Abusus non tollit usum», der Missbrauch hebt den Gebrauch nicht auf. Will man heute einen Missbrauch bekämpfen, verbietet man in der Regel

den Gebrauch. Und natürlich ist es so: Wenn man den Gebrauch verbietet, findet auch kein Missbrauch mehr statt. Gleichzeitig verliert man damit aber auch einen möglichen Gewinn. Darüber müsste man intensiver nachdenken.

Synthetische Biologen sind weit davon entfernt, im Labor Leben zu schaffen. Dennoch weckt diese Forschungsrichtung alte Fantasien und Ängste. Zu denken ist etwa an Dr. Frankenstein, der im gleichnamigen Roman von Mary Shelley einen Furcht erregenden künstlichen Menschen erschafft. Wie berechtigt sind solche Ängste?

Weder: Ängste sind immer auch Signale. Sie weisen darauf hin, dass der Mensch eben auch abgründige Fähigkeiten hat. Er ist das einzige Lebewesen, das nicht nur sich selbst, sondern gleich seine ganze Biosphäre vernichten kann. Zudem es ist ja durchaus sinnvoll, skeptisch ge-

«Forscher werden die moralischen Grenzen selber erkennen und nicht überschreiten.» Michael Hengartner, Molekularbiologe

genüber einem menschlichen Verhalten zu sein, das sich in der Welt um jeden Preis breitmachen will und sich gegen die Natur stellt. Das heutige Verständnis von Freiheit ist, dass jeder machen kann, was er will. In der Stoa bedeutete Freiheit etwas ganz anderes. Frei ist, wer in Harmonie mit der Natur lebt. Das sollten wir heute vielleicht wieder vermehrt bedenken.

Hengartner: Ich finde auch, dass man bestehende Ängste ernst nehmen muss. Gefahren können total imaginär sein, die Angst ist dagegen immer real. Wenn man diese Ängste kleinmachen will, hat man auch keinen Respekt vor dem Gegenüber. Wir Wissenschaftler müssen versuchen, durch direkten Kontakt und die Vermittlung von Wissen Vertrauen zu schaffen und Ängste abzubauen.

Die Synthetische Biologie konfrontiert uns mit fundamentalen Fragen: Was ist Leben? Und wie ist es entstanden? Fragen, bei denen Wissenschaft und Religion unweigerlich aufeinanderstossen. Es geht auch darum, ob die Naturwissenschaft die alleinige Hoheit über die Welterklärung für sich

beansprucht oder ob noch Raum bleibt für etwas Göttliches. Wie sehen Sie das?

Weder: Die religiöse Wahrnehmung der Welt würde ich nicht auf den Begriff der Erklärung bringen. Die Wissenschaften versehen uns mit Vorstellungen über die Welt. Bei der Religion geht es aber darum, eine Einstellung zur Welt zu gewinnen. Religion versucht zudem Respekt einzubringen, nicht nur vor den anderen Menschen, sondern auch vor dem Leben. Das hat immer miteinander zu tun und schliesst sich nicht gegenseitig aus. In der Theologie spielt der Begriff «Leben» eine ganz wichtige Rolle. Ich kann ihn als Theologe nicht einfach gebrauchen, ohne mich darüber zu informieren, was Biologen heute darunter verstehen.

Hengartner: Ich gehe mit Herrn Weder einig. Wenn jemand Herzprobleme hat, dann sollte er zum Arzt gehen. Für Fragen der Seele ist aber die Religion zuständig. Was ist der Zweck des Le-

bens? Und weshalb sind wir überhaupt hier? Auf solche grundsätzlichen Fragen haben die Naturwissenschaften auch heute keine Antworten.

Versuchen wir in die Zukunft zu blicken: Wird die Synthetische Biologie unser Verständnis dessen, was Leben ist, verändern?

Hengartner: Nein, das denke ich nicht.

Wo liegen die Grenzen der Synthetischen Biologie – werden sie durch das technisch Machbare definiert oder durch ethisch motivierte Verbote?

Hengartner: Wenn es Verbote geben wird, so werden sie politisch motiviert sein. Ich bin davon überzeugt, dass die Forscher selber die moralischen Grenzen erkennen und nicht überschreiten werden.

Es bestehen erhebliche Zweifel, dass sich alle daran halten.

Hengartner: Das Problem ist, dass es für verschiedene Menschen verschiedene Limiten gibt. Es gibt Leute, die sagen, die Wissenschaft hat die Grenzen schon vor dreissig Jahren überschritten.

Wo ist denn diese Grenze aus Ihrer Sicht?

Hengartner: Wenn man auf rein synthetischem Weg ein Lebewesen kreieren würde, das unnötig Schmerzen verspürt – möglicherweise weil unser eigenes Wissen so bruchstückhaft ist –, dann wäre diese Grenze sicher überschritten. Diese Grenze existiert aber nicht nur in der Synthetischen Biologie – auch bei herkömmlichen Züchtungen gilt dieses Gebot.

Herr Weder, darf man denn so optimistisch sein und annehmen, dass Wissenschaftler die Grenzen ihres Tuns selber erkennen?

Weder: Ja, ich sehe bis zum Beweis des Gegenteils keine andere Lösung. Es gibt vielleicht einzelne Wissenschaftler, die destruktiv handeln würden und die man entsprechend mit Sanktionen im Zaum halten muss. Letztlich ist das Setzen von ethischen Grenzen eine Sache der Verständigung. Es existiert niemand, der bereits weiss, wo die Grenzlinie verläuft. Sie kann nur innerhalb einer wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion definiert werden. Dem Denken, das immer besser verstehen will, sollten aber grundsätzlich keine Grenzen gesetzt werden – in dieser Hinsicht betrachte ich die Forschungsfreiheit als absolut.

Herr Hengartner, Herr Weder, wir danken Ihnen für das Gespräch

Synthetische Biologie

Die Synthetische Biologie gilt als jüngster Zweig der biologischen Forschung. Vertreter des Fachs im Grenzbereich von Biologie, organischer Chemie, Ingenieurwissenschaften und Informatik versuchen, künstliche Moleküle, Zellen und Organismen mit neuen Eigenschaften zu designen. Die Forscher hoffen, dadurch mehr über die biologischen Prozesse, die dem Leben zugrunde liegen, zu erfahren. Die Synthetische Biologie arbeitet auch daran, technologisch verwertbare Organismen zu schaffen. So experimentiert der Genforscher Craig Venter mit Algen, die aus Sonnenlicht und Kohlendioxid Brennstoffe herstellen sollen. Der Ölkonzern Exxon Mobil hat bereits mehrere hundert Millionen Dollar in das Projekt investiert.