



Synthetische Biologie — Wird der Bauplan des Lebens jetzt von Menschen neu geschrieben?

Vielleicht sind wir längst so weit, uns eine Welt vorzustellen, in der wir den Platz an der Sonne mit Androiden und Algorithmen teilen. Überall wimmelt es schon von digitalen Intelligenzen (und was dafür gehalten wird), aber was kommt danach? Die Antwort wird nicht jedem gefallen, viele verdrängen noch, was unser Optimierungstrieb sonst so treibt: Die Zukunft gehört, wer will das schon wahrhaben, dem künstlichen Leben. Zum Smart Living kommt das Living by Biodesign. Schöpfung war gestern, das Ergebnis einer großen Lotterie namens Evolution. Jetzt aber schneiden wir uns das Leben selbst, wie es uns gefällt. Wir programmieren es buchstäblich, denn auch das Leben ist kodiert, jeder Organismus vom allerkleinsten bis zum größten, auch wir selbst sind es. Unsere Festplatten und Prozessoren



Text
JOACHIM
MÜLLER-JUNG

Illustration
JAN ROBERT
DÜNNWELLER

liegen in jeder Zelle – das Erbmateriale DNA mit seinen Genen ist Programmcode und Datenspeicher in einem.

Seit Jahren schon arbeiten Leute wie der Mainzer Biochemiker Edward Lemke daran, diese erdgeschichtlichen Zufallsprodukte mit ihrer biochemisch kodierten Ursprache nach allen Regeln der Ingenieurskunst zu formen. Synthetische Biologie nennt man das. Motto: Die Natur kann es, wir können es besser. Lemkes jüngstes Bio-Design-Baby wird international gefeiert: Lemke hat „Designer-Organellen“ gebaut. Dafür hat er sein Team an der Universität und am Institut für molekulare Biologie in Mainz erweitert, um Christopher Reinkeimer und Gemma Estrada Girona vom Europäischen Molekularbiologischen Labor in Heidelberg. Zusammen haben sie es geschafft, quasi eine neue Modellreihe des Lebens zu entwickeln. Gewöhnliche Zellen bauen an den sogenannten Ribosomen mit Hilfe der in der DNA kodierten Genabschrift ihre Proteine zusammen – die Arbeitspferde des Lebens, das Material für das Chassis. Auch Enzyme kodieren sie, die Maschinen der Zelle. Die sorgen dafür, dass der Motor brummt, sie treiben den Stoffwechsel an. Winzige Bausteine – Aminosäuren – werden dafür in festgelegter Reihenfolge und Größe zu Ketten und Klumpen miteinander verknüpft, eine fabrikmäßige Massenabfertigung. Form und Ladung bestimmen am Ende über die Funktion.

Allerdings sind die Ressourcen der Natur, was diese „Rohstoffe“ angeht, begrenzt: Genau zwanzig,

nicht mehr und nicht weniger, Aminosäuren stehen den Zellen für ihre Bautätigkeit zur Verfügung. Das gilt für Bakterien genauso wie für die menschliche Hirnzelle.

Lemke hat dieses natürliche Arsenal massiv erweitert – den Forschern stehen nun mehr als dreihundert nichtnatürliche Aminosäuren zur Verfügung, die zusammen mit den üblichen Aminosäuren in der lebenden Zelle verarbeitet werden können. Damit das System nicht zusammenbricht, war es entscheidend, die künstlichen Rohstoffe in einem halbwegs abgesonderten Nebenraum – einer Art Extra-Organ – der Zelle zu verarbeiten. Dafür dient die Mainzer Designer-Organelle, ein künstlich geschaffenes neues Reaktionszentrum. „Bildlich gesprochen suchen wir uns eine Ecke in der Zelle aus, wo wir unser Haus bauen, und holen dann einen Teil der Ribosomen, die in der Zelle vorhanden sind, herein“, sagt Lemke.

Was man damit machen kann? Unendlich viel, glaubt man den Bio-Ingenieuren: Künstliche Proteine mit neuen, nützlichen Eigenschaften könnten per Gen-Knopfdruck produziert werden, Pharmazeutika selbstverständlich und Moleküle, mit denen man das Innere von Zellen sichtbar machen und damit Diagnosen verbessern kann; ebenso Grundstoffe der Chemie und möglicherweise Impfstoffe. Die Ideen schießen gerade ins Kraut, die Laborschöpfungen auch. An der Universität von Kalifornien in Berkeley ist der vollständige Stoffwechsel, der in der Hanfplanze zur Bildung von Cannabinoiden führt, in der Bierhefe nachgebaut worden. Marihuana statt Bier. Bis es so weit ist, so schrieb das amerikanisch-chinesische Team vor kurzem in „Nature“, dass die medizinisch wertvollen Cannabiswirkstoffe industriell gebraut werden, statt mühsam und schwer kontrollierbar aus Hanfplantagen gewonnen zu werden, kann es nicht mehr lange dauern. Dem gleichen Organismus, der Bierhefe, *Saccharomyces cerevisiae*, hat eine chinesische Gruppe am State Key Laboratory of Molecular Biology in Schanghai kurzerhand einen Totalumbau verpasst: Alle sechzehn Chromosomen, auf denen sämtliche fast sechseinhalbtausend Gene der Hefe verteilt sind, wurden zu einem einzigen Chromosom verschmolzen. Das ist, als würde man alle 46 menschlichen Chromosomen und damit das Gesamterbgut zu einem einzigen zwei Meter langen Faden verknüpfen. Das Erstaunliche dabei: Die Hefe funktioniert völlig reibungslos weiter; sie vermehrt sich, kann aber mit der alten Hefeversion nicht mehr verschmelzen und sich fortpflanzen. Es ist also eine neue Hefe-Art kreiert worden, ein schlankes Kunstprodukt, das in seiner ganzen Künstlichkeit zumindest kein Gegner für die natürliche Backhefe sein sollte.

Doch auch hier stellt sich die berechtigte Frage: Was soll diese rabiate Erbgutverschlingung? Hätte die Genomfusion Vorteile für den Pilz, wäre die Natur in Jahrmillionen durch strenge Selektion wohl selbst darauf gekommen. Für die synthetische Biologie ist das alles andere als ein schlagendes Argument. Für sie ist die biologische Evolution gewissermaßen auch nur eine Veranstaltung der verpassten Chancen. Jedenfalls

Die Natur hat nicht für alles Lösungen, was uns bewegt, sie ist auch nicht immer effizienteste Gestalterin, wenn Fortschritt gesucht wird. In den Laboren wird radikal der biotechnische Möglichkeitsraum erweitert.

wenn man sie durch die Brille des technophilen Jetzmenschen betrachtet.

Die Natur hat nicht für alles Lösungen, was uns bewegt, und sie ist auch nicht immer die effizienteste Gestalterin, wenn Fortschritte gesucht werden oder wenn die menschliche Kreativität nach mehr Spielraum verlangt. Nur so ist auch zu verstehen, wie radikal in den Laboren gegenwärtig der biotechnische Möglichkeitsraum erweitert wird. Schul- und Lehrbuchtexte über das Leben, und wie es funktioniert, lesen sich da wie Einträge ins Poesiealbum des zwanzigsten Jahrhunderts. Im Wissenschaftsmagazin „Science“ konnte die Fachwelt Anfang dieses Jahres nachlesen, wie ein aus Stiftungsmitteln der Foundation for Applied Molecular Evolution in Alachua, Florida, finanziertes Forscherteam die vier „Buchstaben des Lebens“ ohne große Mühe auf acht verdoppelt hat. „Wir lernen gerade“, kommentierte der kalifornische Genetiker Floyd Romesberg diese Schöpfung, „dass an der DNA so viel Magisches gar nicht dran ist.“ Jahrzehnte hatte es für Physiker, Chemiker und Biologen gedauert, bis James Watson und vor allem Francis Crick die Struktur und das Rätsel um die Kodierung der Gene um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts entschlüsselt hatten. Bald war das Erbgut in seiner Gänze lesbar. Aus den vier Buchstaben – die paarweise in einer Doppelhelix angeordneten chemischen Bausteine Adenin (A) und Thymin (T) sowie Cytosin (C) und Guanin (G) – hat die Natur eine Programmiersprache für die Gene entwickelt, die vom kleinsten Einzeller bis zum größten Dinosaurier Gültigkeit hat. Auch das komplexeste und erfolgreichste Organ auf Erden, das menschliche Gehirn, ist in dieser Sprache programmiert. Und doch teilen Steven Benner und sein Team in Florida mit anderen die Vision, mit einem erweiterten Code ganz neue oder wenigstens optimierte Proteine kreieren zu können. Ihre „Hachimoji“-DNA (japanisch für „acht Buchstaben“) wurde biochemisch um die Bausteinpaare S und B sowie P und Z vergrößert – und wie bei den Hefechromosomen soll auch diese Kreation ebenso gut funktionieren wie ihr natürliches Vier-Buchstaben-Vorbild.

Benner haben seine Kreationen längst selbst zum Unternehmer gemacht. Wie ihn, so beflügeln die biosynthetischen Programmierfähigkeiten auch die Phantasie der Anleger. Ethische Einwände hört man kaum. In einem einzigen Quartal 2018 generierten die 33 größten amerikanischen Unternehmen der synthetischen Biologie annähernd eine Milliarde Euro – viermal so viel wie im Vergleichsquarter des Vorjahres – an Investitionen. Asien und Amerika liefern sich ein Kopf-an-Kopf-Rennen. Und Europa, Deutschland? Von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Nationalakademie Leopoldina gab es inzwischen grünes Licht. Über die bestehenden Regelungen hinaus, allen voran die Gentechnikgesetze, sei kein weiterer Regelungsbedarf für die synthetische Biologie angezeigt, heißt es in ihren Gutachten. Bei den hiesigen Risikokapitalanlegern ist der neue Fortschrittshype in der Biotechbranche trotzdem nicht angekommen. ●

BILD:

I

Wissenschaftler hatten bisher für ihre Arbeiten vier „Buchstaben des Lebens“ definiert, ein Forscherteam hat daraus kürzlich mühelos acht gemacht. Was bedeutet das?