

Der Gen-Code aus dem Computer

In der DNA ist der Gen-Code gespeichert, der das Leben bestimmt. Weil der natürliche Code lang und überladen ist, haben Forscher nun synthetisches Leben am Computer geschaffen.

VON LUDWIG JOVANOVIC

Es war das Jahr 2007. Da trat der US-Biochemiker Craig Venter vor die Presse und präsentierte ein Schleimhaut-Bakterium. An dem war zunächst nichts Ungewöhnliches. Das Besondere war indes: Der natürliche Gen-Code war im Labor 1:1 nachgebaut und erst dann in die Zelle eingepflanzt worden. Es war der erste Schritt in Richtung synthetischer Lebensformen. Zwölf Jahre später haben Forscher nun neue Durchbrüche erzielt.

Dafür haben sie etwas analysiert, was für das bloße Auge nicht sichtbar ist und sich im Zellkern jedes Organismus finden lässt: die DNA. Die drei Buchstaben sind die englische Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure. Hinter dem komplizierten Wort steckt ein biochemisches Konstrukt, das wie eine verdrehte Leiter aussieht. Deren „Sprossen“ bilden den Code für das Leben. Der besteht aus nur vier „Buchstaben“: A wie Adenin, T wie Thymin, G wie Guanin und C wie Cytosin. Diese vier Verbindungen bilden alle „Sprossen“ der Leiter. Die Reihenfolge der „Sprossen“ ergibt ein „Code-Wort“. Und das definiert die komplexen Moleküle, aus denen sich die alle Lebensformen auf der Erde am Ende zusammensetzen. Sei es ein Baum, ein Pferd, ein Mensch oder ein Bakterium: In der DNA ist der gesamte Gen-Code, das Genom, verschlüsselt.

Der ist aber nach Millionen Jahren der Evolution entstanden. Das heißt auch: Wie in einem alten Computer-Code, der mehrfach umgeschrieben wurde, finden sich Bestandteile, die nicht mehr benötigt werden. Zudem enthält der biologische Bauplan selbst Variationen ein- und derselben Information: Die „Code-Wörter“ können unterschiedlich aussehen. Am Ende aber stehen sie oft für dasselbe. Das macht den genetischen Bau-

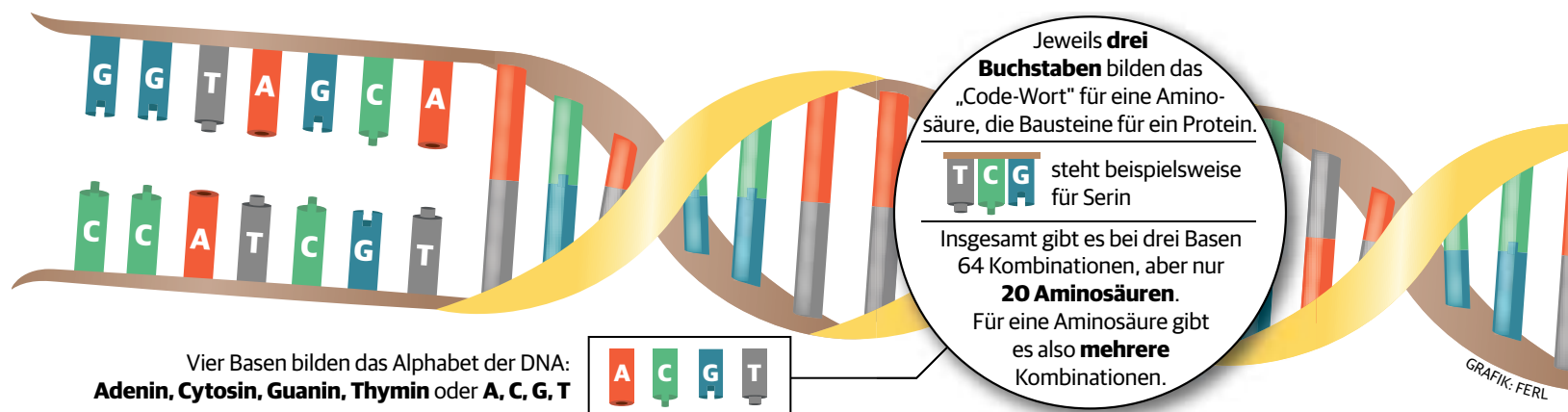
plan lang und kompliziert. Und genau da haben ein Schweizer und britisches Forscherteam angesetzt.

Anfang April haben Wissenschaftler der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) ihren Durchbruch verkündet: Sie haben ein harmloses Bakterium genommen namens *Caulobacter crescentus*, das man oft in Seen oder Flüssen findet. Nachdem sie den DNA-Code entschlüsselt hatten, analysierten sie ihn im Computer – und es begann ihre eigentliche Arbeit. „Wir haben das Genom so massiv umgeschrieben, dass es einer neuen Bakterienart zugeordnet wird“, sagt Professor Beat Christen von der ETHZ auf unsere Nachfrage. „Es beinhaltet nur die absolut essenziellen Gene einer lebenden Zelle.“ Es entstand ein sogenanntes künstliches, synthetisches, Minimalgenom. Mit anderen Worten: Alles, was bedingt durch die Evolution im Code längst überflüssig war, wurde entfernt. Zudem hat man viele der Variationen ein- und derselben Information auf einige wenige Varianten reduziert. So entstand ein neues Bakterium mit den Namen *Caulobacter ethensis* 2.0. Zumindest auf dem PC. Doch es blieb nicht beim virtuellen Gen-Konstrukt. Die Schweizer Forscher haben die neue DNA bereits im Labor gebaut. Sie nutzten dafür eine Hefezelle als lebendes Gefäß, um darin den neuen Code zusammenzusetzen. Das hatte keine Auswirkungen auf die Hefezelle selbst. Nicht ihr DNA-Code wurde verändert, sondern sie diente nur als Bühne für den Aufbau der neuen Struktur.

Um den neuen Code zu testen, wurden nur Teile davon entnommen und dann in ein natürliches Bakterium eingesetzt. So konnte geprüft werden, ob eine Zelle auch mit der synthetischen Teil-Information noch lebensfähig ist. Bislang aber wurde noch nicht das gesamte künstliche Genom eingesetzt, das in der Natur nicht vorkommt – und am PC entwickelt wurde.

Dabei hat man indes schon etwas festgestellt. „Voraussetzung für einen künstlichen Organismus wäre ein voll funktionstüchtiges künstliches Genom. Eins, bei dem alle wichtigen Gene funktionieren“, sagt Christen. „Bei dem von uns hergestellten künstlichen Genom ist das momentan erst bei 580 der 680 Gene der Fall.“ Es gibt also noch Raum für Verbesserungen.

Wenige Wochen nach den Schweizer Forschern veröffentlichten Wissenschaftler des britischen Labors für Molekularbiologie in Cambridge



ihre Ergebnisse. Sie untersuchten die DNA des Darmbakteriums *Escherichia coli*. Sie beschränkten sich auf die „Code-Wörter“ für einen bestimmten DNA-Baustein: die Aminosäure Serin. Die unterschiedlichen „Wörter“ im Genom, die am Ende alle für Serin stehen, reduzierten sie auf wenige Varianten. So schufen sie einen neuen, synthetischen Bio-Code. Allerdings haben sie direkt die DNA eines lebenden Bakteriums verändert und gezeigt, dass es immer noch lebensfähig ist. Unter den Namen „*Escherichia coli* Sny61“. Sie haben aber nicht das gesamte Genom neu zusammengesetzt. Und sie haben „nur“ 1,2 Prozent aller „Code-Wörter“ verändert. Bei den Schweizern sind es 57 Prozent.

Aber besteht in den synthetischen Lebensformen nicht auch eine Gefahr? Christen verneint. „Selbst dann, wenn es uns in Zukunft gelingen sollte, lebensfähige Bakterien mit dem künstlichen *Caulobacter-ethensis*-Genom zu erzeugen, wären diese Bakterien außerhalb eines Labors nicht überlebensfähig.“ Ihnen fehlten wesentliche Gene, die zum Überleben in der Natur notwendig seien. Eine eingebaute Sicherheitsschranke sozusagen.

Und wozu dient die gesamte Forschung? „Das Potenzial dieser Technologie erschließt in der Medizin neue Möglichkeiten“, erklärt der Schweizer Mikrobiologe. „Zum Beispiel die Entwicklung von DNA-Impfstoffen oder neuen zielgerichteten Therapien basie-

rend auf maßgeschneiderten Mikroorganismen.“ Schon jetzt gibt es gentechnisch veränderte Bakterien, die beispielsweise Insulin für Diabetiker produzieren. Die Ergebnisse der Schweizer und britischen Forscher ebnen den Weg zu effizienteren, schnelleren und günstigeren Methoden.

Das Potenzial sieht man auch beim Pharma-Konzern Merck. „Um Arzneimittel herzustellen, verwenden wir heute Wildtyp-Organismen“, erklärt Gangolf Schrimpf, Forschungssprecher des Unternehmens. Diese werden gentechnisch modifiziert, um bestimmte Stoffe zu produzieren. Aber: „Die vollständige biochemische Maschinerie dieser Organismen ist weiterhin aktiv.“ Und das begrenzt die Fähigkeit, die

tatsächlich gewollten Verbindungen zu gewinnen: Sie sind „verunreinigt“ mit allen Stoffen, die eine Zelle produziert. „Der Weg bis zu einem vollständig gereinigten Medikament erhöht die Herstellungskosten erheblich“, sagt Schrimpf.

Mit den Verfahren der Schweizer und der Briten dagegen öffnet sich das Tor zu maßgeschneiderten synthetischen Organismen im Labor, die zielgerichtet nur das produzieren, was benötigt wird. Die Ergebnisse der Forscher könnten zu einem definierten genetischen Grundriss für Bakterien führen, der sich für die jeweilige Aufgabe anpassen lässt. Für neue Medikamente und deren Wirkstoffe. Eventuell sogar individuell abgestimmt auf den Patienten.

INFO

Forschungs-Erfolg in nur einem Jahr

Projekt I Craig Venter hat für seinen „synthetischen“ Code 2007 mit 20 Forschern zehn Jahre lang gearbeitet. Die Kosten sollen damals umgerechnet bei 35,6 Millionen Euro gelegen haben.

Projekt II Das ETHZ-Team hat ein Jahr für den Durchbruch gebraucht, für rund 107.000 Euro.

Gelähmter Samuel Koch kann mit Hilfe wieder stehen

BERLIN (dpa) Knapp neun Jahre nach seiner Querschnittslähmung macht der Schauspieler Samuel Koch weiter Fortschritte. Auf Fotos in der „Bild“-Zeitung posiert der 31-Jährige an einer Wand lehnd. Für Koch ist dieser Erfolg das Ergebnis von Glaube, Hoffnung und Kampf. Dem Bericht zufolge trainiert Koch seine Beine seit acht Monaten mit einem speziellen motorisierten Lauf-, Steh- und Gehtrainer, dem „Innowalk“. Pro Stunde laufe er etwa 4000 Schritte. Manchmal trainiere er bis zu acht Stunden am Tag. „Das Stehen ist gut für Fuß-, Knie- und Hüftgelenke, hilft gegen Osteoporose-Gefahr“, sagte der Schauspieler. „Durch das Training wird meine komplette Muskulatur gestärkt.“ Samuel Koch war 2010 in der Fernsehserie „Wetten, dass...?“ beim Versuch verunglückt, mit Sprungfedern über fahrende Autos zu springen. Seitdem ist er querschnittsgelähmt.

Kombi-Arzneien sind oft teuer und unnötig

BERLIN (dpa) Ein Medikament gegen alle Symptome: Nach diesem Motto versprechen Kombi-Präparate schnelle und umfassende Linderung, etwa bei Erkältungen. Nach Einschätzung der Stiftung Warentest lohnt sich der Kauf oftmals aber weder medizinisch noch finanziell. Denn für ein Kombi-Mittel müssten Verbraucher oft mehr bezahlen als für mehrere Medikamente, die jeweils nur einen der Wirkstoffe aus dem Kombi-Präparat enthalten. Hinzu komme, dass die Kombination der Wirkstoffe nach Einschätzung der Warentest-Medizinexperten oft nicht sinnvoll ist: Durch die Vielzahl der Wirkstoffe steige das Risiko von Nebenwirkungen. Und viele Präparate enthalten Koffein, das einen Gewöhnungseffekt auslösen kann, oder Alkohol, der eventuell die Wirkung verstärkt. Aktuell hält die Stiftung etwa 500 von 2000 rezeptfrei erhältlichen Arzneimitteln für „wenig geeignet“.

Theodor-Wolff-Preis

Journalistenpreis der deutschen Zeitungen

DIE NOMINIERTEN 2019



REPORTAGE LOKAL

Julius Betschka & Martin Nejezchleba
Berliner Morgenpost

Sebastian Dalkowski
Rheinische Post

Maris Hubschmid
Der Tagesspiegel

MEINUNG LOKAL

Dr. Gregor Peter Schmitz
Augsburger Allgemeine

Hannes Soltau
Der Tagesspiegel

REPORTAGE ÜBERREGIONAL

Marius Buhl
SZ Magazin

Tina Kaiser
Welt am Sonntag

Christoph Cadenbach
SZ Magazin

MEINUNG ÜBERREGIONAL

Fabienne Hurst
Die Zeit

Daniel Schulz
taz – die tageszeitung



THEMA DES JAHRES: WELT IM UMBRUCH – DEMOKRATIE IN GEFAHR?

Peter Dausend
Die Zeit

Anna Hunger
Kontext: Online

Andrian Kreye
Süddeutsche Zeitung

LEBENSWERK

Michael Jürgs

Sie haben journalistische Glanzstücke geliefert – brillant in Sprache, Stil und Form, Zeugnisse einer demokratischen und gesellschaftspolitischen Verantwortung. Sie stehen damit in der Tradition von Theodor Wolff (1868 – 1943), dem einstigen Chefredakteur des legendären »Berliner Tageblatts«. Die Preisträger werden heute in Berlin gewählt.

Die Zeitungen in Deutschland