



Profil
www.profil.at

Nr. 51. 14 Dezember 2009

Wissenschaft.

„Bio-Bastler“
Seiten 102-107

Bio-Bastler

Genforschung. Amateurlaboranten entdecken das gefährliche Spiel mit dem Erbgut. Wie in Küchen und Kellern neue biologische Waffen entstehen könnten.

Von Hubertus Breuer

Mackenzie Cowell, 25, beschäftigt sich hauptberuflich mit juristischen Texten – er ist Forschungsassistent an der Harvard Law School. Doch seine Berufung sieht er darin nicht. Ihm ist viel wichtiger, was er nach Dienstschluss treibt – denn dann ist er „Biohacker“. Cowell will in die Erbsubstanz DNA einbrechen und ihre Bausteine verschieben – nicht an einer Universität oder in einem Biotechunternehmen, sondern im Privatlabor. Vor zwei Jahren gründete er deshalb in Boston zusammen mit einem Freund den Verein „Do It Yourself Biology“ (DIYbio), der Laienbiologen dabei hilft, die Natur durch Eingriffe in das Erbgut in ihrer Freizeit gezielt zu verändern.

Im vergangenen Oktober gab er seinem Traum eine Heimat: einen Schiffscontainer in einem tristen Industriegebiet nordwestlich von ►

Transformation-Foo v.1

1: GET DNA FROM THE DATASHEET USING THE HOLE-PUNCH TOOL

2. EJECT THE "DNA-CHAD" INTO YOUR THAWED CELLS

3. LET YOUR CELLS CHILL OUT WITH THEIR NEW DNA ON ICE FOR 30 MINUTES

4. DIP YOUR CELLS IN 42°C WATER FOR 1 MINUTE

5. ADD 500 µL OF MEDIA

6. THEN TAPE YOUR TUBE TO SOMETHING WARM (37°C) - A COMPUTER'S COOLING FAN, OR TOP OF MONITOR - FOR ONE HOUR

7. FINALLY, POUR YOUR TUBE ONTO AN AGAR-AMP PLATE OR INTO 5 ML OF LB-AMP, SWIRL IT AROUND, AND THEN INCUBATE IT OVERNIGHT IN THE WARM PLACE USED IN STEP 5. ALL DONE!

GINGKO BIOWORKS

Bio-Bastelanleitung

„Lassen Sie Ihre Zellen mit dem neu eingebauten Erbgut 30 Minuten lang auf Eis abkühlen“

Boston. Dort steht der Großraumbehälter neben einem Ahornbaum und einem alten Motorboot. Die Türen sind verschlossen, die Vorhänge hinter den kleinen Fenstern zugezogen, auf der Seitenwand prangt der Schriftzug „Greenfuel Technologies“. Das war eine Biotechfirma, die in dem Container ein Labor eingerichtet hatte. Vor wenigen Monaten ging sie pleite. Cowell hat den Container kürzlich aus der Konkursmasse mit seinem sauer Ersparten ersteigert. „Ich musste Worten Taten folgen lassen“, sagt er und lacht ein wenig übermütig.

Küchenlabors. Cowells DIYbio-Club hat inzwischen Mitglieder in mehreren Städten der USA. In Küchenlabors und Garagenwerkstätten führen sie mit Pipetten, Brutschränken und Mikroskopen Experimente durch. Sie isolieren, analysieren und vermehren DNA aus Gemüse oder Speichel. Sie schleusen Quallengene in Bakterien ein, die dann fluoreszieren. In Boston analysier-

te eine Collegeabsolventin zu Hause ihre DNA, um zu sehen, ob sie von ihrem Vater die gefährliche Veranlagung zur erhöhten Eisenaufnahme geerbt habe. Und die Hacker-gemeinde diskutiert noch mehr: hausgemachtes Insulin oder Schwermetalle verzehrende Kleinstlebewesen.

Solche Bestrebungen bewegten den Physiker und Freidenker Freeman Dyson vom Institute for Advanced Study in Princeton zu einer optimistischen wie gewagten Prognose. Er sagt voraus, dass „domestizierte Biotechnologie, sobald sie in die Hände von Hausfrauen und Kindern gelangt, uns eine Explosion der Vielfalt von Lebewesen beschert – ganz im Gegensatz zu den Monokulturen, die Großkonzerne bevorzugen“.

Die Entwicklung des Biohackings kommt nicht überraschend. Seit Mitte des Jahrzehnts macht ein neuer Zweig der Molekularbiologie, die synthetische Biolo-

gie, von sich reden. Die junge Disziplin betrachtet die Zelle, die Grundeinheit des Lebens, als willfähige Biomachine, welche sich feinsäuberlich in ihre Einzelteile zerlegen und aus diesen neu zusammensetzen lässt. Mithilfe dieses Baukastenprinzips wollen Wissenschaftler wie der Genetiker Craig Venter nicht nur von Grund auf künstliches Leben schaffen, sie beabsichtigen, existierende Zellmechanismen nach Gutdünken umzubauen: etwa, um Biotreibstoffe zu produzieren oder über die Blutbahn Tumore zu attackieren. Jenseits der Labore funktioniert das bisher noch nicht, doch Bioingenieure forschen fieberhaft – und Unternehmen investieren Milliarden.

Sinkende Kosten. Hinzu kommt, dass die Kosten für Gensequenzierung und DNA-Synthese in den vergangenen zehn Jahren drastisch gefallen sind. Im Internet gibt es außerdem eine Datenbank normierter, funktional charakterisierter DNA-Bausteine, die sich zu Schaltkreisen verkoppeln lassen. Und auch Laborzubehör wird erschwinglicher – vor allem, wenn man sich auf Auktionen eindeckt. Kein Wunder also, dass sich so mancher inspiriert fühlt, Organismen in Heimarbeit umzumodeln, zumal er auf die Unterstützung mancher Profis setzen kann.

Ein paar Kilometer von Cowells DIYbio-Hauptquartier entfernt sitzt die Biologin Reshma Shetty in einem flachen Bürogebäude am Bostoner Hafen. Hier hat Shetty nach ihrer Promotion am renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT) 2008 zusammen mit Tom Knight, einem der Gründerväter der synthetischen Biologie, und anderen MIT-Kollegen die Firma Ginkgo BioWorks gegründet. Das Start-up-Unternehmen hat sich „Wir machen es einfach, Biologie zu manipulieren“ auf die Fahnen geschrieben. Für Firmen, die sich keine Abteilung für synthetische Biologie leisten können, entwerfen sie Mikroorganismen, die neuartige Moleküle herstellen, die dann beispielsweise bei der Herstellung von Kosmetika eingesetzt werden könnten.

Doch die Jungunternehmerin fühlt sich auch der Subkultur dilettierender Genlabo-ranten verbunden. Für die Hobbygenetiker stellt sie DNA-Bastelsets her, mit denen sich

gemeinhin stinkende Darmbakterien umbauen lassen – nach dem Eingriff verströmen sie den Geruch von Bananen und Pfefferminz. „Das Schöne an Amateuren ist, ▶

„Domestizierte Biotechnologie wird uns eine Explosion der Vielfalt von Lebewesen bescheren“

Freeman Dyson

„Kreative Wissenschaftsbürger“

Der Wiener Biologe und Sicherheitsforscher Markus Schmidt über Biohacker sowie über Chancen und Gefahren der in Küchen- und Kellerlabors betriebenen synthetischen Biologie.

Profil: Welche Gefahren sehen Sie in der synthetischen Biologie?

Schmidt: Sie bietet eine Reihe von Chancen zur Lösung relevanter Probleme – sei es in der Medizin, der Energieversorgung, im Umweltschutz, sogar in der Kunst. Aber natürlich gibt es Schattenseiten. Jemand könnte zum Beispiel auf die üble Idee kommen, bei einer DNA-Synthesefirma ein gefährliches Virus zu bestellen. Um das zu verhindern, haben sich die wichtigsten DNA-Syntheseunternehmen zusammengetan und ein Sicherheitssystem entwickelt.

profil: Firmen, die kommerziell Gene synthetisieren, gleichen die Bestellungen, die sie erhalten, mit Gensequenzen bekannter Krankheitserreger ab – aber unbekannte Pathogene sind natürlich nicht dabei.

Schmidt: Wenn die Erreger unbekannt sind, werden wohl potenzielle Terroristen auch nichts davon wissen. Und diese Datenbanken werden ständig aktualisiert. Ein weiteres Risiko besteht darin, dass ein Kunde gefährliche Bestellungen in Teilbestellungen bei verschiedenen Firmen aufteilt, die jede für sich harmlos erscheinen. Deshalb arbeiten Firmen an einer Lösung, sich untereinander zu vernetzen. In den besonders terrorsensitiven USA ist aus diesem Grund auch aktuell ein neues Gesetz in Begutachtung, das den Umgang mit synthetischen Genen besser regulieren soll.

profil: In Europa gibt es nichts dergleichen?

Schmidt: In Europa greifen noch bestehende Gesetze, aber es ist durchaus abzusehen, dass sich auch hierzulande die Gesetzgebung mit dem Thema beschäftigen muss.

profil: Sehen Sie noch andere Entwicklungen?

Schmidt: Wir müssen uns heute bereits fragen, was es bedeutet, wenn eines Tages wirklich spielend biologische Schaltkreise aus standardisierten Bauteilen zusammengesetzt werden können. Damit wäre eine unglaubliche Vereinfachung bei der Herstellung genetisch veränderter Organismen erreicht. Vor 30 Jahren waren Softwareprogrammierer hoch trainierte Spezialisten, heutzutage kann jeder interessierte Schüler oder Schülerin ein Computerprogramm schreiben. Bei der alljährlichen Gentechnik-Olympiade iGEM in Boston üben sich heute schon Schüler und Studenten darin, dasselbe mit Mikroorganismen zu tun. Mittlerweile interessiert sich auch das FBI für Biohacker.

profil: Könnte der Laienbiologe im Heimlabor nicht auch seine gute Seite haben?

Schmidt: Selbstverständlich! Die Bioheimwerker verstehen sich als „citizen scientists“, also als Wissenschaftsbürger, welche die Forschung aus den etablierten und mitunter einengenden Institutionen heraus in die Zivilgesellschaft führen wollen. Ein Beispiel ist die Open-Source-Bio-Bewegung. Sie versucht, das Wissen und die Technologie öffentlich zugänglich zu machen, statt mit Patenten neue Monopolstrukturen zu erzeugen. Ich kann mir durchaus vorstellen, dass die Demokratisierung der Wissenschaft und der Biotechnologie eine Reihe von kreativen und positiven Aspekten auslöst, die uns heute im Traum nicht einfallen.

profil: Aber können das echte Wissenschaftler nicht besser?

Schmidt: Die Wissenschaft steht immer mehr unter dem Druck der Wirtschaftlichkeit. Das lähmt letztendlich auch kreative Ideen, und



Markus Schmidt, 35,

Biologe und Sicherheitsforscher beim Verein für Internationalen Dialog und Konfliktmanagement (IDC) in Wien, leitete bis vor Kurzem das europaweit erste wissenschaftliche Projekt SYNBIOSAFE zu Fragen der Sicherheit und Ethik in der synthetischen Biologie.

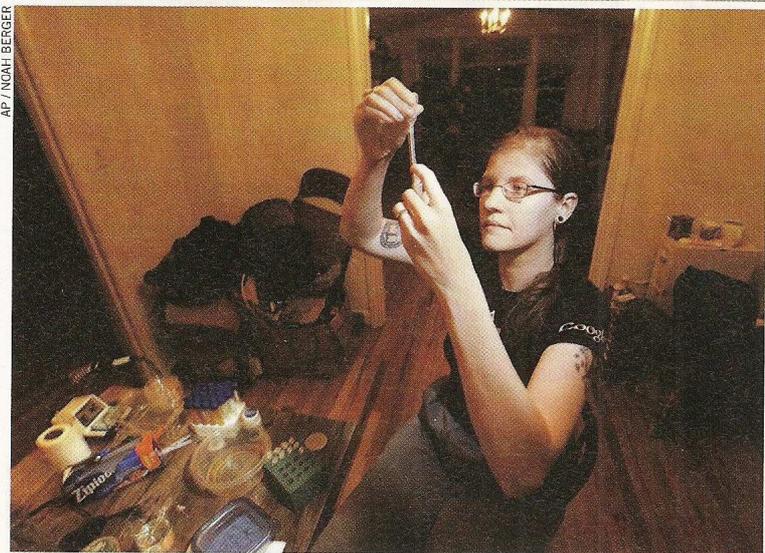
die braucht es ganz bestimmt etwa in Form der Biokunst. Erst vor Kurzem habe ich selber an einem Biokunst-Workshop in Australien teilgenommen und gesehen, mit welcher Begeisterung Künstler und Designer lernen, die Biotechnologie in ihrer Arbeit einzusetzen. Die Biokünstler beschäftigen sich zum Beispiel mit der Patentierbarkeit des Lebens, den Versprechen der Biotechnologie, Krankheiten zu heilen, der Vereinnahmung der Wissenschaft durch ökonomische und weltanschauliche Interessen und experimentieren mit Ideen wie tierlosem Leder. *Interview: Hubertus Breuer*

Unter www.synbiosafe.eu lässt sich auch ein Dokumentarfilm zur synthetischen Biologie bestellen.



HUBERTUS BREUER

Mackenzie Cowell
Gründer des
Selbsthilfevereins
„Do It Yourself
Biology“ (DIYbio)



AP / NOAH BERGER

Heimlabor
Amateurbiologen
basteln in Hinter-
zimmern an Lebe-
wesen mit neuen
Eigenschaften

dass sie mit anderen Werten, Einschränkungen und Zielvorgaben arbeiten können als Bioingenieure wie wir“, sagt Shetty. Sie sitzt an einem Konferenztisch, an dem sie regelmäßig mit Investoren und Kunden berät, und lässt ihrer Fantasie freien Lauf. „Eines Tages könnte man Bäume schaffen, die zu einem komfortablen Haus zusammenwachsen, oder Bakterien, die den Mars urbar machen.“

Wettbewerb. Die Amateurbiologen motiviert aber auch ein Studentenwettbewerb, der die frohe Botschaft der synthetischen Biologie seit 2004 alljährlich von Boston in die Welt hinaus trägt: der IGEM- („International Genetically Engineered Machines“-)Wettkampf. Anfang November fand die Meisterschaft um die besten Kunstzellen wieder statt. 112 Teams aus Europa, Asien, Nord- und Südamerika nahmen am Massachusetts Institute of Technology teil. In den vergangenen Monaten haben sie neue Bausteine

entwickelt. Diese neuen Elemente integrieren sie in Mikroben, allen voran in das Arbeitspferd der Mikrobiologie, das Darmbakterium *Escherichia coli*. Die Neuschöpfungen tragen mitunter klingende Namen. „E. Chromi“ der britischen Cambridge University etwa, das abhängig von Umweltreizen verschiedene Farbstoffe absondert – und übrigens letztlich die studentische Weltmeisterschaft gewann.

Auch drei deutsche Universitäten waren vertreten – Dresden, Freiburg und Heidelberg –, außerdem ein Team von der Schweizer ETH Lausanne. Die von dem Molekularbiologen Kristian Müller betreute Freiburger Mannschaft hatte etwa ein Werkzeug entwickelt, das DNA an ausgewählten Stellen zerschneidet. Die Lösung: Die Schere lässt sich so programmieren, dass sie bestimmte DNA-Sequenzen erkennt und dort trennt. Sie ist zudem weit vielfältiger an-

wendbar als bisherige DNA-Scheren. In Boston reichte das immerhin für das Finale der besten sechs. Das Team der Uni Heidelberg hatte erstmals ein Bausteinregister für Säugetierzellen entwickelt – und sah sich am Ende mit der Silbermedaille prämiert.

Der Besuch der amerikanischen Bundespolizei FBI bei der IGEM zeigte allerdings, dass es sich beim Biohacking nicht nur um eine fröhlich-harmlose Laienwissenschaft handelt. Edward You von der FBI-Abteilung für Massenvernichtungswaffen warb an seinem Stand drei Tage lang mit Broschüren und Aufklebern um Verständnis für seinen Arbeitgeber. Seine Anwesenheit zeugt von der Nervosität der Sicherheitsbehörden. Immer noch befürchtet das FBI, dass Terroristen oder auch nur experimentierfreudige Teenager in Kellern und Geheimlabors Killerviren produzieren könnten. Der Sicherheitsexperte Jonathan Tucker vom Monterey Institute of International Studies in Washington warnt: „Manipulierte Mikroben können sich vervielfältigen und Menschen angreifen – das gab es in der Heimwerkstatt bislang nicht.“

Razzia des FBI. Mit seinem Vorgehen ist das FBI in den Staaten aber in Verruf geraten: 2004 rief der Kunstprofessor Steve Kurtz von der State University of New York in Buffalo den Notarzt, da seine Frau nicht mehr atmete; sie starb an Herzversagen. Als die Sanitäter eintrafen, sahen sie Petrischalen, die Kurtz in Kunstwerken verwendete – und meldeten ihn dem FBI. Wenig später stürmten Agenten mit gezogenen Waffen und in Schutzanzügen sein Atelier und klagten ihn dann als Bioterroristen an, allerdings erfolglos: Die Bakterienkulturen waren harmlos. Derart peinliche Vorfälle will das FBI künftig vermeiden – und setzt auf den Dialog mit der Biohackerszene.

Der ist auch nötig, sind die Vorschriften für Heimlabore in den USA doch deutlich lockerer als in Deutschland oder Großbritannien. Aber auch in Europa läuft nicht alles wie gewünscht. Vor drei Jahren bestellte ein Journalist der britischen Tageszeitung „Guardian“ per Post problemlos eine Teilsequenz des Kinderlähmung verursachenden Poliovirus von der in Newcastle ansässigen Firma VH Bio.

Heute vergleichen DNA-Synthesefirmen wie die in Regensburg ansässige Geneart die oft per Internet geordneten Sequenzen von Erbgut routinemäßig mit einer

„Das Schöne an Amateurbiologen ist, dass sie mit anderen Werten arbeiten können als Profis wie wir“
Reshma Shetty

Spanische Grippe Redux

Amerikanische Forscher rekonstruierten den Erreger der Pandemie von 1918 anhand von Gewebeproben eines tiefgefrorenen Opfers.

Liste bekannter Pathogene. Deren Baupläne – etwa vom Virus der Spanischen Grippe von 1918 (siehe Kasten) – sind im Internet frei zugänglich. Neuartige Erreger erfasst ein solcher Abgleich naturgemäß nicht.

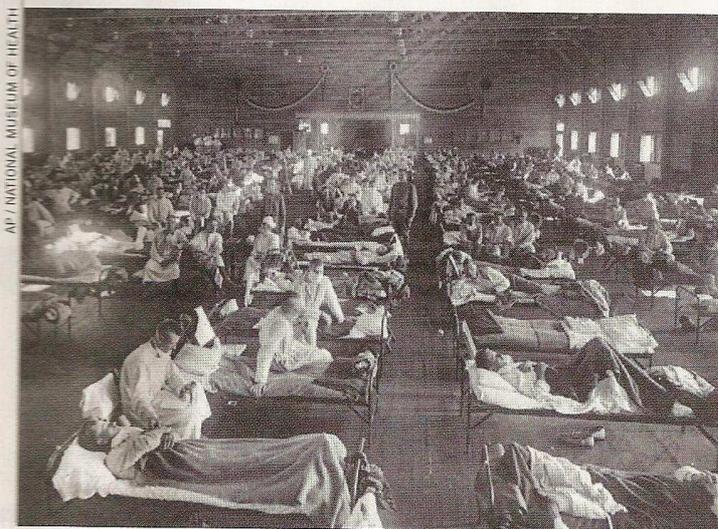
Tom Knight von Ginkgo BioWorks spielt die Gefahren jedoch herunter. „Wenn jemand mit technischer Expertise entschlossen ist, Pathogene herzustellen, dann werden ihn davon keine Vorschriften oder andere Hürden abhalten.“ Außerdem verweist er auf all die Viren, die dem Menschen seit Jahrmillionen ohnehin schon vergeblich an den Kragen wollen. Und Terroristen hätten längst einfachere Möglichkeiten, als mühsam in einem Labor ein neues Virus zu konstruieren: „Wenn ich einen gefährlichen Erreger haben will, fahre ich einfach nach Texas auf eine feuchte Kuhweide, fülle einen Eimer mit Erde und kultiviere dann im Labor daraus den Milzbranderreger.“

Auch Biohacker Mackenzie Cowell warnt vor voreiligen Verboten, die Amateure ermutigen, aber Terroristen nicht stoppen würden. Er setzt auf mehr Austausch: In seinem neuen Containerlabor will er in Zukunft Profis und Laien zusammenbringen – so wie Feierabendgastronomen gelegentlich mit Berufsköchen kooperieren. Cowell selbst sucht derzeit unter Profis Unterstützung für ein Projekt, gemeinsam mit Laien in dem weißen Container am Stadtrand Bostons einen schlichten neuen DNA-Baustein zu bauen. Am liebsten würde er aber Hefezellen so programmieren, dass sie das angeblich lebensverlängernde Resveratrol produzieren: „Biertrinken wird dann viel gesünder.“ ■

Sie raffte mehr als vierzig Millionen Menschen dahin, mehr als der Erste Weltkrieg, gegen dessen Ende sie das erste Mal auftauchte: die Spanische Grippe. Oft starben die Infizierten bereits nach nur zwei Tagen – ihre Lungen füllten sich mit Flüssigkeit und Blut. Reichte das nicht, erledigte eine sekundäre Lungenentzündung den Rest.

Seit einigen Jahren ist das Virus wieder im Umlauf. US-Forscher um den Pathologen Jeffrey Taubenberger vom Institut für Pathologie der US-Streitkräfte in Rockville, Maryland, rekonstruierten es dank Gewebeproben einer an der Spanischen Grippe verstorbenen Frau, die sie in Seward in Alaska aus dem Permafrostboden ausgruben. Die komplette Sequenz des Erregers veröffentlichten sie, für jedermann einsehbar, im Oktober 2005 im Internet. Seither verschicken sie den Erreger sogar an andere Hochsicherheitslabors.

Die Rekonstruktion des Virus haben allerdings nicht alle Wissenschaftler begrüßt. Die Kritiker fürchten, Terroristen könnten die jetzt öffentlichen Daten missbrauchen. Andere heben dagegen hervor, detailliertes Studium des Erregers könnte zur Entwicklung von Impfstoffen führen, die uns auf eine ähnliche katastrophale Grippeepidemie vorbereiten. So konnten japanische Forscher inzwischen herausfinden, dass das Virus offensichtlich zu einer Überreaktion des Immunsystems führte. Amerikanische Forscher vom St. Judes Children's Research Hospital in Memphis wiederum erklärten, dass es aufgrund eines von dem Virus produzierten Proteins leicht zu Sekundärerkrankungen gekommen ist. Bei schweren Pandemien sollten die Gesundheitsämter deshalb vorsichtshalber auch genügend Antibiotika gegen bakterielle Infektionen bereithalten.



Spanische Grippe 1918
Die Opfer starben oft innerhalb von nur zwei Tagen, weil sich ihre Lungen mit Flüssigkeit und Blut füllten oder eine sekundäre Lungenentzündung hinzukam