

BIOTECHNOLOGIE

Unser kleines Gen-Labor

Gentechnik allein zu Haus – geht das? Können Amateure die eigenen Gene untersuchen, Bakterien manipulieren oder gar Gefährliches kreieren? Ein Selbstversuch.

<http://www.spektrum.de/alias/biotechnologie/unser-kleines-gen-labor/1153300>

HANNO CHARISIUS, RICHARD FRIEBE UND SASCHA KARBERG

Der Kurier schaut irritiert. "Bin ich hier richtig?" Er soll ein Päckchen abliefern, in dem eine Biotechfirma kurze Genstückchen verschickt, und hatte eigentlich ein Labor oder Institut erwartet. Stattdessen steht der Bote in der Tür zu unserem kleinen Büro in der Berliner Innenstadt. Wir versichern, dass er hier richtig ist, quittieren den Empfang, und der Bote zieht von dannen. So einfach ist es also, an Erbgutstücke heranzukommen, mit denen wir uns das Gen für eines der tödlichsten und schon in terroristischen Anschlägen verwendeten Gifte zusammenbasteln können. Mit einfachsten Mitteln. In unserem improvisierten Labor. Wir müssen uns erst einmal setzen. Biohacker wollten wir werden. Doch dass uns der erste Schritt zum Bioterroristen so leicht gemacht wird, hat uns dann doch überrascht.

Angefangen hat alles vor etlichen Monaten. Wir sind Journalisten. Wir schreiben über Wissenschaft, aber wir betreiben sie nicht. Wir schreiben auch über Gen- und Biotechnologie, haben unzählige Labore von innen gesehen und mit Forschern gesprochen. Dann hörten wir von jungen Leuten in den USA, die ohne große wissenschaftliche Vorbildung begonnen haben, molekularbiologische Experimente bei sich zu Hause, in der Garage, in der Küche oder im ehemaligen Kinderzimmer zu machen. Die dafür notwendigen Maschinen kaufen sie über E-Bay. Labor-Chemikalien finden sie im Drogeriemarkt oder bestellen sie ebenfalls online. Und im Internet finden sie auch die theoretischen Grundlagen und Arbeitsanleitungen, gerne als "Kochrezepte" bezeichnet. Sie improvisieren und teilen ihr Wissen über Online-Diskussionsgruppen. Oder sie treffen sich und basteln gemeinsam an Erbgut herum. Sie nennen sich Do-it-yourself-Biologen, Biohacker, Outlaw-Biologists oder Biopunks. Und es gibt sie nicht mehr nur in Boston, New York und San Francisco, sondern auch in Dublin, Paris, Prag, Kopenhagen, Singapur, Yogyakarta und in vielen anderen Städten weltweit. Es sind Hunderte, vielleicht schon Tausende.

Bis vor wenigen Jahren war Gentechnik allein Forschern in Laboren mit Millionenbudgets vorbehalten. Diese Zeiten scheinen vorbei zu sein. Die Rezepte zum Manipulieren von Erbgut sind überall im Internet nachzulesen. Die Methoden sind einfacher und vor allem robuster geworden. Technische Geräte, wie man sie zum Beispiel zum Vervielfältigen von Erbgutstücken braucht, kosten nicht mehr zigtausend, sondern nur noch wenige hundert Euro. Manche können wir sogar selbst bauen.

"Wer die Welt wirklich verändern will, sollte mit den Genen starten"

Einige der Laienforscher testen ihre eigenen Gene, um herauszufinden, ob sie an einer Erbkrankheit leiden. Andere züchten buntes Gras oder untersuchen, welche Bakterien in unserer Umgebung leben. Ein paar träumen sogar davon, reich zu werden, beflügelt von einem Zitat von Bill Gates. Der Gründer des Softwarekonzerns

Microsoft, der heute rund 70 Milliarden Dollar mit Computerprogrammen umsetzt, sagte vor zwei Jahren in einem Interview: "Wenn ich heute Teenager wäre, ich würde Biologie hacken. Erbgut synthetisieren und künstliches Leben schaffen – wer die Welt wirklich verändern will, sollte hier starten: bei den Genen." Wie der Computermann Gates sehen die Biohacker im Erbgutmolekül DNA nichts anderes als einen Code, einen biologischen Programmcode. Zellen sind demnach Prozessoren, die den Code zum Leben erwecken. Und so wie einst neben den universitären Computerspezialisten die Computerhacker weltweit die Soft- und Hardwareentwicklung mit geprägt haben, so wollen nun auch die Biohacker die Entwicklung der Biotechnologie revolutionieren. Der Physiker und selbstproklamierte Freidenker Freeman Dyson vom Institute for Advanced Study in Princeton prognostiziert sogar, 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".

Steht die Demokratisierung der Molekularbiologie also unmittelbar bevor wie einst der Siegeszug der Personal Computer? Kommt ein Innovationsschub, der helfen wird, viele der globalen Probleme zu lösen? Sind die Lebens-Hacker nur Angeber, die in Wirklichkeit auf absehbare Zeit an und in der Biologie nicht mehr bewirken können als ein Gärtner oder ein Hühnerzüchter? Oder befreit sich hier ein Geist aus einer Flasche, die man besser fest verkorkt gelassen hätte?

Diesen Fragen wollten wir nachgehen. Aber nicht wie gewohnt, indem wir nur Studien lesen, Experten interviewen und uns in Laboren herumführen lassen. Wie einfach ließe sich danach schreiben, dass Garagen-Biologen eine Bedrohung für die Menschheit sein können, und nach strengeren Regeln rufen – das haben bereits viele Journalisten vor uns getan. Um die Möglichkeiten und Grenzen der Biohacker ausloten zu können, mussten wir selbst zu werden.

Computercracks wie der heute vielfache Milliardär Gates begannen in Garagen und Hinterzimmern. Und auch die Biohacker starten in Küchen, zum Labor umgebauten Gästezimmern oder ehemaligen Fabrikhallen, die sie in "Biohackerspaces" umfunktionieren.

Wir haben eine Ecke in einem Berliner Büro. Wir haben selbst ausprobiert, ob Hausmacher-Gentechnik in improvisierten Laboren tatsächlich machbar ist. Wir wollten wissen, ob die verächtlichen Bemerkungen von Profiforschern über Gentech-Amateure berechtigt sind oder die Zukunftsvisionen der Biohacker umsetzbar sein könnten. Wir sind mit Pipette, Reagenzglas und Elektrophorese der Frage nachgegangen, ob Gentechnik in Heim-Laboren vielleicht zu Unfällen mit unvorhersehbaren Folgen führen könnte oder ob jemand so vielleicht auch absichtlich gefährliche Organismen herstellen könnte.

Erst kürzlich hat sich der Virusforscher Michael Osterholm von der University of Minnesota, Mitglied des National Science Advisory Board for Biosecurity, besorgt geäußert, dass Amateurbiologen in ihren Garagen einfach nur der "Herausforderung" wegen ein Killervirus basteln könnten. Wie jene Variante des Grippeerregers H5N1, die Forscher kurz vor dem Jahreswechsel in einem niederländischen Hochsicherheitslabor gezüchtet hatten. Im Tierversuch erwies sich das "optimierte" H5N1-Virus als äußerst gefährlich. Bis heute streiten Forscher, ob Bauanleitungen, also die Erbgutsequenzen, für solche tödlichen Keime veröffentlicht werden sollen oder unter Verschluss gehalten werden müssen.

Tatsächlich entdeckten wir ein Untergrundlabor in einer amerikanischen Kleinstadt, in der Freizeitforscher allerdings kein Killervirus, sondern den Sieg über den Krebs herbeiträumen. Andererseits konnten wir – vollkommen legal – auch Gen-Bausteine kaufen, die Amateure wohl besser nicht besitzen sollten.

Einkaufstour

Der Strich schimmert orange. Die Konturen sind unscharf auf dem dunkelblauen Untergrund. Aber er ist da. Er ist deutlich zu sehen, der Strich. Ist es das, was wir zu sehen hoffen? Das, wofür wir über ein halbes Jahr lang geschuftet haben? Wir trauen unseren Augen im hellen Licht des Raums, den wir unser "Labor" nennen, nicht. Wir

rennen gemeinsam zum Klo. Die Kollegen gucken irritiert. Aber es ist der einzige dunkle Raum hier. Die Tür knallt ins Schloss. Wir machen das Licht aus, und es bleibt kein Zweifel: Wir sehen ein Gen. Das Gen! Es ist der Beweis: Wir sind Biohacker.

Als Biohacker freuen wir uns über unseren Erfolg. Als Journalisten runzeln wir die Stirn. Denn es ist nicht irgendein harmloses Gen, das wir hier in die Finger bekommen haben.

GAATGCTAAT ... so beginnt das Gen. Und so beginnt auch die Bausteinabfolge der kurzen Erbgutstücke, die wir per Onlineformular bei einem Unternehmen bestellt haben, das künstliche DNA herstellt. Jeder Buchstabe steht dabei für einen der vier Molekülbausteine, aus denen sich die Erbsubstanz DNA zusammensetzt. Man buchstabiert für die Bestellung einfach die Abfolge der Bausteine, dann setzen sich im Labor der Firma Roboter in Gang, die das Molekül nach unseren Wünschen chemisch zusammensetzen. Einen Tag später liefert der Kurier ein winziges Plastikgefäß, in dem die maßgeschneiderten Genfragmente als weißer Pulverhauch an der Wand kleben. Die Preise starten bei zwölf Euro.

Unsere Buchstabenfolge steht für ein kurzes Stück am Anfang eines Gens des Wunderbaums, besser bekannt als Rizinus. Es enthält den Bauplan für das Gift Rizin. Die Pflanze schützt damit seine Samen vor Fressfeinden. Rizin zählt zu den stärksten Giften, die es in der Natur gibt. 0,25 Milligramm davon genügen, um einen ausgewachsenen Mann zu töten. Es ist als Biowaffe geächtet und im deutschen Kriegswaffenkontrollgesetz gelistet. Man muss das Gift nicht aus den Wunderbohnen extrahieren, man kann auch die biologische Bauanleitung, das Rizin-Gen, dessen Sequenz für jeden zugänglich in Internetdatenbanken steht, in Bakterien einschleusen und ihnen die Produktion überlassen. Das ist illegal und war auch nicht unser Plan. Wir wollten lediglich ausprobieren, ob wir als Privatpersonen solche Erbgutstücke kaufen können, mit denen sich potenziell gefährliche Gene basteln lassen. Es ist überhaupt kein Problem.

Vielleicht lag es daran, dass wir nicht das ganze Gen bestellt haben, sondern nur kurze Abschnitte vom Anfang und Ende der insgesamt ein paar tausend Bausteine langen Buchstabenfolge. Die Ausfuhrkontrollgesetze der Bundesrepublik zwingen die Hersteller künstlicher DNA, jedes bestellte Gen auf seine Gefährlichkeit zu prüfen und gegebenenfalls die Bestellung zu verweigern. Aber kurze DNA-Stücke, wie wir sie bestellt haben, werden nicht getestet. Und Auftraggeber aus Deutschland werden normalerweise nicht überprüft. Eine freundliche Dame rief uns lediglich nach unserer ersten Bestellung an, um die Adresse zu kontrollieren. Wie der Geschäftsführer des Unternehmens uns später erklärt, sei man bei Personen ohne Institutsanschrift sehr vorsichtig. Die Kontrollmöglichkeiten der Gensynthese-Firmen hält er für begrenzt. Schließlich könne man potenziell gefährliche Gensequenzen auch so umschreiben, dass sie zwar noch immer funktionieren, aber nicht von den Suchalgorithmen erkannt werden, die in den Bestellungen nach gefährlichen Sequenzen fahnden.



© H. Charisius / R. Friebe / S. Karberg

Zutaten für die DNA-Extraktion

Die Grundausrüstung eines Heim-Biolabors bekommt man ziemlich problemlos: Hier einige der Chemikalien, die für die DNA-Extraktion nötig sind.

Wer Rizin herstellen will, muss aber gar nicht aufwändig unzählige Genschnipsel kaufen und im Labor zusammenfügen. Das vollständige Gen kann man auch ganz einfach bekommen, indem man es aus der Pflanze selbst isoliert. Ein kurzer Gang in den Botanischen Garten kann schon reichen, um das Ausgangsmaterial dafür zu bekommen. Oder man bestellt sich im Internet den Samen von *Ricinus communis* für 1,50 Euro bei einem Pflanzenzüchter.

Die Methode, mit der man jedes bekannte Gen aus einem Organismus herausholen kann, heißt Polymerase-Kettenreaktion, kurz PCR (für polymerase chain reaction). 1993 gab es den Nobelpreis für die Erfindung dieses Verfahrens, bei dem eine natürliche Kopiermaschine, das Enzym Polymerase, Gene vervielfältigt. Die kurzen DNA-Stücke, die uns die Firma geschickt hat, definieren, wo im Wunderbohnenerbgut das Kopierenzym mit dem Kopiervorgang beginnen und wo es ihn beenden soll. Die Reaktion läuft in einer Maschine ab, die das Reaktionsgemisch abwechselnd erhitzt und wieder abkühlt, damit das Enzym optimal arbeiten und kopieren kann. Nach etwa 30 solcher Zyklen hat es so viel Genmaterial kopiert, dass man das Gen mit einem orangefarbenen Farbstoff auf einem blauen Leuchttisch sichtbar machen und weiterverarbeiten kann – zum Beispiel in Bakterien verpflanzen.

Der Mann, der uns die PCR-Maschine für 240 Euro verkauft hat, arbeitet an einer Universität und hatte, so erklärt er uns, die zentnerschwere Maschine auf dem Sperrmüll gefunden. Fragen stellt er keine, sondern bietet uns weitere nützliche Laborutensilien an. Als das Gerät vor zirka 20 Jahren neu angeschafft wurde, hatte es etwa den Wert eines kleinen Einfamilienhauses. Heute ist seine Technik überholt, doch für unsere Zwecke reicht es vollkommen.

Den Rest der Grundausstattung für unser Labor bestellen wir problemlos bei einem Lieferanten für Arztpraxen. Nur als wir um einen Liter hochprozentigen Alkohol in einer Apotheke bitten, stellt die Verkäuferin ein paar misstrauische Fragen. Wir können ihr glaubhaft versichern, dass wir ihn nicht trinken wollen, sondern versuchen, Erbmateriale aus Zellen zu extrahieren. Zu unserer Überraschung beruhigt sie das. Lediglich zwei weitere Zutaten bereiten uns während unserer einwöchigen Einkaufstour Probleme. Die erste ist eine Flasche voll mikroskopisch kleiner Kunststoffkügelchen.

Man kann DNA mit etwas Salz, Spülmittel und Alkohol aus Zellen gewinnen, aber sie ist dann stark verunreinigt mit Proteinen und Stückchen der aufgelösten Zellen. Wir brauchen sauberes Erbmateriale, wenn wir es weiterverarbeiten wollen. Hier kommen die Kügelchen ins Spiel, die im Chemikalienkatalog als "Chelex 100" geführt werden. An ihnen bleibt der Zellmatsch haften, während das Erbmateriale sich in der klaren Flüssigkeit löst und abgegossen werden. Es ist eine effektive Methode, die in manchen Kriminallaboren verwendet wird. Doch das Material gibt es nur im Chemikalienfachhandel. Der verkauft in Deutschland generell nicht an Personen ohne Gewerbeschein, allerdings nicht wegen möglicher Nutzung durch Biohacker. Der Grund ist schlicht, dass man mit manchen Chemikalien auch Bomben basteln kann. Die Rezepte für den Sprengstoff finden sich in Diskussionsforen im Netz – und auch reichlich Hinweise, wie man illegal an die Zutaten kommen kann. Schaut man sich dort um, findet man zum Beispiel einen Forumsteilnehmer, der eine Quelle für äußerst gefährlichen Phosphor aufgetan haben will, obwohl er nach Selbstauskunft in diesem Forum noch nicht einmal volljährig ist.

Wir entscheiden uns gegen die dunklen Kanäle und dafür, die Polymerkügelchen in einer Apotheke zu bestellen. Alles läuft reibungslos, nur als wir die bestellte Ware abholen wollen, sollen wir eine "generelle Endverbleibserklärung" unterschreiben. In ihr garantieren wir, dass wir das Chelex weder nutzen werden, um damit illegale Dinge zu tun, noch sie in Schurkenstaaten exportieren werden.

"Ist es elektrisch?"

Die zweite Hürde ist das Zollamt, bei dem der kleine Leuchttisch hängen geblieben ist, den wir in den USA bei einem Biohacker bestellt haben. Wir müssen das Gerät, das nur so groß ist wie eine Brotdose, verzollen und eine "laienverständliche Erklärung" mitbringen, die den Zweck des Apparats beschreibt. Als wir einer Beamtin die Box zu erklären versuchen, fragt sie mit hoffnungsvollem Ton: "Also irgendwas für Computer?", während sie in ihrem Computer nach dem richtigen Feld für den Eintrag sucht. Ein Apparat, der Gene sichtbar machen kann, ist von der Software offensichtlich nicht vorgesehen. Ihr Kollege will helfen: "Ist es elektrisch?" Er schaut auf den Preis und dann sehr mitleidig. So viel Heckmeck bei einem Warenwert von 250 Euro scheinen ihm nicht angemessen. Schließlich gibt der Zoll das Paket frei, wir zahlen die Mehrwertsteuer an der Kasse. Wir haben nun mit überschaubarem Aufwand an Zeit, Mühe und Geld die Ausstattung für unser Labor zusammengetragen und dafür 3500 Euro ausgegeben. Inspiriert ist unsere Liste von den Erfahrungen der ersten Biohacker, die wir zuvor in Boston und San Francisco besucht hatten.

Bildungsreise

"Hier kämpfen wir gegen Krebs", sagt Peter in seinem weißen Laborkittel und öffnet die Seitentür zur Garage. Es ist wirklich eine Garage, eine amerikanische, der klischeehafte Geburtsort von Technologiekonzernen, Softwarefirmen und Rockbands. Kurz sind wir geblendet vom hellen Licht darin. Als sich unsere Augen an die Neonröhren an der Decke gewöhnt haben, sehen wir einen Mann, der seine Arme in eine Art gläserne Werkbank mit Abzug steckt und darin mit kleinen Gefäßen und einer Pipette hantiert. So bleiben seine Proben steril, und es kann nichts von dem, was in seinen Gefäßen wächst, an die Außenluft gelangen. Er nickt uns kurz zu und konzentriert sich wieder auf das, was er gerade tut. Ein weiterer Mann ist da, deutlich jünger, er schraubt an

etwas herum, das wie ein Kühlschrank aussieht. "Unsere Neuanschaffung", sagt Peter, "in diesem Brutschrank werden wir bald Zellen wachsen lassen."

Die Wände stehen voll mit Geräten, es sieht aus wie bei den Biotechunternehmen, die wir bereits früher besucht haben, um über sie zu schreiben. Nur gibt es diesmal kein Firmenschild und keine Visitenkarten. Wir befinden uns nicht in einem teuren Laborgebäude, sondern eben in einer Doppelgarage in einer Kleinstadt im Westen der USA. Peter ist nicht sein richtiger Name, und auch der Ort soll ungenannt bleiben. Die Nachbarn in der Wohnsiedlung würde das Treiben in diesem Haus verstören. Sie ahnen nicht, was Peter und seine Mitstreiter hier tun. Und sicherlich würde die Polizei nicht lange zögern, das ungenehmigte Privatlabor zu schließen.

Ursprünglich hatte Peter einen Besuch von uns abgelehnt. Der Fall Steve Kurtz steckt allen Heimforschern noch immer in den Knochen, obwohl er bereits ein paar Jahre zurückliegt. 2004 rief der Kunstprofessor von der State University of New York in Buffalo den Notarzt, weil seine Frau nicht mehr atmete. Als die Sanitäter eintrafen, sahen sie Kulturschalen für Bakterien, die er in Kunstwerken verwendete – und meldeten ihren Fund an das FBI. Am nächsten Tag stürmte eine Spezialeinheit in Schutzanzügen das Haus, Kurtz wurde 22 Stunden lang verhört. Sogar seine Katze wurde eingefangen, weil der Verdacht bestand, Kurtz habe sie benutzt, um damit die Nachbarn mit den gezüchteten Bakterien zu infizieren.

Bald darauf stellte sich heraus, dass seine Frau an Herzversagen verstorben war. Die gefundenen Bakterien hatten damit nichts zu tun, sie waren vollkommen harmlos gewesen.

Die Szene, wie die Polizisten in weißen Schutzanzügen das Atelier ausräumen, lief im Fernsehen. Peter möchte die Kameras nicht auch auf sich und sein Team gerichtet sehen. Jedenfalls nicht, solange sie ihr Labor im Wohngebiet betreiben und neue Gerätschaften nachts in ihr Labor tragen, damit die Nachbarn nichts mitbekommen.

Erst nachdem wir uns mit einer Mitstreiterin Peters getroffen haben und sie uns für vertrauenswürdig befunden hat, bekommen wir die Adresse von dem Geheimlabor. Es ist kurz vor Mitternacht, als wir dort ankommen und vom gleißenden Neonlicht geblendet werden.

Der Mann von der gläsernen Werkbank ist schnell fertig mit seiner Arbeit unter dem Abzug. Er zeigt ein selbst gedrehtes Video, in dem ihm Peter Blut aus der Armbeuge abnimmt und erklärt, dass die Amateurforscher in ihrem eigenen Blut nach Abwehrzellen gegen Krebs suchen werden. Wir ziehen die hochgekrempelten Ärmel hinunter bis zum Handgelenk und verschränken die Arme vor der Brust.

Peter nennt das Labor in der Wohnsiedlung eine "Übergangslösung" und erzählt, dass sie bereits auf der Suche nach legalen und offiziellen Räumlichkeiten seien. Sie werden viel Platz brauchen, denn die Maschinen in der Garage sind nur ein kleiner Teil dessen, was seine Gruppe in kaum einem Jahr zusammengesammelt hat. Das halbe Wohnhaus, zu dem das improvisierte Labor gehört, ähnelt einem Gerätelager: Regale, Zentrifugen, Bürotische und Schüttelmaschinen stapeln sich hier sowie ein Laborroboter, der das Pipettieren von kleinen Flüssigkeitsmengen weitaus präziser beherrscht als eine menschliche Hand. Zu etwas, was man Hobbyforschung nennen könnte, passt dieses Arsenal nicht. Es sieht alles eher nach einem ziemlich großen Plan aus – oder nach Größenwahn. Was genau Peter und seine Freunde vorhaben, verraten sie nicht, auch nicht, wie sie an Krebszellen für ihre Experimente gekommen sind. Nur, dass sie Abwehrzellen aus dem Blut für Attacken auf Krebszellen programmieren wollen. Und dass sie ihre Idee so spannend finden, dass alles geheim bleiben muss.

Der Geburtsort der Biohacker-Bewegung liegt nicht in der Gegend, wo Peters Garage steht, sondern an der Ostküste der Vereinigten Staaten, in Cambridge, Massachusetts. Unis wie Harvard oder das Massachusetts Institute of Technology (MIT) sammeln dort seit jeher nicht nur junge Toptalente ein und entlassen sie nach ein paar Semestern als Elite in die Wirtschaft und die Forschung, sondern sie sondern auch immer wieder Sonderlinge ab, die etwa Besonderes anfangen. Der Harvard-Abbrecher Mark Zuckerberg etwa, der in seinem Wohnheimzimmer Facebook erfand. Oder Bill Gates.

Was man in Cambridge auch sehr gut kann, ist, Trends erkennen und sie kanalisieren. Seit 2003 findet am MIT zum Beispiel ein Wettbewerb statt, der inzwischen jedes Jahr über 100 Studententeams von Universitäten aus aller Welt anzieht und an dem viele spätere Biohacker teilgenommen haben: iGEM, International Genetically Engineered Machine Competition. Einen Sommer lang bauen die teilnehmenden Studenten lebende Maschinen – programmieren also das Erbgut von Bakterien, Hefepilzen oder einem anderen einfachen Organismus so um, dass diese eine neue Fähigkeit oder Eigenschaft bekommen. Die Erfinder des Wettbewerbs sind keine Biologen, sondern ehemalige Computerspezialisten und Ingenieure. Sie übertragen Ingenieurprinzipien auf die Biologie, indem sie lebende Systeme in neu kombinierbare Module unterteilen, so genannte BioBricks. Das Konstruieren steht im Vordergrund, nicht das Analysieren. "Wer in einen Laden geht und einen Schraubenzieher kauft, der denkt nicht darüber nach, wie er hergestellt wird, sondern er benutzt ihn einfach", sagt Randy Rettberg, Leiter des jährlichen iGEM-Spektakels. Mit BioBricks, zu Deutsch "Bio-Bausteine", soll das Neukonstruieren vereinfacht und beschleunigt werden. Jedes iGEM-Team bekommt eine ganze Bibliothek solcher BioBricks. Es sind Gene, die die Studenten ähnlich wie Legosteine neu kombinieren können. Werden die Erbgutstücke dann in Bakterien eingebaut, entwickeln diese neue Fähigkeiten.

Manche der Studenten hatten vor wenigen Monaten noch keine Ahnung von Genen und molekularbiologischen Methoden und haben dennoch am Ende des Sommers Bakterien gentechnisch verändern können. Ein australisches Team hat Bakterien so verändert, dass sie auf Kommando Gasbläschen erzeugen, damit sie wie mit Schwimmflügeln ausgestattet an der Wasseroberfläche bleiben. Andere lassen Bakterien Vitamine produzieren, wieder andere machen aus ihnen Staubsauger für Schadstoffe. Nebenbei werden Songs geschrieben, Musikvideos mit Weißkitteln an der Gitarre gedreht, Gentech-Graffiti gesprayed.

Viele motiviert der iGEM-Wettbewerb so sehr, dass sie beschließen, später Profiforscher in Hightech-Laboren zu werden und jene "Synthetische Biologie" zu betreiben, die Rettberg im Sinn hat. Andere haben sich vom iGEM-Prinzip des Vereinfachens anstecken lassen und tragen die Idee, dass Gentechnik machbar ist für jedermann, raus aus den Universitäten in die Straßen von Cambridge.

Vier U-Bahn-Stationen nördlich des MIT treffen wir Mackenzie Cowell im "Sprout", einer Zuflucht für Nerds aller Art. Bislang trafen sich hier vor allem Elektro- und Computerbastler, doch Mac, wie der 28-Jährige hier genannt wird, hat in einer Ecke im ersten Stock des Hinterhauses ein kleines Gentech-Labor einrichten dürfen, das Boston Open Source Science Lab (BOSSlab). Als Biologiestudent des Davidson College aus North Carolina hatte er schon 2005 am iGEM-Wettbewerb teilgenommen und war danach so begeistert, dass er kurzerhand nach Boston zog und bei den Organisatoren als Hilfskraft anheuerte. Sein Biostudium konnte er zunächst nicht fortsetzen, so dass er seinen bei iGEM geweckten Gentech-Tatendrang außerhalb der Universität ausleben musste. 2008 gründete er deshalb die Website und E-Mail-Mailingliste DIYbio.org und richtete sich mit den Laborgeräten einer pleitegegangenen Biotechfirma das BOSSlab ein.

Bis-Service aus der Garage

Gerade an Mac wird deutlich, wie schnelllebig, aber auch voller Möglichkeiten die Garagenbiologie ist. Unser Besuch im "Sprout" liegt bereits einige Monate zurück. Inzwischen ist er nach San Francisco gezogen und bietet über das Internet ein Experimentier-Set an, das alle Reagenzien für Gentests enthält, um Amateurbiologen mit Minilabor die Arbeit zu erleichtern. Mac hat also eines der ersten Serviceunternehmen für diese wachsende Gemeinde gegründet, und man erinnert sich an die ersten Firmen, die Software für privat genutzte Computer anboten. Eine davon hieß Microsoft.

Nach San Francisco ist mittlerweile auch die ehemalige MIT-Studentin Katherine Aull gezogen, die wohl als eine der ersten Biohackerinnen bezeichnet werden kann. Sie hat 2009 in ihrer Studentenbude in Cambridge ihr eigenes Erbgut auf eine Mutation hin untersucht, die bei ihrem Vater die so genannte Eisenspeicherkrankheit, Hämochromatose, ausgelöst hat. Dabei reichert sich zu viel Eisen im Körper an und schädigt im Lauf der Jahre die Organe.

Als wir Katherine treffen, liegt das Experiment schon eine Weile zurück, doch die Gerätschaften stehen noch immer in ihrem Kleiderschrank im Schlafzimmer. Tatsächlich konnte sie damals in ihrem Erbgut sowohl das intakte, von ihrer Mutter vererbte Gen als auch die mutierte Genkopie ihres Vaters mit einfachsten Mitteln bei sich zu Hause nachweisen.

"Gentests sind keine Zauberei – und nicht schlimmer als ein Ölwechsel am Auto"

Sie hätte auch einfach einen Gentest bei einem Arzt machen lassen können, so wie ihr Vater. Es waren dessen eher schlechte Erfahrungen, die sie dazu antrieben, es selbst zu versuchen: "Der Doktor drückte ihm nur ein zehenseitiges Dokument in die Hand, das eigentlich für Genetiker, nicht für Laien bestimmt ist", erzählt Aull. "Mein Vater ist Ingenieur, kein Biologe, und quälte sich, darin einen Sinn zu erkennen." Das habe sie motiviert, den Gentest selbst zu versuchen, um "Leuten in einer ähnlichen Situation klarzumachen, dass Gentests keine Zauberei sind, sondern auch nicht schlimmer als ein Ölwechsel am Auto".

Während wir uns unterhalten und einen aus blauen Weihnachtsdeko-Lichtern selbst gebastelten Leuchttisch zum Sichtbarmachen angefärbten Erbguts bewundern, streichen uns die Katzen der Studenten-WG um die Beine. "Meine Regel ist, dass ich für die Heimexperimente nichts verwende, was giftig für Menschen oder Katzen sein könnte", sagt Aull und streichelt einen ihrer vierbeinigen Mitbewohner. "Tatsächlich hat meine Katze einmal ein Stück Agarose-Gel gefressen", ein Stoff mit der Konsistenz eines Gummibärgchens, mit dem sich Erbgutstücke der Größe nach sortieren und dann sichtbar machen lassen. "Aber es ist natürlich nichts passiert."

Katherine machte ihre Experimente monatelang einsam in ihrer Wohnung, doch inzwischen organisieren sich Biohacker eher in Gruppen. Zum einen, um Wissen austauschen und Fehlschläge vermeiden zu können. Zum anderen, um Maschinen und Reagenzien gemeinsam zu nutzen – denn obwohl preiswerter als vor 20 Jahren, ist Gentechnik noch immer kein billiges Hobby. Im New Yorker Vorort Brooklyn gibt es seit letztem Jahr "Genspace", ein bestens ausgestattetes Labor, in dem Biohacker und solche, die es werden wollen, für 100 Dollar im Monat nach Herzenslust experimentieren dürfen.



© H. Charisius / R. Friebe / S. Karberg

Katherine Aull im Heimlabor

Die ehemalige MIT-Studentin Katherine Aull könnte man als eine der ersten Biohackerinnen bezeichnen: In ihrer Studentenbude hatte sie in ihrem eigenen Erbgut nach Mutationen gesucht.

Das "Genspace" hat sogar einen wissenschaftlichen Beirat aus angesehenen Profiforschern, darunter auch der Genetiker George Church von der Harvard University. "Der Unterschied zu einem professionellen Labor ist, dass man hier die Freiheit hat, Dinge zu erforschen, die ökonomisch oder medizinisch scheinbar keinen Sinn ergeben",

sagt Ellen Joergensen, Präsidentin von "Genspace" und seit den Achtzigern professionelle Genforscherin. "Was die Leute hierherkommen lässt, ist ihre Leidenschaft für Wissenschaft und nicht, dass sie ihren Lebensunterhalt verdienen müssten."

Das setze Kreativität frei. Manche kommen für das Abenteuer, zum ersten Mal einen Blick auf ihr eigenes Erbgut zu werfen. Andere verwirklichen das Projekt, das der Chef sie in ihrem Profilabor nie machen lassen würde. Wieder andere malen mit Mikroorganismen: "Eine Biokünstlerin arbeitet zum Beispiel mit Bakterien, die wunderschöne Muster hervorbringen können, wenn man ihre Nahrung verändert", erklärt Joergensen. Und eine Gruppe schickt Ballons in die Stratosphäre, um dort oben nach Spuren von Bakterienerbgut zu suchen. Alles unter dem Motto, das einem auf der Website ins Auge springt: "Erinnert ihr euch an die Zeit, als euch Wissenschaft noch Spaß gemacht hat?"

"Erinnert ihr euch an die Zeit, als Wissenschaft noch Spaß gemacht hat?"

Von solchem Spaß am Forschen angetrieben, finden sich weltweit zunehmend mehr oder weniger biologisch Vorgebildete zusammen. Zum Beispiel im kalifornischen Mountain View, mitten im Silicon Valley nahe dem Google-Hauptquartier. Dort hat seit letztem Sommer der Hackerspace "Biocurious" ein paar ehemalige Büroräume in ein Labor verwandelt. Das Geld dafür hat Eri Gentry, Investmentbankerin mit Yale-Abschluss, über die Internetplattform "Kickstarter" gesammelt – immerhin 35 000 Dollar. 500 Unterstützer und Mitglieder haben "Biocurious" bereits, darunter vor allem junge Leute wie Tito Jankowski und Josh Perfetto, die billige PCR-Maschinen und anderes Equipment für die wachsende Biohacker-Community bauen.

Man kann die Geräte fertig kaufen oder sie mit Hilfe einer im Internet veröffentlichten Bauanleitung selbst zusammenbasteln. Denn den meisten Biohackern fehlt es noch an bezahlbarem Equipment – und ausbaufähig ist auch ein Garagenlabor immer. Das gilt für die Biohacker in den USA, aber noch viel mehr für die Biohackerspaces, die derzeit überall auf der Welt entstehen. Und seit ein paar Monaten auch in Berlin.

Hacker-Ethik

Jeden ersten Mittwoch im Monat treffen sich in der "Raumfahrtagentur", einem Computer- und Elektrobastler-Stützpunkt im Berliner Stadtteil Wedding, fünf bis zehn, nun ja, zumindest Biohacking-Interessierte. Denn zum Experimentieren ist man noch nicht recht gekommen. Beim ersten Treffen herrschte entspannte Freude, dass es in Deutschland offenbar doch ein paar Gleichgesinnte gibt. Beim zweiten ging es dann um eine der wohl bekanntesten und zugleich leckersten Biotechnologien, die die Menschheit bislang hervorgebracht hat – das Bierbrauen. Keine Spur also von konspirativem Bioterror.

Eingeladen hatte Lisa Thalheim, Informatikstudentin an der Berliner Humboldt-Universität, die ihr Geld schon lange als Computerhackerin verdient, indem sie für Firmen Sicherheitslücken in deren Computersystemen aufdeckt. Jetzt will sie, ganz im Sinne von Bill Gates, Bio-Kode an Stelle von Software hacken und hat sich dafür in der "Raumfahrtagentur" ein kleines, aber funktionstüchtiges Labor eingerichtet. Vom Spektrometer zur Bestimmung von DNA- und Proteinmengen bis zur neuwertigen Miniatur-PCR-Maschine reicht das Equipment. Sogar einen Autoklaven hat sie ergattert, mit dem sie Reagenzgläser oder Glaspipetten sterilisieren kann – eine Grundvoraussetzung für gentechnische Arbeiten mit Bakterien. Und genug Ahnung von Gentechnik hat die Studentin auch, denn ihre Diplomarbeit schreibt sie im Bereich Bioinformatik.

Das Wissen und die Laborgeräte hat Lisa also beisammen. Doch sie darf nicht alle Experimente machen, die sie gern machen würde. Der deutsche Gesetzgeber hat eine Grenze definiert: Gene aus Organismen herausholen, sie anschauen, analysieren, vermehren – kein Problem. Wer kann, der darf. Doch Gene in Organismen einbauen,

diese also gentechnisch verändern, ist außerhalb speziell zugelassener Labore und ohne Leitung speziell ausgebildeter und erfahrener Fachleute durch das Gentechnikgesetz verboten.

"Ohne enthusiastische Mitstreiter geht Biohacking ein bisschen langsam voran"

Das gilt auch für Lisa Thalheim. "Aber über kurz oder lang würde ich nun mal gerne gentechnische Veränderungen machen", sagt sie. Zwar sei es sicher möglich, im stillen Kämmerlein ohne Genehmigung heimlich und illegal zu arbeiten und zu hoffen, dass das niemand mitbekommt, meint Thalheim. "Aber das ist ja nicht Zweck der Sache. Ich will auch andere Leute einladen können, das selber auszuprobieren, und vor allem Wissen austauschen." Denn "ohne enthusiastische Mitstreiter" gehe das Biohacking doch "ein bisschen langsam" voran.

Wie das legale Biohacking mit menschlichen Genen funktionieren kann, hatten wir im April 2011 zusammen mit Lisa und dem Freiburger Biologiestudenten, ehemaliger iGEM-Teilnehmer und Biohacker Rüdiger Trojok ausprobiert. Die Kontaktdaten zu den beiden wahrscheinlich ersten Biohackern Deutschlands hatten wir aus der amerikanischen Community bekommen. Wir trafen sie zu einem "Biohack" in Trojoks Freiburger Dachgeschosswohnung und warfen einen ersten Blick auf unsere eignen Gene.

Mit einem Wattestäbchen schabten wir – wie im TV-Krimi – einen Abstrich von unserer Mundschleimhaut, vermehrten die DNA darin und sahen bald darauf unseren individuellen genetischen Fingerabdruck auf dem Leuchttisch schimmern. Viel verraten die orangefarbenen Striche nicht über uns. Und trotzdem ist es ein merkwürdiger Moment, zum ersten Mal das eigene Erbgut zu betrachten und zu erkennen, dass es sich von dem unserer Freunde unterscheidet. Es ist nicht mehr Biologie, als man in der Schule lernt. Aber es zeigt, was prinzipiell möglich ist – Genanalyse im Minikorridor einer Dachgeschosswohnung.

Das Gendiagnostikgesetz besagt zwar, dass jeder, der will, Zugang zu seinen eigenen Erbgutinformationen bekommen soll. Sogar das Ziel, das zu einem erschwinglichen Preis anzubieten, ist erklärter politischer Wille. Allerdings, so steht es in Paragraph 7, soll eine "diagnostische genetische Untersuchung (...) nur durch Ärztinnen oder Ärzte und eine prädiktive genetische Untersuchung nur durch Fachärztinnen oder Fachärzte für Humangenetik (...) vorgenommen werden" dürfen. Zu der eventuellen Möglichkeit, selbstbestimmt das eigene Erbgut zu analysieren, steht im 2009 verabschiedeten Gesetz nichts explizit, wohl auch, weil damals niemand daran dachte, dass sie bald Realität werden könnte. Wer allerdings DNA von anderen Menschen analysiert, ohne dass diese ausführlich und verständlich darüber informiert – und einverstanden – sind, macht sich strafbar.

Lisa Thalheim aber steht der Sinn ohnehin nicht nach geheimen Vaterschaftstests oder genetischen Nachweisen, dass es der Nachbarhund war, der in den Vorgarten gekackt hat, sondern nach Gentechnik. Sie hofft, irgendwann auch in Berlin ein Gemeinschaftslabor offiziell anzumelden und genehmigen lassen zu können, so wie das "Genspace" in New York. "Dazu braucht es allerdings mindestens zwei Leute mit einem abgeschlossenen Biologiestudium und mindestens drei Jahren Berufs- beziehungsweise Laborerfahrung. Mit der zuständigen Sachbearbeiterin habe ich schon mal telefoniert, und die klang durchaus aufgeschlossen", sagt sie.

Diese Offenheit seitens der Behörden ist sicher auch darin begründet, dass die bislang kleine Gruppe deutscher Biohacker wiederholt deutlich gemacht hat, dass sie Sicherheitsbedenken ernst nimmt. Sie entwerfen bereits Regeln und eine Biohacker-Ethik, bevor sie überhaupt die ersten ernsthaften Experimente gestartet haben. So reiste Thalheim zusammen mit Trojok im Sommer 2011 mit konkreten Vorschlägen für Selbstbeschränkung und sogar ein Meldesystem für eventuell verdächtige Aktivitäten einzelner Biohacker zu einem Biohacker-Treffen in London. Dort trafen sie unter anderem Jason Bobe, Direktor des Personal Genome Projects an der Harvard University und einer der Mitbegründer von DIYbio.org, der nach dem Vorbild der verfassungsgebenden

Versammlung jeweils einen "Kongress" in San Francisco und London veranstaltete, um unter Biohackern Vorschläge für einen "Code of Conduct" und Normen für Biohacker-Labore zu sammeln.

Doch die Vorschläge der beiden Deutschen gingen den Biohackern aus den USA viel zu weit. Schon die strikte deutsche Gesetzgebung, die jegliche gentechnische Veränderung von Lebewesen außerhalb genehmigter Labore gleich unter Strafe stellt, erntete weit gehend Unverständnis. Nur Thalheim und Trojok hätten zum Treffen in der London School of Economics and Political Science einen eigenen Regelentwurf mitgebracht, erzählt Bobe fast belustigt über den Reguliereifer der Deutschen: "Die deutschen Biohacker scheinen sehr vorsichtig zu sein und Angst vor der Reaktion der Öffentlichkeit zu haben." Trojok habe ein Bild eines Dachkammerlabors gezeigt, aber sofort darum gebeten, es nicht zu veröffentlichen. Der Freiburger sorgt sich allerdings nicht um Bemerkungen der Nachbarn, sondern scheut die Aufmerksamkeit der Medien.

Die Deutschen schlugen in London sogar regelmäßige gegenseitige Inspektionen der Biohacker-Labore vor, ein "Web of Trust", öffentlich vorzeigbare, verpflichtende Sicherheitsstandards, "alle möglichen Regeln", sagt Bobe. Ein eher liberales Regelwerk, das auf Anweisungen und Standards weit gehend verzichtet und lediglich ein Ziel wie "Keinen Schaden anrichten" ausruft, sei für die Deutschen "völlig inakzeptabel" gewesen, weil sie das in der deutschen, gentechnikkritischen Öffentlichkeit nicht vermitteln könnten. Dabei mache sich die Öffentlichkeit ohnehin ein völlig falsches Bild davon, was in DIYbio-Laboren überhaupt möglich sei. "Man kann nicht davon ausgehen, dass alles, was Profilabore können, jetzt oder irgendwann in Heimlaboren möglich ist", sagt Bobe mit Nachdruck. "Nur weil man das gleiche Kochgeschirr hat, heißt das noch lange nicht, dass jeder gleich ein Chefkoch ist."

Ob mit Regeln von Anfang an vorsorgen oder sich nicht zu viele Sorgen machen der bessere Weg in die Personal-Biotech-Zukunft ist, weiß heute freilich niemand. Doch selbst die professionell Vorsichtigen sehen vorerst keine allzu großen Risiken. So vertritt etwa die oberste amerikanische Ermittlungsbehörde FBI heute die Ansicht, dass von Do-it-yourself-Biologen keine ernste Gefahr ausgeht. "Wir erkennen, dass Mitglieder dieser Gruppen bemüht sind, den Spaß an Wissenschaft und Technikentwicklung einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln", erklärt eine Sprecherin auf unsere Anfrage. Man stehe seit gut zwei Jahren mit den lokalen DIYbio-Gruppen in regelmäßigem Kontakt, um sicherzustellen, dass diese Arbeiten sicher und verantwortungsbewusst durchgeführt werden. Zwar würden dabei neben Patent- und Haftungsrecht auch bioterroristische Fragen angesprochen, doch gebe es keine Überwachung oder gar Ermittlungen, weil DIYbio-Aktivitäten "absolut nichts Kriminelles" an sich hätten. Noch nie habe ein DIY-Labor von den Behörden geschlossen werden müssen. Die Erfahrungen mit Biohackern seien "überwältigend positiv", da sie sich um eine verantwortungsvolle, selbstregulierende Gemeinschaft bemühen würden.

Beim Aufbau des New Yorker "Genspace" ist das FBI früh eingeladen worden und half dabei, Kontakte zur lokalen Brandschutz- und Gesundheitsbehörde herzustellen. Die Behörde stuft Biohacker jedoch nicht als Gefahr für die Öffentlichkeit ein. Die derzeitigen und zukünftigen Sicherheitsrisiken der DIY-Biologie seien identisch mit den Sicherheitsrisiken akademischer und industrieller Forschung. Es bestehe in beiden Sphären die Möglichkeit, dass die positiven technischen Entwicklungen von Kriminellen mit "schändlichen" Absichten missbraucht werden. Selbst von Biohacker-Gruppen separierte Amateurbiologen erkennt das FBI nicht als Gefahr. "Private Arbeit zu Hause ist von den Bürgerrechten abgedeckt, solange Sicherheitsmaßnahmen wie die korrekte Entsorgung von Chemikalien und andere lokale Regeln beachtet werden", erklärt die Sprecherin. Das FBI bemühe sich, die Entwicklung einer Gemeinschaft von "White Hat"-Biohackern zu unterstützen. Eine Redewendung, die von Computerhackern entwickelt wurde, um die verantwortungsbewussten Programmierer, die auf Sicherheitsprobleme und Bürgerrechte hinweisen wollen, von "Black-Hat"-Hackern zu unterscheiden, die dunkle Absichten hegen; etwa Informationen stehlen oder Computerviren programmieren.

Experimente

Bioterror, FBI, Code of Conduct – all die Theorie interessiert uns nach mehreren frustrierenden Tagen und

Nächten in unserem improvisierten Labor ohnehin nur noch entfernt. Unsere Nerven liegen blank. Was auf dem Papier so einfach aussah, ist in Wirklichkeit nervtötend. Nichts funktioniert, wir verstehen nicht, wieso. Haben die Moleküle vielleicht schlicht keine Lust, sich von Amateuren herumschubsen zu lassen? Laborarbeit besteht offenbar vor allem darin, verschiedene Rezepturen von Chemikalien und Zellextrakten auszuprobieren, bis ein Experiment endlich funktioniert. Tagelang hantieren wir mit Reaktionsgefäßen aus Plastik, die kleiner sind als ein Fingerhut. Es kostet Konzentration, die winzigen Flüssigkeitsmengen, die man kaum sehen kann, von einem Töpfchen in das nächste zu befördern. Ein Fehler, und schnell ist ein Tag Arbeit verloren. Kein Wunder, dass in großen Laboren dieser Job inzwischen oft von Robotern erledigt wird.

Katherine Aull hatte uns gewarnt: "Es kann so viel schiefgehen, und du hast nicht die Kollegen, die dir dann zur Seite stehen und dir erklären, was schiefgelaufen ist, und eine Lösung parat haben. Du kämpfst allein." Außerdem hat man ein kleines Budget und kann Probleme nicht einfach durch teurere und bessere Reagenzien oder Geräte lösen, man muss improvisieren lernen.

Unser erster Erfolg lässt über eine Woche auf sich warten. Dann sehen wir – zusammengepferrcht im von innen verriegelten verdunkelten Etagen Klo – endlich das erhoffte orangefarbene Signal, das millionenfach kopierte DNA-Stück aus einem Stück Sushi-Fisch. Es entsteht, wenn das blaue Licht der Lampe auf einen fluoreszierenden Farbstoff trifft, der sich mit dem genetischen Material verbunden hat. Die Tage zuvor hatte nie etwas geleuchtet – und wir mussten immer wieder von vorne beginnen. Mal mit einer etwas anderen Magnesiumkonzentration im Reaktionsansatz, mal etwas mehr von dem Kopierenzym – oder sollten wir doch eine andere Temperaturabfolge in der Kopiermaschine einstellen? Es ist ein bisschen wie Kochen, ein kaum wissenschaftlich zu nennendes Herumprobieren, viele Versuche und viele Irrtümer – bis es am Ende schimmert.

Wir haben ein Gen namens *CO1* aus einem Stück Tunfisch isoliert. Dieses Gen ist in seinen Varianten für Tierarten in etwa so einzigartig wie Fingerabdrücke für einzelne Menschen. Es wird von Biologen deshalb für die genaue Bestimmung von Arten verwendet. Bei jeder Art ist die Abfolge der genetischen Bausteine ein klein wenig anders. Nur am Anfang und am Ende der Sequenz sind sie nahezu identisch. Mit dem isolierten Gen können wir zu einem Unternehmen gehen, das darauf spezialisiert ist, den Kode des Lebens zu lesen. Man braucht dazu so genannte Sequenziermaschinen, die die Bausteinsequenz eines jeden Gens Buchstabe für Buchstabe auslesen. Die Kosten für eine solche Sequenzierung sind im Lauf der vergangenen zehn Jahre eingebrochen. Ein DNA-Stück aus einer Million Bausteine lässt sich mittlerweile für weniger als einen Dollar lesen. Uns würde die Dienstleistung, die Sequenz unseres etwa 700 Bausteine langen Stücks bestimmen zu lassen, alles in allem 30 bis 40 Euro kosten. Durch Vergleich mit der bekannten Tunfisch-Sequenz aus einer Internetdatenbank könnten wir überprüfen, ob uns wirklich Tunfisch oder vielleicht eine andere, möglicherweise geschützte Art aufgetischt wurde, die gar nicht im Handel sein dürfte. Das ist kein abwegiger Gedanke: Highschool-Schüler in San Francisco und New York haben, mit Unterstützung von Profiforschern, bei solchen Tests bereits Hinweise auf verbotene Arten gefunden.

Wir sparen uns diesen Teil des Experiments. Es genügt uns erst einmal, zu wissen, dass wir selbst überprüfen können, was in unserer Nahrung steckt. Das gilt nicht nur für Sushi. Wir könnten auch testen, ob in unserem Brot, Müsli oder Keksen vielleicht Zutaten aus gentechnisch verändertem Getreide enthalten sind. Aber wir wollen weiter ausloten, was mit unserem Heimlabor möglich ist. Wir wollen uns den eigenen Genen zuwenden.

Sprint oder Dauerlauf

Lauern in unserem eigenen Erbgut Mutationen, die Krankheiten auslösen oder uns besondere Fähigkeiten verleihen oder verwehren? Wir beschließen, den schon erwähnten Paragraph 7 des Gendiagnostikgesetzes in Abwägung mit dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung so zu interpretieren, dass wir einen selbstständigen Blick in unsere eigenen Gene wagen dürfen. Wir suchen in unserem Erbgut nach einer Variante in einem Muskelfaser-Gen, die im Sport einige Furore gemacht hat. Australische Forscher haben entdeckt, dass manche Menschen ein defektes Muskelfaser-Gen namens *ACTN3* haben, was im Alltag keine Rolle spielt. Im Hochleistungssport allerdings zeigt sich, dass auffällig häufig Langstreckenläufer diese Mutation haben, während

Sprinter eher die intakte Genvariante tragen. Offenbar verhindert die Mutation, dass die im Muskel vorhandene Energie langsamer und damit sparsamer verbraucht wird, was ein Vorteil für Langstreckenläufer, aber ein Nachteil für Sprinter ist, die ihre Energie besser schnell in Kraft umsetzen.

Die *ACTN3*-Mutation lässt sich nicht allein mit der PCR-Methode nachweisen, wir brauchen auch noch ein Enzym, das DNA schneiden kann. Es ist ein ganz bestimmtes Enzym namens DdeI, das die DNA abhängig von einer Bausteinabfolge schneidet, die nur im defekten *ACTN3*-Gen vorkommt. Damit wird das *ACTN3*-Gen, das wir aus unserem eigenen Erbgut mit Hilfe der PCR herauskopiert haben, von dem Enzym in zwei kleinere Teile zerschnitten, so dass wir nicht ein, sondern zwei kleinere orangefarbene Signale zu sehen bekommen. Tatsächlich können wir so nachweisen, dass einer von uns den Sprinter-Genotyp, der andere die mutierte Langläufer-Variante hat.

Wieder einer harmlose Information, und doch wissen wir nun, dass wir auch intimere Geheimnisse aus unseren Genen lesen könnten – wenn wir wollten und den Aufwand nicht scheuen würden.

Fast schon ein wenig routiniert wenden wir uns dem eingangs erwähnten Experiment zu. Im Ablauf unterscheidet es sich kaum vom ersten, nur dass wir diesmal nicht Fischschnipsel verarbeiteten, sondern Blätter und Samen des Wunderbaums *Ricinus communis*. Das Rezept, das wir für den Fisch benutzt haben, will diesmal nicht funktionieren. Wir probieren es mit einer anderen Methode für DNA-Isolation, die wir über das Internet bestellen. Nach einigem Probieren klappt es, und wir sehen wieder einen orangefarbenen Schimmer in unserem Gel.

Diese "Bande", die vielleicht einen Zentimeter lang und einen Millimeter hoch ist, enthält viele Millionen Kopien des Gens, das den Bauplan für das tödliche Rizin enthält. Das Gen an sich ist harmlos, ein Stück Erbsubstanz, das nicht gefährlicher ist als die Gene, die der Tomate ihre rote Farbe verleihen. Erst wenn diese biologische Bauanleitung von einem Lebewesen in ein Protein übersetzt wird, entsteht das tödliche Gift. Dazu müssten wir das Gen nur zusammen mit ein paar weiteren genetischen Steuersequenzen in Bakterien einschleusen. Wenn alles nach Anleitung funktioniert, dauert das einen Tag.

Doch wir gehen diesen letzten Schritt nicht. Zum einen, weil wir die Risiken eines solchen Bakteriums nicht abschätzen können. Zum anderen, weil das deutsche Gentechnikgesetz jegliche genetische Veränderung von Lebewesen außerhalb genehmigter Labore verbietet. Zwar können wir legal Erbgutstücke zusammenbauen, doch wir dürfen sie nicht in ein Lebewesen einsetzen. Die notwendigen Bakterien sollte man eigentlich nur als Universitäts- oder Firmenangehöriger ordern können. Aber wir konnten sie trotzdem problemlos kaufen und hätten sie auch jederzeit von einem Biohacker aus einem europäischen Nachbarland bekommen können. So wie wir die kurzen Abschnitte vom Anfang und Ende des Rizin-Gens bestellen konnten, so bereitwillig hätte uns unser Lieferant wohl auch mit anderen, potenziell gefährlichen DNA-Schnipseln versorgt.

Wir sind nach unseren Versuchen überzeugt, dass man mit ein wenig krimineller Energie an gefährliche Gene oder Genfragmente herankommen kann und dass man in einem Heimlabor sogar gefährliche Bakterien züchten könnte. Doch was heißt das in Bezug auf die Biohacker-Bewegung? Warum sollten ausgerechnet Do-it-yourself-Biologen, die gerade aus Neugier ihre ersten Genkopien angefertigt haben, eine größere Gefahr darstellen als perfekt ausgebildete Biologen in perfekt ausgestatteten Universitätslaboren? Dort kann man nicht nur einzelne Gene in Bakterien einbauen, sondern ganze Viren aus kleinen Erbguteinzelteilen zusammensetzen. Das hat Eckhard Wimmer, ein deutscher Virusforscher an der New York State University in Stony Brook, Long Island, am Poliovirus demonstriert, dem Erreger der Kinderlähmung. Allerdings nutzte er dazu ein professionelles Labor mit hohen Sicherheitsstandards und teuren Geräten, die wir noch in keinem Biohacker-Labor gesehen haben.

Ehec über das Gemüse

Auch die Grippevirus-Forscher, die besonders aggressive Grippeviren vom Typ H5N1 gezüchtet und an Labortieren getestet haben, verwendeten Techniken, die gegenwärtige Biohacker-Möglichkeiten übertreffen. Das kann sich ändern. Wir glauben, dass es heute nicht mehr eine Frage von Ausrüstung oder Ausbildung ist,

gefährliche Kreaturen zu schaffen, sondern einzig abhängig ist von der Motivation eines Menschen. Wer Bioterrorismus machen wolle, müsse ohnedies "nicht selbst etwas Neues synthetisieren", sagte uns Wimmer, als wir ihn in seinem Labor besuchten. "Solche Leute können bereits existente Erreger nutzen, wie zum Beispiel das Ehec-Bakterium, und über das Gemüse sprühen." Gegen einen Missbrauch dieser Technologien könne man sich nicht vollkommen schützen, meint Wimmer. "Aber das muss uns keine schlaflosen Nächte bereiten, denn wir haben ja die Möglichkeit, die Missbrauchswahrscheinlichkeit einzuschränken, und zum anderen, durch biomedizinische Forschung neue Impfstoffe und Medikamente zu entwickeln und damit immer etwas schneller zu sein als eventuelle Terroristen."

Freies Denken, freies Forschen

Ob das Missbrauchspotenzial moderner Biotechniken nun eine reale Bedrohung sein mag oder nicht – Gentechnik ist in der Welt. Und sie ist auch außerhalb universitärer Labore längst in den Händen von Laien und Halbprofis. Wie streng gesetzliche Regelungen sein müssen, hängt auch mit der Frage zusammen, ob es sich für die Gesellschaft lohnen könnte, Biohackern den Freiraum zum Basteln zu lassen. Können Amateurbologen die Wissenschaft der Biologie und die Biotechnologie tatsächlich so beeinflussen, wie es die Computerhacker in der Entwicklung der Computerindustrie vermochten? Werden in 100 Jahren biologische Maschinen existieren, die so selbstverständlich sind wie heute Kühlschrank, Handy oder Internet? Können Biohacker neue Impulse geben? "Es ist viel zu früh, als dass sich diese Frage beantworten ließe", sagt Ellen Joergensen von "Genspace". "Man kann argumentieren, dass Biohacker mit völlig unterschiedlichem wissenschaftlichen oder nichtakademischen Hintergrund neue Perspektiven und Ideen eröffnen werden. Aber man kann auch sagen, dass Wissenschaft inzwischen so komplex ist, dass es DIY-Ansätze mit ihrer begrenzten Infrastruktur und Expertise schwer haben, Schritt zu halten."

Doch wie lässt sich definieren, was ein "wichtiger" Beitrag zur Wissenschaft ist? Sind es die Crowd-Sourcing-Ansätze, mit denen Biohacker von DIYGenomics oder Genomera in San Francisco und [OpenSNP](#) in Deutschland Gen- und Gesundheitsdaten von Freiwilligen sammeln, um die Funktion von Genen oder Umweltfaktoren in der Entstehung komplexer Erkrankungen wie Parkinson oder Alzheimer besser zu verstehen? Oder sind es Art-Bestimmungen von Bakterien in der San Francisco Bay oder in den Anden im Dienste ökologischer Forschung oder andere Projekte, für die professionelle Forscher nie auch nur die Reisekosten finanziert bekommen hätten?

"Die Do-it-yourself-Biologie hat großes Potenzial"

Die allermeisten wichtigen wissenschaftlichen Entdeckungen der Geschichte haben Menschen gemacht, die die Freiheit hatten, ohne Einschränkung zu forschen – oder die sich diese Freiheit nahmen. Sind vorbeugende Verbote und ein von Angst bestimmtes Klima, in dem Forscherneugier suspekt oder gar gefährlich erscheint, wirklich der richtige Weg? Oder verdienen die Biohacker vielleicht einen Vertrauensvorschuss – gemäß der durchaus individuell gemeinten Forschungsfreiheit im Grundgesetz? Wenn in Deutschland offene Labore entstehen, in denen Laien mit Profis zusammenarbeiten und sich austauschen können, dann wird es wahrscheinlich weniger versteckte, unregulierbare Küchen-, Kleiderschrank- oder Garagenlabore geben. Dann könnten die kreativen Impulse und Improvisationskünste der DIY-Bewegung positiv begleitet werden – mit gesellschaftlichem Mehrwert. "Ich bin sicher, dass Do-it-yourself-Biologie ein großes Potenzial hat", sagt Ellen Joergensen. "Ich bin nicht diejenige, die zweifelt, ich will es passieren sehen."

All das bedeutet nicht, dass die Gesellschaft sicher ist vor Leuten, die ihre kriminelle Energie in die Biotechnologie stecken. Den neugierigen und freundlichen Bio-Hackern das Basteln zu verbieten, würde daran nichts ändern. Wer sich mit einem orange leuchtenden Gen im Klo einschließt und das Licht ausmacht, sollte das jedenfalls nicht aus Angst vor der Polizei tun müssen.

Die Recherche wurde durch ein Recherche-Stipendium der Robert Bosch Stiftung ("Initiative Wissenschaftsjournalismus") unterstützt und hat außerdem zum Dokumentarfilm "Die Genköche – Biohacker und die genetische Revolution" (Alexander Schlichter/Sascha Karberg, BR/Telepool) beigetragen, der voraussichtlich im Herbst 2012 gesendet wird.

© Spektrum.de