



Wir sind jung, und uns gehört die Welt: Ein Forscher im chinesischen BGI, in dem viele seiner Kollegen so hip aussehen wie junge Unternehmer aus dem Silicon Valley.

Foto dpa

## Die Schöpfung von morgen

## Leuchtend optimiert

Ausschneiden, Kopieren, einfügen – man kennt diese Techniken vom Schreiben am Computer, aus der virtuellen Welt. Dass sie sich seit wenigen Jahren einfach am Erbgut realer Bakterien, Pflanzen und Tiere anwenden lassen, begründet nach Ansicht vieler Wissenschaftler eine Revolution der Biotechnologie. Forschungsprojekte, die wie Science-Fiction klingen, sind Realität, nicht nur in China. Erste designte Pflanzen und Tiere sollen in wenigen Jahren am Markt sein. Die Techniken des „Genome Editing“, etwa Crispr Cas9, erlauben es Forschern in Harvard etwa, einen Virus so zu verändern, dass Schweine künftig komplikationslos als Organspender für Menschen verwendet werden können. Längst im Handel sind in Amerika auch **Aquarienfische**, die in schrillen Neonfarben unter UV-Licht leuchten. Sie kosten wenige Dollar.



Es soll nicht lange dauern, dann wird eine Tierfabrik in Peking Zigtausende geklonte **Rinder** im Jahr ausstoßen. Bis dahin wird – was mit Crispr Cas nichts zu tun hat – noch mehr Fleischersatz als heute in den Supermärkten ausliegen, aus Milch- oder Eifasern und vielleicht auch Laborfleisch aus der Petrischale. Eine Frikadelle aus vielen tausend Muskelzellen soll es schon in fünf Jahren im Rewe und bei McDonald's geben, hoffen Forscher der Universität Maastricht. Sie wurde allerdings schon oft angekündigt. Die erste Frikadelle aus künstlich vermehrten Rinderzellen hätte vor zwei Jahren noch eine Viertelmillion Euro gekostet. In Kalifornien sind mit Hilfe der neuen Gentechnik hornlose Rinder gezüchtet worden, was Tierschutz-Debatten über Enthornungen erspart. Genmanipulierte **Moskitos** darf das Unternehmen Oxitec in Florida nun erstmals versuchsweise im Freien aussetzen. Sie können sich nicht vermehren und sollen eines Tages dazu beitragen, dass mit ihnen das Zika-Virus ausstirbt.



Während in manchen Laboren genmanipulierte Mäuse und **Eidechsen** bunt leuchten, gibt es im amerikanischen Online-Shop The Odin den Anfängerbalkasten für das „Genome Editing“ für fünf-hundert Dollar. Damit kann jedes Kind eigene **Bakterien** mit Crispr Cas kreieren. Nicht unverändert bleiben Obst und Gemüse. Neuartige **Champignons**, deren Schnittstellen sich nicht mehr braun färben, dürfen bald in den Vereinigten Staaten in den Handel geraten, denn die Landwirtschaftsbehörde stuft sie jüngst als nicht gentechnisch verändert ein, was als Präzedenzfall für die juristische Einstufung des Crispr Cas in Amerika gilt; die EU-Kommission ist in dieser Sache unentschieden. Ebenfalls in den Vereinigten Staaten wurde einem Unternehmen, das zum Konzern Du Pont gehört, ab dem Jahr 2021 der kommerzielle Anbau einer Sorte **Mais** für die Stärkeproduktion erlaubt, in deren Genom mittels Crispr Cas herumgeschnitten wurde und die größere Erträge abwerfen soll.



Auch **Reis**, **Weizen** oder **Salat** lassen sich mit Leichtigkeit verändern. Freilandversuche soll es bald auch in Schweden geben, wo das Zuchtunternehmen Swee Tree in **Pappeln** Gene aus anderen Pflanzen übertragen lässt, um deren Wachstum zu steigern. Ebenfalls wird auch Feldkresse mit vermehrten Ölsäuregehalten kreiert. Wissenschaftler der holländischen Universität Wageningen haben derweil eine **Kartoffel** entwickelt, die gegen Kraut- und Knollenfäule resistent ist. In Europa hat diese als ein lupenreines gentechnisches Lebensmittel aber keine guten Aussichten auf baldigen Verzehr. Sie enthält sogenannte Resistenzgene aus Wildkartoffeln. Gegen eine Krankheit von **Orangen** soll helfen, was Wissenschaftler in Texas seit Jahren versuchen: Orangenbäume mit Genen des Spinats zu versehen, welche die Vermehrung des Erregers eindämmen könnten. Auch das ist ein transgenes Verfahren der „alten Schule“, nicht das neue Crispr Cas. Andere Zitronen erhielten ein Gen von **Schweinen**. Auch gelang es, Schweinerüssel zum Leuchten zu bringen, wozu auch immer.



Und der **Mensch**? Der darf nicht nur neue Schnitzel erwarten. Der Pharmakonzern Bayer investierte 335 Millionen Euro in die Forschung und verspricht „bahnbrechende wissenschaftliche und medizinische Fortschritte“ in der Therapie von Blut- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Beweise stehen aus. Editas, ein amerikanisches Unternehmen, verspricht Ähnliches. Novartis will Wirkstoffe für Krebstherapien gewinnen. Nicht nur chinesische Forscher experimentieren auch mit menschlichen Embryonen. Auch Großbritannien hat die Forschung mit der Crispr-Cas-Methode an bis zu sieben Tage alten Embryonen erlaubt. jagr.

## Phönix aus der Flasche

Wäre der weltweit aufregendste Ort der Genforschung ein Kind, es hätte eine schlechte DNA: Grau und schmutzlig sind die Gebäude des Gentechnikunternehmens BGI in Shenzhen, gelegen an einer Schnellstraße in der Wirtschaftsmetropole in Chinas Süden. Überall blättern der Lack. Die Treppen stauben. Verwitterte Schilder verraten noch heute: Hier wurden früher einmal Schuhe produziert.

Heute beherbergen die Mauern die größte Genfabrik der Welt. BGI steht für „Beijing Genomics Institute“, doch die Gründung im politischen Peking ist Geschichte. Durch die weiten Etagen, in denen bis heute über eine Million menschlicher Genome entschlüsselt wurden, weht ein Anflug von Anarchie. Zwei Turnringe hängen von der Decke herunter. Auf dem Flur stolpert der Reporter über ein Hoverboard, ein batteriebetriebenes Rollbrett. Zweitausenddreihundert Forscher arbeiten an den Schreibtischen, manche schlafen daneben auf Luftmatratzen. Es gibt eine Menge Doktoren hier und viele Studienabbrecher. Der Altersschnitt liegt bei siebenundzwanzig. Dieser Ort sieht von innen aus wie Büros im Silicon Valley, nicht wie ein Politbüro. Das „produktivste Unternehmen zur Entschlüsselung menschlicher, pflanzlicher und tierischer DNA auf der Welt“ sei BGI, schreibt ein Magazin des Massachusetts Institute of Technology.

Der Kindergarten in Shenzhen wird ernst genommen in der Genforschung. Über die Schnellstraße rollen Besuchergruppen mit Wissenschaftlern aus aller Welt heran. Staunend blicken sie durch die Fenster auf Flaschen, Ampullen und Sequenziermaschinen, die Tag und Nacht unter Neonlicht menschliche Genome entschlüsseln für die Frage, wie man mit diesen die Welt verbessern, und wie man Kapital daraus schlagen kann.

Auf dem Schreibtisch des Gründers liegt ein Prospekt der elitären Duke-Universität aus Amerika. Daneben ein Buch über Lungenkrebs; die Gedichte Mao Tse-tungs. Der Tisch steht mitten im Raum, von allen einsehbar. Hanteln liegen am Boden, ein Mountainbike. Gründer Wang Jian selbst ist nicht da; er ist wieder beim Klettern, ein Foto zeigt einen früheren Aufstieg zum Shishapangma im Himalaja, dem einzigen Achttausender, der vollständig auf chinesischem Territorium liegt.

Die Sequenziermaschinen des BGI kosten pro Stück eine halbe Million Dollar. Andererseits wachsen die Gehälter hier nicht in den chinesischen Himmel. Im Schnitt verdient ein Forscher bei BGI nur eintausenddreihundert Euro. Dafür erhalten manche Aktienoptionen für den Fall, dass die Firma eines Tages an die Börse geht wie einst Google. Vergleichbar sei das Institut auch angesichts seiner gigantischen Speicher voller Da-

China lässt im großen Stil jedes Leben umbauen. Ohne Skrupel optimieren Forscher Pflanzen und Tiere, der Staat speichert das Genom des ganzen Volkes. Besuch im Labor, das die Welt verändert.

Von Hendrik Ankenbrand

ten über die Bausteine des Lebens, sagen Wissenschaftler: BGI schicke sich an, zum globalen Gen-Google zu werden: Welche Krankheit schlummert in meiner DNA? Schau es online nach bei BGI.

Yang Huanming, zweiter Gründer, hat diese Vision vor fünf Jahren so formuliert: „Wir haben ein historisches Projekt begonnen. Ich habe den Traum, jedes Lebewesen auf der Erde zu sequenzieren!“ Was er damals nicht sagte, war die logische Konsequenz: dass man irgendwann seine DNA nicht nur analysieren, sondern auch ändern lassen kann. Damit Alzheimer ausbleibt. Oder der Haarausfall. So weit war die Wissenschaft damals nicht. Heute ist sie es.

Das Tempo der internationalen Genforschung ist schnell, in China ist es schneller. In der Hafenstadt Tianjin nahe Peking hat die Biotech-Firma Boyalife im November den Bau einer Fabrik angekündigt, die hunderttausend Kühe im Jahr klonen soll. Später soll die Kapazität auf eine Million Kühe steigen. Zwar sind chinesische Bürger misstrauisch gegenüber gentechnisch veränderter Nahrung, weshalb die Regierung offiziell nur den Anbau von Gen-Papaya erlaubt. Doch als Greenpeace Maisfelder, Getreide- und Wochenmärkte auf Spuren von Gentechnik untersuchte, wurde es in mehr als neunzig Prozent der Fälle fundig. Darunter waren patentierte Maisvarianten des Schweizer Syngenta-Konzerns, den das Pekinger Staatsunternehmen Chem China übernehmen will. Für den Kredit bürgt die Regierung, mit einem Ziel: dass die Gentechnik Chinas Hungerproblem löst, wenn die Milliarden-Nation in fünfzehn Jahren hundert Millionen Tonnen mehr Nahrungsmittel produzieren muss, weil die Ausbreitung der Megastädte in China das ohnehin knappe Ackerland frisst.

Eine Regierung, die es geschafft hat, eine Ein-Kind-Politik durchzusetzen, kann auch Widerstände gegen Gentechnik brechen. Ethische Debatten sind ohnehin Mangelware im Land. Deshalb ist China schneller bei der praktischen Umsetzung der Forschung. Am schnellsten ist BGI. 1999 gründeten drei Forscher das Institut, um am weltweiten Humangenomprojekt teilnehmen zu können. Eine

Förderung verweigerte die Regierung dem Start-up. BGI legte trotzdem einen Raketenstart hin. Als die F.A.Z. am 27. Juni 2000 auf sechs Zeitungsseiten die Sequenzen des menschlichen Genoms abdruckte, hatten zu dessen Entschlüsselung auch die BGI-Wissenschaftler beigetragen. Nachdem Bill Clinton im Weißen Haus die „Forscher aus China“ in einem Satz mit den Genetikern aus den Industrienationen genannt hatte, lobte Chinas Präsident Jiang Zemin die BGI-Forscher in der Staatspresse.

Dann gliederte die Regierung das Institut in den staatlichen Forschungsverbund ein. Doch die starren Strukturen passten nicht zur DNA von BGI. Nach vier Jahren zog die Hälfte der Forscher ins technikaffine Shenzhen an die Grenze zu Hongkong. „So weit weg von Peking wie möglich“, wie die BGI-Sprecherin sagt. Aber in einer anderen Welt ist Peking auch nicht. Die Fotos an der Wand zeigen nicht nur Bill Gates, sondern auch das halbe Politbüro auf Besuch in Shenzhen. Die früheren Premierminister und Präsidenten waren hier. Im August soll Premier Li Keqiang die Nationale Gendatenbank eröffnen, die BGI im Staatsauftrag südöstlich von Shenzhen gebaut hat, auf 116 000 Quadratmetern. „In drei bis fünf Jahren“ soll es die „größte der Welt“ sein, wie die Sprecherin sagt. Offizieller Zweck: „Speicherung, Ordnung und Nutzbarmachung der genetischen Ressourcen unseres Landes“. Oder, wie es Chinas Nationale Entwicklungsbehörde NDRC nennt: „ein strategischer Schritt, um die Kommandohöhen der Bioökonomie zu besetzen“. Irgendwann soll die DNA sämtlicher 1,4 Milliarden Chinesen erfasst sein. Das könnte bei der Bekämpfung von Verbrechen hilfreich sein, unter der Marke „BGI-Forensik“ ein weiterer Geschäftszweig. Den größten Profit verspricht die Medizin.

Im Schanghaier Xinhua-Hospital sitzen am Mittwochnachmittag Frauen auf blauen Wartebänken, in fünf Reihen hintereinander. Im Fernseher läuft eine Anleitung zur Reinigung des Bauchnabels von Babys. Die Vorgeburtstuntersuchung wartet. Die Patientinnen füllen ein Formular aus für den BGI-Pränataltest „Nifty“, der nicht invasiv erfolgt. Wer innerhalb von zehn Tagen nicht angerufen

wird, dessen Baby kommt angeblich mit 99,9-prozentiger Sicherheit ohne Down-Syndrom zur Welt. Andernfalls erhalte die Mutter von der Firma 400 000 Yuan (54 000 Euro), verspricht ein Faltblatt.

Der Nifty-Test ist ein Renner. Im April knackte BGI die Marke von einer Million verkaufter DNA-Vorgeburtstuntersuchungen weltweit. Hunderttausende Male wurde der Test in China verkauft, in einem Jahr. Das Durchschnittsalter der Kundinnen ist einunddreißig Jahre. Bald soll jede vierte schwangere Chinesin getestet werden. Das Down-Syndrom ist längst nicht alles, worüber der Test Aufschluss geben könnte, wenn er untersucht, ob Chromosomen zusätzlich vorhanden sind oder fehlen. Auch ob ein zur Welt gebrachtes Mädchen später unfruchtbar sein und den Großeltern keine Enkel schenken wird, ist so ersichtlich. In einem Land, in dessen Staatsfernsehen Werbeflips für „schmerzfreie Abtreibung“ laufen und in dem dreizehn Millionen jährliche Schwangerschaftsabbrüche vom Staat als „Korrektur“ legitimiert sind, wirft dies Fragen auf.

Die Pränataldiagnostik im Xinhua-Hospital leitet Ji Xing. Nach dem, was der Arzt berichtet, dürfte das Marktpotential für Designerbabys in China gigantisch sein. „Söhne wie ein Drache, Töchter wie ein Phönix“ wünschen sich traditionell Chinas Eltern. Wenn seine Patientinnen wüssten, fürchtet Mediziner Ji, dass der scharfsichtige BGI-Test das werdende Leben im Bauch komplett durchleuchten könne und sämtliche Erbdaten dekodieren, gäbe es eine Abtreibungswelle: „Die winzigste Abweichung von der Norm zöge den Schwangerschaftsabbruch nach sich.“

Es sei denn, es gäbe einen anderen Weg. Den könnte Crispr liefern, eine vor vier Jahren entdeckte Technik, mit der das Erbgut verändert werden kann. Die Rechte zur kommerziellen Verwertung an Crispr hat sich Feng Zhang gesichert, ein 1981 in China geborener Neurowissenschaftler vom MIT. Als Erste publiziert über Crispr habe aber sie, behauptet die Berkeley-Forscherin Jennifer Doudna. Als sie die Methode jüngst in einem populärwissenschaftlichen Ted-Talk der Öffentlichkeit vorstellte, warnte die Crispr-Entdeckerin vor dem Geschäft mit der DNA in die Gene. Doudna zeigte das Bild eines Babys, an dessen Körperteilen erklärt wird, was Crispr alles optimieren kann: ein geringeres Risiko für Alzheimer, Brustkrebs und Schlaganfall ebenso wie volles Haar, perfektes Sehvermögen, absolutes Gehör, starke Beine und hohe Intelligenz. Mit Crispr könne auch die Körperlänge designt werden und die Farbe der Augen. Die Forscherin forderte, die Anwendung in der Wirtschaft zu stoppen, bis die Technik genug erforscht sei. Und die ethischen Fragen geklärt. Bei BGI in Shenzhen läuft

die Crispr-Forschung unterdessen auf Hochbetrieb. China habe Crispr nicht erfunden, mache sich die Technik aber „extrem schnell zunutze“, urteilte jüngst das Fachmagazin „Nature“. Nachdem er vor drei Jahren Staatspräsident geworden war, hatte Xi Jinping befohlen, den „großen ausländischen Konzernen nicht alle Marktanteile“ in der Bioökonomie zu überlassen. Seitdem hat Chinas Genforschung keine Geldsorgen mehr. Die OECD rechnet vor, dass die chinesische Regierung zwischen 2008 und 2012 die Ausgaben für die Biowissenschaft verdoppelt habe, was die Volksrepublik auf den weltweit zweiten Platz hinter den Vereinigten Staaten hievt. In drei Jahren, so die Schätzung, wären die Ausgaben Chinas Weltspitze.

In der BGI-Zentrale zeigt ein Monitor Live-Bilder eines Beckens mit genveränderten Fischen. Kürzlich teilte BGI mit, es habe mit Crispr die Größe, Farbe und Form von Koi-Karpfen verändert. Deren Zucht ist ein teures Hobby, weil aus Millionen Eiern nur wenige Karpfen wachsen, deren Äußeres den Perfektionsansprüchen der Käufer genügt. Crispr steuert das Aussehen der Kois präzise, sagte die Leiterin der BGI-Genmodifizierung, 2017 soll der Verkauf starten. BGI will die Angebotspalette auf weitere Fischarten ausdehnen.

In Shenzhens Nachbarstadt Guangzhou haben Forscher mit Crispr bei zwei Beagles eine Genfunktion ausgeschaltet, wodurch die Hunde muskulöser wurden. Nun sollen mehr Tiere für Polizei und Jagd optimiert werden. Auch BGI arbeitet an neuen Produkten. Im vergangenen Jahr kündigte ein Tochterunternehmen den Verkauf genveränderter Minischweine an. Die sechzehn Kilogramm leichten Tiere sind ein Abfallprodukt von BGI-Labortests zur Erforschung menschlicher Krankheiten. Die Genforscher schalteten bei den Tieren jenes Hormon aus, das den Zellen signalisiert zu wachsen. Als Preis für ein Minischwein hatte BGI 10 000 Yuan oder 1400 Euro anvisiert, dann stoppten offensichtlich die Behörden die Pläne. Eine BGI-Sprecherin sagt, es sei „noch kein Schwein auf dem Markt“. „Wir stehen in Verhandlung.“

Mit der Entschlüsselung von DNA sei viel denkbar, sagt BGI-Forschungschef Xu Xun, zweiunddreißig Jahre alt. Xu hat nur einen Bachelor-Abschluss, war aber mit achtundzwanzig Jahren schon Assistenzprofessor. Während des Gesprächs laufen seine Kollegen in Mänteln der Teenie-Marke „Superdry“ vorbei. Der Forscher spricht über die unendlichen Möglichkeiten, die in der DNA des Lebens schlummerten. „Es hat Tausende von Millionen Jahren gekostet, um uns hierher zu bringen.“ Jetzt sei die Technik da. Ein Gefühl von Machtbarkeit hängt in der Hallenluft. Forscher Xu hat das Schlusswort: „Wir verändern hier die Geschichte der Menschheit.“