

Auf dem Weg zu künstlich hergestelltem Leben – Von Designer-Bakterien zum Designer-Menschen?

Lars Jaeger

Bislang, durch entsprechende Manipulationen der äußeren Welt, formte der Mensch die Natur. Inzwischen haben wir einen Punkt erreicht, an dem die Technologie beginnt, den Menschen zu formen. Dass das Editieren unserer Gene sowohl in utopische als auch dystopische Szenarien münden kann, liegt auf der Hand. Die Ausrottung von Krankheiten, sogenannten Gen-Defekten oder unliebsamen Arten wie z.B. der Malaria-Mücke mag für einige verlockend klingen, und stellt zugleich eine ethische Herausforderung dar, die nicht zuletzt existenziell werden kann. Was, wenn wir in einen ökologischen Kreislauf eingreifen, der viel zu komplex ist, um von uns Menschen gesteuert zu werden? Lars Jaeger über die Ambivalenz des technologischen Fortschritts und über die Herausforderung, diese auszuhalten zu müssen.

Die Genschere CRISPR ist in aller Munde. Doch längst hat sich daneben ein neues ebenso furcht- wie ehrfurchteinflössendes biologisches Feld etabliert: die Herstellung künstlichen Lebens, konkret: die Synthese künstlicher Gensequenzen. Wie CRISPR liegt auch darin ein gewaltiges Potenzial, sowohl verbleibende Geheimnisse des Lebens zu entschlüsseln und damit ganz neue technologische Horizonte zu eröffnen, als auch eine Vielzahl von störenden Fragen aufzuwerfen - wissenschaftliche und technologische sowie philosophische und ethische.

Als der umstrittene Gentechnik-Pionier Craig Venter vor neun Jahren bekanntgab, erstmals einen kompletten Organismus mit rein künstlichem Erbgut erschaffen zu haben (des Bakteriums *Mycoplasma capricolum*), war die Medienresonanz noch überschaubar. Doch es war ein Meilenstein in der modernen Gentechnik. „Life from scratch“ heisst seitdem das Ziel der Genforscher. Knapp vier Jahre später gelang es Jef Boeke, ein komplettes Chromosom der in seinem Erbgut weitaus umfangreichen Hefe mit einigen künstlichen Modifikationen nachzubauen.

Die hinter diesen Arbeiten steckende Methode ist im Prinzip einfach: Aus einer Datenbank von vielen Millionen Genen simulieren die Geningenieure mit dem Computer die Eigenschaften einer grossen Zahl möglicher Genkombinationen. Daraus werden Genomsätze mit bestimmten erwünschten Eigenschaften identifiziert, dann chemisch synthetisiert, bevor sie zuletzt in den von seinem ursprünglichen Genom befreiten Zellkern des Ziel-Lebewesens eingeführt werden. Die chemische Synthese entspricht dabei dem Zusammensetzen von Legobausteinen: Man fügt einfach die berechnete Sequenz aus den vier Nukleinbasen Adenin (A), Cytosin (C), Guanin (G) und Thymin (T) zusammen. So sprach Venter nach seinem Erfolg von einer neuen „digitalen Ära“ in der Biologie, in der DNA als „Software des Lebens“ beliebig programmiert werden kann, um Mikroorganismen nach Bedarf zu schaffen. Diese könnten zielgenau gewünschte Aminosäuresequenzen, d.h. Proteine herstellen, die beispielsweise die Produktion neuer Medikamente ermöglichen, die bisher noch sehr aufwendig und teuer in ihrer Herstellung sind. Doch der Ehrgeiz der Gentechniker geht weiter: Sie wollen nichts weniger als die Programmiersprache des Lebens zu nutzen lernen, um bessere Genome herzustellen als die Natur dies getan hat. Dies könnte ganz neuartige Organismen ermöglichen, und dies mit sehr realem Nutzen: Neben den erwähnte Anwendungen in der Medizin erhofft man sich Applikationen in der Energieerzeugung (z.B. Strom oder Kohlenwasserstoff erzeugende Bakterien) oder Nahrungsmittelproduktion bzw. Landwirtschaft.

Nun ist ein weiterer Meilenstein in der künstlichen DNA-Synthese geglückt: Wissenschaftler um Jason Chin von der Cambridge University ist es gelungen, Bakterien des Typs *Escherichia coli* mit einem komplett synthetischen Erbgut auszustatten. Es umfasst vier Mal so viele DNA-Bausteine wie Venters Bakterien und ist damit das bisher grösste künstliche Erbgut, das in ein Bakterium eingesetzt wurde. Das wirklich Aussergewöhnliche daran aber ist: Der neue Organismus kommt mit weniger genetischer Informationen aus als natürliche Organismen. Natürliche Zellen nutzen 64 verschiedene Dreierkombinationen aus den vier Nukleinbasen A, C, G und T für die Kodierung der 20 für das Leben notwendigen Aminosäuren, aus denen alle Proteine zusammengesetzt sind, die natürliche Organismen zu produzieren vermögen. Eine Dreierkombination aus den vier Nukleinbasen (ein „Codon“) steht für jeweils eine Aminosäure. Alle Lebewesen verwenden den gleichen genetischen Code, d.h. jede Aminosäure wird immer durch den gleichen Codon repräsentiert. Bei 64 möglichen Dreierkombinationen für 20 Aminosäuren (plus einem Stopp-Codon) ist dieser „Erb-Code der Natur“ stark redundant, d.h. viele Aminosäuren werden durch mehrere Codons abgebildet. Die Natur leistet sich also einen grossen Luxus. Theoretisch könnte das Leben auch mit einem Codon für genau eine Aminosäure auskommen. Das synthetische Erbgut des neuen künstlichen Bakteriums haben die Forscher nun konkret so verändert, dass es mit nur 61 Codons alle nötigen Aminosäuren produziert. Damit bleibt im Genom Platz für die Kodierung von drei weiteren Aminosäuren, die natürliche Zellen nicht herzustellen vermögen. Dies wiederum könnte die Zelle ganz neue Arten von Proteinen herstellen lassen.

Das neue künstliche Lebewesen hat aber noch eine weitere besondere Eigenschaft: Dadurch, dass es seinen eigenen Code für die Proteinsynthese besitzt, kann es nicht mit natürlichen Organismen in Wechselwirkung treten. Denn es kann deren genetischen Code nicht mehr lesen, und umgekehrt. Dadurch kann das künstliche Bakterium nicht durch Viren infiziert werden. Wenn ein Virus in die Zelle eindringt und versucht, die genetische Maschinerie der Zelle zu übernehmen, um mehr Viren zu produzieren, würde es bei der DNA-Decodierung sozusagen stecken bleiben. Liesse sich die *menschliche* DNA derart neu kodieren, so wären die entsprechenden Zellen immun gegen HIV-, Hepatitis-, Grippe oder jeden andere Form von Viren. Solche Zellen wären die ultimative Basis für die Stammzellentherapie. So sagte Jef Boeke unlängst: „Solche hochsicheren menschlichen Zellen könnten für Stammzellbehandlungen, d.h. innerhalb der regenerative Medizin, das tun, was Pasteurisierung für Milch bedeutet hat“.

Kann eines Tages vielleicht auch das gesamte Erbgut des Menschen künstlich nachgebaut (und dann auch entsprechend verändert) werden? Es ist klar, dass sich hier gewaltige ethische Fragen auftun. Aber technologisch ist dies zurzeit kaum abzusehen. Das menschliche Erbgut ist um ein Vielfaches komplexer als das eines Bakteriums oder der Hefe: So müssten anstatt einige Millionen *3,3 Milliarden* Basenpaare nachgebaut werden. Das übersteigt die heutigen Möglichkeiten der gentechnologischen Tools. Doch ganz so sicher sollten wir uns nicht wiegen. Oft ist aus technologischer Sicht der Sprung von Null auf eine Million viel grösser als der Sprung von einer Million auf mehrere Milliarden und höher. Und tatsächlich sprechen die Biologen schon vom „Human Genome Project-write“. Sie könnten dann dem künstlichen menschlichen Genom die Fähigkeit eingeben, solche Aminosäuren selber herzustellen, die unser Körper nicht von sich aus herstellen kann. So liessen sich beispielsweise Fehl- oder Unterernährung unterbinden. Das Ergebnis wäre in jedem Fall ein neuer, »besserer« Mensch.

Lars Jaeger, Mai 2019



Lars Jaeger hat Physik, Mathematik, Philosophie und Geschichte studiert und mehrere Jahre in der Quantenphysik sowie Chaostheorie geforscht. Er lebt in der Nähe von Zürich, wo er zwei eigene Unternehmen aufgebaut hat, die institutionelle Finanzanleger beraten. Überdies unterrichtet er unter anderem an der European Business School im Rheingau. Die Begeisterung für die Naturwissenschaften und die Philosophie hat ihn nie losgelassen. Sein Denken und Schreiben kreist immer wieder um die Einflüsse der Naturwissenschaften auf unser Denken und Leben. Seine letzten Bücher „Die Naturwissenschaften. Eine Biographie“ (2015) und „Wissenschaft und Spiritualität“ (2016) sind bei Springer Spektrum erschienen. Im August 2017 erschien „Supermacht Wissenschaft“ beim Gütersloher Verlagshaus und sein neuestes Buch „Die zweite Quantenrevolution“ erschien im August 2018 bei Springer.

© 2019: Lars Jaeger, DESIGNABILITIES Design Research Journal (ISSN 2511-6264)

Authors retain the rights to their articles, which are published by DESIGNABILITIES Design Research Journal with their permission. Any use of these materials provide proper citation to the author and DESIGNABILITIES | www.designabilities.org

Citation Information:

Jaeger, Lars (2019): Auf dem Weg zu künstlich hergestelltem Leben – Von Designer-Bakterien zum Designer-Menschen?. In: DESIGNABILITIES Design Research Journal, (05) 2019. <https://tinyurl.com/y2edxrhx> ISSN 2511-6274