

Günter Einbeck
Norikerstr. 19 B2 OG
90402 Nürnberg
015119139259
aionik@web.de

14.8.2019

USA, UK und China können Biotech und Synthetische Biologie - sie machen damit gute Geschäfte in einem neuen Markt, wie der Verkauf von Patent-Lizenzen durch das Wyss-Institut in Boston beweist.

Die deutsche Regierung nimmt die Wissenschaftler an die Kandare, und Deutschland ist ein Hochsteuer-Land. Der Fiskus nimmt durch sehr hohe Steuern das Forschungskapital der Start-ups und die Politik der Regierung der BRD bewirkt sehr hohe Mieten, und das alles ist Gift für die genial-schöpferische, innovative Wirtschaftsentwicklung. Ergebnis: Unfähigkeit Deutschlands, den europäischen Biotech-Markt zu bedienen.

Es ist keineswegs ein Naturgesetz, daß es in Deutschland keinen John Craig Venter, Elon Musk, Jeff Bezos, George Church ... gibt, sondern ein Zeichen der Unfähigkeit der Regierung Deutschlands, Forschern ihre Kreativität und Genialität zu lassen.

Zur Innovationsfähigkeit von

- **John Craig Venter, Elon Musk, George Church von der Harvard Medical School und China und**
 - **European Molecular Biology Laboratory (EMBL)**
- und zur Behinderung der Forschung in Deutschland und in der ganzen EU durch die deutsche Bundesregierung.**

Im November 2018 hörte man neue Töne von der deutschen Bundesregierung, die zugab, die Entwicklungen auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI) verschlafen zu haben. Hat die BRD nicht einen "Wissenschaftlichen Rat" und viele Forschungsinstitute für Natur- und Ingenieurwissenschaften ? Wer alles schläft da ?

Deutschland schickte im November 2018 eine große Delegation aus hochrangigen Politikern und Managern nach China in dem Ersuchen an die chinesische Regierung, Hilfestellung dabei zu bekommen, wie Deutschland den Rückstand bei KI aufholen kann.

Man sagt, daß die deutsche Delegation dabei ihre Schlafmützen nicht aufgehabt hat, aber wie sehr die deutsche Bundesregierung in den letzten Jahrzehnten die Forschung vernachlässigt hat, kann man daran sehen, daß vor 50 Jahren in China als Arbeiter- und Bauernstaat nur Reis anbaute und Fahrräder herstellte.

Dieselbe Schlafmützigkeit der deutschen Bundesregierung zeigt sich seit einigen Jahren auf den Gebieten Synthetische Biologie, Biotechnologie und Human-Gentherapie.

Die deutschen Spitzenpolitiker müssen endlich begreifen, daß in Deutschland die alten Technologien immer weniger am Weltmarkt gefragt werden, weil ehemalige Länder der Dritten Welt mit reichen Bodenschätzen nun selber Produkte mit Hilfe überkommener Industrien herstellen können. Wenn jetzt Deutschland beschlossen hat, bis 2038 aus der Braunkohleförderung auszusteigen, sollten die geplanten Ausgleichszahlungen zu vielen Milliarden Euro für den Aufbau biotechnologischer Forschungszentren und für Hilfszahlungen an Biotech-Start-ups verwendet werden.

CNBC Disruptor, George Kavallines, 15.5.2019

Im Oktober 2018 drang die Firma Veritas Genetics in den Markt von Genomanalyse und genomischer Beratung in Europa und Lateinamerika ein und eröffnete dort gut ausgerüstete Filialen.

Die Firma Veritas Genetics wurde 2014 von Mirza Cifric (CEO), George Church, Preston Estep und Jonathan Zhao gegründet, mit Sitz in Danvers, Massachusetts.

Veritas erhielt 52 Millionen US\$ von Investoren wie Trustbridge Partners und Lilly Asia Ventures. US\$, **Valuation:** N/A

Schlüsseltechnologien: KI, Deep Learning und Machine Learning Industry, Cloud Computing, Biotechnologie, Genomanalyse, Genetik, personalisierte Medizin

WGS whole genome sequencing (Sequenzierung des gesamten Genoms)

Dabei werden im **diploiden** Chromosomensatz des menschlichen Genoms alle 6,4 Milliarden Basenpaare (Buchstaben, Nukleotide) sequenziert.

Im November 2018 senkte die Genom-Firma Veritas Genetics ihren Preis für eine WGS von 999 US\$ auf 199 US\$ für die nächsten 1000 Interessenten. Die Firma betonte, daß dieses Angebot kein Mätzchen sei, sondern durch Fortschritte in medizinischer Forschung ermöglicht wurde, und das vor allem durch KI und Machine Learning. Sie kündete Auch an, daß solche Angebote – und sogar noch günstigere – in Zukunft öfter gemacht würden.

Anders als Genomik-Firmen wie 23andMe, die nur einen Bruchteil des Genoms sequenzieren und phänotypisch deuten, ist Veritas die erste Firma, die

- Interessierten eine WGS von ihnen samt Interpretation der WGSDaten und
- Ärzten diese Daten in anonymisierter Form zum Kauf

anbieten. Das wichtigste Produkt der Firma heißt myGenome, bei dem 40000 Gene für mehr als 1200 klinisch relevante Krankheiten gescreent werden, darin eingeschlossen auch solche, die in Zusammenhang mit Krebs stehen, Herz-/Kreislauf-Krankheiten und Krankheiten des Immunsystems und neurologisch bedingte. Man kann auch erfahren, daß man eine Unverträglichkeit mit bestimmten Medikamenten hat (bis zu 200), die gegen Krankheiten wirken sollen wie Depression, Asthma und Diabetes.

Mitbegründer dieser Firma war 2014 der Gentechnik-Pionier George Church, der u.a. am Human Genome Project-read (früher als HUGO bezeichnet) für die erste Totalsequenzierung eines menschlichen Genoms wesentliche Arbeiten geleistet hat.

Veritas nimmt für sich in Anspruch, daß

- der niedrige WGSPreis,
- der leichte Zugriff auf die Testergebnisse und
- seine Wettbewerbsfähigkeit

es den Goldstandard für das genetische Testen liefert.

Das myGenome-Kit kann mittels Vorlage eines Rezepts von einem Arzt bezogen werden (anders als bei 23andMe), aber sonst ist der Prozeß derselbe. Patienten bestellen das Firmen-Kit, nehmen von sich selber eine Speichelprobe und schicken diese mit dem Kit an Veritas zurück. Der Kunde erhält den Bericht auf Smartphone oder Computer. Die Ergebnisse können mit einem Arzt durchgegangen werden oder mit einem Genetic Counselor von Veritas.

Die enorme Spendenbereitschaft in den USA

Die Spenden der Blavatnik Family Foundation an Harvard University und Harvard Medical School werfen ein charakteristisches Licht auf die Forschungsförderung in den USA, wo viele Ausbildungsstätten, Professuren und Forschungsprojekte nur durch Spenden von Privatleuten ermöglicht werden, und zwar Spenden im Einzelfall bis zur Höhe von etlichen Hundert Millionen US\$. Wegen der Wichtigkeit dieses Phänomens werden diese Spenden von der Blavatnik Family Foundation, die schon seit 10 Jahren erfolgen, hier in mehreren Artikeln von verschiedenen Autoren beschrieben. Der Leser mag sich dann Gedanken darüber machen, warum das in Deutschland zumindest seit 1945 so anders ist.

Auffällig ist:

Es wiederholt sich seit etwa 2012 im Umfeld von HGP-write, Human Enhancement, Human Brain Upgrading und Germline Editing das, was ab 1970 bei Astrophysik und Kosmologie geschehen war, und zwar ein Nichtwollen von Politikern, Journalisten, Wissenschaftlern, Institutsleitern und Professoren in Deutschland, daß auch in Deutschland wieder echte Spitzenforschung geleistet wird wie von 1827 bis 1945 und in USA und UK nach 1945.

Man gibt sich erstaunlicherweise in Deutschland auf ganz breiter Front damit zufrieden, eben nicht genial-schöpferisch wie die großen angelsächsischen, russischen und jetzt auch chinesischen Forscher zu sein. Welche Absicht steht dahinter ? Warum ist das ganze For-

schungsumfeld in USA, UK und jetzt auch in China soviel effektiver und genial-schöpferischer als in Deutschland? Können die Regierenden in Deutschland das nicht auch hierzulande bewirken oder wollen die das garnicht, und wenn die das wirklich nicht wollen – ist das dann Landesverrat, und zwar Landesverrat von den verantwortlichen Politikern und den darum Wissenden in Forschungsinstituten, Universitäten und Medien?

Richtungweisende Spende begünstigt Harvard Medical School

Entnommen dem Nachrichtenmagazin Harvard Medicine News (herausgegeben von der Harvard Medical School = HMS) vom 13.11.2018. Dieses Magazin der HMS kann sich jeder per Email zuschicken lassen: Homepage der HMS anklicken und dort bestellen (subscribe).

Bericht über das Symposium der Research HMS Community vom 8.11.2018 zu Ehren des Spenders Len Blavatnik

Zu den Life Sciences (Lebenswissenschaften) gehören klassische Biologie, Synthetische Biologie (Synbio), Genetik, Gentechnik, Human Enhancement, DNA-Sequenzierung, Genomik, Human Genome Engineering ...

Zu den Data Sciences (Datenwissenschaften) gehört vor allem die Verarbeitung der sehr großen Datenmengen, die bei der WGS (Whole Genome-Sequenzierung) und der Deutung dieser Daten durch den Genetic Counselor (Genetikberater) anfallen. Man kann sie als Teilbereich der Informatik und Computerwissenschaften auffassen.

In den USA wird sehr viel Wert darauf gelegt, daß fortgeschrittene Studenten und frisch gebackene Doktoren (Postdocs) ihre Entdeckungen möglichst schnell in kommerziell nutzbare Techniken umsetzen und dafür Start-ups gründen und zu Jungunternehmern werden. Das Einsteigen in das Jungunternehmertum (Entrepreneurship) ist sogar an etlichen Universitäten ein Unterrichtsfach. An der HMS wird Life Science Entrepreneurship gelehrt. Industrie und Privatleute spenden sehr viel Geld für Start-ups oder sie übergeben es an sie als Risikokapital, das man beim Scheitern des Start-ups nicht zurück erhält.

Die Blavatnik Family Foundation hat der HMS die größte Spende ihrer Geschichte übergeben, damit die Entwicklung neuer therapeutischer Verfahren und die Erarbeitung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse beschleunigt wird. Dafür fand im Gebäude "New Research Building" am 8.11.2018 ein spezielles Symposium statt unter dem Titel 'Transforming the Future of Human Health' (= die Gesundheit der Menschen in der Zukunft wesentlich verbessern). Die Harvard University hat am 8.11.2018 bekannt gegeben, daß die Blavatnik Family Foundation der HMS eine Spende von 200 Millionen US\$ gemacht hat, damit die Entdeckung

- neuer therapeutischer Verfahren und
- neuer Wege zur Lösung von einigen der drängendsten biomedizinischen Probleme beschleunigt werden können. Der größte Wert wird dabei auf Innovationen gelegt, auf Ideen und neue Wege. Die bisherige Mission der HMS ist, die Gesundheit der Menschen durch von Neugier getriebene Forschung wesentlich zu verbessern, und genau dieses Ziel soll durch die Entwicklung neuer Therapien schneller erreicht werden und es sollen neue Verfahren für Diagnose von Krankheiten, ihre Verhinderung und Heilung gefunden werden.

Lawrence Bacow, Präsident der Harvard University: "Wir sind der Blavatnik Family Foundation zutiefst dankbar und besonders Len Blavatnik für diese wiederholten Spenden als Vertrauensbeweise in die schöpferische Arbeit der Harvard Medical School. Len ist einer der bedeutendsten Philanthropen seiner Generation. Er hat erkannt, daß große Fortschritte in der Gesundheitsfürsorge große Geldmittel erfordern und auch die Mitarbeit vieler Menschen über lange Zeiträume."

Auf einem speziellen Symposium im Martin Conference Center der HMS wurden Mitglieder von Harvard University und bedeutenderen Zivilgruppen für Lebenswissenschaften (Life Sciences) in Boston über die Spende und ihre Bedeutung für die Zukunft der HMS informiert. Die Honoratioren des Ereignisses waren Bacow und George Q. Daley, Dekan der HMS, und die anwesenden geehrten Gäste von der Blavatnick Foundation. Auf dem Symposium waren etwa 800 Besucher anwesend, die zusammen nicht in das Auditorium paßten und sich in diversen Räumen des Konferenzentrums auf Bildschirmen die Ehrung simultan ansehen konnten.

Auf dem Symposium umrissen Forscher und wichtige Persönlichkeiten von Harvard, HMS und anderen akademischen Institutionen sowie von Harvards angegliederten Hospitalen und der Biotech-Industrie ihre laufenden Forschungsarbeiten und diskutierten darüber, wie die Arbeiten und Fortschritte von heute die Grundlagen für besseres Gesundheitswesen und höhere Lebenszufriedenheit in der Zukunft ermöglichen.

Zu den Themen gehörten Verbesserung des zukünftigen Gesundheitswesens (Transforming the Future of Human Health) im neuen Blavatnik Institute und der Nutzen daraus für die ganze Welt. Man bezeichnete diese Spende als Transformational Gift: Eine Spende dafür, neue Wege dafür zu finden, medizinische Entdeckungen schneller zu machen und diese auch schneller in medizinische Heilverfahren umzusetzen.

Susan Hockfield, emeritierte Präsidentin und Professorin für Neuroscience am MIT, moderierte eine Podiumsdiskussion zwischen

- Laurie Glimcher, Präsidentin und CEO vom DanaFarber Cancer Institute,
- Eric Lander, Präsident, Direktor und Gründungsmitglied vom Broad Institute von MIT und Harvard, und
- Vasant Narasimhan, Chief Executive Officer von der Firma Novartis.

Zu den diskutierten Themen gehörten die Verbesserung neuer therapeutischer Verfahren wie Gentherapie, Zelltherapie und Immunotherapie, was eine laufend zunehmende Bereitschaft zu einem interdisziplinären und kollaborativen Forschungsstil erfordert, der nur in einer so reichen Life Science-Community wie in Boston möglich ist.

Im Verlauf des Symposiums betonten Sprecher immer wieder, daß die Spende dabei helfen wird, neues erforderliches Wissen zu erwerben und neue Therapien auf vielerlei Wegen zu entwickeln.

Steven McCarroll, HMS Dorothy und Milton Flier Professor of Biomedical Science and Genetics und Direktor für Genetics am Stanley Center for Psychiatric Research von The Broad Institute von MIT und Harvard: "Nur durch laufende emsige Forschung können wir das notwendige Wissen erarbeiten. (There's no waiting for the science to get there)". Er wies darauf hin, daß ihn das auch persönlich betraf, z.B. weil seine Schwester von einer vorerst noch experimentellen Krebsbehandlung profitieren konnte. McCarroll: "Wir müssen die Wissenschaft vorwärts treiben und sie exorbitant nutzen, so daß diese Fortschritte den Menschen nützen, die wir lieben."

Leider konnte Len Blavatnik wegen eines medizinischen Notfalls an der Zeremonie nicht teilnehmen, weshalb die Blavatnik Family Foundation durch seinen Bruder Alex Blavatnik repräsentiert wurde, der ihr Vizepräsident (vice chairman) ist. Als ein Symbol der Bedeutung der Blavatnik Family Foundation für die biomedizinischen Forschungseinrichtungen und Life Sciences Communities von Harvard übergab ihr Dekan Daley einen weißen Institutmantel, wie ihn jeder Student an der HMS zu Beginn seiner Studien erhält.

Diese Spende der Blavatnik Family Foundation an die HMS ist die größte in ihrer 236-jährigen Geschichte und soll etliche wichtige Forschungsziele der HMS unterstützen, zu denen gehören:

- Förderung der Grundlagenforschung (fundamental discovery),
- Beschleunigung der Entwicklung neuer Behandlungsverfahren,
- Förderung der Verwendung von Data Science für Verstehen, Diagnose, Behandlung und Heilung von Krankheiten,
- Zuhilfenahme von Data Scientists, Computational Biologists, Bioengineers und anderen Experten und
- Förderung der Zusammenarbeit für alle Entwicklungsarbeiten quer durch das Harvard-Ökosystem zur Förderung der Life Science.

Dadurch kann auch die Harvard Medical School Entwicklungsarbeiten durchführen auf Gebieten, die sie bisher aus Geldmangel nicht verfolgen konnte, und sie kann dadurch auch historisch gewachsene Barrieren auffinden, die bisher unbewußt die Umsetzung von Forschungsergebnissen in medizinische Behandlungs- und Heilverfahren verhindert haben. Len Blavatnik, weltweit tätiger Industrieller und gleichzeitig Philanthrop (er erwarb seinen MBA bei der Harvard Business School 1989), ließ ausrichten: "Es ist seit langer Zeit mein Ziel gewesen, innovative wissenschaftliche Forschung von Breakthrough-Rang zu unterstützen und die Umsetzung von wissenschaftlicher Entdeckung in Behandlungs- und Heilungs-

verfahren zu beschleunigen. Die Harvard Medical School hat in ihrer ganzen Geschichte von wissenschaftlicher Leistung, Kreativität und auf Wissenschaft gestütztem Unternehmertum keine Parallele und ist darum der ideale Partner zur Förderung dieses Menschheitstraums. Ich vertraue voll darauf, daß die HMS das Beste aus dieser Spende machen wird, um ihre alte Tradition von wissenschaftlicher Grandiosität in der Zukunft fortzusetzen.”

Die Blavatnik Family Foundation ist weithin bekannt für ihre Spendenbereitschaft für medizinische Forschung, die schon weltweit gute Innovationen auf dem Gebiet der Life Science gefördert hat, vor allem durch die Blavatnik Awards for Young Scientists.

George Q. Daley, Dekan der HMS: “Diese richtungweisende Spende (transformational gift) erleichtert uns die Lösung hartnäckigster Probleme unserer Zeit.” Er drückte der Blavatnik Family Foundation seine tiefe Dankbarkeit für ihre Spende aus.

Die Spendenbereitschaft der Blavatnik Family Foundation gegenüber der Harvard-University hat eine 10-jährige Geschichte. Es begann mit einer Spende, mit Hilfe derer 2007 der Biomedical Accelerator Fund eingerichtet wurde, und es folgte eine Spende über 50 Millionen US\$ 2013 zur Einrichtung von Blavatnik Biomedical Accelerator an der Harvard University und der Blavatnik Fellowship in Life Science Entrepreneurship an der Harvard Business School.

Viele HMS-Wissenschaftler der Disziplinen Immunologie, Genetics, Neurobiologie, Stammzellenbiologie und anderer wurden vom Blavatnik Biomedical Accelerator unterstützt, so daß sie besser Forschungsergebnisse auf den Gebieten Krebsimmunologie, regenerative Medizin, Neuroscience, ansteckenden (infectious) Krankheiten und Reproduktionsmedizin in medizinische Behandlungs- und Heilungsverfahren umsetzen konnten.

Einer der ersten Empfänger vom Blavatnik Award for Young Scientists war Rachel Wilson, Martin Family Professor of Basic Research für Neurobiologie an der Harvard Medical School. Dean Daley: “Die Forschungsarbeit in allen Labors und Kliniken der Harvard Medical School verkörpert das Versprechen der Neugier-getriebenen Grundlagenforschung, um einige der verwirrendsten und drängendsten biomedizinischen Probleme zu lösen. Darum gilt diese Spende der Medizin allgemein und den Patienten überall auf der Welt.”

Der eigentliche Zweck dieser Spende gilt der Beschleunigung der Entwicklung therapeutischer Verfahren durch Verbesserung der Umsetzung der Ergebnisse der Grundlagenforschung in praktisch anwendbare Therapien.

Lawrence Bacow, Präsident der Harvard University: “Dieser ergreifende Akt von Großzügigkeit wird den Fortschritt beschleunigen sowie tiefgründige und dauerhafte Beiträge zu Wissenschaft und Gesundheitswesen hervorbringen. Diese Spende beweist nicht nur die große Bereitschaft des Spenders zur Unterstützung der Forschung, sondern auch ein grundlegendes Verständnis für die Notwendigkeit und das Wesen naturwissenschaftlicher Forschung, verknüpft mit der Hoffnung, daß die Ergebnisse der ganzen Menschheit nützen werden.”

Die Grundidee des Spenders ist, mit dieser Spende die Entwicklung praktisch anwendbarer klinisch nutzbarer therapeutischer Verfahren zu beschleunigen, wie das sowieso schon eine bedeutende Mission der HMS ist, aber das muß sicher noch alles verbessert werden. Die HMS erzieht schon in der frühen Ausbildung die Wissenschaftler zur effektiveren Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse in nutzbare Therapien. Nur durch gründliche Einsicht in die fundamentalen Vorgänge bei Krankheitserscheinungen, die sich durch Neugier-getriebene Grundlagenforschung ergibt, erwachsen effektive Behandlungsverfahren. Man muß vor allem alle Barrieren in der ganzen akademischen Forschung und Ausbildung abbauen, und die ergeben sich oft durch unzureichende Geldmittel für die Entwicklung therapeutischer Verfahren, mangelnde finanzielle Ausstattung für das technische Equipment und eine gewisse Verfremdung zwischen Wissenschaftlern, die an Universitäten bzw. in der Industrie arbeiten. Auflistung von einigen zu fördernden Projekten der HMS:

- Das Harvard CryoElectron Microscopy (Cryo-EM) Center for Structural Biology muß immer technisch auf den höchsten Stand gebracht werden. Cryo-EM ist eine revolutionäre Technologie, die den Wissenschaftlern viel mehr an Erkenntnis bringt als der Blick durch ein normales Mikroskop. Mit Cryo-EM erreicht man bisher unerreichbare Vergrößerungen und kann die molekularbiologische Basis des Lebens, die komplexen Biomoleküle, direkt sichtbar machen. Mit dieser neuen Möglichkeit, Lebensvorgänge auf atomarer Stufe direkt zu beobachten, können nun die Wissenschaftler auch die biomolekularen Grundlagen für Gesundheit

und Krankheit aufdecken. Mit Cryo-EM kann man u.a. durch direkte Beobachtung von Proteinen Chemotherapien gegen Tumore wirksamer machen und herausfinden, warum Bakterien gegen Medikamente resistent werden. Auf der Cryo-EM ruht unsere große Hoffnung, daß wir neue Medikamente ausfindig machen und die Grundlagen zu den viel besseren Therapien der nächsten Generation legen, und das auch bei Krankheiten, die nur von winzigen Abweichungen auf molekularer Ebene herrühren.

- Die Wissenschaftler können nun einzelne Zellen in Echtzeit beobachten, und zwar das Verhalten der Zellen selber und auch ihre unmittelbare Umgebung in ihrer Mikrowelt. Bisher mußten die Wissenschaftler die Phänomene Gesundheit und Krankheit durch die Analyse von großen Zellmengen im Gewebeverbund untersuchen, aber dadurch blieben viele Feinheiten und kleinste Abweichungen einzelner Zellen im Gewebeverbund unerkannt. Die Beobachtung einzelner Zellen gestattet nun, mit viel größerer Genauigkeit zu arbeiten und man kann erkennen, wie auch kleinste Veränderungen im Verhalten von einzelnen Zellen auf den Gesamtorganismus einwirken und über seine Gesundheit oder Krankheit bestimmen.

- Durch die nun verbesserte Möglichkeit zu Hochdurchsatz-Screening (Screening mit hohem Durchsatz) kann nun die Harvard Medical School effektiver auf dem Gebiet der Neuentdeckung von Medikamenten arbeiten, wodurch die Präzisionstherapien beschleunigt werden können. Mit Hochdurchsatz-Screening für Medikamente können neue Behandlungsverfahren beschleunigt werden, indem Wissenschaftler viel schneller als früher sogar Millionen von chemischen Bestandteilen auf potentielle Nutzbarkeit untersuchen können. Auf diese Weise konnte man für eine besonders hartnäckige Form von Lungenkrebs ein genau abgestimmtes Medikament (precision-targeted drug) finden, das eine hoffnungsvolle Behandlung auf der Basis kleiner Moleküle ermöglicht, durch die ein das Tumorwachstum förderndes Gen, das man bei einer bestimmten Gruppe von Patienten mit dieser Krankheit findet, abgeschaltet wird. Den Weg dahin hatten Forschungen an Harvard Medical School und Dana-Farber Cancer Institute gewiesen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß diese und andere neue technische Verfahren hochinnovativ wirksam sind sowohl für Grundlagenforschung als auch für ihre Umsetzung in neue praktische Anwendungen, und sie werden quer durch das Harvard-Ökosystem für Life Sciences Brücken bauen für die schnelle Übertragung der im Labor gemachten Erfindungen in Heilverfahren für den Patienten (bridge bench-to bedside applications across the Harvard life sciences ecosystem).

Es sind Zentren für intelligente und fruchtbare Forschungstätigkeit zu fördern (Spark fertile intellectual communities). Die Harvard Medical School z.B. ist stets darum bemüht, die talentiertesten Forscher zu bekommen, darunter in ihrer Erfahrung bestens ausgewiesene Bioingenieure (Bioengineers), Physiker, Spezialisten für quantitative Analyse und Biologen mit großer Programmiererfahrung. Das ist notwendig für

- Entwicklung neuer Verfahren zur Verarbeitung großer Datenmengen (data-rich technologies),
- sehr fortgeschrittene biologische Forschung,
- Entwicklung und optimalen Einsatz neuer wichtiger komplexer Geräte (new core technology facilities) und
- Ausbildung von Fellow-Wissenschaftlern.

Die HMS wird ihre Anstrengungen auf den Gebieten Biomedizinische Informatik und Verarbeitung großer Datenmengen verstärken, um auch Fortschritte in Künstlicher Intelligenz, Expertensystemen (machine learning) und virtueller Realität (augmented reality) zu erreichen, damit Wissenschaftler bessere Einsicht in beliebige biologische Phänomene erhalten können, etwa in das Verhalten von kranken Zellen beim Krebswachstum oder bei der Verbesserung der Diagnose bei verwirrenden Krankheitsbildern.

Erklärung zur Augmented Reality (AR): Zur Zukunftsvision von Facebook gehört auch die sogenannte erweiterte Realität, bei der virtuelle Objekte auf einem Bildschirm in reale Umgebungen eingeblendet werden. Als ersten Chef will Gründer und Chef Mark Zuckerberg für die Augmented Reality die allgegenwärtigen Smartphones nutzen. Mit den zusätzlichen visuellen Informationen werde zum Beispiel auch besser möglich sein, sich in einer 3D-Umgebung zu bewegen. In der Zukunft könnte es auch möglich sein, für Bewegungen inner-

halb virtueller Umgebungen statt der heutigen Controller in der Hand direkt auf erkannte Gehirnwellen zurückzugreifen.

Die HMS will einen neuen Maschinentyp speziell für die Datenverarbeitungswissenschaften (new data science core facility) für Konzipierung, Entwurf und Entwicklung von neuen Berechnungsverfahren, Werkzeugen für AI (= KI) und neuen Technologien entwickeln, der von allen Forschern quer durch die Harvard-Life-Sciences-Community verwendet werden kann.

Es ist viel Wert auf interdisziplinäre Zusammenarbeit zu legen und auf den Austausch von Ergebnissen in unterschiedlichen Forschungsgebieten. In der Harvard Medical School gibt es ein spezielles Trainingsprogramm für das Erlernen der Zusammenarbeit. Gerade für die Lösung der drängendsten biomedizinischen Probleme muß man viele Wissenschaftler zur Zusammenarbeit bringen. Mit dieser Spende sollen vielversprechende Partnerschaften unter Forschern

- mit Sitz auf dem Campus der Harvard Medical School und
- ihren 15 beigeordneten Ausbildungshospitälern und Forschungsinstitutionen

finanziert werden. Damit bringt man Wissenschaftler zusammen, die mit ihrem Wissen und Können sehr viel Expertise in vielen Forschungsgebieten einbringen, um die drängendsten biomedizinischen Probleme schneller zu lösen. Damit wird auch die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fakultäten verbessert, bis hin zur Bildung von Partnerschaften zur wissenschaftlichen Forschung quer durch das breitere biomedizinische Ökosystem.

Es wird nun die Gründung eines neuen Forschungslabors bekannt gegeben mit dem Namen Blavatnik Harvard Life Lab Longwood. Aufbauend auf dem Erfolg des wegweisenden Forschungsinstituts Pagliuca Harvard Life Lab in Allston wird das Blavatnik Harvard Life Lab Longwood Arbeitsräume für hochinnovative Start-ups zur Verfügung stellen, gegründet von Harvard-Studenten, ehemaligen Studenten (alumni), Promovierten (postdoctorial scholars oder postdocs) und Angehörigen des Lehrkörpers, und die dort vom ersten Moment der Gründung des Start-ups auf den vielversprechendsten Gebieten von Biotechnologie und Lebenswissenschaften zusammenarbeiten. Das Forschungsinstitut Blavatnik Harvard Life Lab Longwood wird auf dem Campus der Harvard Medical School errichtet, mitten im Herzen von der Longwood Medical Area, wobei es eine Zusammenarbeit mit Experten der Biotech-industrie und der Universität sowie mit Investoren geben wird. Als neues Mitglied der Harvard Innovation Labs wird es viel bieten, auch Einführung in die Gründung von Start-ups, Industrie-spezifische Programmierung sowie Hilfen durch Experten und Mentoren.

In Anerkennung dieser Spende wird die HMS diesem neuen Forschungsinstitut den Namen Blavatnik Institute at Harvard Medical School geben. Es soll der Pionierarbeit an den 10 Fakultäten (departments) der HMS für Grundlagen- und Gesellschaftswissenschaften Richtung und eindeutige Identifizierung geben. Dieses Institut wird dafür sorgen, daß die einzigartige Leistungsfähigkeit vom HMS-Quadrangle (der viereckige Campus der Harvard Medical School, HMS-Viereck) erhalten bleibt, indem es die Forschungsinfrastruktur so unterstützt, daß die HMS wie ein Magnet auf die Mitglieder der breiteren Life-Sciences-Community wirken wird, ebenso der 15 Harvard beigeordneten Ausbildungshospitale und Forschungsinstitutionen sowie auch anderen Harvard-Schulen und Eliteinstitutionen.

Die Harvard Medical School (HMS) erhält eine Spende über 200 Millionen US\$

By Felice J. Freyer Globe Staff, 8.11.2018

Rick Maiman/Bloomberg

Erklärung zu dem hier verwendeten Wort incubator:

Ein Incubator ist dem Sinne nach etwas, das Aktivitäten beschleunigt. Eine Übersetzung mit dem Wort Beschleuniger ist allerdings nicht sinnvoll, weil man im deutschen Sprachgebrauch darunter einen Teilchenbeschleuniger wie Zyklotron oder DESY versteht. In dem vorliegenden englischen Artikel wird mit dem Wort incubator ein neues Forschungsinstitut gemeint, mit dessen Hilfe die Forschung beschleunigt wird.

Len Blavatnik erwarb an der Harvard University 1989 den MBA und hat an sie seit 10 Jahren schon viele Millionen US\$ gespendet für die internationale Forschung für Life Sciences und Erziehung, genauer zur Klärung fundamentaler Fragen auf den Gebieten menschlicher Ge-

sundheit und Krankheit, und jetzt kommt noch eine Spende von 200 Millionen US\$ dazu, die größte, die die HMS bisher erhalten hat.

Diese Spende von der Blavatnik Family Foundation ermöglicht HMS, Forscher einzustellen und fortgeschrittene Technologie zuzukaufen. Auf dem Longwood-Gebiet wird ein "Incubator" eingerichtet, mit dessen Hilfe Forschungsergebnisse auf den Markt gebracht werden sollen.

HMS läßt verlauten, daß diese Spende viel mehr ermöglicht als nur die Einstellung neuer Wissenschaftler und dringende Zukäufe für das ausgewiesene Ziel, und zwar können sich die Wissenschaftler dringenden Fragen der Grundlagenforschung zuwenden, auch wenn keine Aussicht auf unmittelbare Anwendung besteht. Das Incubator-Gebäude und andere Ressourcen sollen dabei helfen, wissenschaftliche Forschungsergebnisse in Therapien für Kranke umzusetzen.

Grandiose Spende zur Ermöglichung von Breakthroughs

Im folgenden Text wird ein Brief von Dean George Q. Daley (HMS) an die HMS-Community wiedergegeben, 8.11.2018

Liebe Mitglieder der Harvard Medical School-Community,

Die Blavatnik Family Foundation hat der Harvard University schon seit 10 Jahren Dutzende von Millionen US\$ gespendet, und jetzt darf ich Ihnen voller Freude mitteilen, daß die HMS nun eine Spende von sogar 200 Millionen US\$ erhalten hat. Diese Spende von der Blavatnik Family Foundation ist die größte bisher in der Geschichte der HMS. Sie wird uns dabei helfen, die nationalen Forschungen zur menschlichen Gesundheit in einen internationalen Dienst weltweit umzuwandeln.

An diesem Morgen werde ich Präsident Lawrence Bacow treffen und ihm meinen tiefen Dank für seine generöse Spende aussprechen, mit Hilfe derer wir auch eine ganze Reihe neuer Projekte zur Grundlagenforschung an der HMS starten können, mit denen wir die Grundlagen legen können für präzise Therapien und weitere Fortschritte in Data Science machen. Insbesondere wollen wir mit dieser Spende erreichen:

- Neue Verfahren entwickeln zu Konzeptualisierung, Entdeckung und Entwicklung neuer Therapien.
- Schaffung neuer intellektueller Zentren (communities) durch Versorgung der Schulen mit wissenschaftlichen Talenten sowie Förderung von Data Science, auch durch Ausstattung mit fortgeschrittenen Rechnersystemen und deren Anwendungen.
- Ein finanziell gut ausgestattetes Bezuschussungssystem der Community zur Förderung der Zusammenarbeit über wissenschaftliche Disziplinen und Forschungsgebiete hinweg soll zur Lösung dringlicher biomedizinischer Fragen beitragen.

Es wird nun die Gründung vom Blavatnik Harvard Life Lab Longwood bekannt gegeben, ein Incubator-Gebiet auf dem HMS campus, speziell zur Unterstützung von hochinnovativen Biotech-Start-ups schon von der ersten Stunde an.

In Anerkennung dieser bemerkenswerten Generösität wird nun an der HMS das Blavatnik Institute gegründet. Diese umfassende Forschungsorganisation (umbrella research organization) soll der schöpferischen Tätigkeit von unseren 10 Abteilungen für Grundlagenforschung (basic science) und Sozialwissenschaften die richtige Ausrichtung geben. Die Blavatnik Family Foundation unterstützt schon lange Institutionen in USA, UK und auf der ganzen Welt für Spitzenforschung, Erziehung, Kultur und öffentliche Wohlfahrt. Sie wird vom Geschäftsführer, Unternehmer und Philanthrop Len Blavatnik, MBA '89, geleitet und ist bekannt für ihre großzügigen Spenden zur weltweiten, innovativen Förderung für Life Sciences, wie z.B. durch die Blavatnik Awards für junge Wissenschaftler.

Die Foundation begann mit ihren Spenden für Harvard 2007 mit der Einrichtung vom Biomedical Accelerator Fund. 2013 wurde der Blavatnik Biomedical Accelerator an der Harvard University gegründet, zusammen mit der Blavatnik Fellowship in Life Science Entrepreneurship an der Harvard Business School.

Viele Mitglieder der HMS-Fakultät – wie z.B. Ulrich von Andrian, Christophe enoist, Ying Kai Chan, George Church, David Ginty, Diane Mathis, Lee Rubin und Priscilla Yang – sind von

dem Blavatnik Biomedical Accelerator unterstützt worden zur Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit auf den Gebieten

- Erreichen von Immunität gegen Krebs (cancer immunology),
- regenerative Medizin,
- Neurowissenschaften,
- infektiöse Krankheiten und
- reproduktive Medizin.

Wir sind zutiefst dankbar über diese außerordentliche Spende und wissen um die damit verbundene Verantwortung. Damit wird in der Tat in der Geschichte der Harvard Medical School ein neues Kapitel aufgeschlagen. Wir werden nun noch intensiv daran arbeiten, größere Einblicke in die fundamentalen Mechanismen von lebendigen Organismen (living things) zu gewinnen, lebensverändernde Therapien zu entwickeln und den Ablauf des Lebens der Menschen durch Stärkung seiner Gesundheit neu zu gestalten.

Sincerely,

George Q. Daley Dean of the Faculty of Medicine, Harvard University

Blavatnik spendet Harvard Medicine School (HMS) eine Rekordsumme zur Beschleunigung der Forschung auf dem Gebiet des Gesundheitswesens

By Amanda L Gordon, John Lauerman und Michael McDonald, 8.11.2018

- Milliardär spendet 200 Millionen US\$ für Laboreinrichtung, Data Science ...
- Besonders gefördert werden Krebsimmuntherapie und Zellphysiologie (cellular imaging)

Auf einer Gala 2 Jahre zuvor saß George Daley, kürzlich Dekan (dean) an der Harvard Medical School (HMS) geworden, neben Len Blavatnik, dann – jetzt am Donnerstag – spendete die Blavatnik Family Foundation der HMS 200 Millionen US\$, die größte Spende, die die HMS jemals bekommen hat und von der Blavatnik Family Foundation jemals getätigt worden ist. Diese Spende dient der Forschungsförderung, der Anschaffung fortgeschrittener Ausrüstung für Data Science und der Einrichtung von Laborplätzen zur Unterstützung von Biotech-Start-ups.

Daley sagte in einem Telefon-Interview: "Len und ich haben intensiv darüber diskutiert, wie man den Zeitraum zwischen unseren großen Investitionen für die Grundlagenforschung und die Umsetzung der Forschungsergebnisse in neue klinische Behandlungsverfahren verkürzen kann. Len spricht gerne über wissenschaftliche Themen und auch wenn wir so viele Meetings gehabt haben, will er doch immer genau wissen, was wir machen."

Zum Lebenslauf von Len Blavatnik

Er wurde in der Ukraine geboren und erhielt seine Ausbildung in Rußland. 1978 emigrierte er in die USA und studierte Computer Science an der Columbia University. Inzwischen ist er Bürger der USA und von UK. Dem Bloomberg Billionaires Index (Aufzählung der Milliardäre) nach hat er ein Vermögen von 19,5 Milliarden US\$ und steht in der Reihenfolge der reichsten Personen auf Platz 43. 2013 verkaufte er einen Anteil an der russischen Firma TNK-BP (Erdölindustrie) an die Firma Rosneft für 7 Milliarden US\$, und das war schon ein großer Happen von seinem Empire. Er hält Anteile von Warner Music Group und dem Hersteller für Plastik und Chemikalien LyondellBasell Industries NV. Ferner besitzt er eine reich ausgestattete Kunstsammlung.

Zellforschung

Blavatnik (61 Jahre alt) stellte fest: "Ich habe während meiner Industrietätigkeit gesehen, daß das Eingehen gut durchdachter Partnerschaften und Zusammenschlüsse Synergien freisetzt und Investitionen zu Gold machen kann. Auf diese Erfahrung greife ich nun für die Forschungsförderung zurück und widme diese Spende der Ermutigung der Wissenschaftler der Harvard-Community für Lebenswissenschaften (Harvard life science community) zu zusätzlichen Anstrengungen mit interdisziplinärer Arbeit."

Wissenschaftler erkennen immer mehr die Nützlichkeit neuer Technologien zur möglichst genauen Analyse gesunden und kranken Gewebes, bis auf molekulare Ebene hinab. Darum wird ein Teil dieser Spende von Blavatnik in eine neue Mikroskoptechnologie (Abbildungs-

technologie) mit dem Namen Cryo-EM investiert. Damit kann man Proteine beobachten, während sie auf zelluläre Prozesse einwirken – so Dekan Daley.

Professor George Church ist einer der führenden Wissenschaftler an Harvard und MIT. Er und andere führende Köpfe verwenden gerne immer die neuesten Technologien für Untersuchung und gesteuerte Veränderung von Genen. Dazu gehört besonders die neue Geneditierungstechnologie CRISPR-Cas9, der etliche biotechnologische Firmen ihre Entstehung verdanken.

Forscher wie Allon Klein und Marc Kirschner sequenzieren Genome von einzelnen Zellen innerhalb von Tumoren, um besser zu verstehen, warum manche durch Krebsbehandlung abgetötet werden können und andere gegen dieselbe Behandlung resistent werden.

Krebsforschung (Cancer Research)

Isaac Kohane, Chairman am Harvard's Department of Medical Informatics, leitet ein entsprechendes Forschungsprojekt. Man will herausfinden, warum manche Patienten auf eine Krebsbehandlung gut ansprechen, mit Erholungsphasen über Jahre hinweg, und andere Patienten davon keinen Nutzen haben. Er meinte, daß

- möglichst genaue visuelle Beobachtung auf molekularer Ebene,
- Sequenzieren der Genome einzelner Tumorzellen und
- eine Anzahl anderer Meßverfahren für klinische und soziale Faktoren

dabei helfen werden, die Therapien zu verbessern, namentlich neue krebsimmunologische Medikamente.

Kohane: "Das Kunststück besteht darin, von jedem einzelnen Patienten zu lernen, um Behandlungsverfahren zu erarbeiten, die bei einem Kranken eben nicht auf der genauen Kenntnis der persönlichen Vorgeschichte seiner Erkrankung beruht, sondern auf der genauen Kenntnis der Vorgeschichte aller Kranken, nicht nur in dieser einen Klinik, sondern auf der ganzen Welt." Er meinte noch, daß diese aktuelle Spende diese Anstrengungen sehr beschleunigen wird.

5 Jahre zuvor hat Blavatnik schon 50 Millionen US\$ gespendet für die Einrichtung vom Blavatnik Biomedical Accelerator und der Blavatnik Fellowship in Life Science Entrepreneurship Program an der Harvard Business School, an der er ehemaliger Schüler (alumnus) ist. Er machte ferner wissenschaftsbezogene Spenden für Universitäten in Yale, Stanford und Tel Aviv.

Förderung von Spitzenleistungen junger Wissenschaftler

Ab 2007 spendete er 80 Millionen US\$ für die Einrichtung vom Blavatnik Awards for Young Scientists in Verbindung mit der New York Academy of Sciences. Es war auf der jährlichen Awards-Gala in New York, wo Daley und Blavatnik zusammen dinierten.

Die aktuelle Spende überschreitet die 90 Millionen US\$, die die HMS seit 2014 vom Ludwig Cancer Research erhalten hat. Der frühere Beitrag der Blavatnik Family Foundation ging über 125 Millionen US\$ zur Einrichtung einer School of Government an der University of Oxford.

Diese neue Spende über 200 Millionen US\$ erfolgt getrennt von den 789 Millionen US\$, die die Harvard Medical School bei ihrer Sammelaktion bis zum 30.6.2018 erhalten hat. Zu den Spendern gehörten auch Bill Ackman und Leon Black.

Verfaßt mit Hilfe von Devon Pendleton

Politik, Industrie und Medien müssen die Bereitschaft zu Spenden und Venture-Kapital für Start-ups stärken – das Vorbild Blavatnik-Foundation

Anläßlich der Spendenbereitschaft der Blavatnik-Foundation wurden auf einem speziellen Symposium im November 2018 im Martin Conference Center der HMS Mitglieder von Harvard University und bedeutenderen Zivilgruppen für Lebenswissenschaften (Life Sciences) in Boston über die Spende und ihre Bedeutung für die Zukunft der HMS informiert. Die Honoratioren des Ereignisses waren Bacow und George Q. Daley, Dekan der HMS, und die anwesenden geehrten Gäste von der Blavatnik Foundation. Auf dem Symposium waren etwa 800 Besucher anwesend, die zusammen nicht in das Auditorium paßten und sich in diversen Räumen des Konferenzentrums auf Bildschirmen die Ehrung simultan ansehen konnten.

Auf dem Symposium umrissen Forscher und wichtige Persönlichkeiten von Harvard, HMS und anderen akademischen Institutionen sowie von Harvards angegliederten Hospitälern

und der Biotech-Industrie ihre laufenden Forschungsarbeiten und diskutierten darüber, wie die Arbeiten und Fortschritte von heute die Grundlagen für besseres Gesundheitswesen und höhere Lebenszufriedenheit in der Zukunft ermöglichen.

Zu den Themen gehörten Verbesserung des zukünftigen Gesundheitswesens (Transforming the Future of Human Health) im neuen Blavatnik Institute und der Nutzen daraus für die ganze Welt. Man bezeichnete diese Spende als Transformational Gift: Eine Spende dafür, neue Wege dafür zu finden, medizinische Entdeckungen schneller zu machen und diese auch schneller in medizinische Heilungsverfahren umzusetzen.

Susan Hockfield, emeritierte Präsidentin und Professorin für Neuroscience am MIT, moderierte eine Podiumsdiskussion zwischen

- Laurie Glimcher, Präsidentin und CEO vom Dana-Farber Cancer Institute,
- Eric Lander, Präsident, Direktor und Gründungsmitglied vom Broad Institute von MIT und Harvard, und
- Vasant Narasimhan, Chief Executive Officer von der Firma Novartis.

Zu den diskutierten Themen gehörten die Verbesserung neuer therapeutischer Verfahren wie Gentherapie, Zelltherapie und Immunotherapie, was eine laufend zunehmende Bereitschaft zu einem interdisziplinären und kollaborativen Forschungsstil erfordert, der nur in einer so reichen Life Science-Community wie in Boston möglich ist.

Im Verlauf des Symposiums betonten Sprecher immer wieder, daß die Spende dabei helfen wird, neues erforderliches Wissen zu erwerben und neue Therapien auf vielerlei Wegen zu entwickeln.

Steven McCarroll, HMS Dorothy und Milton Flier Professor of Biomedical Science and Genetics und Direktor für Genetics am Stanley Center for Psychiatric Research von The Broad Institute von MIT und Harvard: "Nur durch laufende emsige Forschung können wir das notwendige Wissen erarbeiten. (There's no waiting for the science to get there)". Er wies darauf hin, daß ihn das auch persönlich betraf, z.B. weil seine Schwester von einer vorerst noch experimentellen Krebsbehandlung profitieren konnte.

McCarroll: "Wir müssen die Wissenschaft vorwärts treiben und sie exorbitant nutzen, so daß diese Fortschritte den Menschen nützen, die wir lieben."

Weiteres siehe die folgenden Bücher, erschienen in Computerdruck & Verlag, kostenlos herunterzuladen von der Webseite www.aionik.de:

Die Industrielle Revolution 5.0, Die Industrielle Revolution 5.0 II,

Die Industrielle Revolution 6.0 und Die Industrielle Revolution 6.0 II.

NEO.Life 28.6.2019

George Church und Ramez Naam über die

- **Einschränkungen (limitations) in der Evolution,**
- **die Macht der Ehestiftung (matchmaking) und**
- **warum wir einzellige Computer ins Weltall schicken sollen.**

FDA *Food and Drug Administration in den USA*

HGP-read *Human Genome Project-read von 1990 bis 2004, zuerst als HUGO bezeichnet*
Erste Vollsequenzierung eines menschlichen haploiden Genoms

WGS *Whole Genome Sequencing (Sequenzieren des gesamten Genoms)*

HGE *Human Germline Editing (Human Genome Editing plus Implantation für IVF)*

George Church ist Gentechniker an der Harvard Medical School (School), aber im Prinzip ist er weit mehr. Er ist auch ein sehr guter Ingenieur, der wesentlich bei der Entwicklung der Technologien für DNA-Sequenzierung, Geneditierung und Manipulation von Stammzellen mitgeholfen hat. Er ist auch ein begeisterter Prophet, der von grandiosen biologischen Möglichkeiten der neuen Gentechnologien spricht, die manche Menschen ängstigen mögen, aber er rät dabei auch zur Vorsicht.

Er ähnelt in seiner schöpferischen Genialität sehr John Craig Venter, der aber einen völlig anderen Weg in seiner Forschung gewählt hat, und zwar rein auf sich selber und die Venture- und Sponsormentalität in den USA vertrauend, fern von einer eigenen aktiven Beschäftigung im Lehrbetrieb. John Craig Venter ist mehr ein Manager der Biotechnologie-Forschung.

Der in den Lehrbetrieb fest eingebundene Prof. George Church wurde von NEO.LIFE gebeten, mit Ramez Naam zu diskutieren, der ebenfalls ein kreativer Denker ist und an der Singularity University beschäftigt ist (energy and environment). Er ist ferner Autor von

- „*More Than Human: Embracing the Promise of Biological Enhancement*“,
- „*The Infinite Resource: The Power of Ideas on a Finite Planet*“ und
- die sehr bewunderte SF-Trilogie *Nexus*.

Diese Diskussion erbrachte tiefgründige und viele Anregungen. Für eine bessere Lesbarkeit wurde das Interview nach Inhalt und Länge editiert.

Ramez Naam: George, du bist ein Pionier in Genomsequenzierung und in Planungen für Genomeditierung. Du hast dich gegenüber neuen Ideen viel weniger abweisend verhalten, wie das aber die meisten Leute so tun. Als zu Ende 2018 aus China die Meldung über die beiden geneditierten weiblichen Zwillingssbabies kam, die den Plänen von Dr. He Jiankui nach dadurch resistent gegen HIV werden sollten, und was ihm eine gewaltige Abfuhr bis Verdammung durch die Scientific Community einbrachte, sagtest du vorsichtig: “Diese Verdammung ist eine Überreaktion. Wir benötigen eine ausgeglichenerere Sicht (we need a more balanced view).” Wie erklärt sich diese instinktive Abwehrhaltung der Masse ?

George Church: Nun, das erklärt sich vermutlich aus früheren Pannen bei der Einführung neuer Technologien. Z.B. schauen wir auf die Geschichte der Gentherapie, die viel versprochen und bei der klinischen Anwendung Erfolge und Mißgeschicke gezeigt hat. Die Leute sind also vorgewarnt und fragen nach den Langzeitfolgen dieser Genomeditierung für IVF, und manche Leute vermuten, daß die Lebenserwartung dieser CRISPR-Kinder nicht so groß ist, und dabei verweisen sie auf solche Vorfälle in den frühen Tagen der Gentherapie ?

In einem Report in Nature Magazine im Juni 2019 wurde vermutet, daß die CRISPR-Babies ein erhöhtes Risiko für Ansteckung und Tod durch Influenza und West Nile-Virus haben. Die Studie stützte sich auf die Auswertung von 400000 Genomen in der United Kingdom’s Biobank. Church wies darauf hin, daß Influenza in UK verbreitet ist, in anderen Staaten ist aber HIV das größere Risiko. Nimmt man an, daß die Genomeditierung für HIV-Resistenz korrekt beherrscht wird, würde das zwar für etliche Leute zu empfehlen sein, aber Risiken bleiben immer. Church: “Viele neue Therapien, auch solche, die weitläufigst bei Tieren getestet worden sind, werfen ähnliche Fragen auf.”

Nach meiner persönlichen Erfahrung können sich Vorstellungen, Erkenntnisse und Technologien sehr schnell ändern, und das ist genau das, was viele Leute nicht beachten. Darum glauben sie nicht, daß neue Erkenntnisse und neue Entwicklungen sehr schnell kommen können – das erklärt ihre krasse Ablehnung gegen Neues, das sie dann gerne als unseriös bezeichnen. Genau dadurch sind die Leute nicht auf das Neue vorbereitet. Ich gebe ein Beispiel: Die Kosten für HGP-read (HUGO) beliefen sich auf 3 Milliarden US\$, und heute bekommt man eine Genomsequenzierung für ein diploides Genom in höchster Qualität fast schon gratis. Damals dachte man, daß es 60 Jahre dauern würde, bis eine WGS kostenlos sein würde, und tatsächlich war das nach 6 bis 8 Jahren der Fall.

Wir müssen mögliche negative Entwicklungen frühzeitig diskutieren. Falls sie nicht eintreten – nun, um so besser, aber wenn sie doch eintreten, sind wir besser gerüstet durch gute revolutionierende Neuentwicklungen.

Naam: Du sprachst von einer fast kostenlosen WGS höchster Qualität für ein menschliches diploides Genom.

Church: Richtig.

Naam: Was ist die volle Bedeutung davon ?

Church: Nun, um die ganze Bedeutung davon zu erfassen, müssen Sie einmal abschätzen, was geschieht, wenn das immer mehr Menschen machen. Zum Vergleich: Wir hatten bereits in den späten 1980er Jahren eine phantastische Rechner-Infrastruktur, auch das Internet, aber kaum einer der Menschen benutzte es – höchstens taten das einige Computer-Geeks, aber dann kam der abrupte Wandel zur massenhaften Benutzung, als der erste Mosaic-Browser und HTML-Standards aufkamen. So wird das auch hier sein: Es gibt bereits die Infrastruktur für WGS und die Vermarktung der WGS-Daten, auch für jedermann, aber wir benötigen eine gesellschaftliche Revolution im Denken der Menschen und im Marketing. Wir müssen nur auf den richtigen Augenblick warten, wenn das zu einer Massenbewegung wird.

Wir müssen auf die Menschen, Firmen und Technologien schauen, die unsere Körper höher entwickeln und auch unseren Geist (

Ich denke, daß dies jede Minute geschehen könnte, und das könnte sofort bewirken, daß wir Billionen US\$ (10^{12} US\$) einsparen könnten, allein schon auf dem Gebiet der Mendelschen Krankheiten (Mendelian Diseases, Krankheiten, die nur durch ein oder zwei fehlerhafte Gene bewirkt werden). Es ist tatsächlich so, daß es gar nicht notwendig ist, daß wir das wahre Wesen der Entstehung komplexer Krankheiten verstehen und alles das, wovon die Leute denken, daß das noch in weiter Ferne liegt. Zuerst sollten wir uns darauf konzentrieren, daß wir die häufigen Krankheiten heilen können, und das erschwinglich für jeden Kranken einer jeden gesellschaftlichen Schicht. Krankheit und Armut gehören oft zusammen und dieses Gesetz könnte in Industrienationen aufgehoben werden.

Naam: Du meinst mit Mendelschen Krankheiten solche, die nur durch ein fehlerhaftes Gen bewirkt werden ?

Church: Das können ein oder zwei fehlerhafte Gene sein. Sie bewirken einfach zu bestimmende und genau vorhersagbare Krankheiten, und sie sind sehr gefährlich. Sie mögen heutzutage noch nicht heilbar sein, aber man kann sie dennoch in der Häufigkeit ihres Vorkommens eindämmen, und zwar durch Eheanbahnung (matchmaking). Das ist bewiesen worden, sehr billig und benötigt nicht die Zustimmung des FDA. Gesellschaftlich und persönlich ist Matchmaking allerdings eine radikale Methode und nicht für alle Bevölkerungsgruppen einsetzbar. Auf diese Weise kann man aber solche gefährliche Krankheiten eindämmen, die oft das Schicksal ganzer Familien sehr verdüstern können.

“Gattaca trifft Romeo und Julia: Sie lieben sich, besitzen aber beide das mutierte, die tödliche Krankheit bewirkende, Gen.”

Naam: Wenn man die Leute über ihre Veranlagung zu genetisch bedingten Krankheiten informiert und ebenfalls über die von ihrem Lebenspartner in spe (mate), können wir dadurch wirklich eine Menge solcher tödlicher Krankheitsfälle vermeiden ?

Church: So verfährt man gegenwärtig. Allerdings könnte man dasselbe erreichen, ohne daß jedermann über die Veranlagungen in sich zu tödlichen Krankheiten Bescheid weiß. Wir alle tragen irgendwelche Anlagen zu irgendetwas in uns. Also muß man nur eine Liste von vielen Menschen aus Regionen erstellen, die geographisch zutreffend sind, und die Menschen gegen zu diesen korrespondierenden Regionen, wo die anderen Menschen nach Alter, Interessen und Genen zusammenpassen. Dann müßte man niemals zwei Liebenden die herzzerreißende Mitteilung machen, daß sie genetisch inkompatibel sind und sich trennen müssen. Jeder weiß dann, daß ihre Trennung erfolgte, weil sie beide Träger des Defekts sind. Das ist eine unnötige emotionale Belastung und Stigmatisierung.

Naam: Ich erinnere mich an den Film Gattaca, der das Leben der Menschen in einem dystopischen Staat beschreibt, wo der Staat die Ehen vorschreibt. Gattaca trifft Romeo und Julia: Sie lieben sich, besitzen aber beide das mutierte, die tödliche Krankheit bewirkende, Gen. Also dürfen sie nicht heiraten und müssen sich trennen.

Church: Eher nicht. Wenn man das so früh wie nur möglich einführt, so daß jeder dieses Dating von deiner Liste für eine seriöse und verbreitete Einrichtung hält. Dann wird man auch nicht allzu viele Dates ausschließen, vielleicht 5%.

Naam: Ja. Ich denke auch, daß die Medien gewöhnlich gewaltig übertreiben oder sich das herauspicken, was derzeit spruchreif ist, und das ist allemal die dringliche Warnung vor schädlichen Folgen bei der Einführung neuer Technologien. Was kann man da besser machen ?

Church: Nun, ich glaube nicht, daß das notwendigerweise alles Unfug ist. Es ist immer besser, auch alle möglichen fehlerhaften Entwicklungen gründlich auszuforschen, wie z.B. das Vorkommen von Y2K, was dann doch niemals in der Praxis vorkommt, als von so etwas überrascht zu werden. Es gibt immer unerwartete und unerfreuliche Entwicklungen, und darüber muß man sich zeitig ein Bild machen.

Naam: Du hast die beiden chinesischen geneditierten Kinder mit dem Fall Louise Brown verglichen, welches das erste IVF-Baby gewesen ist. Wir gingen dazu über, solche IVF-Babies als Retortenbabies (“test tube babies”) zu bezeichnen.

Church: Richtig.

Naam: Stellen wir uns vor, daß 20, 30 oder 40 Jahre vergangen sind. Wird dann die Herstellung von geneditierten Babies genauso verbreitet sein wie heute IVF-Babies, die vor 40 Jahren so verteufelt worden sind ?

Church: Das ist durchaus möglich, aber es gibt Alternativen dazu und eine ist die soeben diskutierte Eheanbahnung (Matchmaking), die schon eine Menge Probleme löst. Wenn man dieses Dating-Konzept gründlich betreibt, benötigt man keine Gentherapien bei Erwachsenen oder Embryos. Betrachten wir als Beispiel Unfruchtbarkeit von Männern und Frauen, die durch IVF völlig kompensiert werden kann: Man könnte solche Leute geneditieren bis zu einer ihrer Vorfahren zurück, die noch fruchtbar waren (restoring the germline to an ancestral, healthy, functional state). Ich könnte mir denken, daß man in einem solchen Fall die medizinische Notwendigkeit für HGE anerkennt, genau so wie heute mit IVF.

Ich weise darauf hin, daß mitochondriale Geneditierung oder mitochondrialer Gentransfer auch hierhin gehört und in manchen Staaten bereits gesetzlich zulässig ist. Ich meine also, daß in einem gewissen Sinne die Anerkennung für HGE genauso über die Dekaden kommen wird wie bei der IVF.

Naam: Was ist aber, wenn die Leute HGE wünschen, ohne daß eine medizinische Notwendigkeit vorliegt, wenn sie also Human Enhancement für ihre Kinder wünschen ? Es kann damit anfangen, daß übergewichtige Eltern normalgewichtige Kinder mittels HGE wünschen. Nun ja, diese HGE-Kinder werden nicht fettleibig oder diabetesgefährdet sein, aber wollen hier nicht doch die Eltern, daß ihre Kinder hübscher anzusehen sind ?

Church: Nun, da müssen wir gemäß der medizinischen Notwendigkeit unterscheiden. Familien mit der Veranlagung zu tödlichen Krankheiten werden die beste Aussicht dazu haben, HGE-Kinder haben zu dürfen. Familien ohne solche fehlerhafte Gene haben da schlechtere Aussichten und es ist fraglich, ob sie hier urteilen dürfen. Ich glaube nicht, daß jedermann es für eine Enhancement hält, wenn jemand resistent gegen Fettleibigkeit ist. Aber ich kann andere Fälle von echter Enhancement in den meisten industrialisierten Nationen nennen, und zwar die Immunität gegenüber 20 verschiedenen infektiösen Krankheiten. Unsere Vorfahren lebten in tödlicher Angst vor diesen Krankheiten, aber wir Heutigen nicht, weil wir immun sind.

Wir können uns auch auf nichtbiologische Art und Weise „verstärken“ (augment) und haben dadurch biologische Wirkung. Man kann seine Muskeln trainieren und dadurch schnell laufen können. Worin unterscheidet sich das vom Einsteigen in ein Taxi (Uber) ?

Naam: Man ist nicht so schnell am Ziel wie ein Taxi.

Church: Stimmt, oder wie mit einem Flieger oder einer Rakete. Heute ist die Notwendigkeit für physische Augmentation, biologisch durchgeführt, geringer als man so denkt. Wir wollen eine Verstärkung unserer körperlichen Eigenschaften (Augmentation) gewöhnlich durch Physik und Chemie. Ich denke, daß wir nur in den seltensten Fällen nur den einen Weg gehen können und nicht auch den anderen. Wir können uns verstärken (augment) als Erwachsener, aber nicht als ein Baby. In vielen Fällen kann man präventive Medizin als Augmentation auffassen, und darauf kann man nicht verzichten, weil sie so gute Dienste leistet. Das ist so einfach wie etwas anderes zu essen oder einige Schritte mehr zu laufen, wodurch man gesünder lebt, aber wenn es um Langlebigkeit geht, muß man es umetikieren, und zwar als Verhinderung der Krankheiten, die zum Altersverfall führen.

Naam: Da gibt es das Beispiel der intellektuellen Augmentation durch das frühe Lernen von Lesen und Schreiben, wodurch unser Gehirn biologisch besser verschaltet wird.

Church: Richtig. Dieses Beispiel ist perfekt.

Naam: Nun, in den industrialisierten Staaten ist es üblich, daß die Kinder früh lernen, zu lesen und zu schreiben. Das ist heutiger Standard. Aber wäre es nicht zweckmäßig, Embryos irgendwelche Verbesserungen (augmentations) zu geben ?

Church: Das ist von Fall zu Fall zu unterscheiden. Mein Vorschlag ist, daß wir damit anfangen, den Erwachsenen Augmentations zu geben aus folgendem Grund: Jedes Jahr werden 100 Millionen Babies jedes Jahr geboren, aber es gibt 7,5 Milliarden Erwachsene – sie stellen also einen viel größeren Markt dar. Ferner gibt es etliche Augmentations, die bei Erwachsenen leichter zu erreichen sind. Unsere alternde Gesellschaft wird immer mehr mit altersbedingter kognitiver Schwächung zu tun haben, so daß wir gut daran täten, kognitive Enhancement zu fördern, und ich glaube kaum, daß wir darum herunkommen. Man hört

heute häufig, daß Leute sagen, daß eine Verstärkung der Intelligenz (Enhancement) sehr kompliziert sein würde, aber wir kennen Beispiele aus Tierversuchen, daß man schon durch Editieren von bis zu drei Genen die Intelligenz steigern kann.

Wir haben heute schon gute Ansätze für Gentherapien, um beim Menschen die ersten Anzeichen von Alzheimer zu heilen oder auch Menschen zu behandeln, die ein hohes Risiko für Alzheimer haben. Es sind gegenwärtig Gentherapien nicht nur gegen Alzheimer in der Entwicklung, bei denen man jede Form von kognitivem Schwächerwerden heilen will. Wenn man solche Gentherapien bei gesunden Menschen einsetzt, würde das zu kognitiver Enhancement führen. Ich würde mich für solche Gentherapien freiwillig melden.

Naam: Wäre es für unsere Gesellschaft besser, wenn in ihr mehr überdurchschnittlich intelligente Menschen leben ?

Church: Wir müssen bei allem Neuen vorsichtig sein, selbst wenn es Namen wie Mutter und Apfelkuchen hat. Wir müssen immer fragen: "Erhalten wir die benötigte Neurodiversität ?". Z.B. galten autistische Menschen oft als geistig unterbemittelt, aber es gibt beurkundete Fälle, wo sie intellektuell überlegene Leistungen zeigten. Sie tragen in unsere Gesellschaft Aspekte und Leistungen, die von den anderen Menschen nicht erbracht werden können. Dasselbe könnte für viele Variationen der Neurodiversität gelten, und auch du und ich haben Variationen der Geistigkeit, die zur Neurodiversität beitragen und auch zu besonderem Erfolg verhelfen können.

Church: Carl Friedrich Gauß hat die bekannte Kurve für die Wahrscheinlichkeit aufgestellt, die die Form einer Glocke hat. Man kann sagen, daß diese Gaußsche Glockenkurve ebenfalls für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Genotyp und Phänotyp gilt, und wer den richtigen Abstand von der Mitte der Glocke hat, könnte davon profitieren, weil er eine höhere Variabilität bei seinen Genen hat, was

- in der einen Ära, Region, Kultur, Nation ... Innovation und Denken in neuen Bahnen fördert, und

- in anderen Krankheit, Gefängnis oder gar frühen Tod einbringt.

Naam: Das ist besonders in unserer technisierten Welt interessant, wo wir alle diese Berichte über die Leute in Silicon Valley lesen, die kleine Dosen von Psychopharmaka konsumieren, um ihre eigene Neurodiversität kurzfristig zu erhöhen.

Church: Ich stimme zu. Diese Leute wurden in der Mitte der Gaußkurve geboren und wollen daraus flüchten.

Naam: Könnte man das auch durch gentechnische Verfahren erreichen ? Ich habe vor langer Zeit gelesen, daß eines der Allele, das die höchste Korrelation mit Änderungen des IQ aufweist, auch mit einem höheren Risiko zu Schizophrenie verbunden ist.

Was ist, wenn ich mich selber intelligenter machen will, was aber mit schädlichen Nebenefekten verbunden ist ?

Wenn ich ein Erwachsener bin – würde die Gesellschaft erlauben, daß ich so handele ?

Church: Das mit dem „Sollte“ und „Müßte“ ist schon so eine Sache, aber probieren wir es: Sollte die Gesellschaft dir erlauben, so zu handeln, damit z.B. bessere Bücher geschrieben werden oder bessere Technologien entwickelt werden ? Ich denke schon, daß unsere Gesellschaft mehr kreative Denker gut gebrauchen könnte. Aber das führt zu dem bekannten Fragenkomplex, der für Biohacker gilt: "Soll man sich selber durch Genhacks in der Hoffnung auf Superkräfte in eine solche Situation bringen, daß man für den Rest des eigenen Lebens zu einer Bürde der Gesellschaft wird ?" Die Gesellschaft wird das sicher nicht wünschen, und ähnliches könnte mit der mittels Genhacks versuchten Erhöhung der Neurodiversität erreicht werden.

Ich denke, daß die Möglichkeit, etwas nach Belieben ein- oder auszuschalten, für etliche Anwendungen von Vorteil ist gegenüber einer Dauerschaltung, und zwar einer genetischen Änderung mittels HGE. Wäre es nicht doch vorteilhaft, Variationen der Neurodiversität zeitweilig ein- oder auszuschalten ?

Nehmen wir das Beispiel Autismus: Der autistische Mensch ist abseits von Kommunikation und Gesellschaft – er kann also bestens schöpferisch arbeiten, von anderen Menschen ungestört mit größter Neurodiversität. Wenn er diese Eigenschaft des Autismus abschalten könnte, wäre er zur Kommunikation fähig und könnte am Gesellschaftsleben teilhaben und erkennen, was die Gesellschaft benötigt.

Naam: Auf dem Gebiet der Gehirn-Computer-Interfaces gibt es Leute, die angeblich transkraniale magnetische Stimulation benutzen, um zu psychischen Zuständen höheren Wissens zu gelangen. Ich weiß nicht, ob das stimmt, aber irgendwie liegt das auf der Linie zur nicht-biologischen Erhöhung der Neurodiversität.

Church: Ich halte es für Wunschdenken, daß man dadurch, daß man irgendetwas Bestimmtes isst oder trinkt oder an seinem Kopf mit elektrischen oder magnetischen Effekten herumwirkt, eine höhere und wirklich nützliche Neurodiversität erreichen kann, aber wenn wir das mit Gentherapien versuchen, haben wir Zugriff auf das gesamte biologische Spektrum, zwar nicht schon heute, aber in der Zukunft.

Naam: Wenn wir über das gesamte biologische Spektrum reden, meinst du vor allem Erweiterungen und Verbesserungen des heutigen menschlichen Genoms, z.B. durch Einfügen von Genen anderer Species oder durch ganz neuartige Gene.

Church: Das ist richtig. Wir müssen diese möglichen Entwicklungen sehr ernst nehmen.

Naam: Du sagst, daß die Zukunft der Raumfahrt davon abhängt, daß wir die Genome der Menschen dafür optimieren.

Church: Richtig, und das muß dann noch nicht einmal als Augmentation auffassen, denn wenn die Raumfahrer durch Strahlung oder Mikrogravitation sonst krank werden würden trifft hier der Fall der medizinischen Notwendigkeit zu und dann wäre die HGE für künftige Raumfahrer angemessen. Es kann in der Zukunft neue Herausforderungen für unser Leben in Städten geben, weil unsere Vorfahren dafür noch nicht komplett entwickelt waren, aber mit Sicherheit werden diese völlig neuen Herausforderungen im Lauf einer Langzeit-Kolonisierung im Weltraum auftreten.

Naam: Kannst du Vorschläge dafür machen, wie wir uns gentechnisch für die Raumfahrt rüsten können ?

Church: Die Widerstandsfähigkeit gegenüber radioaktiver Strahlung ist nicht bei allen Organismen gleich und da weiß man schon heute einiges. Man könnte also biologische Systeme mit außerordentlicher Strahlungsresistenz in die menschlichen Zellen einbringen. Ferner treten beim Menschen beim längeren Aufenthalt unter Mikrogravitation Krankheitserscheinungen auf wie Osteoporose und eine andere Verteilung des Bluts im Körper, denn das steigt in den Kopf. Manche dieser Krankheitserscheinungen wie Osteoporose sind schon uns auf der Erde bekannt, aber andere werden nur bei Mikrogravitation auftreten. Ich denke, daß wir schon mit unseren heutigen Kenntnissen in Physiologie und durch weitere Forschungen solche Krankheitserscheinungen durch HGE in den Griff kriegen können. Ferner können unsere Mikrobiome verbessert werden. Auch müßte für den Langzeitaufenthalt in kleinen Räumen eine entsprechende gentechnische neurobiologische Anpassung für eine hinreichende Verhaltenskontrolle durchgeführt werden.

Streithähne kann man für Raumfahrten nicht gebrauchen.

Naam: Wir müssen also für einen langfristigen Aufenthalt in kleinen Raumschiffen oder kleinen Marsstationen unsere Neurobiologie mitsamt unserem Gehirn entsprechend gentechnisch anpassen. Wie würden diese Änderungen aussehen ? Aldous Huxley und andere Vordenker für „Hacking Darwin“ haben uns gelehrt: In der Evolution der Organismen gibt es immer die Notwendigkeit und auch Möglichkeit für weitere Verbesserungen (“The lesson of evolution is that there’s constantly room for improvement”).

Church: Das denke ich auch, aber die endgültige Liste für die gentechnischen Änderungen am Genom des Menschen ist noch längst nicht fertig. Auf meiner Webseite findet man eine Liste für Gene für Förderung von Langlebigkeit und Verjüngung (longevity and aging reversal), die aus Tierversuchen gewonnen wurde, und einige von denen werden auch beim Menschen verwendbar sein. Ebenso haben wir aus Tierversuchen eine kurze Liste von Genen, die mit Kognitivität und Gefühlen wie Angst assoziiert sind. Schon einige wenige Gene können dort sehr wirksam sein, wo eigentlich Tausende von Genen in natürlichen Populationen zusammenwirken unsere Neurobiologie mitsamt unserem Gehirn dem Leben. Es ist auch zu bedenken, daß wir durch die Synthetische Biologie keineswegs mehr auf die genauen Allele oder Häufigkeit von Allelen in natürlichen Populationen angewiesen sind.

Betrachten wir das Beispiel Osteoporose: Es betrifft die Osteoplasten, das sind die Zellen, die die Knochen auf- und abbauen. Die involvierten Gene sind korreliert mit Kalzium, Metabolismus (Stoffwechsel), Vitamin D, und das ist heute verstanden. Mit dem Verfahren nach

„Versuch und Irrtum“ könnten wir es bald leisten, daß Tiere nicht mehr unter Knochenschwund leiden. Auch die Umverteilung des Blutes in den Kopf bei längerem Aufenthalt unter Mikrogravitation könnte man vermutlich irgendwann gentechnisch in den Griff kriegen.

Naam: Du erwähnstest Langlebigkeit (longevity), und wir meinen alle damit ein längeres Leben in voller Gesundheit. Wie können wir auf diesem Gebiet durch Gentechnik Fortschritte machen ?

Church: Junge Zellen haben die Fähigkeit, sich selber durch aufwendige Zellreparatur jung zu halten. João Pedro de Magalhães von der University of Liverpool und sein Team bearbeiten ein Forschungsprojekt mit dem Namen Human Aging Genomic Resources. Sie haben eine Datenbank für Gene, die beim Altern eine Rolle spielen (sie hat den Namen GenAge), und es sind darin bereits 300 Gene verzeichnet. Es wird nun erforscht, wie sich diese Gene im Alterungs- bzw. Verjüngungsprozeß von älteren Tieren und Menschen auswirken. In den industrialisierten Staaten sterben 90% der Menschen an altersbedingten Krankheiten, und diese würden 20-Jährige nicht umbringen. Man muß nun Gentherapien entwickeln, die gleichzeitig gegen alle altersbedingte Krankheiten wirken, wodurch die Zellen ihre eigene Reparaturfähigkeit und Jugendkraft zurückbekommen.

Naam: Du redest hier von Gentherapien gegen typische Alterskrankheiten wie Herz- und Kreislaufkrankheiten, Krebs, Diabetes, Alzheimer ...

Church: Richtig.

Naam: Und gibt es Gentherapien, die das Risiko zu diesen Alterskrankheiten mindern würden ?

Church: Das ist anzunehmen, und in manchen Fällen können sie eine Verjüngung (Aging Reversal) bewirken. Wir kennen die 9 Wege zum Altern, und es kann sein, daß es nur eine relativ geringe Anzahl von Genen ist, die beim Altersprozeß involviert sind. Durch die richtige Gentherapie werden die Zellen jünger und können sich wieder selber reparieren. Es ist dabei gar nicht notwendig, daß der Arzt die Zellreparatur managed, sondern durch die Gentherapie wird die Zelle in die Lage versetzt, ihre Arbeit – also die Zellselbstreparatur – selber zu tun.

Europäische Forscher haben im Magazin Cell 2013 Alterungsmechanismen für Säugetiere angegeben, und das waren nur 9 „common denominators of aging“:

- genomische Instabilität (genomic instability),
- Telomerenverkürzung (telomere attrition),
- epigenetische Änderungen (epigenetic alterations),
- Verlust von Proteostasis (loss of proteostasis),
- falsch geregelte Nahrungsempfindlichkeit (deregulated nutrient-sensing),
- mitochondriale Fehlfunktion (mitochondrial dysfunction),
- Zellularerung (cellular senescence),
- Verlust an Stammzellen (stem cell exhaustion) und
- veränderte interzelluläre Kommunikation (altered intercellular communication).“

Naam: Wir sollten hier weiter ausholen und zu deinem kürzlichen Ausspruch kommen: “Das Gehirn des Menschen hat vermutlich nicht die ideale Größe.” Kannst du etwas dazu sagen ?

Church: Es ist höchst unwahrscheinlich, daß irgendeine Eigenschaft

- des menschlichen Körpers,
- seines Ökosystems oder
- seiner Umgebung

nicht mehr verbessert werden kann. Die Evolution der Organismen über Hunderte von Millionen Jahren beweist, daß immer Notwendigkeit und Möglichkeit zur Verbesserung von Eigenschaften gegeben sind. Im evolutionären Sinn ist die Schöpfung niemals fertig, also alles ist vorläufige Schöpfung, insbesondere können sich Evolutionskriterien ändern, durch Klimawandlungen, Nahrungsmittelangebot oder auch durch eine rasch fortschreitende Technisierung unserer Lebensumwelt. Heute gibt es genug Nahrung, aber Energie wird knapp, und hier sind die Ansätze zu neuen evolutionären Entwicklungen über Biotechnologie und Synthetische Biologie, die besonders das menschliche Gehirn betreffen mögen.

Die optimale Größe des menschlichen Gehirns wird sich ergeben aus

- Entwicklungshöhe von Biotech und Synbio und
- gewünschter bis notwendiger Funktionalität.

Man kann also nicht sagen, daß es rein um die Größe des Gehirns geht, wie es ja auch nicht nur um die Größe des Computers geht. Die Ausgereiftheit der zur Verfügung stehenden Technologie und die Menge an gewünschten Leistungen, Funktionen und Eigenschaften von Gehirn oder Computer definieren seine Größe. Einst hat man nach immer größeren Computern geschrien, und heute werden sie immer kleiner bei steigender Leistungsfähigkeit, rein infolge des technologischen Fortschritts. Es ist die Funktionalität, die bei gegebener Technologie Größe von Computer oder Gehirn definiert.

Naam: Wenn du das Gehirn mit neuen Funktionen versehen oder sonstwie verbessern willst, welche Upgrades schlägst du für das Gehirn vor.

Church: Manche Leute meinen, daß wir den Schlaf abschaffen sollten, aber ich neige nicht dazu. Ich fokussiere mich mehr auf eine Verbesserung des Gedächtnisses. Wir sehen ja auch bei unseren Rechnern, daß wir mit ihnen umzogen mehr machen können, je größer ihr Arbeitsspeicher (RAM) und auch je schneller er ist.

Naam: Man kann gleichzeitig viel mehr im Kopf behalten.

Church: Ja. Unser Gehirn erweckt für uns persönlich den Eindruck, daß wir unsere Umwelt 3-dimensional sehen, aber mathematisch können wir in 4 Dimensionen operieren. Aber vielleicht wäre es interessanter, daß unsere Fähigkeit zu Fühlen und unser Bewußtsein verbessert werden. Oder: Nach einem Arbeitstag bin ich ermüdet und ich kann hoffen, daß meine Arbeitsleistung am Tag durchschnittlich gewesen ist, aber wäre es da nicht von Vorteil, zusätzliche Reserven und Fähigkeiten mobilisieren zu können ?

Aber auch hier haben wir wieder das Problem, was mit den anderen Menschen ist, die Stephen W. Hawking in seinen letzten Arbeiten im Frühjahr 2018 als „Have nots“ bezeichnet hat, also Menschen, die keinen Zugang zu HGE zum Zweck von Human Enhancement und Brain Upgrading bekommen oder ihn nicht wollen.

Rund um den Globus gibt es viele Menschen, die sich darüber Gedanken machen, wie Human Enhancement und Brain Upgrading im Einzelnen aussehen sollten, und es werden sich Leute finden, die dagegen sprechen. Es gibt eine fast endlose Liste über gewünschte Verbesserungen am Menschen, die aber von anderen Menschen abgelehnt werden.

Damit wir uns zeitig vorbereiten, benötigen wir eine SF-Kultur in enger Verbindung mit dem Willen, SF-Vorstellungen in Wissenschaft, Hochtechnologie und reale Erscheinungen umzuwandeln.

Naam: Nehmen wir uns eine deiner SF-Ideen vor, die du in die Realität übertragen willst, und zwar daß wir kleine Mengen von biologischen Maschinen in das Weltall schicken, so daß sie vor unserer Ankunft vor Ort ferne Welten umformen für unsere Bedürfnisse.

Church: Richtig. Die ins Weltall geschickten Sonden müssen echt winzig sein, sonst können wir sie nicht auf hinreichend hohe Geschwindigkeiten beschleunigen. Die bisherigen Sonden benötigen schon Jahrhunderte, um nur unser Sonnensystem zu verlassen. John Craig Venter hat 2014 das Buch geschrieben „Life at the Speed of Light“ und darin Vorschläge zur Kolonisierung ferner Welten mittels winziger Mikroben gemacht. Wir können noch nicht einmal Sonden von 1 Gramm auf hohe Geschwindigkeit bringen, aber möglicherweise Sonden im Nanogramm-Bereich. Ferner müssen wir diese Sonden auf dem Himmelskörper absetzen, weil ein Vorbeiflug (fly-by) nicht so informativ ist. Also gilt: Wir müssen die Mikrobe auf relativistische Geschwindigkeit bringen und am Zielplaneten wieder abbremsen.

Zur Mikrobe: 1 Nanogramm ist die Gewichtsklasse einer eukaryotischen Zelle. Wir wissen, daß eine eukaryotische Zelle eine Unmenge an Informationen beinhalten kann und sie kann einen riesigen Organismus im 100 kg-Bereich durch laufende Zellverdoppelung erzeugen. Also kann diese eukaryotische Zelle vor Ort viele Intelligente Wesen hervorbringen, die eine Technische Zivilisation aufbauen, die leistungsfähig genug ist, um per Laserstrahlen an die Erde Informationen zurückzuschicken, und wir auf der Erde antworten darauf mit unseren Laserstrahlen und somit haben wir eine bidirektionale Kommunikation per Lichtstrahlen.

Eine weitere SF-Idee ist, daß wir einen 3D Drucker so leistungsfähig machen, daß wir damit Menschen „drucken“ können. Solche Kopien von uns könnten wir ins nahe Weltall schicken.

Naam: Ich liebe es, daß man SF-Ideen in Wissenschaft und Hochtechnologie überführt. Wir schicken also eine einzelne Zelle zu einer anderen Welt, mit relativistischer Geschwindigkeit, und am Zielort teilt sich die Zelle fleißig und wird zum Intelligenen Organismus, der eine

Sendestation auf Basis von Laserstrahlen baut und die Leute auf der Erde informiert. Das würde zu den ersten Schritten gehören, um einen anderen Planeten zu kolonisieren.

Church: Ja, ich denke, daß wir eine Zelle auf relativistische Geschwindigkeit bringen können. Das wäre die kleinstmögliche sinnvolle „Sonde“ und könnte noch während unserer Lebenszeit gebaut werden.

Genial-schöpferische angelsächsische Forscher ab 1945

Die Synthetische Biologie gibt es in Ansätzen zwar schon seit Jahrzehnten, aber als richtigen Wissenschaftszweig gibt es sie erst seit Ende des Projekts HUGO (1990-2004), das die vollständige DNA-Sequenzierung eines menschlichen Genoms mit seinen um 3 Milliarden Basenpaaren (Nukleotiden) zum Ziel hatte. Als dieses Projekt mit einem finanziellen Aufwand von 3 Milliarden US\$ erfolgreich beendet worden war, wurde klar, daß die Entschlüsselung des Genoms nicht viel an Erkenntnis darüber brachte, wie nun letztlich Genom, Chromosomen und DNA-Stränge die Entwicklung von Blastula, Fötus, Embryo, Kind ... und das ganze Verhalten des Metabolismus steuern.

John Craig Venter (geb. 1946) begann schon bald darauf, Genome von Bakterien und Hefen synthetisch herzustellen, und das war der eigentliche Beginn der Synthetischen Biologie.

George Church und Jef Boeke haben am 2.6.2016 in einer kurzen Publikation das Projekt HGP-write (Human Genome Project-write) ausgelobt und umrissen. Das Fernziel war nun, ein komplettes menschliches Genom synthetisch herzustellen. Das Project HUGO wurde in HGP-read unbenannt.

Francis Crick und James Watson haben 1953 die Struktur der DNA und damit den Mechanismus der Vererbung erkannt. Sie haben viele wissenschaftliche Artikel und Bücher und auch populärwissenschaftliche Bücher geschrieben. Zu empfehlen sind:

James Watson „Die Doppelhelix“,

Francis Crick „Ein irres Unternehmen“ Piper Verlag 1990 (1988) und auch die Bücher von Albert L. Lehninger und Manfred Eigen.

Francis Crick und James (Jim) Watson hatten überhaupt keinen Auftrag, das Rätsel der Erbinformationsträger zu entschlüsseln. Sie arbeiteten ganz aus eigenem Interesse heraus. Sie gründeten den DNA-Club mit dem Erkennungszeichen einer verzierten kleinen Nadel oder Brosche. Zu diesem Club gehörte auch Georgi Gamow, der geniale russische Astrophysiker und Kosmologe. Gamow und Alpher publizierten 1948 ihr Modell vom explodierenden Uratom (Georges Lemaitre 1931), und diese Publikation bewirkte, daß kurz darauf Fred Hoyle mit Bondi und Gold das Steady State-Modell noch 1948 publizierte.

Auffällig ist:

Es wiederholt sich seit etwa 2012 im Umfeld von HGP-write, Human Enhancement, Human Brain Upgrading und Germline Editing das, was ab 1970 bei Astrophysik und Kosmologie geschehen war, und zwar ein Nichtwollen von Politikern, Journalisten, Wissenschaftlern, Institutsleitern und Professoren in Deutschland, daß auch in Deutschland wieder echte Spitzenforschung geleistet wird wie von 1827 bis 1945 und in USA und UK nach 1945.

Man gibt sich erstaunlicherweise in Deutschland auf ganz breiter Front damit zufrieden, eben nicht genial-schöpferisch wie die großen angelsächsischen, russischen und jetzt auch chinesischen Forscher zu sein.

Heute sind die Namen John Craig Venter, George Church, Luhan Yang, Jennifer Doudna, Feng Zhang, Guoping Feng ... in Synthetischer Biologie das, was Jahrzehnte zuvor die Namen Fred Hoyle, Roger Penrose, Steven Weinberg, John A. Wheeler, Kip S. Thorne, Stephen W. Hawking, Yakow B. Zel'dovich und Andrei Linde (beide Russen), Martin Rees ... in Elementarteilchentheorie, Astrophysik und Kosmologie gewesen sind.

Emmanuelle Charpentier, die zusammen mit Jennifer Doudna die CRISPR-Technologie entwickelt und 2012 publiziert hat, ist eine scharfe Gegnerin von Human Enhancement und Human Genome Editing und erscheint deshalb nicht in der o.g. Aufzählung.

Virginijus Šikšnys von der Vilnius University in Lithuania hat gleichzeitig und unabhängig von Doudna und Charpentier die CRISPR-Technologie bis Mitte 2012 entdeckt.

Im Juli 2018 hat der deutsche Mathematikprofessor Peter Scholze (Jahrgang 1988) die Fields-Medaille erhalten – eine sehr große Ausnahme seit 1945 in der deutschen Forschung. Wenn man aber bedenkt, wie viele geniale Forscher in Deutschland gerade von 1900 bis

1933 gewirkt haben, muß man fragen: Wo waren ab 1970 Leute vom Schlage Fred Hoyle, Roger Penrose, Dennis Sciama, Stephen W. Hawking, Martin Rees ... in Deutschland ? Das Literaturstudium angelsächsischer Biotech-Magazine hat gezeigt, daß folgende Forscher in Deutschland dort aufgeführt werden:

Hendrik Dietz, Ph.D., Professor of Biophysics an der Technischen Universität München.

Svante Pääbo, PhD, evolutionärer Gentechniker am Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig

Dr. Edward Lemke am European Molecular Biology Laboratory (EMBL, u.a. in Heidelberg und Grenoble). Er und sein Team haben vollständig synthetische Organellen innerhalb lebender Zellen erschaffen.

Warum ist seit 1970 in Deutschland der kreative Forscher oder das Genie die große Ausnahme ?

In England und USA ist das Genie eine normale Entwicklung. Warum gab es in Deutschland nach 1970 keine Physiker im geistigen Range der russischen Spitzenforscher Yakow B. Zel'dovich und Andrei Linde ? Das wird auf den nachfolgenden Seiten beantwortet.

Warum bringt Deutschland seit 1970 nicht solche Spitzenforscher wie George Church, Luhan Yang, Craig Venter und Feng Zhang hervor ? Warum nehmen das Politiker, Professoren, Institutsleiter, Journalisten ... so einfach hin, anstatt heftigst gegen die Forschungspolitik in Deutschland seit 1970 zu protestieren ?

Nach Immanuel Kant haben Leute wie Hegel (1770-1831), Fichte (1762-1814) und Schelling (1775-1854) in Deutschland ein Diktat der idealistischen Denkweise zementiert. Für Jahrhunderte galt in Deutschland, daß der Idealismus als bestimmende Philosophie und Denkrichtung verpflichtend sei. Alexander von Humboldt wohnte in Berlin neben dem Philosophen Fichte, aber zwischen ihnen gab es keine Diskussionen.

Ab 1827 konnte das zwar durch Leute wie Alexander von Humboldt überwunden werden, aber nach dem für das Deutsche Reich verlorenen 2. Weltkrieg gab es durch die Alliierten nach 1945 eine Restauration in die Richtung, im Zuge der Reeducation Naturwissenschaften in Deutschland zu verpönen. Leider mußten wegen der Nazi-Herrschaft von 1933 bis 1945 viele gute Leute Deutschland und Österreich verlassen, vor allem Leute, die zumindest einen jüdischen Elternteil hatten wie z.B. Karl Popper und Ludwig Wittgenstein, aber auch viele Naturforscher, und die fehlten dann ab 1945 für den Aufbau neuer Schulen.

Eine altertümliche Gesetzgebung für die Zulassung von Forschungsthemen und die Wissenschaftskultur sowie das Verkaufen der jungen Genies an Headhunter an UK und USA durch Professoren und Institutsleiter in Deutschland seit 1945 bewirkten den Verfall deutscher Spitzenforschung.

Ab den 1970er Jahren haben vor allem angelsächsische und russische Forscher (wie Andrei Linde) gute Bücher geschrieben. Damit hat die politische Unreife Deutschlands seit 1900 ihre Entsprechung in der wissenschaftlichen Rückständigkeit Deutschlands seit 1945 im Vergleich mit UK, USA und jetzt auch China gefunden, aber wir Deutschen haben das Recht, daß sich auch Deutsche kreativ, innovativ bis genial entfalten können, ganz wie John Craig Venter (geb. 1946) und George Church (geb. 1954). Beide haben bedeutende Arbeiten beim Projekt HUGO (später als HGP-read bezeichnet) von 1990 bis 2004 geleistet.

George Church war bei HUGO direkt involviert, das aus öffentlichen Geldern finanziert wurde, und Craig Venter arbeitete unabhängig davon und selbständig mit privatem Risikokapital für dasselbe Ziel.

Siehe hierzu „HGP-write – Neukonstruktion des Menschen – Konstruktion von Androiden“ von 2018, von der Webseite www.aionik.de kostenlos herunterzuladen.

2005 gründete Venter u.a. die Firma Synthetic Genomics Inc. zur gentechnischen Herstellung von Mikroorganismen, die Biokraftstoffe herstellen können. Das wird auch im Buch von George Church „Regenesis“ von 2012 als ein Ziel genannt. Venter schrieb entsprechend das Buch „Leben aus dem Labor. Die neue Welt der Synthetischen Biologie“.

Venter zeigte sehr viel Interesse am Genom von Tang und Phytoplankton.

In USA, UK und auch China können sich Menschen genial-schöpferisch betätigen, z.B. bei der Gründung von Start-ups. Das wird in Deutschland behindert durch

1. restriktive Gesetzgebung zur Gängelung der Forscher,
2. viel zu hohe Steuern, die den Start-ups den finanziellen Ruin bringen,
3. viel zu hohe Kosten für die Miete von Büros oder Privatwohnungen und
4. extremer Mangel an Venture-Kapital und Privatspenden für die Forschung.

Es ist völlig klar, daß sich über die Jahrzehnte die großen Märkte auf (sich mit der Zeit wandelnde) Technologien stützen. Jede Nation sollte also bestrebt sein, immer an vorderster Front der Entwicklung neuer Technologien zu stehen – insbesondere dann, wenn eine Nation nur über wenig Bodenschätze verfügt.

Im November 2018 mußte die deutsche Bundesregierung zugeben, daß sie die KI-Entwicklung verschlafen habe. Genau dieses Verschlafen findet aber weiterhin statt, und zwar auf den Gebieten Biotechnologie, Synthetische Biologie und Gentherapien.

STAT 15.5.2019

Forscher haben ein re- oder umkodiertes ('recoded') Bakteriengenom vollsynthetisch erschaffen (made from scratch) und erweitern damit das Wörterbuch des Lebens

By Sharon Begley @sxbegle, *STAT Senior Writer, Science and Discovery*
 sharon.begley@statnews.com

Recoded Genom Im gesamten Genom wird bei mindestens einer Aminosäure die Codon-Redundanz aufgehoben, wofür nur noch ein einziges Codon für eine bestimmte Aminosäure kodiert. Dadurch bedeutungsfrei werdende Codons erhalten dann vom Forscher neue Funktionen zugeteilt.

Publiziert in Nature 15.5.2019: Jason Chin und seine Kollegen haben an England's Medical Research Council Laboratory of Molecular Biology in Cambridge ein E. coli-Bakterium mit einem "recoded" Genom erschaffen mit Namen Syn61 (e.coli für Escherichia coli), und diese Bakterien sind quicklebendig, wachsen und vermehren sich sehr gut in Petri-Schalen auf Agar und werden laufend mit frischer Nährlösung versorgt. Diese Bakterien im Labor von Jason Chin (außerhalb von London) sehen ganz normal aus, aber sie unterscheiden sich ganz grundlegend von allen natürlichen Lebensformen auf der Erde, seien diese nun Pilze, Avocados, Tulpen, Tauben, Elefanten ..., denn sie verfügen über einen unterschiedlichen genetischen (recoded) Genom mit einem anderen Code. Und dennoch, diese künstlichen E.coli-Mikroben gedeihen prächtig, und sie haben das am meisten "recoded" Genom, das jemals erschaffen worden ist.

Gentechniker George Church von Harvard, nicht an dieser Forschungsarbeit beteiligt: "Das ist ein besonders gutes Forschungsergebnis, das einen neuen Synbio-Standard schafft."

Nun, was ist an diesem Genom synthetisch ? Alles, denn das ist das größte jemals synthetisch erschaffene Genom, also durch Zusammenfügung von synthetisch erschaffenen DNA-Strängen. Man bezeichnet das als Genom-Schreiben ("writing" a genome), was viele Forscher, beteiligt am Projekt **GP-Write**, bei immer größeren Genomen versuchen. Das Projekt HGP-read (damals noch als HUGO bezeichnet) zur Totalsequenzierung des menschlichen Genoms (lesen des Genoms) wurde 1990 begonnen und 2004 erfolgreich abgeschlossen, erhielt ab 2016 den Namen HGP-read.

2010 synthetisierten der Gentechnikpionier John Craig Venter und seine Kollegen das vollständige Genom des Bakteriums Mycoplasma mycoides.

Wissenschaftler haben im Rahmen von GP-Write zwei von den 16 Chromosomen des Genoms der Bäckerhefe (baker's yeast) vollsynthetisch hergestellt.

Das Genom von Mycoplasma hat 1,08 Millionen Basenpaare, und die Hefe-Chromosomen weniger als 1 Million.

E. coli besitzt 4 Millionen Basenpaare. Chin synthetisierte 37 Fragmente und fügte diese chemisch zusammen. Er nannte diesen Prozeß Genesis.

Es folgen zusätzliche Erklärungen für Biotech, Pharma und Lebenswissenschaften (life sciences) von STAT Plus.

Was ist recoding (umschreiben, neu schreiben des Genoms) ?

Im Prinzip meint man damit, daß man das genetische Wörterbuch ändert.

Jeder natürliche Organismus auf der Erde verwendet dieselben 64 Codons (Kombinationen aus 3 Buchstaben aus dem DNA-Alphabet A, T, C und G), um genau die Aminosäure zu spezifizieren, die vom Ribosom als nächste bei der Synthese der Polypeptidkette benötigt wird.

Beispiel für ein Codon sei TCA, was die Aminosäure Serine spezifiziert. Wird im Ribosom am mRNA-Strang TCA abgelesen, wird der tRNA mitgeteilt, daß sie Serine heranschaffen soll, wofür die tRNA einen ganz bestimmten Arm hat. Die tRNA liefert beim Ribosom Serine ab und diese Aminosäure wird an die Polypeptidkette angefügt.

AAG spezifiziert Lysin.

TAA bedeutet, daß an die Polypeptidkette keine weiteren Aminosäuren anzufügen sind, worauf sie sich zum Protein zusammenfaltet.

Die Beziehung zwischen Codons und den dadurch spezifizierten Aminosäuren ist nun nicht eineindeutig:

AGT bedeutet Serine wie auch AGC, TCT, TCC und TCG.

Wäre die Natur auf Effizienz aus, hätten wir 20 Codons für 20 Aminosäuren und ein Codon für Stopp. Beim Recoding schafft man genau diese eineindeutige Beziehung zwischen Codon und Aminosäure und ordnet den redundanten Codons neue Funktionen zu.

Wie leisteten Chin und sein Team das Recoding ?

Sie hoben die Redundanz bei den Codons auf. Auch das Stopp-Codon war nun eineindeutig TAA. Es erforderte 18214 Ersetzungen.

Jason Chin: "Man hat viele Möglichkeiten, einen Genom zu recodieren, aber bei vielen gibt es auch Probleme, die zum Tod der Zelle führen können."

Das liegt daran, daß der Code doch nicht so ganz redundant ist und synonyme Codons doch leichte Veränderungen beim Zusammenbau der Polypeptidkette im Ribosom bewirken, so daß sich bei der Faltung ein unterschiedliches Protein mit anderen Eigenschaften ergibt, das die Zelle tötet. Chin und sein Team versuchten nun, ein Recoding-Schema zu finden, bei dem E. coli lebendig blieb, obwohl man 59 Codons verwendete anstatt der natürlichen 61 Codons. 2 Codons nutzte man für Stopp, in der Natur gibt es 3 Stopp-Codons.

Tom Ellis, Experte für Synthetische Biologie am Imperial College London, machte die Peer Review für dieses Paper für Nature und meinte: "Sie stellten einen RNA-Strang her, der eben nicht alle drei Stopp-Codons verwendet, wie das doch in der Natur üblich ist. Leben ist also auch möglich, ohne daß man alle natürlichen Codons verwendet.

Der Kunstname Syn61 kommt daher, weil das E.coli 61 Codons verwendet.

Die Genom-Schreiber haben ihr erstes Ziel definiert: Recoding menschlicher Zellen, damit diese resistent gegen Viren werden.

Nun, wie wirklich neuartig ist das alles ?

Etliche Synbio-Forschungsergebnisse, die zuvor von Gentechnik-Professor George Church von Harvard gemacht worden sind, waren schon 2013 sehr beeindruckend, als sein Team in seinem Labor in der Harvard Medical School in einem E.coli alle 321 UAG-Stopp-Codons durch UAA ersetzte mit dem Ergebnis, daß er einen Organismus erschuf, der mit nur 63 Codons überlebte. Damals war aber das E.coli nicht synthetisch hergestellt worden.

3 Jahre später schaffte es sein Team in Church's Labor, 7 redundante Codons durch ihre Synonyme zu ersetzen. Weil das aber nur in einem Teil des Genoms von E.coli geschah, wurde das leider nicht Syn57.

Syn61 führt das Recoding so weit durch wie nie zuvor. Chin konnte dabei auf seine Kartographien von 2016 zurückgreifen, als er sich Pläne über Recoding-Verfahren erstellte.

Im gesamten Genom wurden 3 Codons komplett entfernt, und dabei erfolgten viele Hundert Male mehr Änderungen als jemals bei einem früheren Genome Recoding.

Warum ist das denn eine so große Sache ?

Tom Ellis: "Recoding stellt eine Herausforderung an unsere Vorstellung von Leben dar. Durch Recoding eines Genoms verändert man die natürliche Verpackung für die Definition der Lebensform, die durch ihren Genom gegeben ist, und dann sieht man, daß diese Lebensform auch durch einen anderen Genom definiert werden kann."

Welchen praktischen Nutzen kann man daraus ziehen ?

Wenn man nun jedes TCG in AGC umwandelt, kann man dem TCG eine neue Funktion geben, und zwar könnte es für die Codierung einer der Hunderte von Aminosäuren dienen, die nicht unter die 20 Aminosäuren fallen, die die Natur in Organismen verwendet.

Das ist das Wesen der Recodierung, und eine Zelle mit einem recoded Genom kann in der Lage sein, neuartige Enzyme und andere Proteine herzustellen.

Man nennt das Hacking life: Wissenschaftler rekodieren DNA als Schritt in die Richtung Labor-gemachter Organismen.

Tom Ellis: "Die Natur hat uns alle diese Enzyme mit ihren phantastischen Funktionen gegeben." Damit meint er z.B. fertigungsprozesse wie die Herstellung von Käse oder Fruchtsaft, Biotreibstoff und Industriechemikalien, und auch die Erkennung von Biomarkern in medizinischen Tests.

Ellis: "Das wird allein von diesen 20 natürlichen Aminosäuren geleistet. Stellen Sie sich vor, was Sie mit 22 oder mehr Aminosäuren erreichen können. Dort ist ein gewaltiges Potential zur Herstellung sehr vieler Arten von Chemikalien für Medizin, Nahrungsmittelherstellung, Industrie ..."

Church vermutet, daß zusätzlich recoded Genome für Vireninfektion immun sein könnten, wie z.B. Syn61 das sein könnte. Das könnte die Möglichkeit eröffnen, mit Hilfe rekodierter Bakterien allerlei pharmazeutische Substanzen für Lebensmittel zu entwickeln, damit diese gegen Vireninfektion immun sind, und das würde der Industrie den jährlichen Schaden durch verderbende Lebensmittel in Höhe von vielen Millionen US\$ ersparen.

Hat diese Studie dieses geleistet ?

Nein, aber irgend jemand wird das tun.

Abhishek Chatterjee, Dr. der Chemie, ein Kollege von Ellis aus Boston, machte ebenfalls die Peer Review für Chin's Paper für Nature: "Das wirklich Wesentliche dabei ist der mögliche Fortschritt zu prinzipiell neuen Erkenntnissen."

Chatterjee hat kürzlich recoded E. coli geschaffen, die nicht-natürliche Aminosäuren in Polypeptidketten einbauen, was völlig neue Proteine ergibt (allerdings nicht Recoding wie bei Syn61): "Genau das eröffnet völlig neue Möglichkeiten für die Herstellung von biochemischen Materialien durch recoded Bakterien." Das läßt auch Ziele und Träume der Forscher der GP-write-Community als machbarer erscheinen.

Church: "Hier werden möglicherweise Konvergenzen zu einer Standardstrategie für das Schreiben von Genomen erkennbar, was auch das Erreichen von Resistenz gegenüber Virenbefall einschließt. Chin's Werk wird den Rest der GP-Write-Community sehr inspirieren, die vielerlei Organismen herstellen wollen, wie industriell nutzbare Mikroben, Pflanzen, Tiere und menschliche Zellen, die alle durch rekodierte Genome gegen Virenbefall immun sind."

Wettlauf zur vollsynthetischen Herstellung von Leben (Life From Scratch) Synbio-Forscher wollen die Welt mit menschengemachten (synthetischen) Organismen verändern. Wie kommen sie dahin und was hat das für Folgen ?

Emily Sohn, 13.12.2018

KL Künstliche Lebensformen, künstliches Leben (Artificial Life = AL)

Im Jahr 2016 verkündeten Forscher des J. Craig Venter Institute, daß sie eine völlig neue Lebensform vollsynthetisch hergestellt haben: Das Bakterium Syn 3.0 mit 473 Genen, dessen Genom kleiner ist jeder andere einer auf der Erde bekannten Lebensform (Zelle). Diese Leistung wurde als wegweisend bezeichnet und gewaltig gefeiert. Es wurde gesagt, daß nun ein neues Zeitalter (era) angebrochen sei, in dem Wissenschaftler den genetischen Code dazu verwenden, synthetische Lebewesen herzustellen (create designer life forms). John Craig Venter verkündete, daß synthetisches Leben ab sofort eine Realität sei und meinte zufrieden: "Ich war an seiner Herstellung beteiligt."

Nicht jeder Forscher stimmte dem damals oder auch heute zu. Bei der Herstellung von Syn 3.0 synthetisierte das John Craig Venter Institute-Team (JCVI-Team) jeweils nur Kopien von Genomen von natürlichen Bakterien, und diese tatsächlich synthetisch hergestellten Genome setzten sie in lebende natürliche Zellen ein, deren Genome entfernt worden waren. Dann nahmen sie nacheinander Gene weg, eines nach dem anderen, bis die Zelle nicht mehr funktionierte.

Drew Endy, Synbio-Forscher (synthetic biologist) an der Stanford University: "Die Leistung des JCVI-Teams ist der Höhepunkt heroischer Arbeit."

Jedoch zählt Syn 3.0 doch nicht wirklich als künstliches Leben (KL).

Der gewählte Weg war, systematisch herauszufinden, welche Gene wirklich essentiell für Leben sind. Das Ergebnis war ein kleinster, aber lebensfähiger Organismus, und der ließ viele wichtige Fragen unbeantwortet.

Vor allem gilt folgendes: Keiner weiß wirklich, was 149 von den 473 essentiellen Genen genau tun.

Was Endy und andere vorgeschlagen hatten und dann Venter's Team 2016 auch leistete, erscheint wie das Kopieren einer Novelle per Hand. Damit kann man sicher wertvolle Einblicke in den Aufbau einer Erzählung erhalten, aber das verhält sich nicht so, daß man weiß, wie man selber ein vollständig neues Buch schreibt.

Gemäß den Synbio-Puristen, die künstliches Leben (KL) nur dann als wirklich künstlich, menschengemacht und vollsynthetisch anerkennen, liegt KL nur dann vor, wenn man eine voll funktionierende Zelle vollsynthetisch herstellt, wobei auch alle verwendeten Biomoleküle chemisch synthetisiert worden sind, und diese Zelle als Vertreter von KL muß leisten:

- Sich selber reproduzieren,
- ihren eigenen Metabolismus (Stoffwechsel) schützend erhalten und
- sich der Umgebung anpassen.

Ferner sollte verlangt werden, daß die Forscher Kenntnis von den Funktionen aller Gene in der Zelle haben, daß sie also wissen, was die Gene der Zelle tun und bewirken.

Kate Adamala, Biochemikerin an der University of Minnesota, Twin Cities: "Das Kopieren von allen diesen Nukleotiden und Genen ist im Grunde blinde Imitation. Sie kennen das Buch 'I wrote *A Hundred Years of Solitude*', nun, ich könnte das abschreiben, aber das bedeutet nicht, daß ich es auch verstanden habe." Mit anderen Worten: Wenn also unser Ziel ist, eine neue Lebensform vollsynthetisch zu erschaffen (make life forms from scratch), muß man mehr leisten als nur etwas bereits Existierendes nachzubauen.

Die Synthetische Biologie ist dennoch ein Forschungsgebiet mit exponentiell wachsender Bedeutung. Wenn man die Genome von Mikroben entsprechend verändert, können Bioingenieure u.a. leisten:

- Virusresistente Feldfrüchte erschaffen,
- kleine bioverträgliche Computerchips bauen, die in unser Gehirn implantiert werden können, und
- Zellen konstruieren, die dem Marsboden Nahrung zuführen und den roten Planeten bewohnbar machen.

Diese Möglichkeiten sind so gewaltig, daß jeder Schritt in ihre Richtung Hoffnungen und Bedenken weckt vor einer nach Plan menschengemachten Welt voller gentechnisch erzeugter Organismen (engineered organisms),

- die Krankheiten heilen,
- die Umgebung schützend bewahren oder
- evolutionäre Prozesse in Gang setzen mit unkontrollierbaren Folgen.

John Craig Venter: "Inzwischen ist das Lesen des genetischen Codes sehr einfach geworden. Sehr viel schwerer ist es, ihn zu schreiben."

Die Synthetische Biologie mit dem Ziel der Erschaffung von KL wird verwischt durch die unterschiedlichsten Motivationen der Forscher. Bei der Entwicklung von Synbio und KL stehen tatsächlich selbst im Erfolgsfall große Bedenken darüber an, was man tut und vor allem wie weit man gehen darf. Wenn man also KL erschafft und die Natur mit neuen Organismen bereichert, wird es niemals einen Konsens dafür geben, wohin der Weg letztlich führen wird.

Die Forscher haben die unterschiedlichsten Erfolgsvorstellungen und Abschätzungen dafür, wie lange es zur vollsynthetischen Konstruktion von KL noch dauern wird. Sie reichen von fünf Jahren oder 1000 Jahren bis zu niemals.

Drew Endy, Synbio-Forscher (synthetic biologist) an der Stanford University: "In der Wissenschaftlergemeinschaft gibt es keine einheitliche Meinung über das, was möglich ist."

Der Wunsch zur vollsynthetischen Konstruktion von KL hängt auch von der grundlegenden Frage nach der wahren Natur und Bedeutung des Lebens allgemein ab.

Einige Definitionen für KL

Für einige Forscher liegt KL dann vor, wenn es im großen Ausmaß DNA in neue Kombinationen umbauen kann, mit gleichzeitigem Hinzufügen oder Wegnehmen von Hunderten von Genen anstatt mit der Editierung einzelner Gene, was heute erst mit Genetic Engineering möglich ist. Die Fähigkeit zur gleichzeitigen Manipulation vieler Gene mit der Konstruktion neuer Lebensformen und Lebensfunktionen verschiebt die Möglichkeiten zu dem, was Leben sein kann. Diese Idee zu KL mit neuen und funktionierenden Organismen mit Genkombinationen, die niemals zuvor existiert haben, wird oftmals gestützt von ganz praktischen KL-Zielen: Man will Organismen wie Zellen erschaffen, die toxischen Abfall abbauen, neue Medikamente herstellen oder die Resistenz von Bakterien gegen Antibiotika unmöglich machen. Für andere Forscher gelten allgemeinere Vorstellungen, bei denen KL sich nicht besonders gegen die natürlichen Lebensformen abhebt:

- Man verwendet die Werkzeuge zur Herstellung von KL, um mehr über den Ursprung des Lebens allgemein zu erfahren oder
- um zu ermitteln, was man bei der Suche von Lebensformen auf anderen Planeten erwarten kann.

Bei dieser Vorstellung über KL müssen die Wissenschaftler genau wissen und verstehen, wie die Baueinheiten hergestellt und zusammengesetzt werden, wie sie wirken und miteinander wechselwirken.

Nicht nur die Ziele, sondern auch die Methoden bei der KL-Herstellung sind verschieden.

Top-down-Methode: Diese wählte das Venter-Team, indem sie aus funktionierenden Zellen Teile herausnahmen, um Kenntnis über das zu erhalten, wie die Baueinheiten für sich funktionieren und wie sie in der Zelle funktionieren und zusammenwirken.

Bottom-up-Methode: Zusammenfügen von Biomolekülen in Petri-Schalen (test tubes), bis eine lebende Zelle vorliegt.

Das ambitionierte Yeast 2.0-Projekt hatte z.B. das Ziel, alle 16 Chromosomen (mit 12 Millionen Basenpaaren) der Hefezelle (yeast = Hefe) vollsynthetisch herzustellen, was aber nur für 6 von 16 Chromosomen gelang.

Die technische Herausforderung der vollsynthetischen Herstellung eines Hefezellen-Genoms würde neue Einblicke in die Evolution eröffnen, was sicher praktisch verwendet werden könnte, z.B. in der Landwirtschaft (agriculture) und Äthanol-Produktion. Aber derartige Projekte erfordern ganz besonders qualifizierte Forscher, die Sinn für einige der grundlegendsten Fragen in Biologie und Genetik haben.

Z.B. hat das JCVI-Experiment gezeigt, daß mehr als hundert von den Genen, die eindeutig für Leben notwendig sind, noch ein Rätsel sind, denn ihre Funktion und ihr Zweck sind noch unbekannt. So ist auch die Art und Weise, wie die Gene (nacheinander, zusammen, verschränkt ...) zur Wirkung kommen, ein Rätsel. Ein einfacher metabolischer Vorgang mag 5 Schritte benötigen, um ein lebensnotwendiges Protein herzustellen, und die Wissenschaftler mögen in allen Einzelheiten erkennen, welche Gene und Enzyme bei jedem Schritt beteiligt sind, aber dennoch wissen sie nicht, was in dem Produktionsverfahren die einzelnen Schritte ansteuert (triggers), reguliert, kontrolliert oder verbietet, und dann muß man eben feststellen, daß sie im Grunde nicht verstanden haben, wie man dieses Produktionsverfahren kontrolliert und die Organismen am Leben erhält.

Inzwischen haben wir zwar große Fortschritte erzielt und besitzen sehr leistungsfähige Werkzeuge für das Reparieren und Editieren von DNA-Strängen, aber dennoch können auch heute noch die Wissenschaftler nicht erklären, wie Gene miteinander wechselwirken oder was sie ein- und ausschaltet.

Als die Genomsequenzierung schneller und billiger wurde, dachten viele Forscher, daß es nur noch eine Frage der Zeit sei, bevor sie dazu in der Lage wären, neue Genome zu programmieren und KL nach Wunsch neu zu erschaffen.

Das JCVI-Team versucht, die Biologie der wesentlichen Gene zu verstehen und wie sie voneinander abhängen.

J. Craig Venter: "Ein Gen, das zuerst als nicht notwendig erschien, erwies sich als wesentlich für das Funktionieren eines anderen Gens. Wir schreiben gerade eine Publikation über diese gegenseitige Abhängigkeit. Wir haben das Problem noch nicht vollständig erfaßt, aber auch schon bis dahin war es ein langer Weg."

In einem gewissen Sinn haben wir durch unsere Forschung mehr Probleme aufgewühlt als gelöst. Anstatt daß wir herausgefunden haben, was Leben ist und wie man es machen kann, hat die neue Ära des Bioengineering nur mehr Konfusion mit sich gebracht darüber, was als lebend einzustufen ist und was der Unterschied zwischen natürlichem und künstlichem Leben ist.

Robert Dorit, Forscher auf dem Gebiet der Evolutionsbiologie am Smith College in Northampton, Massachusetts: "Wir haben nicht nur die früheren Fragen nicht beantwortet, sondern auch einen ganzen Sack voll Fragen neu hinzubekommen, wie wir uns das niemals vorher haben vorstellen können. Gegenwärtig stecken wir noch mitten im Morast und arbeiten uns mühsam bis zu seinem Rand vor."

Finanzierung einer KI-Firma für die Herstellung von Super Humans bei Bewahrung der Menschlichkeit ('Safeguard Humanity')

OpenAI, eine Nicht-Profit-KI-Forschungsfirma, gegründet zur Herstellung von Superhumans
Elon Musk, Chef der Firma Tesla Motors zur Herstellung von eAutos gab am Freitag bekannt, daß nun die Finanzierung der non-Profit-KI-Firma OpenAI durch ihn und andere Geldgeber aus der technologischen Welt gesichert ist.

Ein Blog-Post auf der Webseite von OpenAI: "Wir möchten digitale Intelligenz so hoch entwickeln, daß sie der Menschheit im Ganzen dienen kann, ungehindert durch die Notwendigkeit eines finanziellen Rückflusses."

OpenAI wird geleitet von Elon Musk und Sam Altman, spezialisiert auf Venture-Kapitalgebung im technologischen Sektor.

Musk zu Backchannel: „Ich hatte zur damaligen Zeit bei der Gründung von OpenAI schon meine Zweifel. Die Firma soll mit KI-Methoden die Menschen zu Superhumans weiter entwickeln. Ich möchte das so erklären: Durch unsere technischen Geräte wie Autos, Handys und Computer werden wir mit übermenschlichen Fähigkeiten gesegnet, und durch Telefon, Email und Social Medien können wir wie Superhumans kommunizieren. Diese Entwicklung ist nach Kräften weiter zu verfolgen.“

Die Geldgeber für OpenAI sind neben Elon Musk und anderen auch

- PayPal Holding Inc Mitbegründer Peter Thiel und
- LinkedIn Corp Mitbegründer Reid Hoffman.

Elon Musk: Unsere non-Profit-Firma OpenAI soll jedermann Nutzen bringen, anstatt die Taschen von Aktienbesitzern (shareholders) zu füllen. Die Forscher werden ermuntert, ihre Arbeiten zu publizieren, gleichgültig ob als Reports, Blog-Posts oder Code, und wir teilen uns eventuell hier erarbeitete Patente mit der Welt. Wir arbeiten ohne alle Schranken mit vielen anderen Institutionen und erwarten, daß wir mit vielen Firmen zur Erforschung und Verfügungstellung neuer Technologien.“

Zwar hat die Firma OpenAI bereits ein Finanzpolster von 1 Milliarde US\$, aber in den nächsten Jahren wird davon nur ein kleiner Teil ausgegeben.

Originaler Artikel:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3356850/Elon-Musk-Peter-Thiel-billion-dollar-AI-research-firm-safeguard-world-make-superhuman.html#ixzz3u8Ej8WCO>

NEO.LIFE Dec. 2018

Ist die Welt reif genug für synthetische Menschen ?

Emily Sohn, 20.12.2018

KL Künstliches Leben (Artificial Life = AL)

Das Team um John Craig Venter war das Erste, das nach dem erfolgreichen Abschluß von HGP-write (damals HUGO genannt, es währte von 1990 bis 2004) an der Neu- oder Reprogrammierung von Genomen arbeitete. Heute wird weltweit in Labors daran gearbeitet.

2014 synthetisierte Romesberg mit seinem Team zwei neue Nukleotide (“Buchstaben”), die mittels der Basen A, T, G und C in DNA-Stränge eingebaut werden konnten. Neue Nukleotide eröffnen die Möglichkeit, daß DNA-Stränge für ganz neue Proteine kodieren können, mit neuartigen Formen (Konfigurationen), die es ihnen ermöglichen, neue Funktionen zu erfüllen. Romesberg und sein Team erschufen neue Aminosäuren und neue Proteine mit möglicher medizinischer Verwendbarkeit.

Romesberg: “Z.B. haben wir die Hoffnung, daß eine synthetisch hergestellte Variation des Proteins Interleukin-2 als Medikament gegen Krebs mit weniger Nebeneffekten verwendet werden kann.” Sein Start-up mit Namen Synthorx trug kürzlich ein entsprechendes IPO ein in dem Bemühen, 100 Millionen US\$ zur Herstellung dieses Medikaments zu sammeln.

2017 wurden auch solche, in der Natur nicht vorkommende, Buchstaben an wichtige Plätze in natürlichen Genomen positioniert. Diese bezeichnet man als semi-synthetische Genome. Sie können um 200 unnatürliche Nukleotide enthalten und sind leichter herzustellen als vollsynthetische Genome - so Romesberg. Andere praktische Anwendungen können sein: Waschmittel-Enzyme, die großer Hitze widerstehen, oder synthetische Ersatzstoffe für fossilen Treibstoff.

George Church, Professor für Gentechnik an Harvard University und MIT: “In 10 Jahren oder etwas mehr werden wir Spiegel-Lebensformen (“mirror life”) haben, und das sind Organismen, deren Proteine in entgegengesetzten Konfigurationen gefaltet sind (sie haben eine andere Händigkeit oder Chiralität als ihre natürlichen Entsprechungen) und demnach resistent gegen Viren, deren Vorgänger und Enzyme sind.”

Andere Forscherteams beschäftigen sich intensiv damit, Lebensformen vollsynthetisch herzustellen, was manche Leute als aussichtslos einstufen mögen. Es gibt das Open-Source-Projekt Build-A-Cell mit dem Ziel, daß sich möglichst viele Wissenschaftler darum bemühen, eine vollständig neue Zelle zu synthetisieren, die sich selber reproduzieren kann und die es Wissenschaftlern ermöglicht, endlich zu erreichen, daß sie genau erklären können, was jedes Gen tut. Diese Zelle wird zwar zuerst wahrscheinlich eine prokaryotische Lebensform wie ein Bakterium sein, aber da gibt es vermutlich keine Grenzen für die Wissenschaftler, das auch für höhere Lebensformen zu versuchen.

Kate Adamala, Biochemikerin an der University of Minnesota, Twin Cities, und eines der Mitglieder der sechs führenden Gruppen zur Herstellung von KL: “Wir müssen uns damit abfinden, daß das ausgelobte Ziel von Build-A-Cell ist, daß wir kein Ziel haben, aber jeder, der eine künstliche Zelle bauen will, ist willkommen.”

Drew Endy, Synbio-Forscher (synthetic biologist) an der Stanford University: “Build-A-Cell beschäftigt weltweit Dutzende von Forschergruppen und ist keine Forschergemeinschaft im Geist von Wettkampf und Wettbewerb, sondern sie ist eine “community of love”.

Es werden zur Herstellung dieser ersten vollsynthetischen Zelle die Strategien bottom-up und top-down verfolgt. Die letztere verwendet das Venter-Team. Dieses entscheidende Projekt verwendet Slack-Groups und Google-Dokumente und es wird eine Politik der Offenheit befolgt. Parallele Anstrengungen in Europa schließen die Projekte Fabricell, BaSyC und Building a Synthetic Cell ein.

Bisher haben die Forscher Fortschritte in Richtung zur Herstellung von Lebensformen aus nichtlebender Materie mit der Synthetisierung von Zellkomponenten wie Ribosomen und Membranen erzielt.

Adamala: "Was wir noch nicht können, ist alle diese Komponenten oder Untersysteme in einer Zelle zusammenzufassen."

George Church, Gentechniker an Harvard University und Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat zusammen mit seinem Kollegen Jef Boeke vom New York University (NYU) Langone Health Center am 2.6.2016 das Human Genome Project-Write (GP-write) vorgeschlagen. Dieses Projekt verfolgt das Ziel, durch intensive Zusammenarbeit sehr vieler Forscher und internationaler Forschungsinstitute die Vollsynthese großer Genome zu leisten, einschließlich der Genome von Pflanzen und als Fernziel auch des Genoms des Menschen. Im Rahmen von HGP-write (oder in der abgespeckten Version GP-write) führen die Forscher neue, synthetische Genome in bestehende Zellen und Organismen ein und wollen dadurch die Medizin und Landwirtschaft revolutionieren.

Auch wollen sie Zelllinien herstellen, die resistent (immune) gegen Krebs und Viren sind, oder Feldfrüchte, die resistent gegen Krankheiten (pests) sind.

Auf einem Meeting im Mai 2018 diskutierten die am Projekt GP-Write Beteiligten angehende Projekte wie den Versuch, solche resistente Zellen durch Umkodierung von ganz bestimmten DNA-Abschnitten zu erhalten, die von Viren dazu verwendet werden, um in Zellen einzudringen und sich dort zu vermehren.

George Church und sein Kollege Jef Boeke versuchen durch Ersetzen von etwa 1% des Genoms in einer menschlichen Zelllinie eine Plattform zur Herstellung von Impfstoffen (vaccines) und Medikamenten zur Verfügung zu stellen, die resistent wäre gegen die Kontamination mit Viren und Prionen (Prionen sind myteriöse infektiöse Proteine).

George Church und Luhan Yang wollen transgene Schweine durch Geneditierung ihres Genoms herstellen, um sie immun gegen Krankheiten zu machen. In diesen transgenen Schweinen wachsen virus-resistente Organe, die für die Xenotransplantation in Menschen ultrasicher sind. Die Versuche zur Xenotransplantation der Organe aus transgenen Schweinen (engineered pigs) in andere Tiere hat zwar bereits begonnen, aber Church meint, daß Virus-resistente Schweinezellen erst in 3 bis 10 Jahren vorliegen werden.

Church und sein Team haben eine Rasse von E. coli hergestellt, das in seinem Genom 321 Editierungen (Mutationen) hat, um es resistent gegen Viren zu machen. Es ist aber noch ein großer Sprung bis zur Herstellung Virus-resistenter menschlicher Zelllinien, für die Tausende von Editierungen (changes, Änderungen) am Genom notwendig sind.

Aber George Church hat noch viel ungewöhnlichere Ideen. Er sagt voraus, daß in einem Jahrzehnt oder etwas mehr Spiegelleben ("mirror life") erschaffen worden ist. Darunter versteht man Organismen, deren Proteine eine zu der Konfiguration der "normalen" Proteine gegensätzliche Chiralität (Händigkeit) aufweisen, was sie immun macht gegen Viren, deren Vorformen und Enzyme mit normaler Chiralität, denn sie können nicht in üblicher Weise mit ihnen interagieren. Man hat auch schon gewisse Vorstellungen über deren Anwendbarkeit in der Landwirtschaft: Die durch die o.g. Effekte bewirkte Resistenz von Baumwolle, Seide, Holz Seile (ropes) macht die Verdauungsenzyme von Bakterien, Pilzen, Würmern und Insekten wirkungslos. Vielleicht haben wir eines Tages solche Spiegelzellen (mirror cells) von Pflanzen und Tieren, die vollständig resistent gegen alle bekannten Pathogene sind.

Für Church und andere Forscher sind diese Wunder des Bioengineerings der wirkliche Gewinn durch Synthetische Biologie und das Ringen um die Herstellung von KL. Sie meinen, daß dann, wenn sich die Wohltaten von KL allgemein erwiesen haben, die Menschen ihre Angst davor verlieren, daß Wissenschaftler Gott spielen, wie das oft kritisiert wird.

Church: "Es ist meistens so gewesen, daß die Bevölkerung bei den Anfangsphasen der Technologien wie bei Eisenbahnen, Kühlschränken und IVF (in-vitro fertilization) für eine doch eher kurze Zeit besorgt waren und diese Technologien nicht annahmen, vor allem weil

sie als undurchführbar erschienen. Es ist leicht, gegen eine Technologie zu sein, die noch nicht funktioniert, aber wenn die Leute schließlich sehen, daß die Technologie gut funktioniert und sich als sicher und effektiv erweist, bleiben sie kaum bei ihrer vorgefaßten Meinung.“

Adamala: “Sogar die wunderbarsten Schöpfungen des Menschen lassen Raum für Fragen. Durch ihre intensive Zusammenarbeit werden Wissenschaftler bald herausarbeiten, wie sie sich selbst reproduzierende, entwicklungsfähige (evolving) biochemische Systeme synthetisieren können, die ihren eigenen Metabolismus aufrechterhalten können. Aber diese Wissenschaftlergemeinschaft ist bei den Fragen, wodurch sich Leben als solches qualifiziert oder was lebendig ist, sehr zerstritten.

Wenn eine Zelle keinen Metabolismus hat, sich aber selber replizieren kann, ist sie dann lebendig ?

Wenn sich eine Zelle der Umgebung anpaßt, aber sich nicht replizieren kann, ist das dann eine Lebensform oder etwas anderes ?

Wir diskutieren die ganze Zeit darüber. Es klingt etwas lustig, daß wir zwar nicht wissen, was Leben ist, aber bald schon Lebensformen herstellen können.“

Craig Venter: “An erster Stelle der grundlegenden Herausforderungen stehen die praktischen Belange, wozu die hohen Kosten für die Vollsynthese von DNA-Strängen gehören mit gegenwärtig von einem US\$ pro Basenpaar. Das summiert sich für die 531560 Nukleotidpaare seines 473-Gen-Bakteriums auf mehr als eine halbe Million US\$. Die Kosten für die Vollsynthese von DNA-Strängen müssen um eine weitere Größenordnung gesenkt werden, damit wir unsere Experimente machen können. Bisher müssen wir im Einzelverfahren entwerfen, zusammenbauen, testen und herausfinden, was eventuell falsch gelaufen ist, aber notwendig wäre ein Multiplexverfahren ... Wir sollten am Anfang unsere Ziele etwas tiefer hängen und auf die Vollsynthese von KL verzichten, ähnlich wie Bäcker, die beim Brotbacken auf organische Ingredienzien zurückgreifen wie Mehl und Zucker. Die KL-Forscher könnten beim Zusammenbau von Zellen auf existierende Zellteile und biologische Moleküle wie Membrane und Nukleotide zurückgreifen. Man kann das sogar noch weiter reduzieren darauf, daß man nur von Stufe zu Stufe vorgeht, z.B. durch chemische Änderung existierender Aminosäuren. Bei allen diesen Arbeiten gibt es irgendetwas, was künstlich erschaffen wird, aber das ist dann von der Vollsynthese von KL weit entfernt.“

Robert Dorit, Forscher auf dem Gebiet der Evolutionsbiologie am Smith College in Northampton, Massachusetts: “Gegenwärtig sind wir bei dem Bestreben zur Vollsynthese von KL gerade da, wo wir erkennen, daß dies möglich sein wird. Bei der Verfolgung dieses Ziels benötigt man gesundes Selbstbewußtsein, aber auch Bescheidenheit. Es gibt so viel, was wir bei dem Problem nicht verstehen, wie es ein Organismus leistet, sich am Leben zu halten. Die Herausforderung der Vollsynthese von KL hat wesentliche Mysterien in den Fokus der Forschung gebracht:

- Wie leistet es ein DNA-Strang, Reproduktion, Evolution und Tod von lebenden Zellen zu steuern ?

- Was sind die Grenzen dafür, daß wir mit unserer Biologie noch verstehen können ?

Es ist unwahrscheinlich, daß wir schon bald Antworten auf diese Fragen bekommen, und irgendwie bin ich darüber froh, denn es wäre doch etwas enttäuschend, wenn es sich herausstellen sollte, daß die Vollsynthese von KL leicht ist.“

Wissenschaftler und besonders die KL-Forscher werden uns weiterhin darüber berichten, wie die zukünftige Entwicklung verlaufen und welche Diskussionen das aufwerfen wird.

Die Firma Ginkgo Bioworks wandelt menschliche Zellen in On-Demand-Fabriken um.

Megan Molteni, 24.10.2018

Dennis Kunkel/Science Source

Aus den Fenstern der Büros von Ginkgo Bioworks in Boston sieht man die schmutzigen Überreste aus der Vergangenheit dieser Stadt. Auf der anderen Seite der Straße sieht man Arbeiter in gelben Regenschutz-Overalls, wie sie in Trockendocks die Decks von ausrangierten Kriegsschiffen und riesigen Tankern schrubben, schaben und reparieren. Während des 2. Weltkriegs haben 50000 Menschen in diesen Docks gearbeitet, und ebenso in dem 8-geschossigen Warenhaus an der Wasserseite, das Ginkgo nun sein eigen nennt. In den mit

Glaswänden abgegrenzten Abteilungen dieser Firma für Synthetische Biologie sieht man aber heute nicht so sehr Menschen, sondern Computer und roboterähnliche Maschinen. Algorithmen entwerfen heute darin industrielle Organismen und diese werden von Roboterarmen in gleichförmiger und hypnotisierender Geschäftigkeit gebaut.

Jason Kelly, CEO bei Ginkgo: "Mit Hilfe der Synthetischen Biologie können wir Produkte herstellen, die bis auf die Atome genau gefertigt sind, und das ist weit mehr als das, was die besten handwerklichen Betriebe von Menschen bisher geschaffen haben, und es gibt bei uns viel das Prinzip des Selbstzusammenbaus (self-assembly)."

Ginkgo arbeitet für einen schnell wachsenden Markt, alle Gerüchte und Prognosen überflügelnd. Das Biotech-Einhorn Ginkgo produziert bereits heute eine Unzahl an mikrobiologischen Biofabriken, die laufend wachsen und sich vermehren und selber Substanzen produzieren wie Aromen, Dünger und bald auch psychoaktive Substanzen, und das machen sie zu einem Bruchteil der Kosten, die bei traditionellen Systemen anfallen.

Kelly denkt weit darüber hinaus und meint, daß innerhalb einiger Jahrzehnte die Synthetische Biologie alles herstellen kann, was wir uns wünschen, Mechanismen zur Selbstreparatur inbegriffen, und das gilt für große Dinge wie Gebäude, Straßen und Schiffe und auch für kleine Dinge wie Halbleiterchips.

Kelly: "Ihr Apple iPhone ist viel einfacher aufgebaut als ein Apfel."

Am wichtigsten ist vorerst die Herstellung von Medikamenten.

Bis jetzt hat man bei Ginkgo die Genetic-Reprogramming-Plattform auf unbedeutendere Gebiete beschränkt, wobei als Bioreaktoren geeignete Bakterien und Hefen in Herstellungshilfen für Nahrungsmittel, Produkte der Landwirtschaft und Materialien für die Industrie umgewandelt wurden.

Heute aber hat Ginkgo seine neueste Produktionsstätte Bioworks 4 eröffnet, in der zuerst Aufträge zur Umprogrammierung von Säugetierzellen (engineered mammalian cells) abgearbeitet werden sollen, für Mäuse, Hamster und Menschen. Für diese Zellen gibt es heute einen großen Markt, weil pharmazeutische Firmen immer mehr medizinische Biomoleküle wie Antikörper und Proteine (Enzyme) herstellen, und im Fall von Krebsimmuntherapien sind es die umprogrammierten Zellen selber, die als Medikamente dienen.

Tim Llewellyn

Ginkgo Bioworks

In den letzten 10 Jahren hat die Firma Ginkgo ihr Geschäftsmodell auf der Industrialisierung der Theorie der Synthetischen Biologie aufgebaut, daß Zellen Maschinen sind, die unter der Software von DNA laufen. Soll dieses Programm geändert werden? Man könnte, anstatt ein Bit zu ändern, ein A in ein T umwandeln.

Tom Knight, der zusammen mit dem Gentechnologen George Church und dem Biotechnologen John Craig Venter zu den berühmten Schöpfern der Synthetischen Biologie gehört, gründete die Firma Ginkgo 2008 zusammen mit Jason Kelly und drei weiteren graduierten Studenten für Biological Engineering vom MIT. Sie lebten zuerst von finanziellen Zuwendungen von DARPA und ARPA-E (damals gab es überall Rezession) und führten binnen 5 Jahren 80 schwierige Laborprojekte unter Verwendung von viel Automatisierung durch und führten sie dann alle durch Software zusammen. 2013 eröffneten sie ihre erste Produktionsstätte.

Tom Knight: "Es war wie der Unterschied zwischen einem handgefertigten Auto, daß jemand in den 1890ern liebevoll zusammengebastelt hat, und der Autofertigung am Fließband, als man das Modell A um 1927 in Massenproduktion baute. Wir waren oft am Rande der Erschöpfung, aber es war schön."

Seit dieser Zeit gründeten sie drei weitere Produktionsstätten und dehnten sich bei ihrer Grundfläche von zuerst 1600 qm auf 8800 qm (18,000 square feet to 100,000) aus. Zu dieser Zeit war es auch, als die Wissenschaftler mit Geräten ausgestattet wurden, die immer billiger DNA-Stränge sequenzieren konnten. Man sammelte immer größere Mengen an DNA an, in Mikroben in Untergrundbahnstrecken und im Boden und überall dazwischen.

Die Entwickler von Ginkgo haben diese Resource bei ihrer Umprogrammierung von Bakterien in Biofabriken benutzt. In Python-Code entwerfen sie zuerst virtuell 1000 verschiedene DNA-Sequenzen am Bildschirm, von denen sie hoffen, daß sie ein gewünschtes Gen dar-

stellen, z.B. dafür, wie eine Rose Rosenöl produziert. Danach stellen Maschinen (robots) diese 1000 verschiedenen DNA-Sequenzen als einzelne DNA-Stränge her, und andere Maschinen (robots) fügen diese in Bakterien oder Hefen ein. Danach werden alle 1000 DNA-Stränge auf Funktionsfähigkeit, Effizienz und Ausbeute getestet, und es gibt genug Fragen:

- Werden sie alle Rosenöl produzieren und wieviel jeweils ?
- Gibt es irgendwelche unerwünschte Nebenprodukte ?
- Sind sie so langlebig wie gewünscht oder werden sie früher funktionsunfähig ?

Bei diesen automatisierten Tests sibt man die besten Kandidaten aus, deren Anzahl meistens im unteren 2-stelligen Bereich liegt, und dann kommt die Großreinemache und alles wird wiederholt.

Patrick Boyle, Chefentwickler bei Ginkgo: "Tatsächlich hat die Natur seit 3,5 Milliarden Jahren unterschiedliche genetische Sequenzen entwickelt und durchgetestet."

Die von Ginkgo verwendeten funktionalen Teile wurden also lange zuvor von der Natur entwickelt und Ginkgo stellt nun neue Kombinationen und Mischungen dieser DNA-Sequenzen her, um neue nützliche Organismen zu erzeugen. In den weithin automatisierten Fabriken von Ginkgo werden solche Experimente in großer Zahl und schnell durchgeführt, so daß sie nicht auf unnütze Spekulationen angewiesen sind. Jede Versuchsreihe produziert riesige Datenmengen, die sorgfältig gesammelt und untersucht werden, und daraus entwickelt man neue Entwurfsprinzipien für das effizientere Kombinieren und Mixen von DNA-Strängen in der Zukunft.

Boyle vergleicht gerne seine Fabriken mit den Windtunneln der Gebrüder Wright, mit Hilfe derer sie die Gesetze der Aerodynamik erforschen wollten, bevor sie mit ihren Flugzeugen die Schwerkraft überwinden wollten.

Boyle: "Sie konnten ihre Arbeit nicht alleine auf theoretische Kenntnisse stützen, und genausowenig beherrschen wir gegenwärtig die Kenntnisse, um allein mit Hilfe der Synthetischen Biologie lebensfähige Organismen herzustellen."

Jason Kelly: "Die Entwicklung auf diesem Gebiet verläuft sehr schnell, und noch vor 2 Jahren konnte Ginkgo allein auf der Basis theoretischer Kenntnisse keine maßgefertigten Säugetier-Zelllinien herstellen, weil Mäuse und Menschen sehr viel mehr genetisches Material besitzen als Bakterien oder Hefen, und Antikörper sind sehr viel schwieriger herzustellen als Rosenöl."

Es ist ein Ziel der Forschung, immer größere DNA-Stränge zu synthetisieren. Dafür verwendete Ginkgo das von George Church aufgefundene Gen9, das die DNA-Synthese bedeutend verbessert. Ginkgo übernahm die Gensynthese-Anlage (DNA-Drucker) dieses Start-ups, der Fragmente von DNA bis herauf zu 10000 Basenpaaren in einem Vorgang zusammenfügen kann. Die DNA-Drucker von Mitbewerbern auf diesem Markt leisten nur die Synthese von bis herauf zu 5000 Basenpaaren.

Nachdem dieses Problem gelöst worden war, ging Ginkgo mit seiner neuen Anlage Bioworks 4 das Problem der menschlichen Krankheiten an. Nun will aber Ginkgo nicht selber in die Herstellung von Medikamenten einsteigen will, sondern eher kleine Biotech-Start-ups mit der entsprechenden Ausrüstung ausstatten, so daß diese vielversprechende Projekte verfolgen können, ohne riesige Kosten für große Labore und Spezialisten aufbringen zu müssen. Man kann das mit Technologieunternehmen vergleichen, die lieber auf das Internet mittels Cloud-Programmierung vertrauen als viele eigene teure Server zu unterhalten.

Als Jason Kelly noch PhD-Student am MIT war, konnte er an einem Tag DNA-Stränge mit 24 Basenpaaren herstellen. Heute schafft ein Ginkgo-Operator wegen der Verwendung von automatisierten Maschinen (robots) mehr als 1000.

Diese Entwicklungen sind für junge Start-ups mit begrenztem Kapital sehr hilfreich. Kelly meint, daß Ginkgo bereits mit einem kleinen Klienten einen Vertrag geschlossen hat, der ein Start-up gründen will ohne eigenes Labor. Er wird mit einem Fund von 5 Millionen US\$ unterstützt und möchte auf die Infrastruktur der Ginkgo-Fabriken zugreifen.

Eine große pharmazeutische Firma in der Nähe von Boston hat mit Ginkgo einen Vertrag geschlossen, daß Ginkgo seine Arbeiten zur Herstellung von Antikörpern fortsetzt.

Es ist zwar noch zu früh, um beurteilen zu können, ob die Plattform zum Vertrieb maßgeschneiderter Mikroben in der Medizin anschlägt, aber dennoch melden sich bereits Investoren (VCs).

Nate Tedford, Leiter der Produktion in den Anlagen von Ginkgo, sagte, daß Ginkgo im Dezember 2017 von Bill Gates 275 Millionen US\$ Risikokapital erhalten hat.

Nun laufen in der Firma bis zu 6 Projekte zur Herstellung von Mikroben parallel. Weil das autonome Cell Engineering schnell zunimmt, werden die Herstellungsverfahren immer mehr biologischer Natur sein.

Eine vom Wyss-Institut organisierte Konferenz über DNA-Nanotechnologie zeigte, wie man Molekülverbände so programmieren kann, daß sie als Roboter sehr unterschiedlicher Größe (Nano- bis zum Mikrobereich) arbeiten.

September 28, 2018

Zu diamondoid (aus Wikipedia und der nachfolgenden Publikation über das 9th Annual Wyss International Symposium im Wyss Institute vom 21.9.2018 über „Fortschritte in Molecular Robotics“, über Nanoroboter, Nanorobots und Nanorobotik vor allem in der Medizin. Im letzten Jahrzehnt ist das Forschungsgebiet der Nanorobotik schnell gewachsen. Ihre Anwendungsmöglichkeit in der Medizin sind am interessantesten, wie aus dem vorhergehenden Bericht über das 9th Annual Wyss International Symposium im Wyss Institute hervorgeht.

Anwendungen der Nanorobotik wie diamondoide Nanorobots haben anscheinend für die Medizin das größte Entwicklungspotential. Für die bis zur Stufe der Atome herab präzise Fabrikation von diamondoiden Nanorobots in größeren Mengen zu niedrigen Kosten sind neue technische Verfahren notwendig. Mit der neuen Fabrikationstechnologie im Nanobereich (nanoscale manufacturing technology) mit dem Namen Positional Diamondoid Molecular Manufacturing kann man diamondoide Nanofabriken für den Bau von Nanorobots konstruieren.

Am 21.9.2018 hielt das Wyss Institute sein 9th Annual Wyss International Symposium ab mit dem Thema „Fortschritte in Molecular Robotics“ (über Nanoroboter, Nanorobots, Nanorobotik). Das ist eine neue und schnell wachsende Disziplin, bei der man Komplexität, Programmierbarkeit und Fähigkeit zur Selbstreproduktion (self-assembling ability) von DNA, RNA, Proteinen und anderen Molekülen für den Bau von Geräten (devices) im Nano- und Mikrobereich benutzt. Diese Geräte haben die Fähigkeit, aufzuspüren (also ihre Umgebung zu erkennen, zu messen oder zu scannen), zu rechnen und sowohl als selbständige Einheiten als auch im Verband agieren können.

Solche Baueinheiten (devices) könnten z.B. als künstliche Viren

- für gezielte Medikamentenlieferung (targeted drug delivery) verwendet werden,
- als Fabriken zur Produktion von Chemikalien, Komponenten von Medikamenten oder wertvollen Nanopartikeln arbeiten, oder
- mit biologischen Systemen interagieren, um deren Verhalten zu steuern, ihre Aktivitäten zu protokollieren, Therapien zur Verfügung zu stellen oder Aufspüren und Melden von diagnostischen Krankheitsbiomarkern bei unvorhergesehenen Entwicklungen.

Auf dem 9th International Wyss Symposium gaben Wissenschaftler von zahlreichen Institutionen eine Übersicht über den Fortschritt ihrer Arbeiten an Projekten zu

- DNANanotechnologie,
- Synthetischer Biologie,
- Robotics und
- Computer Science,

die zu programmierbaren molekularen Maschinen als neuen Hilfsmitteln (Lösungen) für Forschung und Medizin führen können.

Organisiert wurde das 9th International Wyss Symposium von

- Gründungsdirektor Donald Ingber (M.D. und Ph.D.) des Wyss Institutes und
- den vier Leitern seiner Molecular Robotics Initiative (William Shih, Ph.D., Peng Yin, Ph.D., Wesley Wong, Ph.D. und Radhika Nagpal, Ph.D.)

mit dem Ziel, daß auf diesem Symposium eine Übersicht über die Entwicklungen auf diesem neuen Gebiet Molecular Robotics gegeben wird und wie das in der Zukunft die wissenschaftliche Forschung und das Leben der Menschen beeinflussen kann. Es gab 13 fallbezogene Präsentationen, wobei die Sprecher von unterschiedlichen Institutionen und Einrichtungen kamen.

In seiner Begrüßungsrede zu einem Auditorium aus meistens Wissenschaftlern von über 12 Staaten gab Ingber eine kurze Übersicht über die Entwicklung von Molecular Robotics als einem neuen Forschungsfeld am Wyss Institute, das sich aus dem Zusammentreffen von Ideen und Arbeiten auf Plattformen für sehr unterschiedliche programmierbare Nanomaterialien und Bioinspired Robotics ergab.

Molecular Robotics entstand aus der Kombination von Forschungen auf diesen Gebieten und besitzt das Potential, sowohl völlig neue Verfahren für Entwurf, Bau und Steuerung zu ermöglichen als auch Informationen im Nanobereich zu speichern und zu lesen, wobei Biomoleküle als Baumaterial verwendet werden.

Gründungsdirektor Donald Ingber (M.D. und Ph.D.) des Wyss Institutes: "Wir erschaffen eine neue technologische Strömung – wir bauen die Zukunft."

Danach erfolgten die ersten 4 Präsentationen.

Session 1: Präsentation Aufspüren – Sense session

Die Sprecher waren William Shih, Yamuna Krishnan und Hendrik Dietz vom Wyss Institute an Harvard University

Das Mitglied von der Wyss Core Faculty William Shih machte die einführenden Erläuterungen darüber, wie molekulare Nanogeräte (Nanodevices) zum Aufspüren von Teilen ihrer Umgebung entworfen werden können, was ja autonome Maschinen unbedingt leisten müssen. Shih berichtete, wie sein Team neue Strategien zur Programmierung von DNA entwarf, damit sich Baueinheiten unterschiedlicher Struktur selber zusammenbauten, und sie bemühten sich darum, daß diese Baueinheiten immer größer wurden. Mit Hilfe der DNA Origami Technology wurden zuerst kleinere Baueinheiten geschaffen, und nach Überwindung anfänglicher Schwierigkeiten durch die Nucleation Barrier bei den ersten Baueinheiten beim Zusammenfügen, entwickelten sie vollständige Baueinheiten von DNA im Nanobereich (Microscale Sheets of DNA), die sich in kreuzweisen Mustern aneinanderfügen konnten. Mit dieser Probe stellte dieses Team seine derzeit größten Nanobaueinheiten vor, die bei hochempfindlichen Messungen (detection tests) und geräuschloser (zero-noise ("hi-fi")) Molecular Computation verwendet werden könnten.

Hendrik Dietz, Ph.D., Professor of Biophysics an der Technischen Universität München, erläuterte danach, wie dieser Lernvorgang beim Zusammenbau komplexer molekularer Baueinheiten (structures) und Maschinen aus einfachsten Bauteilen (from the ground-up) den Schlüssel dafür liefert, das Zeitalter der molekularen Robotik einzuläuten (dawn of molecular robots). Das Shih-Labor verfügt zur genauen Überprüfung der Vorgänge im molekularen Bereich

- State-of-the-art Cryo-Electron Mikroskopie (Cryo-EM) und
 - Rechnerunterstützung zur Modellierung von Nanostrukturen in 3D.
- Unter Verwendung dieser Beobachtungsverfahren mit extrem hoher Auflösung und einer hinreichenden Vielzahl von verschiedenen DNA-Nanotechnologieverfahren konnte das Team dann dazu übergehen, größere Baueinheiten herzustellen wie unterschiedliche virusähnliche Baueinheiten, die sich selber aus triangularen DNA-Origami-Baueinheiten zusammenbauten, und echte molekulare Motoren wie die "coffee mill", die eines Tages mit biologischen Systemen interagieren können soll.

Yamuna Krishnan, Ph.D., Professorin of Chemistry von der University of Chicago, führte die letzte Präsentation der Sense Session durch, wobei sie erläuterte, wie ihr Team DNA-Nanotechnologie verwendet, um "CalipHluor" herzustellen, einen synthetischen molekularen Sensor zur äußerst genauen Messung sowohl von pH-Wert als auch Kalzium-Ionenkonzentration (calcium ion levels) in intrazellulären Organellen innerhalb von Zellen in lebendigen Würmern. Sie erklärte, wie ihre Baueinheit (ein Sensor bezeichnet als CalipHluor System) sowohl Kalzium-Ionenkonzentration als auch pH-Wert in Organellen in lebenden Zellen messen kann. Credit: Wyss Institute at Harvard University

Diese Baueinheit (device) mit Namen CalipHluor ermöglichte ihrem Team, die Funktion eines Proteins zu enträtseln, das im Zusammenhang mit schwerer Alzheimer-Krankheit auftritt: Dieses Protein transportiert Kalzium-Ionen und hilft bei ihrer Speicherung in Organellen mit den Namen Endosomen und Lysosomen. Sie stellten fest, daß die Kalzium-Ionen-

Konzentration in Gewebeproben von Patienten mit schwerer Alzheimer-Krankheit signifikant niedriger war.

Mit CalipHluor wird die Entwicklung von molekularen Detektoren eingeleitet, mit Hilfe derer man die Ursachen für menschliche Krankheiten finden und genau spezifizierte Behandlungen entwickeln kann.

2. Session: Compute Präsentation – Compute Session

Es stellten 4 Sprecher ihre Präsentationen als unterschiedliche Verfahren dafür vor, wie molekulare Roboter komplexes Verhalten berechnen können. Justin Werfel zeigte Videos von den Kilobots in Größe eines Quarters (quarter-sized: von der Größe einer 25 Cent Münze, von Quarter-Größe), wie sie zusammen Aufgaben erledigen.

Credit: Wyss Institute at Harvard University.

Peng Yin stellte Lulu Qian, PhD., Assistant Professor of Bioengineering am California Institute of Technology, vor. Sie begann ihre Präsentation mit einer Vorführung der „DNA walkers“, die programmiert werden zum Aufnehmen, Transportieren und Abladen molekularer „Frachtstücke“ in einem Testfeld und die bei Zusammenarbeit noch viel komplexere Aufgaben erledigen können. Die molekularen Walker können dabei über eine Oberfläche gehen.

In ihrem Labor entwickelt man auch nach dem Vorbild entscheidungsbildender Prozesse in neuronalen Netzen neue Expertensysteme, damit molekulare Roboter auf ihre Umgebung reagieren, spezielle Inputs berechnen und ganz unterschiedliche Aufgaben bewältigen können wie die Erkennung von Mustern, die 100 bits an information enthalten.

Ferner hat ihr Team eine Strategie für „Ziegel Versetzung“ (tile displacement) entwickelt, mit der modulare 2D Strukturen sich selbst rekonfigurieren können in Reaktion auf spezielle Signale, indem sie große DNA-Origami-Ziegel-Komponenten in komplexeren (higher-order) Strukturen versetzen. Lulu Qian: „Wir hoffen, daß durch molekulare Programmiersprachen jemand dazu inspiriert, eigene molekulare Apps zu schreiben.“

Danach stellte Justin Werfel, Ph.D., Senior Research Scientist vom Wyss Institute, eine ähnlich komplexe Arbeit vor, aber in einer anderen Größenordnung. Er erläuterte, wie Prinzipien, die von Radhika Nagpal's Forschungsgruppe bei der Entwicklung des Kilobot-Systems erkannt worden waren, die als Schwarm von elektromechanischen Robotern von Quarter-Größe ein kollektives Verhalten höherer Ordnung zeigen, in ein molekulares Robot-System übertragen werden können. Die Forscher vom Wyss Institute verwendeten dabei die DNA-Nanotechnologie „autocycling proximity recording“ (APR), entwickelt im Labor von Peng Yin zur Steuerung eines Schwarms von DNA-Robotern, die sich über eine mit DNA-Origami-Strukturen bedeckte Platte bewegen. Die DNA-Origami-Strukturen weisen dabei 2 verschiedene molekulare Labels auf und die DNA-Roboter zeichnen auf, welchen Labels sie begegnet sind und erkennen benachbarte DNA-Roboter. Diese Studien gelten als die ersten Schritte zur Herstellung von Schwärmen von molekularen Robotern.

Rebecca Schulman, Ph.D., Assistant Professor of Chemical and Biomolecular Engineering an der Johns Hopkins University, präsentierte ihre Arbeit an programmierbaren DNA-Hydrogel-Netzwerken, die in Reaktion auf Signale aus ihrer Umgebung sich ausdehnen oder schrumpfen können. Credit: Wyss Institute at Harvard University

Sie verband individuelle Polymere eines Hydrogel-Netzwerks mit synthetischen DNA-Elementen und fügte bestimmte nadelförmige DNA-Strukturen (DNA-hairpins) hinzu, so daß das Ganze dazu angeregt werden konnte, sich auszudehnen und mit komplexeren multihydrogelen Anordnungen unter Formveränderung kombiniert werden konnte. Dieses Team entwickelte ein „hydrogel operating system“, das Ideen von Zellbiologie und Computerwissenschaften so vereinigt, daß die Hydrogele Veränderungen in ihrer Umgebung erkennen und darauf mit 3D-Formwandlungen antworten. Damit ist ein Weg gefunden zur Herstellung von biomolekularen Controllern für aktive weiche Materialien.

George Church, Ph.D., Founding Core Faculty am Wyss Institute und Professor an Harvard Medical School und MIT, sprach als Letzter dieser Gruppe und gab einen Überblick über verschiedene Projekte in seinem Labor, die alle auf Multiplex-Anwendungen für direkte molekulare Bewegung und Verhalten basierten. Sein Labor entwickelt DNA-Polymerasen mit der Eigenschaft, daß sie bei Anbringung an eine Nanopore bei hoher Multiplexität als Sequenziersysteme verwendet werden können. Er führte dann etliche Anwendungen der

CRISPR-Technologie vor, darunter dieses, wie man durch DNA-Editierung ein System dazu bringt, als molekulare Maschine Informationen in Form von DNA in Genome von Bakterien zu schreiben. Als Beispiel dafür diente ein Video (short movie) von einem galoppierenden Pferd, das vom digitalen Format in eine DNA-Sequenz umgeschrieben worden war.

Weitere mit CRISPR durchgeführte Projekte waren: Herstellung von transgenen Schweinen, in denen sich menschliche, immunverträgliche Organe für die Xenotransplantation entwickeln, Entwicklung von synthetischen AAV-Capsiden für effektivere GenTherapien, eine ganze Human Transcription Factor-Bibliothek, die verwendet werden kann zur gentechnisch bewirkten Umwandlung von Stammzellen in beinahe alle reifen (mature) Zelltypen, und das Human Genome Project Write (HGP-write) mit dem vorläufigen Ziel, Virus-resistente Zelllinien herzustellen.

3. Session: Actuate Präsentation – Actuate Session

Normalerweise sind die Aufgaben von Robotern handwerkliche, physische Tätigkeiten. In der 3. Session galt das Interesse Projekten zur Steuerung und Bewegung von Molekülen zur Erledigung vergleichbarer Arbeiten im Nanobereich.

Die erste Präsentation erfolgte durch David Baker, Ph.D., Professor of Biochemistry an der University of Washington, dessen Bemühungen zum Entwurf neuer Proteine zur Synthese von Proteinen geführt haben, die in dem, was sie vermögen, genauso über die Leistungen natürlicher Proteine hinausgehen wie synthetische DNA-Stränge leistungsfähiger sind als natürliche. Credit: Wyss Institute at Harvard University

Zuerst einmal beginnt sein Team damit, alle möglichen 3D Strukturen zu errechnen, die überhaupt von kürzeren Proteinsequenzen gebildet werden können. Im nächsten Schritt werden die ausgewählten neuen Proteine erzeugt. Dabei fanden sie, daß sie in Membrane integriert werden und Poren bilden können, die Ionen und kleine Moleküle passieren können. Sie fanden auch Lösungen für Ansammlungen von multimeren Proteinmolekülen in verschiedenen Formen wie

- hexagonalen Gittern,
- logischen ProteinGattern (protein logic gates),
- Nanobehältern und künstlichen Virenhüllen (viral capsids), die an Tumore in vivo gebunden werden können,
- Genompaketen,
- Meßeinrichtungen und
- Anlieferungssystemen im Nanobereich.

Itai Cohen, Ph.D., Associate Professor of Physics an der Cornell University, erklärte, daß in seinem Labor man der Idee folgt, daß zwar im 50 Mikronbereich ein ganzes Universum von Organismen existiert, aber fraglich ist, welchen man synthetisieren kann.“ Er zeigte dann eine Graphen-Origami-Maschine, zusammengesetzt aus „Papier“, das aus Graphenblättern von Ein-Atom-Schichtdicke besteht, dessen Faltung gesteuert werden kann, und zwar durch ganz genau kalkulierte „Falten“, wobei Materialien unterschiedlicher Festigkeit und Eigenschaften verwendet werden. Solche Baueinheiten können gemäß Verfahren der Halbleitertechnik benutzt werden zur Herstellung voll handlungsfähiger Nanobaueinheiten (nano devices) für eine Anzahl unterschiedlicher Funktionen.

Zum Schluß dieser 3. Session zeigte Khalid Salaita, Ph.D., Associate Professor of Chemistry an Emory University und Georgia Institute of Technology, einen Nanomotor auf DNA-Basis, der extrem schnell, stark und sensitiv ist. Der Motor ist ein Beispiel dafür, wie ein synthetisches System chemische Energie in mechanische Energie mittels RNase, die RNA-Moleküle von der Oberfläche ablöst, über die sie sich bewegt. Dieser Prozeß der Autochemophorese kann für unterschiedliche Größenbereiche verwendet werden. In zukünftigen Meß- und Diagnostik-Systemen kann diese Technologie zur Entdeckung einzelner Moleküle verwendet werden.

Credit: Wyss Institute at Harvard University

4. Session: Translate Präsentation – Translate Session

Die letzte Session war Projekten aus dem Bereich Molecular Robotics gewidmet mit dem Ziel, Baueinheiten zur Problemlösung außerhalb der Labore zu erschaffen. Die Präsentationen führten durch: Wesley Wong, Peng Yin und David Zhang.

Credit: Wyss Institute at Harvard University

Wesley Wong, Wyss Associate Faculty-Mitglied, berichtete über die Arbeiten in seinem Labor zur Entwicklung fortgeschrittener optischer Pinzetten ("optical tweezers"), die sowohl für die Analyse mit einem einzigen Molekül als auch multiplex arbeiten. Sein Team verband Zentrifugalkraft-Mikroskopie (centrifugal force microscopy) mit DNA-Nanoschaltern, die an zu untersuchende Moleküle angeheftet waren, und untersuchten Änderungen von Gestalt und Stabilität von Molekülen wie DNA, wobei sie bis zu 400 Messungen in einem Zentrifugen-Spin-Zyklus durchführten. Damit will man Wechselwirkungen untersuchen zwischen

- Liganden und ihren Rezeptoren und
- Monoklonalen Antikörpern und ihren Zielproteinen

und anderen molekularen Wechselwirkungen, was zur Entwicklung biologischer Medikamente verwendet werden kann.

Anwendungen von Wong's DNA-Meßgeräten:

- Sie können Entfernungen zwischen molekularen Gebilden bis zu atomaren Dimensionen hinunter messen.
- Ein NLISAPrüfung (Nanoswitch-Linked Immunoabsorbent Assay) kann Biomarker im Blut des Menschen mit femtomolarer Empfindlichkeit erkennen.

Credit: Wyss Institute at Harvard University

Molecular Robotics ist eine sehr junge Disziplin, aber in nur 10 Jahren werden wir schon sehr erstaunliche Anwendungen auf diesem Gebiet sehen.

Danach entwarf David Zhang, Ph.D., Assistant Professor of Biomedical Engineering an Rice University und Hong Kong University of Science and Technology, die Grundlagen für ein molekulares Diagnostikgerät für schnelle und multiplexte Entdeckung pathogener Bestandteile im Blut, die bei einem niedergelassenen Arzt oder am Bett eines Patienten in einem Krankenhaus durchgeführt werden können, wodurch der Rückgriff auf langwierige Blutkulturen überflüssig wird.

Die Plattform besteht aus 2 Komponenten:

- Ein PCRFlüssigkeits-Chip (PCR fluidic chip) von Donut-Gestalt, das Konvektion verwendet für die Steuerung einer Reaktion, die zyklisch zwischen 95 und 60 Grad Celsius stattfindet. Diese Anordnung ist viel kleiner und billiger als eine herkömmliche PCR-Maschine.
- Mit einem Chip (labelfree microarray) kann man An- oder Abwesenheit von 40 verschiedenen, als pathogen eingestuften Suchgrößen (targets) erkennen, und zwar durch Geneditierte DNA-Strang-Verschiebungsreaktionen (engineered DNA Strand Displacement) auf dem Chip.

Es wird gerade an der Verkleinerung eines Prototyp gearbeitet, der von einer Batterie angetrieben wird und fast überall arbeiten kann, auch in Anlagen außerhalb des Labors.

Als letzter Forscher dieser Session sprach Peng Yin, Core Faculty member am Wyss Institute. Er stellte die „DNA toeholds“ vor, programmierbare Nanodevices, die die Transcription von Reporter genen aktivieren können und eine wichtige Rolle bei vielen Übersetzungsvorgängen eingenommen haben. Das schließt molekulare Diagnostik ein, die Punktmutationen (Rare Point Mutations) in der DNA von Patienten mit hoher Sensitivität erkennen kann, und "Ribocomputing"-Devices, mit denen man Zellen mit Computer-ähnlicher Logik programmieren kann.

Peng Yin stellte noch mehr Entwicklungen mit Übersetzungscharakter in seinem Labor vor. Sein Team entwickelte die DNA-PAINT-super-resolution-Technologie auf Multiplex-Basis zur einfacheren und billigeren Sichtbarmachung von Molekülen mit super-großer Auflösung, an dessen Vermarktung man gerade arbeitet. Er zeigte einige Bilder von bestimmten Molekülen in bis zu 8 subzellularen Organellen und lieferte die Nachweise für die Existenz von bis zu 10 speziell gesuchten Molekülen im vollständigen Gewebeproben, z.B. von der Retina.

In seinem Labor werden dynamische molekulare Robots gemäß der Verfahren APR (autocycling proximity recording) und PER (primer exchange reaction) verwendet, um die Geometrie von einzelnen Molekülen zu bestimmen und DNA-Stränge in Reaktion auf bestimmte molekulare Signale hin automatisch zu synthetisieren.

Man erhofft sich damit große Erfolge bei der Entdeckung von Krankheiten und der Erkennung von einzelnen Molekülen mit hoher Präzision.

Ingber schloß das Symposium. Er bedankte sich bei den Vortragenden und meinte, daß die Molekulare Robotik in den wenigen Jahren ihres Bestehens zu einem eigenständigen Forschungsgebiet geworden ist und große Möglichkeiten besitzt.

Donald Ingber vom Wyss Institute: "Wir konnten heute sehen, wie eine biophysikalische Version der Synthetischen Biologie ein völlig neues Forschungsgebiet eröffnet. Es bedurfte einer genetischen Forschung über 50 Jahre, um zu den ersten Anwendungen von der Nutzung chemischer Energie für physische Arbeit zu kommen. Molecular robotics ist eine sehr junge Disziplin und in nur 10 Jahren wird sie uns ganz unglaubliche Anwendungen geliefert haben."

George Church sprach über einige Projekte in seinem Labor und betonte die Winzigkeit der meisten Materialien, an denen sie forschen.

Credit: Wyss Institute at Harvard University

Schlagworte – Tags:

DNA assembly, DNA Bricks, DNA Nanoswitches, DNA sequencing, DNA-PAINT, Kilobots, Molecular Bioengineering, nanoswitch, Protein Engineering, Personalized Medicine, Targeted Drug Delivery, Nanobiotechnology, Robotics, Synthetic Biology, Molecular Robotics, Actuators, Gene Circuits, Nanodevices, Robots

Arbeiten im Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering at Harvard University

Lindsay Brownell, lindsay.brownell@wyss.harvard.edu

Das Wyss Institute erforscht Naturprinzipien und wendet sie auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie für den Entwurf von Materialien und Geräten (Devices) an. Dadurch weisen sie der medizinischen Forschung den Weg zu einer besseren Gesundheitsfürsorge.

Die Forscher am Wyss Institute entwickeln völlig neue Lösungen für Gesundheitsfürsorge, Energiegewinnung, Landwirtschaft, Robotik und Herstellungsverfahren, die möglichst rasch für die Herstellung kommerzieller Produkte und klinischer Therapien verwendet werden. Es gibt eine enge Zusammenarbeit mit Kliniken, Medizinern und Firmen, und das mündet oft in der Bildung neuer Start-ups ein.

Das Wyss Institute fördert mittels Risikokapital die möglichst schnelle Umsetzung neuer Forschungsergebnisse (breakthroughs) in kommerzialisierbare Produkte.

Die interdisziplinäre Forschung gilt am Wyss Institute sehr viel und man versucht, Barrieren zwischen den Institutionen zu überwinden. Dafür sorgt der Zusammenschluß (alliance) mit vielen anderen Institutionen:

- Harvard's Schools of Medicine, Engineering, Arts & Sciences and Design,
- Partnerschaft mit Beth Israel Deaconess Medical Center,
- Brigham and Women's Hospital, Boston
- Children's Hospital, DanaFarber Cancer Institute, Massachusetts General Hospital,
- Harvard Medical School (HMS) der Harvard University, Massachusetts,
- Spaulding Rehabilitation Hospital, Boston University, Tufts University,
- Berliner Charité mit der medizinischen Fakultät von der Berliner Universität,
- University of Zurich und
- Massachusetts Institute of Technology (MIT).

The Scientist, 17.4.2019, NPR 16.4.2019

Die ersten 2 Patienten erhielten eine CRISPR-Gentherapie mit editierten T-Zellen - klinischer Immuntherapie-Versuch

Ein Patient mit mehrfacher Myeloma und einer mit Sarkom sind nun die ersten, die eine Gentherapie mit CRISPR-geneditierten T-Zellen erhalten.

By Shawna Williams, 16.4.2019

- Cloudgestützten Hospitälern und
- WeChat (entwickelt Apps für Messages, wird täglich von Hunderten von Millionen Chinesen benutzt).

Das klingt ganz nach einem ultimativen technologischen Paradies, aber es stellen sich hier Fragen wie z.B.:

- Was macht China bei seiner großen Bevölkerung mit den ungeheuren Datenmengen, die da überall anfallen ?
- Welchen Intentionen folgt China bei der Weiterentwicklung seiner AISysteme ?
- Wie haben wir über das Niveau des digitalisierten Gesundheitssystems (digital health) in China zu urteilen ? ist das ein dystopisches Gesundheitssystem oder ein utopisch gutes ?

Das chinesische Gesundheitssystem (Chinese healthcare landscape) könnte vor dem Kollaps stehen

Der bevölkerungsreichste Staat auf der Erde – China – hat 1,4 Milliarden Einwohner und umfaßt eine Fläche, die fast so groß ist wie die von Europa (dazu gehört der Teil von Rußland bis zum Ural !). Schon die reine Größe von China macht es praktisch unmöglich, sein Gesundheitssystem korrekt zu beschreiben, und dazu kommt noch, daß alle diese Zahlen, die nur vom National Bureau of Statistics stammen, mit Vorsicht zu handhaben sind. Das offizielle Nachrichtenmagazin People's Daily vom Central Committee of the Communist Party of China meldet, daß zu Ende 2016 die Krankenversicherung für ein Mindestmaß an medizinischer Versorgung (basic medical insurance) über 1,3 Milliarden Bürger Chinas umfaßt, was mehr als 95% der Gesamtbevölkerung entspricht – aber das sollte mit kritischen Augen gelesen werden, auch weil zu Beginn der letzten Reform des Gesundheitswesens 2016 betont wurde, daß man ein einheitlich geltendes Krankenversicherungswesen (unified basic health insurance system) aufbauen, bei dem für die Bevölkerung von Städten und ländlichen Gebieten gleicher Zugriff gewährt wird.

Trotz der Ungenauigkeit statistischer Daten zeigt die Entwicklung, daß die chinesische Regierung unter Xi Jinping in letzter Zeit bedeutend größere Anstrengungen unternimmt, und zwar deshalb, weil die Anforderungen des Gesundheitswesens zunehmen. Dafür könnte es viele Erklärungen geben, aber man kann es vor allem auf das sehr große wirtschaftliche Wachstum von Chinas Mittelschicht zurückführen. Die wirtschaftlichen Vorteile locken immer mehr Chinesen in die Städte und sie sind immer mehr dazu bereit, ihr gut verdientes Geld auch auszugeben mit der Folge, daß Urbanisierung und rasch ansteigende Ansprüche der Leute an das Gesundheitswesen die Zunahme von Wohlstandskrankheiten ("lifestyle diseases") fördern. Dazu kommt noch, daß die legendäre Ein-Kind-Politik Chinas zwar das Bevölkerungswachstum vermindert hat, aber um den Preis einer heute alternden Gesellschaft, und das hat negative Folgen für allgemeine Gesundheit und das Krankenversicherungssystem.

Source: www.thebeijinger.com

Ungleichheit bei der medizinischen Behandlung u.a. von Städtern und Bauern

Das chinesische Gesundheitsfürsorgesystem (healthcare system) kann den Ansprüchen des alltäglichen Lebens nicht genügen:

- Die Grundversorgung der chinesischen Bürger leidet an Mangel von Medikamenten und qualifizierten Allgemeinärzten.
- Die Hauptlast der medizinischen Versorgung der Bürger tragen darum die Hospitäler.
- Es gibt ganz gewaltige Unterschiede bei der Qualität der Krankenbehandlung in den Städten und auf dem Land, weshalb Landbewohner lieber lange Umwege auf sich nehmen, um einen Platz in einem Hospital in Beijing oder Shanghai zu finden, anstatt sich zu Hause behandeln zu lassen.
- China hat generell nicht hinreichend viel Ärzte: Der von der OECD empfohlene Wert für das Verhältnis zwischen Ärzten und Bevölkerung beträgt 3,19 promovierte Ärzte auf 1000 Menschen, aber in China sind das nur 2,22 promovierte Ärzte und assistierende Ärzte. Die Folge davon ist, daß weite Landgebiete mit Millionen Chinesen keinen Zugriff auf angemessene ärztliche Behandlung haben, wobei sie lange warten müssen, bis ihnen ein promovierter Arzt hilft.

- Das Ausmaß der Korruption im medizinischen Versorgungssystem auf allen Ebenen ist ganz gewaltig.
- Wegen der Mängel in der ärztlichen Versorgung kommt es immer mehr zu tätlichen Angriffen von Patienten auf Ärzte (im Mittel ein Vorfall in 2 Wochen).
Es gibt zwar die Garantie auf eine medizinische Grundversorgung, aber bessere Arztpraxen verlangen für die Krankenbehandlung Extrazahlungen. Das kann z.B. so erfolgen, daß auf Kosten der Patienten zusätzliche – für ihn nicht benötigte – Medikamente geordert werden, und dafür gibt es auch verzweigtes System geheimer Absprachen mit Pharmafirmen. Das hat sich durch landesweite Einführung eines zusätzlichen Kontrollsystems für die Verteilung von Medikamenten (two-invoices system for pharma distribution) geändert.
Allgemein ist aber das Leben der Ärzte hart, denn sie sind oft überarbeitet und unterbezahlt. In den letzten Jahren ist es immer häufiger zu tätlichen Angriffen von Patienten auf Ärzte gekommen, und zwar meistens im Fall erfolgloser Behandlung.
Die China Hospital Management Association meldet, daß seit 2002 jährlich die tätlichen und verbalen Angriffe auf Ärzte um 23% zugenommen haben, und das bedeutet für die Ärzte eine sehr große Belastung, bei einer heutigen Rate solcher Vorfälle von einem alle 2 Wochen. Darum hat die Zentralregierung Chinas beschlossen, energisch durchzugreifen.
Source: www.usatoday.com

Das Versprechen für Technologien durch Regierung und Industrie (Middle Kingdom)

Ab den 1990er Jahren hat in China eine gewaltige technologische Entwicklung stattgefunden, aber der eigentliche richtunggebende Wandel (transformative change) erfolgte mit der Verwirklichung der zentralen Führung über die Bedeutung von Innovation. So wie in dem kommunistischen Staat alles nach der Methode top-down regiert wird und nichts ohne die Aufsicht der Partei geschehen kann (man denke hier an die Auflagen für Google, beim Dragonfly-Projekt eine Suchmaschine speziell für den chinesischen Markt herzurichten, die für Zensur ausgelegt ist), erfolgte der überaus rasche Fortschritt in FuE (R&D) wegen seiner großen Bedeutung im gegenwärtigen 13. 5-Jahres-Plan (2016) und anderer langfristigen Regierungsprogramme wie bei dem 2006 in China eingeführten National Medium- and Long-Term Program for Science and Technology Development. Das ist ein ehrgeiziger Plan, der die chinesische Wirtschaft 2020 zu einem größeren Zentrum für Innovation und bis 2050 zum Weltführer in Wissenschaft und Innovation machen soll.

Schon heute fordert Beijing die USA im Wettlauf um den Bau der mächtigsten Supercomputer heraus, wurde in der Entwicklung von Quantencomputern führend und hat inzwischen sein erfolgreiches Weltraumprogramm.

Die staatliche, zentral gelenkte Förderung von FuE (R&D) umfaßt auch jedes Gebiet um das Leben der Menschen und die Neuordnung beim digitalisierten Gesundheitssystem (digital health). Zuerst sind da das Internet und der Aufstieg der „Großen Drei“ (oder BAT) Baidu, Alibaba und Tencent zu nennen:

- Baidu ist im Prinzip der chinesische Google,
- Alibaba verkauft wie Amazon alles und
- Tencent führte die WeChatMessaging-App 2011 ein, die jeden Tag 902 Millionen Benutzer hat und wo jeden Tag um 38 Milliarden Messages auf der Plattform versandt werden.

Die Verwendung neuer technologischer Lösungen gestatten den Bürgern Chinas eine leichtere Form von Kommunikation, Shopping und Banking, und nun werden auch Medizin und Gesundheitswesen mit einbezogen durch

- Chatbots,
- KI (AI = artificial intelligence) und
- Telemedizin.

Source: www.ft.com

Sie können nun Doktor WeChat begrüßen

Man vergleicht Facebook gerne mit der o.g. Messaging Platform in China, aber diese kann viel mehr Leistungen anbieten als Facebook, unterliegt allerdings total der Aufsicht durch die chinesische Regierungspartei. Die Zentralregierung Chinas läßt dieser freie Hand, was aber nicht für westliche konkurrierende Messaging Platforms gilt:

- Seit 2009 wird Facebook Messenger zensiert und

- ganz blockiert wurden 2015 die Line App von Südkorea und 2018 WhatsApp. Vor WeChat scheint eine ganz gewaltige Höhereinstufung durch die Zentralregierung vorzuliegen in Richtung einer ganz umfassenden Anlauf- und Verwaltungsstelle für alle Bedürfnisse der Bürger China. Gerade jetzt soll WeChat mit China's elektronischem ID-System zusammengefaßt und vereinheitlicht werden. Nun soll WeChat jedem Einwohner Chinas eine virtuelle ID-Card zuordnen, die von ihnen anstelle der physisch ausgegebenen ID-Cards treten sollen. Es ist nun so, daß WeChat von allen seinen Benutzern fordert, sich mittels eines Regierungsmeldeformulars (government policy) mit ihren wirklichen Namen registrieren zu lassen, so daß es als möglich erscheint, daß WeChat eines Tages die physischen ID-Karten abschaffen und durch die eigenen virtuellen gänzlich ersetzen wird.

Wo und wie wird man dann die medizinischen Krankenberichte (medical health records) speichern und verwalten – auch über WeChat ?

Unser Journal „The Medical Futurist“ kann sich vorstellen, daß das chinesische WeChat alle medizinischen Patientenberichte (patients' complete medical health records) für den Ausbau einer Telemedizin mit den jeweiligen Patienten-Terminals verschalten wird, ähnlich wie Apple im Westen.

Tencent erstellt seit einiger Zeit ein Netzwerk von teilnehmenden Hospitälern (participating hospitals) – 2017 waren das bereits über 38000 medizinische Einrichtungen (medical facilities), bei dem sich Benutzer auf der WeChat Plattform mittels WeChat Intelligent Healthcare einen Termin bei einem Arzt geben können, womit sie lange Wartezeiten in den medizinischen Einrichtungen ganz vermeiden können. Nach der Gesundheitsprüfung (health checkup) können sich die Patienten ganz bequem ihren Krankenbericht über WeChat einholen und auch die Arztrechnungen bezahlen. Das kann auch mit einer gewissen Aufsichts- und Ermunterungsfunktion für gesünderes Leben verbunden werden, indem z.B. mittels einer App die Schritte gezählt werden, die der Patient am Tag gemacht hat, und diese App kann mit WeSure verbunden werden. Benutzer, die über 8000 Schritte am Tag gemacht haben, erhalten einen Bonus bei WeSure, der in ihrem WeChat-Tresor verwaltet werden kann. Von hier ist es nur ein kleiner Schritt zum vollständigen Zugriff auf die medizinischen Gesundheitsberichte (medical health records). Danach könnte die Verwendung von Chatbots kommen, die als weitere technologische Innovation die Allgemeinärzte entlasten und sie bei der Diagnose bei einfacheren medizinischen Problemen unterstützen könnten. In einem Staat, der so mit dem Mangel an Ressourcen kämpfen muß, könnte das eine nützliche Problemlösung sein.

Source: www.qz.com

Ein-Minuten-Kliniken (One-Minute Clinics) und Cloud-Hospitäler

Chatbots können Ärzte in ihrer Arbeit nur unterstütze, aber nicht ersetzen, und damit können sie Chinas medizinisches Hauptproblem nicht vollständig lösen. aber was ist möglich, wenn man das mit der Telemedizin verkoppelt ? Experte sind der Meinung, daß dem chinesischen Ärztemangel abgeholfen werden könnten, wenn eine Integration erfolgt zwischen

- Telemedizin,
- Online RezeptVerkäufen,
- OnlineVerwaltung von Terminen und Untersuchungen zur Nachsorge und
- elektronische Krankenberichte (medical records).

Das hat auch die Regierung Chinas erkannt und hat den Aufbau eines nationalen Telemedizin-Networks in Angriff genommen. Im April 2018 hat das State Council der Volksrepublik China über seine Initiative „Internet Plus Healthcare“ berichtet, durch die medizinischen Einrichtungen gestattet wird, Online-Diagnosen für bestimmte Krankheiten und andere Dienste anzubieten.

Eine von Chinas größten Krankenversicherungen mit dem Namen „Ping An Insurance“ (ping = sicher, an = gut) treibt bereits die Arbeiten für ein nationales Telemedizin-Netzwerk voran. Sie bieten eine einfache App an, damit Patienten medizinische Untersuchungen ohne Rezeptverordnungen und persönliche Pflegemittel (personal care products) online bestellen können. Die Benutzer müssen nur ein kurzes, KI-gesteuertes Frage-Antwort-Spiel (questionnaire) mitmachen, damit die App ihre gesundheitlichen Bedürfnisse erkennt, und danach werden die Produkte innerhalb einer Stunde an ihre Wohnung oder ihr Büro geliefert.

Ein weiteres Beispiel ist SUNPA, das in China in Zusammenarbeit mit öffentlichen Einrichtungen für Telemedizin geschaffen worden ist. Das Netzwerk versorgt 8 Provinzen und Finanzbezirke (municipalities) mit einer Bevölkerung von insgesamt über Millionen Menschen. Aber das Middle Kingdom erbaut nicht nur Netzwerke, sondern auch Cloud-basierte Hospitäler. In Ningbo ist eines von ihnen, dessen Bau vor 4 Jahren begonnen wurde.

Dieses Hospital in Ningbo

- ist mit Cuttingedge Cloud Technology ausgerüstet,
- verbindet 100 primäre Krankenversorgungseinrichtungen (primary care institutions) und 226 Spezialisten und Medikamentenlieferanten (care providers),
- hat vier Cloudbasierte "Diagnostic Rooms" für Hypertension, Diabetes, psychologische Konsultation und Patientenerstversorgung (primary care), wodurch Patienten die Möglichkeit erhalten, auf diese Dienste von dem Komfort ihres eigenen Heims zuzugreifen.

Als das jüngste Beispiel für die Verbindung von KI mit Telemedizin ist das im letzten Jahr gestartete Ping An's Good Doctor-Projekt zu nennen. Das ist eine one-stop healthcare ecosystem platform, welche die Patienten mit "One-minute Clinics" nahe Shanghai verbindet. Dies sind Kliniken ohne menschliches Personal, in denen es nur KI gibt, und diese verbinden die Patienten mit einem klinisch geschulten medizinischen Team in Ping An Good Doctor (clinician in Ping An Good Doctor's in-house medical team). Im Januar 2018 hat die Firma angekündigt, daß sie ihre One-minute Clinics über 8 Provinzen und Städte in China verteilt hat und Kontrakte für nahezu 1000 Einrichtungen unterzeichnet hat, wodurch für mehr als 8 Millionen Benutzer Gesundheitsfürsorgedienste (healthcare services) angeboten werden.

Source: www.financeasia.com

Wird nun in China ein Paradies für KI, Telemedizin ... geschaffen ?

Die chinesische Regierung setzt hauptsächlich auf KI, die möglicherweise das gesamte Gesundheitsfürsorgesystem (healthcare system) in China umkrempeln wird (genau so wie das in fast jedem anderen Industriezweig geschieht). Es ist absehbar, daß China der unumstrittene weltweite Führer in Technologie wird, wobei offensichtlich KI am bedeutendsten ist.

Amy Webb, Adjunct Assistant Professor an der New York University führte in Davos aus, daß in Zukunft nur 9 Firmen die KI-Entwicklung kontrollieren werden:

- die 6 US-amerikanischen Firmen Alphabet, Microsoft, Amazon, IBM, Apple und Facebook und
- die 3 Firmen des chinesischen BAT: Alibaba, Baidu und Tencent, die zusammen in 53% der 190 größeren KIFirmen in China investieren.

Die KI-Industrie in China hat einen so grandiosen Start hingelegt, weil folgendes vorlag:

1. Übergroßes Ausmaß an zu verarbeitenden Daten,
2. große finanzielle Ressourcen und
3. laxer Handhabung der Privatsphäre (privacy).

Die 1. und 2. Bedingung ist offensichtlich gegeben bei über 1 Milliarde Menschen, aber weshalb geben sich die Chinesen mit der weitgehenden Mißachtung ihrer Privatsphäre zufrieden ? Nun, es ist vermutlich so, daß die meisten Menschen in diesem Staat, in dem kollektives Denken Tradition hat und wichtiger als Individualismus ist, auch bei den intimsten Lebensbereichen akzeptieren, daß die zentrale Führung ihres Staates völlige Übersicht über das bürgerliche Leben hat und daß dies nun nur durch Technologie ersetzt wird.

Denken Sie an das chinesische Social Credit System. Wenn Sie durch die Straßen von Shanghai oder Beijing laufen, werden Sie von Tausenden CCTV-Kameras beobachtet.

Wenn Sie sich auf offener Straße unachtsam verhalten (jaywalking on the road), können Sie binnen weniger Sekunden über Ihre WeChat-App eine Warnung erhalten.

Aber das hat im Sinne der chinesischen Regierung den Vorteil, daß die Bürger mittels Kameras und KI ein gewisses Ausmaß an Sicherheit erhalten und daß die öffentliche Ordnung gewahrt wird.

Es ist also wirklich so, daß durch diese 3 o.g. Faktoren in China ein KI-Paradies geschaffen wird, in dem gleichzeitig eine ungeheuer große Anzahl an Projekten verfolgt wird, bei denen das Gesundheitsfürsorgesystem eine sehr große Bedeutung hat.

Source: www.quartz.com

Tencent bietet medizinische KI an und Roboter, die lernen, die Arbeit von Ärzten zu machen

Es gibt keine Frage zu der Notwendigkeit für KI in China, um dem Mangel an medizinischem Personal und schlechter Qualität bei Diagnose und Therapie abzuwehren. Wenn man KI-Systeme (Deep learning algorithms) mit Milliarden Daten füttert, können deren medizinische Diagnosen die Qualität von CT- und MRI-Bildern mit nahezu 100%-iger Genauigkeit erreichen. Ein solches KI-System könnte zukünftig sogar Vorschläge zur Heilung von Krebs oder Alzheimer machen. Das ist über 130 Firmen in China bekannt, die an entsprechenden Projekten arbeiten.

Im November 2017 hat die chinesische Regierung verkündet, daß sie den Bau einer nationalen Innovation-KI-Plattform plant:

- Das A.I. Medical Innovation System oder AIMIS (ein KI-gesteuerter diagnostischer Dienst zur Erstellung von medizinischen Bildern (A.I.-powered diagnostic medical imaging service), das in China in mehr als 10 Hospitälern in China zum Einsatz kommt.
- Seine Arbeitsweise ist folgende: Bilder vom Gewebe vom Patienten werden in eine KI-Software eingegeben, die dann innerhalb weniger Sekunden ermittelt, ob es normal, entzündet oder krebsartig ist.

AIMIS leistet gegenwärtig für die Diagnose

- 90%ige Genauigkeit für Speiseröhrenkrebs (esophageal cancer),
- 95%ige für Lungenkrebs (lung sarcoidosis) und
- 97%ige für diabetische Retinopathie (diabetic retinopathy).

Esophageal cancer ist Krebs der Speiseröhre, vielleicht hervorgerufen durch Rauchen, Alkohol, sehr heiße Getränke, Unterernährung, Kauen von Betelnuß, Fettleibigkeit und Magensäurerückfluß beim Erbrechen.

Bei der Sarkoidose bilden sich mikroskopisch kleine Knötchen (Granulome) in dem betroffenen Organewebe, verbunden mit einer verstärkten Immunantwort. Tritt bei Lunge Lymphknoten auf, vergrößerte Lymphknoten, Vielzahl von kleinen Zysten.

Die diabetische Retinopathie ist eine durch die Zuckerkrankheit Diabetes mellitus hervorgerufene Erkrankung der Netzhaut des Auges.

Diese o.g. AI-gestützten Werkzeuge sind in China eine bedeutende Hilfe, Patienten trotz der überarbeiteten Ärzte gute Diagnosen zu erstellen.

Weitere AI-Anwendungen zeigen die Fähigkeiten, die in AI schlummern. 2017 schaffte der AI-Roboter mit dem Namen Xiaoyi („kleiner Arzt“) die Prüfung auf Zulassung durch China's National Medical Licensing. In seiner Lernphase zur „Arztprüfung“ lernte er den Inhalt von

- Dutzenden medizinischen Lehrbüchern,
- mehr als 2 Millionen medizinischen Berichten und 400000 Artikeln.

Bei der abschließenden Prüfung erhielt er 496 Punkte, 96 Punkte mehr als erforderlich. Das reichte aus, um seine Fähigkeit zu Lernen, Überlegen und Urteilsfindung zu beweisen.

Seine Erbauer meinen, daß er bei der Erstellung der Erstdiagnose eines Patienten durch Datenaufnahme und ihre Analyse helfen kann, aber er soll noch nicht den Arzt ersetzen. Erst einmal soll er die Ärzte entlasten.

Source: www.elperiodico.com

Was verläuft die weitere Entwicklung in China ?

China hat im Rahmen seiner Förderung von Technologie und Innovation nicht nur sein neues Gesundheitsfürsorgesystem in den letzten 20 Jahren langsam und wohlüberlegt aufgebaut. In der Zukunft könnte es zu einer Supermacht nicht nur der AI-Technologie werden. Interessant ist nun in Hinsicht auf die bisherige Geschichte Chinas interessant, wofür China das allen verwenden wird:

- Wie will China mit der ungeheuren Flut anfallender Daten fertig werden und wie wird es seine KISysteme weiterentwickeln ?
- Will die chinesische Zentralregierung weiterhin den Weg zu ihrem Social Credit System verfolgen ?
- Wird China den Weg gehen, daß es das Gesundheitsfürsorgesystem zur Unterdrückung und Drangsalierung der Bevölkerung verwendet ?
- Wird China doch den Weg zu einem GesundheitsfürsorgesystemParadies gehen ?

Es ist unglaublich, wie Janus-köpfig China ist:

Es könnte ein Paradies für Forscher und Entwickler werden, gefördert von der starken Zentralregierung. Jede digitale Gesundheitsinnovation kann getestet und bei Erfolg implemen-

tiert werden. Die Bevölkerung könnte auf ein Gesundheitsfürsorgesystem hoffen, das vollständig vom Staat finanziert wird. Jede Art von Bedenken wegen Verletzung der Privatsphäre der Bürger sind gering ausgeprägt.

Alle Entscheidungsprozesse und Formgebungen für die Gesamtwirtschaft gehen alleine von der Zentralregierung aus – es fehlt die Kontrolle durch unabhängige Privatleute wie im Westen, wo die Anteilhaber von Firmen, tätig im Gesundheitssystem, auch mitreden können. Weil sich die gesamte Kontrolle über das Gesundheitsfürsorgesystem in den Händen der Zentralregierung befindet, kann sie jede dystopische gesellschaftliche Entwicklung einschlagen. Sie kann das Gesundheitsfürsorgesystem mißbrauchen, wie das in dem Social Credit System bereits durchgeführt wird:

- Belohnungen und Strafen für das Verhalten der Menschen im Alltag,
- der Zugriff auf Dienste von Gesundheitsfürsorge und Infrastruktur wird bei ungesunder Lebensführung und Vorliegen genetischer Risiken erschwert ...

Die anderen Nationen beobachten die Entwicklung in China genau, denn die kann weltweit zu großem Einfluß kommen.

Die Leistungen von George Church

Kayana Szymczak

WGS Whole Genome Sequencing – Sequenzieren des gesamten Genoms

George Church und John Craig Venter waren führende Wissenschaftler bei allen Planungen und Ausführungen, Church im Team, gesponsert von der US-Regierung, und Venter mit seiner eigenen Truppe auf eigene Rechnung mit Hilfe von Risikokapital (damit bezahlter auch seine DNA-Sequenzierer).

Schon in seiner Doktorarbeit an der Harvard University hatte er 1984 Verfahren zur Genomsequenzierung beschrieben, die dann tatsächlich auch beim Start von HUGO zur Entschlüsselung des Genomes des Menschen (es kostete letztlich um 3 Milliarden US\$) ab 1990 Verwendung fanden. 2003 (2004) war das Genom entschlüsselt, das Projekt war erfolgreich beendet und jetzt erst begann die eigentliche Forschung.

Seit dieser Zeit beriet George Church oder gründete er Dutzende von wissenschaftlichen Projekten und Biotech-Firmen mit dem gemeinsamen Ziel, WGS zur Normalität zu machen.

Church und sein Forscherteam haben sich 2005 mit dem Beginn vom Personal Genome Project vorgenommen, eine möglichst große Datenbank über die WGS-Daten von Freiwilligen einzurichten – bis heute sind es um die 10000. Er arbeitet auch mit der GentestFirma 23andMe seit ihrem Start 2006 zusammen, und er gründete selber die Firma Veritas Genetics, die jetzt die WGS-Kosten samt Analyse auf unter 1000 US\$ drücken konnte.

George Church: "Wir haben die WGS-Kosten auf ein Millionstel absenken können."

Für die kommenden Jahre erwartet er eine weitere Absenkung der WGS-Kosten auf ein Zehntel des heutigen Preises.

Church erkannte aber weiterhin, daß es auch nicht reichen würde, die WGS-Kosten auf Null zu senken, um alle Menschen zu einer WGS zu bewegen. Church: "Ich erkannte, daß selbst bei einem WGS-Preis von Null Dollars viele Menschen nicht wollten, daß ihr Genom sequenziert wird."

Ein Teil der Ablehnung zur WGS geht bei den Menschen auf ihre Sorge zurück, daß ihre Privatsphäre verletzt werden könnte. 2018 erbrachte eine Untersuchung von der Harris Poll-Stiftung, daß etwa die Hälfte der US-Amerikaner entweder äußerst oder sehr besorgt sind über die Sicherheit ihrer genetischen und Gesundheits-Daten, und zwar wegen Raub und Mißbrauch medizinischer Daten bis hin zu Identitätsdiebstahl. Gentechnikfirmen wie 23andMe (die von Church immer noch beraten wird) haben diese Sorgen durch den massenhaften Verkauf genomischer Daten von Kunden verstärkt.

Es gibt auch noch ganz andere Gründe zur Ablehnung, und zwar vor allem Desinteresse. Church: "Die meisten Leute interessiert das nicht. Man muß sie erst motivieren."

Church hofft, daß im mit seiner letzten Start-up-Gründung Nebula Genomics dem allem begegnet werden kann, denn Nebula wird die Kunden für ihre WGS-Daten bezahlen und verwendet Verschlüsselungstechniken (encryption techniques), um die Übertragung der WGS- und Gesundheitsdatensätze völlig anonym zu machen. Als weiteren Anreiz können sich die

Kunden von Nebula selber darum bemühen, ihre anonymisierten WGS-Daten an Forscher und Pharmafirmen zu verkaufen.

Nun ist aber die WGS-Erstellung für die Firma selber nicht umsonst, und darum ist Church auf die Idee gekommen, das mit der öffentlichen Gesundheitsfürsorge zu verbinden durch das systematische Suchen nach Gendefekten bei Neugeborenen, die durch eine irgendwann technisch verfügbare Gentherapie geheilt werden könnten – und das würde die Krankenversicherungen sehr freuen, denn weltweit werden 5% der Babies mit Gendefekten geboren, oft verursacht durch den Defekt eines einzigen Gens, und das führt wegen der lebenslang notwendigen Krankenbehandlung zu enormen Ausgaben der Versicherer.

Man könnte den Versicherern anbieten, um diese hohen Ausgaben herum zu kommen, indem sie für eine WGS ihrer Kunden bezahlen, die ihrerseits eine freie genetische Beratung erhalten würden, die von ihrer Krankenversicherung bezahlt wird.

Die so eingesparten Finanzmittel könnten reinvestiert werden: Mit nur 1 Million US\$ könnte man zukünftig die WGS für Tausende bezahlen, und das würde noch mehr Geld einsparen und zusätzlich Leben retten.

Bisher hat sich noch kein Versicherer eingekauft, aber Church denkt weiterhin optimistisch über die Möglichkeit von Nebula, Geld einzusparen. Church: "Irgendwann geschieht es, und nimmt die Bereitschaft dazu exponentiell schnell zu."

Church hat auch eine passende Antwort auf Besorgnisse wegen einer aus den Fugen geratenen (dystopischen) Zukunft, und zwar gibt es in manchen Communities schon das Verfahren, daß die Menschen genetische Daten bei der Partnerwahl heranziehen,

Beispiel vorsorge gegen Tay-Sachs

Tay-Sachs ist eine genetisch bedingte Krankheit, die durch ein rezessives Gen bewirkt wird. Damit ist gemeint, daß diese Krankheit nur zum Ausbruch kommen kann, wenn beide Kopien dieses Gens die Tay-Sachs-Mutation haben. Wenn also Menschen eine defekte und eine gesunde Kopie dieses Gens haben, bestimmt das gesunde Gen die Genexpression und der Mensch bleibt von Tay-Sachs verschont. Wenn beide Elternteile dieses defekte Tay-Sachs-Gen haben, gibt es eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß ihr Kind 2 mutierte Kopien hat und an Tay-Sachs erkrankt. In einigen Communities von Ashkenazi-Juden, die ein höheres Risiko für Tay-Sachs haben, gibt es schon eine Art von Eheberatung in Richtung Stiftung einer solchen Ehe, bei der die Kinder kein Tay-Sachs bekommen.

Jay Smith

Eheberatung und Ehestiftung

In jüdischen Gemeinden gehört eine Eheberatung auf Basis von genomischen Daten zum offiziellen Programm der Partnerfindung. Jahrzehnte zuvor hat man erkannt, daß von 3600 Babys von orthodox-jüdischen Ashkenazi-Eltern jeweils eines Tay-Sachs-Veranlagung besaß. Diese genetisch bedingte Krankheit, durch ein rezessives Gen bewirkt, tritt schon wenige Monate nach der Geburt auf: Durch die Krankheit werden Nervenzellen immer schneller zerstört, so daß das Baby nicht krabbeln oder sich umdrehen kann, und möglicherweise stirbt es.

Daraufhin machten sich Wissenschaftler und Community-Mitglieder daran, hier eine tragbare Lösung zu finden. Schon in der High School wurde von den Kindern (Jungen und Mädchen) eine WGS gemacht und diesem Datensatz eine Nummer zugeteilt. Es wurde nicht gesagt, ob sie Träger dieses rezessiven Tay-Sachs-Gens seien. Hat sich ein Paar gefunden und ist zur Heirat bereit, schicken sie beide ihre Nummern an ihre religiösen Führer ein, die überprüfen, ob sie beide über dieses defekte Gen verfügen. Hat dies keiner von ihnen oder auch nur einer, erhalten sie die Nachricht, daß ihre Kinder gesund sein werden. Sind aber beide Träger dieses defekten Gens, erhalten sie eine genetische Beratung mit Diskussion aller Optionen. Jedes Jahr durchlaufen Tausende von Ashkenazi-Paaren diese Prozedur, und inzwischen sind es 4500 Paare, die nach der genetischen Beratung auf eine Heirat verzichtet haben, wodurch die Fälle für Tay-Sachs signifikant reduziert worden sind.

Church möchte so etwas Ähnliches für alle Paare einführen. Seine Idee: Schon in den existierenden sozialen Medien und auf online-Dating-Seiten könnte so eine auf genetischen Daten beruhende Eheberatung für alle Menschen implementiert werden, und das für alle Krankheiten.

Church möchte diese Art von Diensten direkt an genetische Screener anschließen: Wenn eine Überprüfung zeigt, daß der Nachwuchs die Veranlagung zu schweren Krankheiten hat, würde man den potentiellen Ehepartner gar nicht gezeigt bekommen. Um die Privatsphäre (privacy) der ausgeblendeten Partner zu wahren, würden auch einige Partner zufällig abgewiesen.

Die Aussicht, seine geliebte Person nur deswegen aufgeben zu müssen, weil das ein Algorithmus so entscheidet (wie beim Ashkenazi-Modell), mag für manche Leute unzumutbar sein. Nun ist es aber so, daß man sich unbedingt für ein solches Modell entscheiden muß.

Hank Greely, Bioethiker an der Stanford University, hat sich auf gesetzliche und ethische Aufgaben bei der genetischen Beratung spezialisiert, und er meint: "Ich denke nicht, daß die Menschen das tun wollen. Es ist albern, anzunehmen, daß man das Ashkenazi-Modell auf die ganze USA überträgt. Die Ashkenazi-Kultur ist grundverschieden von der des übrigen Landes."

Statt dessen schlägt er vor, daß die Leute mit Hilfe ihrer WGS-Daten ihr Risiko zu Kindern mit genetisch bedingten Krankheiten selber managen durch Eingehen des Risikos (roll the dice), Adoption, Verzicht auf Kinder oder Screening der Embryos vor Implantation.

Greely dämpft auch die Sorge der Menschen vor Human Enhancement mit dem Ergebnis der Herstellung von Designer Babies. Er betont, daß Eigenschaften wie Intelligenz und sogar Augenfarbe durch das Zusammenwirken vieler Gene bewirkt werden, von denen viele noch unbekannt sind, während viele genetisch bedingte Krankheiten nur durch den Defekt eines einzigen Gens bewirkt werden.

Church weist darauf hin, daß die Diskriminierung von Angestellten oder durch Versicherer in den USA durch den Genetic Information Nondiscrimination Act von 2008 verboten ist. Allerdings gibt es Ausnahmen wie die bei Anbietern für Lebensversicherungen. Er betont, daß keine Versicherungsgesellschaft Zugriff auf diskriminierende genetische Daten von Patienten erhalten wird.

Versicherer und sogar Patienten müssen nicht notwendig die WGS-Daten studieren, um davon zu profitieren, denn man kann Rechnerprogramme dafür entwickeln, Eheberater in ihrer Tätigkeit zur Familienplanung zu unterstützen, die auf Basis genetischer Daten Paare berät und für die Reduzierung genetisch bedingter Krankheiten beim Nachwuchs sorgt.

Greely meint, daß er nicht wirklich besorgt darüber ist, daß Leute die Kenntnis über ihre genetischen Daten erhalten, obwohl er einräumt, daß keine Garantie dafür gegeben werden kann, daß bei einer Gentestfirma die Datenbank nicht gehackt werden kann.

Greely: "Ich bin viel mehr besorgt über meine Kreditkartenzahlungen und Google-Suchabläufe, denn die sagen viel mehr über mich und mein Leben aus als meine WGS-Daten."

Greely meint, daß seine größte Sorge die ist, daß die Leute durch die Kenntnis ihrer WGS-Daten für sich eine Art von unabwendbarem Schicksals annehmen, denn bei der genetischen Beratung werden viele erfahren, daß sie die Veranlagung zu derzeit unheilbaren genetisch bedingten Krankheiten haben, aber etliche werden erfahren, daß sie die Anlage zu einer derzeit schon heilbaren genetisch bedingten Krankheit haben, und zumindest diese werden sich entsprechend verhalten.

Greely meint, daß dennoch die Frage berechtigt ist: "Wollen Sie wirklich über ihren Genom alles wissen ?"

30.1.2019 GenomeWeb

Das nächste Stadium für Human Germline Editing (Next Stage for Gene Editing)

Staff reporter, Jan 30, 2019

Auf der Herausgeberseite (editorial board) von The New York Times wird gemeldet, daß das Geneditierungswerkzeug CRISPR zwar Potential zur Verhinderung zahlreicher Krankheiten hat, aber in der Folge der Ankündigung von Dr. He Jiankui mit seiner Herstellung von zwei weiblichen Zwillingssbabies mit editierten Genomes ist nun der weitere Fortschritt unsicher geworden.

Auf der Herausgeberseite von The Times wird der Plan von US National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine zur Einrichtung eines globalen Forums für Geneditierung diskutiert mit dem Vorschlag, nicht nur Gesellschaftswissenschaftler, Gesetzgeber (po-

licymakers) und Ethiker einzubeziehen, sondern auch die Öffentlichkeit mit dem Argument, daß es im starken Interesse der Öffentlichkeit liegt, sonst unheilbare oder fatale genetisch bedingte Krankheiten mittels Genomeditierung zu verhindern. Das hat eine Umfrage der Associated Press ergeben und würde dabei helfen, bessere und angepaßtere Vorschriften (Gesetze, policies) zu entwickeln und Mißtrauen zu zerstreuen. Es wird auch von The Times darauf hingewiesen, daß es ausgefeiltere Methoden für die Vorbereitung der Verwendung von Genomeditierung am Menschen gibt als das gegenwärtige Moratorium in den USA gegen Editing Human Embryos.

Wortlaut auf der Herausgeberseite von The Times: "Gesetzgeber (lawmakers), Überwachungsvereine (regulatory agencies), Patentinhaber, Einrichtungen zur Einhaltung ethischer Normen (ethics review boards), Sponsoren (funding foundations) und professionelle Journals müssen alle darin zusammenwirken, wie eine Technologie zu entwickeln und anzuwenden ist. In der Zusammenarbeit bei der Festlegung, was gesponsert, erlaubt oder veröffentlicht werden soll, könnten sie ein dynamisches und flexibles Verfahren für den Schutz (safeguarding) der Öffentlichkeit entwickeln, das gleichzeitig weitere vielversprechende Forschung gestattet."

GenomeWeb, 22.5.2019

Die Scientific Community einigt sich auf ein Regelwerk für die klinische Anwendung von Human Germline Editing

staff reporter

HGE Human Germline Editing, das ist Human Genome Editing mit Implantation zur Schwangerschaft

Am Ende vom 2. Summit on Human Genome Editing in Hong Kong wurde am 29.11.2018 beschlossen, daß es an der Zeit sei, einen Fahrplan für die verantwortliche HGE-Forschung und klinische HGE-Anwendung zu erstellen. Ein wichtiger Teil dafür wird nun in die Tat umgesetzt, und zwar wird ein Regelwerk für die verantwortliche HGE-Durchführung geschaffen, in Zusammenarbeit von

- US National Academy of Medicine,
- US National Academy of Sciences und
- Royal Society of the UK

mit wissenschaftlichen und medizinischen Akademien rund um die Welt, das für Wissenschaftler, Klinikpersonal und Gesetzgeber verpflichtend ist. Ferner werden die wissenschaftlichen, medizinischen und ethischen Erfordernisse diskutiert, die beherrscht werden müssen, bevor die HGE-Forschung in der Praxis beginnen und schließlich für den klinischen Gebrauch eingesetzt werden kann. Das geschieht unter der Voraussetzung, daß man sich weltweit in der Scientific Community darüber einigt ist, daß die Forschung so weit, daß man mit HGE beginnen kann.

The commission's formation came as a response to the work of He Jiankui, the Chinese scientist who shocked the world last November when he announced that he had edited the germlines of twin embryos. He was widely condemned by the global scientific community for violating scientific principles and ethical norms.

Victor Dzau, Präsident der National Academy of Medicine, und John Skehel, Vizepräsident der Royal Society, haben eine führende Position in der Kommission für internationale HGE-Kontrolle: "Parallel mit unserer Kommission arbeitet das jetzt gegründete HGE-Expert Advisory Committee der World Health Organization (WHO = Weltgesundheitsorganisation). Dieses soll global gültige Standards zur Steuerung und Überwachung von HGE entwickeln (Developing Global Standards for Governance and Oversight of Human Genome editing)."

Mitte Dezember 2018 hat die WHO die wissenschaftlichen, ethischen, gesellschaftlichen und gesetzlichen (scientific, ethical, social, and legal) Anforderungen sowohl für Human Genome Editing (somatisch und germline) festgelegt. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe dafür wurden im Februar 2019 genannt und das erste Treffen fand am 18.3.2019 statt. Sie machen sich ein Bild von dem Stand der aktuellen Forschung für HGE und Gentherapie und geben Vorschläge für gesellschaftlich akzeptierbare Regelwerke für Planung, Durchführung und Kontrolle, die sie der WHO übermitteln.

Die US National Academies und Royal Society dienen dabei als Sekretariate der Kommission, in der leitende Persönlichkeiten von 10 Nationen arbeiten.

Kay Davies, Professor of Genetics am MDUK Oxford Neuromuscular Centre der University of Oxford und Richard Lifton, Präsident der Rockefeller University, sind in der Führungsebene der Kommission.

Die Aufgabe der Kommission ist, das in die Tat umzusetzen, was im Abschluß-Statement vom og.g. Summit gefordert worden ist:

- Die wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und ethischen Anforderungen bei der klinischen HGEAnwendung.
- Vorschriften für die Durchführung der Experimente, angefangen mit den vorklinischen Phasen zur Ermittlung von möglichen Offtarget-Effekten, Mosaizismus und auch langzeitlichen Nebeneffekten.
- Diskussion von Verfahren zur Ermittlung der Balance zwischen möglichem Nutzen und möglichem Schaden bei HGEAnwendung auf Kinder und dessen nachfolgende Generationen.
- Entwurf der angemessenen Erklärung und Protokollierung des geplanten HGEEingriffs, um zu erhalten: Das gültige Einverständnis des Patienten, die ethisch verantwortliche Freigabe durch das HGE-Review-Komitee und die Zustimmung der gesetzlichen Autoritäten.
- Entwicklung von Verfahren zur langfristigen Beobachtung von genomeditierten Kindern.
- Entwurf der Richtlinien zur Überwachung der Forschung und klinischen Anwendung auf dem Gebiet der HGE.

Die Kommission hält öffentliche Treffen ab und einen internationalen Workshop, auch entwickelt sie Verfahren zur Informierung der Öffentlichkeit und Registrierung von geäußerten Bedenken.

Der Bericht wird in endgültiger Form im Frühjahr 2020 zur Verfügung stehen.

News GCLab: Metro News 13.5.2019

Wir könnten binnen 10 Jahren zum Klonen von Menschen in der Lage sein – aber sollen wir das auch tun ?

By Nigel Cameron, 13.5. 2019

President Emeritus, Center for Policy on Emerging Technologies

Wenn der arme Fido wegen Krebs klagt, weiß man Abhilfe zu schaffen: Man entnimmt ihm Zellen mit seinem Genom, bevor er seinen letzten Seufzer von sich gibt, sendet das an ein Labor und erhält von ihm einen neuen Fido.

So zumindest liest sich das bei Barbra Streisand, die ihren geliebten Hund namens Samantha verloren hatte und inzwischen 2 Klone von Samantha hat mit den Namen Miss Scarlett und Miss Violet.

Vor kurzer Zeit kostete ein Klon noch 100000 US\$, was für die meisten Leute unbezahlbar ist, aber dieser Preis hat sich inzwischen halbiert und wer würde nicht 50 Riesen hinblättern, um seinen 4-beinigen Freund wieder zu bekommen ?

Aber wenn nun es nicht Fido ist, dem der Arzt ein baldiges Ableben bescheinigt, sondern gran ? Im Film *The Sixth Day* gilt das Klonen von Haustieren als Routineeingriff und trägt den Namen RePet. Also Barbra freut sich mächtig darüber, daß sie ihren geliebten Vierbeiner durch RePet wieder bekommen hat, aber wie denkt sie darüber, wenn die Nachricht über einen baldigen Tod Verwandten gilt ?

Diskutieren wir das näher. Könnte die betreffende RePet-Klinik zum Beispiel mit dem Spruch werben: „Wir haben Rinder, Kaninchen, Affen, Katzen und andere Tiere geklont.“

Dürften sie das auch für Ihre Verwandten anbieten ? Das könnte sogar preiswert sein, aber sicher würde das NHS so etwas nicht unterstützen – allerdings hat es eine Behandlung für ein IVF-Retortenbaby ('test-tube baby') bezahlt, was so knifflig erscheint wie das Klonen (und auch als so teuer), und das war bei Louise Brown, die als das erste bekannte bzw. anerkannte IVF-Baby geboren wurde.

Bisher ist nicht bekannt, ob schon ein Mensch geklont worden ist, wenn auch manche Leute das für sich beanspruchen. im Jahr 2002 hat ein ulkiger religiöser Zirkel mit Namen *The Raelians* (der Name rührt von einem früheren Rennfahrer her, der sich selber Rael nannte und

eine weiße Robe trug) behauptet, daß sie nicht nur ein Baby, sondern schon 5 Babies geklont haben ! Ihre Topwissenschaftlerin hieß Brigitte Boisellier, um die sich die Medien rissen. Kurz danach ersuchte ich sie, mit mir in London ihren Anspruch deutlicher zu formulieren. Wir saßen denn auch bald danach nebeneinander in der Breakfast-BBC-Show von Sir David Frost, der mich fragte, weshalb ich dabei mithelfen wollte, daß die Raelians ihren irren Anspruch anerkannt bekommen. Ich beruhigte ihn und sagte ihm, daß ich überhaupt nicht glauben würde, daß diese Leute irgendjemanden geklont hätten, aber die Debatte würde dazu Gelegenheit geben, die riesigen ethischen Fragen in der Öffentlichkeit gründlich zu erörtern. Übrigens liegt am Ende der Straße eine entsprechende RePet-Klinik, die als Option das Klonen von Verwandten anbieten könnte.

Wir haben doch noch alle in Erinnerung, daß 1997 das Klon-Schaf Dolly geboren wurde, und das ging durch den gesamten Blätterwald. Inzwischen kennt man sich mit dem Klonen von Tieren aus, aber man sollte auch fragen: Darf man überhaupt ein Schaf klonen ?

Nun, für uns sehen die Schafe sowieso alle gleich wie Klone aus, aber ist es nicht so, daß sich auch bei ihnen die ethische Frage stellt ? Und wenn das bei Schafen in Ordnung ist, warum dann nicht auch beim Menschen ?

Die United Nations haben die Declaration on Human Cloning verabschiedet, die besagt, daß das Klonen von Menschen nicht geschehen darf, und Ian Wilmut, der leitende Wissenschaftler für die Herstellung von Klon-Schaf Dolly ist derselben Meinung. Nun ist es aber so, daß die grundlegenden Klonierungstechniken inzwischen in etlichen Labors sehr gut beherrscht werden. Die meisten Wissenschaftler glauben weder Raelians noch dem späteren koreanischen Team mit ihren Ansprüchen, menschliche Klon-Embryos geschaffen zu haben, aber sie nehmen doch an, daß das früher oder später tatsächlich getan wird. Aber wie bald ?

Sicher war ich überrascht, als ich zuhause im Jahr 1997 an einem Sonntagnachmittag von der US-amerikanischen Zeitung USA Today einen Anruf erhielt mit der Bitte um einen Bericht über das Experiment von Ian Wilmut mit seinem Klon-Schaf Dolly, aber glauben Sie mir, ich werde nicht überrascht sein, wenn ich so in 10 Jahren einen Anruf bekomme, daß nun das 1. Klon-Baby geboren worden ist.

Es wäre ein sehr großer Fehler, wenn man Klon-Babies herstellen würde, und in der Tat, weil es keine internationale Abmachung gegen das Klonen von Menschen gibt, haben viele Staaten Gesetze gegen das Klonen von Menschen erlassen (Verbote gegen reproduktives und nichtreproduktives Klonen. Nun, es kann sein, daß China eine Ausnahme machen wird, weil dort Wissenschaftler weniger Strafverfolgung wegen Bruchs ethischer Tabus befürchten müssen.

Gegenwärtig ist es auch noch in UK verboten, Klon-Babies herzustellen, aber das könnte sich rasch ändern. Ein britischer Philosoph hat kürzlich die Befürchtung geäußert, daß der Brexit britischen Wissenschaftlern die Möglichkeit eröffnet, nicht mehr an die strengen europäischen Vorschriften gebunden zu sein und Babies klonen werden !

Die aufregendste Entwicklung in der Klonforschung erfolgt gerade etwas im Stil von Jurassic Park, und die ganze Geschichte lautet so: Im Jahr 2011 entdeckten Wissenschaftler den tiefgefrorenen Körper eines Wollhaarmammuts, und seitdem versuchen japanische Wissenschaftler und der berühmte Gentechniker George Church von der Harvard University, einen Klon davon herzustellen und damit diese Species ins Leben zurückzurufen.

Ich konnte darüber mit Professor Church selber sprechen. Er sprach davon, daß in wenigen Jahren bald wieder Herden von Mammuts durch die arktischen Regionen ziehen werden, und weil er als einer der weltbesten Biologen gilt, glaube ich ihm das auch.

Wie zuverlässig sind die Berichte über in chinesischen Labors geklonte Affen ? Das würde uns erheblich näher an das Klonen von Menschen bringen.

Im folgenden Text will ich darlegen, daß die Klonierungstechnik SCNT sich seit 1997 kaum geändert hat. Das Klonen von Säugetieren beherrscht man inzwischen, und das Klonen Menschen würde genauso erfolgen. SCNT steht für 'somatic cell nuclear transfer' mit der Betonung auf somatic:

- Man entnimmt einer Eizelle den Zellkern und
- und führt an seiner Stelle den Kern einer somatischen Zelle ein, die z.B. von der Haut stammen kann.

Im Normalfall wird eine Eizelle durch ein Spermium befruchtet, aber das ist hier eben nicht der Fall. Man implantiert diese mit einem „somatischen“ Kern versehene Eizelle und dann wächst der Klon, der eine perfekte Kopie vom Säugetier oder auch Mensch ist, von dessen Zelle der Kern genommen worden und in die entkernte Eizelle eingeführt worden ist.

Anfänglich herrschte in den 2000er Jahren ein Überschwang an Erwartungem, die man an diese neue Klontechnik stellte: Wissenschaftler hofften, daß man damit schwere Krankheiten wie Alzheimer heilen könnte etwa in der folgenden Art: Man erschuf von ihnen geklonte Embryos und injizierte den Patienten Gewebe ihrer Embryo-Klone, aber das funktionierte so doch nicht. Dadurch ernüchtert zog sich sogar Ian Wilmut von der Klonforschung zurück, obwohl er sich von ihr durchaus therapeutischen Nutzen versprach.

Angenommen, man ist soweit, Menschen zu klonen: Ist das wirklich eine so gute Idee ?

Soll es RePet für Verwandte geben ?

Das Kernproblem ist, daß das Klonen nicht den gestorbenen Großvater oder Vater zurückbringt, sondern nur eine genaue Kopie von ihm. Auch Barbra Streisand weiß genau, daß ihre Klonhunde nicht wirklich wie Samantha sind. Ihre genetische Veranlagung ist wie die von Samantha, sie könnten Zwillinge von ihr sein, aber sie wurden Jahre nach Samantha geboren, machten andere Erfahrungen und von ihrer Umgebung her bestimmte andere Entwicklungen, genau wie bei echten Zwillingen, die getrennt voneinander unter ganz anderen Lebensumständen aufwachsen. Darum werden die Klone eben doch nicht so wie die Geklonten sein, egal ob das Säugetiere oder Menschen sind.

Außerdem wäre es grundfalsch, wenn ein Mensch ein geklontes Kind haben wollte, so als Ersatz für ein gestorbenes Kind. Nehmen wir an, daß die 12 Jahre alte Susie von einem betrunkenen Autofahrer totgefahren wird und Sie in Ihrer Trauer einen Klon von ihr haben wollen. Also schickt man etwas Blut von ihr in ein Klon-Labor und irgendwann erhalten Sie Ihre Susie 2, das Klon-Kind !

Und nun hat man zu verstehen: Susie 2 ist nicht wie Susie, die einzigartig war und als Susi geliebt wurde und sich zu Susi entwickelte.

Susie 2 ist aber ein Projekt: Sie ist als Klon nicht einzigartig und jederzeit neu erschaffen werden, und wahrscheinlich werden gerade Sie versuchen, Susie 2 als Susi erscheinen zu lassen: dieselben Kleider, dasselbe Essen, dieselben Musikstunden und Spiele und dieselbe Art von Freunden.

Was glauben Sie, wird in Susie 2 beim Älterwerden vor sich gehen, wenn sie immer wie ihre tote orifinale Susi aussehen und sich wie sie verhalten soll ? Welchen psychischen Belastungen ist ein Klon ausgesetzt, der weiß, daß er der Klon eines Toten ist und diesem Original möglichst ähnlich sein soll ?

Wenn Sie einen menschlichen Klon erfahren lassen, daß er ein Klon ist (wie wollen Sie ihm das für sein ganzes Leben verheimlichen ?), werden ungeahnte psychische Probleme auftreten, bei den Klonen und ihren Verwandten. Darum kann man Hunde klonen, denn die werden nie verstehen können, wie sie auf die Welt gekommen sind.

Das Hauptthema der Metro.co.uk's-Reihe gilt zukünftigen Entwicklungen auf allen Bereichen (The Future Of Everything). Hier erscheinen Artikel von OBEs bis zu CEOs, Professoren und Futurologen, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlern, Politikern bis vielfach sehr hoch ausgezeichneten Akademikern. Wir sind der Meinung, daß sich unsere fachlich kompetente und nüchterne Darstellung möglicher zukünftiger Technologien und sonstigen Entwicklungen wohltuend von Darstellungen abhebt. Wir erklären täglich, was wahrscheinlich eintreffen wird oder nicht. Fühlen Sie sich dazu ermutigt, uns unter Hashtag #futureofeverything zu kontaktieren, wenn Sie meinen, wenn Sie etwas an unseren Ausführungen korrigieren wollen oder selber wissenschaftlich fundierte Prognosen machen wollen. Senden Sie uns eine Email an unsere Adressen hey@metro.co.uk oder Alex.Hudson@metro.co.uk.

Empfehlung der Lektüre aller Geschichten von Future Of Everything.

Mehr unter: <https://metro.co.uk/2019/05/13/we-could-clone-humans-within-10-years-but-should-we-9437325/?ito=cbshare>

Magazin **Now**: futuristic technologies sci-fi entertainment, 18.3.2018

Moderne Human-Evolution: Werden bald die Superhumans entwickelt ?

Doug Bonderug, 9.3.2019

In diesem Artikel wird auf die erstaunliche bis erfreuliche Tatsache verwiesen, daß SF-Filme und SF-Literatur einen überaus großen, anspornenden und anleitenden Einfluß auf die Entwicklung naturwissenschaftlicher Theorien und ingenieurwissenschaftlicher Technologien gehabt haben und weiterhin haben.

Arthur C. Clarke und Donald Wollheim haben schon um 1960 mit dem Gedanken an viele Universen gespielt. Die Ideen für Quark und Multiversum stammen aus der SF-Literatur der 1960er Jahre. Murray Gell-Man führte den SF-Begriff Quark in die Elementarteilchentheorie ein, der Begriff SF-Begriff Multiversum wurde zunehmend ab 1990 in die Kosmologie durch Andrei Linde und andere Forscher eingeführt, im Zusammenhang mit Vortellungen um Baby-, Mega-, Meta-, Haupt-Universum ...

Die SF-Autoren Herbert W. Franke, Hans Kneifel und die vom Autorenkollektiv der Weltraumserie „Perry Rhodan – der Erbe des Universums“ haben eine völlig neue kosmologische und technologische Begriffswelt geschaffen.

In vielen SF-Romanen ist die weitere Evolution der Menschheit zu neuen, auch kybernetischen Formen diskutiert worden.

In vielen US-amerikanischen SF-Filmen wurden Zukunftsideen von Gene Roddenberry dem interessierten Publikum nahegebracht.

Bonderug diskutiert mögliche Zukunftsformen von Superhumans mit verlängerter Lebenszeit, Selbstheilung von Krankheiten und erweiterten biologischen Funktionen (als Ergebnis von Human Enhancement).

Die Wissenschaft von der zukünftigen Evolution der Menschheit (modern Human Evolution)

Menschen mit außerordentlichen Fähigkeiten gibt es bereits heute, wobei man sich bei dem Begriff „außerordentlich“ gar nicht im Rahmen von SF-Vorstellungen bewegen muß.

Man könnte Leute wie Carl Friedrich Gauß, Norbert Wiener und Edward Witten als natürliche Mutanten mit großen Geistesgaben bezeichnen. Würde man das im Sinne vom Transhumanismus durch Human Enhancement ebenfalls erreichen können, könnte das der nächste Schritt in der evolutionären Entwicklung der Menschheit sein.

Wie Science Focus feststellt, hat man im Verlauf vom Human Genome Project eine große Bibliothek an WGS-Daten für Genome eingerichtet, die man mit den Eigenschaften der betreffenden Menschen in Beziehung setzen kann.

Mögliche Wege zu Superhumans

Mit Hilfe der CRISPR-Cas9-Genomeditierungstechnologie werden wir bald über entsprechende Kenntnisse verfügen, um Superhumans zu konstruieren.

Die Genomeditierungstechnologien zur Verhinderung von Krankheiten und Altersverfall könnten bald vorliegen.

Einsatz von Prothesen, eher das Gebiet von Biotechnologie: Ein Exoskelett könnte Menschen ungeheure Kräfte geben. Ein Beispiel dafür ist Guardian XO, von der Biotech-Firma Sarcos entwickelt. Es zeigt, welche Macht Menschen durch Prothesen erhalten können (Bionik).

Pro und Contra

Als wünschenswert erscheint eine Kontrolle der weiteren Evolution der Menschheit mit fortgeschrittener, transhumanistisch inspirierter Biologie, Biotechnologie, Bionik, Genomik ... Entscheidend wird letztlich der erreichbare Nutzen sein etwa in Form von

- Eliminierung von Krankheiten und Stoppen von Altersverfall und
- gentechnisch erreichte Langlebigkeit und sehr große Erhöhung der Fähigkeiten der Menschen.

Als nicht wünschenswert erscheint ein Mißbrauch von durch Human Enhancement oder Bionik erreichte erhöhte Fähigkeiten, wie in SF-Filmen “Star Trek” Episode “Space Seed” oder “The Wrath of Khan” mit Khan Noonien Singh vorgeführt worden ist. Ein Superhuman als Tyrann wäre sehr schlecht bis vernichtend für die Menschheit.

Auch könnte eine Verbesserung gentechnischer Verfahren böswillige Menschen dazu befähigen, Pathogene (Krankheiten bewirkende Mikroben wie Bakterien, Amöben, Hefepilze ...) herzustellen.

Auf jeden Fall ist klar: Wir gelangen nun in das Zeitalter, in der die Menschheit ihre eigene höhere Evolution beschleunigt selber steuern kann. Mit Hilfe ausgeklügelter bio- und gentechnischer Verfahren könnten sich die Menschen selber höhere körperliche, geistige und moralische Fähigkeiten geben, mit einer bedeutenden Verbesserung aller Gene im Genpool der Menschheit.

Finanzierung einer KI-Firma für die Herstellung von Super Humans und 'Safeguard Humanity'

OpenAI, eine Nicht-Profit-KI-Forschungsfirma, gegründet zur Herstellung von Superhumans
Elon Musk, Chef der Firma Tesla Motors zur Herstellung von eAutos gab am Freitag bekannt, daß nun die Finanzierung der non-Profit-KI-Firma OpenAI durch ihn und andere Geldgeber aus der technologischen Welt gesichert ist.

Ein Blog-Post auf der Webseite von OpenAI: 'Wir möchten digitale Intelligenz so hoch entwickeln, daß sie der Menschheit im Ganzen dienen kann, ungehindert durch die Notwendigkeit eines finanziellen Rückflusses.'

OpenAI wird geleitet von Elon Musk und Sam Altman, spezialisiert auf Venture-Kapitalgebung im technologischen Sektor.

Musk zu Backchannel: „Ich hatte zur damaligen Zeit bei der Gründung von OpenAI schon meine Zweifel. Die Firma soll mit KI-Methoden die Menschen zu Superhumans weiter entwickeln. Ich möchte das so erklären: Durch unsere technischen Geräte wie Autos, Handys und Computer werden wir mit übermenschlichen Fähigkeiten gesegnet, und durch Telefon, Email und Social Medien können wir wie Superhumans kommunizieren. Diese Entwicklung ist nach Kräften weiter zu verfolgen.“

Die Geldgeber für OpenAI sind neben Elon Musk und anderen auch

- PayPal Holding Inc Mitbegründer Peter Thiel und
- LinkedIn Corp Mitbegründer Reid Hoffman.

Elon Musk: Unsere non-Profit.Firma OpenAI soll jedermann Nutzen bringen, anstatt die Taschen von Aktienbesitzern (shareholders) zu füllen. Die Forscher werden ermuntert, ihre Arbeiten zu publizieren. gleichgültig ob als Reports, Blog-Posts oder Code, und wir teilen uns eventuell hier erarbeitete Patente mit der Welt. Wir arbeiten ohne alle Schranken mit vielen anderen Institutionen und erwarten, daß wir mit vielen Firmen zur Erforschung und Verfügungstellung neuer Technologien.“

Zwar hat die Firma OpenAI bereits ein Finanzpolster von 1 Milliarde US\$, aber in den nächsten Jahren wird davon nur ein kleiner Teil ausgegeben.

Originaler Artikel:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3356850/Elon-Musk-Peter-Thiel-billion-dollar-AI-research-firm-safeguard-world-make-superhuman.html#ixzz3u8Ej8WCO>

Das erinnert wieder an die Vorhersage von John Craig Venter, daß mit HGP-write die Ablösung des Menschen durch höher entwickelte „Menschen“ zwangsläufig kommen wird wie auch das Verschwinden der natürlichen Menschen, also von uns. Offensichtlich haben wir gerade den Weg dahin eingeschlagen.

NEO.LIFE 18.1.2019

“Fünf großartige Ideen die in den nächsten Jahren unsere Welt verändern könnten“

By Christina D. Warner, with Michael Bancroft,

Michael Bancroft ist Senior Media Executive, Journalist, Executive Producer und Co-Host der Serie Beyond Innovation von Globalive Media, die wöchentlich bei Bloomberg Television rund um die Welt übertragen wird. Bancroft hat Erfahrung mit Diskussionsforen (running multi-platform networks) und weltweit übertragenen Shows im Bereich von Wirtschaft und Technologie. Ich konnte Herrn Bancroft zu dem o.G. Thema interviewen und das wird am 12.2.2019 im Rahmen der Serie „Beyond Innovation“ gesendet.

Seine weltweit ausgestrahlte Fernsehshow "Beyond Innovation" führt vor allem die neuen und sichtbar werdenden Technologien vor mit einer Abschätzung ihrer möglichen Auswirkung auf die Art und Weise, wie wir leben und Geschäfte machen. Er arbeitet auch als Co-host von "The Feed with Amber Mac and Michael B" auf SiriusXM, einer sehr trendigen technisch orientierten Radiosendung (top trending tech podcast and radio show).

Bancroft arbeitete auch als Executive Producer für Bloomberg TV, wo er für eine Sendung verantwortlich war, die alle Aspekte von Softwareentwicklung in Kanada (Canadian programming) diskutierte. Er hatte diese Sendung auch selber ins Leben gerufen ...

Er erhielt seine Ausbildung für Journalismus an der UCLA und den MBA in Finanzwesen von der Queensland University of Technology (QUT).

Auszug aus dem Report:

Idee #1: Geneditierungstechnologien werden Krankheiten auslöschen

Idee #2: KI und Lernende Maschinen (artificial intelligence/machine learning) werden in der Gesundheitsfürsorge (healthcare) die allgemeine Forschung und die Entwicklung neuer Medikamente beschleunigen

Idee #3: Quantencomputer (quantum computers) können einige der größten Probleme lösen

Idee #4: 5G Connectivity setzt das Potential frei für das Internet-of-Things

Idee #5: Autonome Fahrzeuge auf dem Boden und autonome Flugkörper lösen die Probleme um Überfüllung der Straßen und der Staus

In dem Bericht wurden überhaupt nicht aufgeführt:

- Erforschung von Mond, Mars, Asteroiden ..., Bau von Stationen auf ihnen oder in ihrer Nähe, Ausbeutung von Rohstoffen auf beliebigen Himmelskörpern, Abwehr von auf die Erde einstürzenden Himmelskörpern ...
- Kolonien auf Mond, Mars ... werden große Implikationen für das praktische Leben der Menschen auf der Erde haben und für die Entwicklung von Wissenschaft und Technik.
- Bau immer leistungsfähigerer Teleskope in vielen Frequenzbereichen mit der Option zu grundlegenden neuen astrophysikalischen und kosmologischen Erkenntnissen und zum möglichen Auffinden erdähnlicher Exoplaneten und extraterrestrischen Lebens (das auch schon auf Himmelskörpern unseres Sonnensystems wie Mars und geeigneten Monden der Gasriesenplaneten).
- Es wird bei der Diskussion um die Geneditierung nur die Auslöschung von Krankheiten diskutiert, nicht aber die Option zur beliebigen Verlängerung des Lebens der Menschen und zu Human Enhancement und Designer Babies.

**European Molecular Biology Laboratory (EMBL) –
Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie**

EMBL-Labors in Heidelberg, Grenoble, Hinxton, Hamburg, Italien und Spanien.

1973 gegründet und heute von 24 europäischen Staaten, Israel, Australien und Argentinien unterstützt, darin arbeiten um 85 Forschungsgruppen. Grundlagenforschungsinstitut, mittels öffentlicher Forschungsgelder der Mitgliedstaaten finanziert. Das internationale Doktorandenprogramm des EMBL umfasst rund 170 Studenten. Durchbrüche:

- Erste systematische genetische Analyse der Embryonalentwicklung der Fruchtfliege durch Christiane Nüsslein-Volhard und Eric Wieschaus im Jahr 1995, Nobelpreis für Medizin.
- 2017 erhielt Jacques Dubochet für sein am EMBL entwickeltes und 1981 publiziertes Verfahren der Kryoelektronenmikroskopie den Chemie-Nobelpreis.

Die scharfe Reglementierung molekularbiologischer Forschung in den EU-Staaten und besonders in Deutschland ist ein schweres Hemmnis für genial-schöpferische Forschung. Man vergleiche die Produktivität der EMBL-Institute an guten Ideen mit der von

- Harvard Medical School (das Labor wird von Prof. George Church geleitet) der Harvard University in Boston oder
- den entsprechenden Instituten der University of California, Berkeley, wo Dr. Jennifer Doudna arbeitet.

Außer den Restriktionen durch altertümliche Gesetzgebung wird die genial-schöpferische Forschung in den EU-Staaten auch durch die Schwierigkeit bei den Versuchen zu Biotech-Start-up-Gründungen verursacht. Bei der Harvard Medical School gibt es z.B. für Postdocs Entrepreneur-Einführungskurse als Hilfe für Start-up-Gründungen und eine hoch entwickelte Spenden-, Sponsoren- und Forschungsförderungskultur.

Der weit verbreiteten Untertanenmentalität entsprechend besonders in Deutschland werden hauptsächlich die großen Untertanen gefördert, weil diese Untertanenkultur den Politikern vertraut ist: Man hat eine hoch abgehobene Chefetage und weit darunter einen Haufen Befehlsempfänger. Untertanengeist – das lieben die Spitzenleute in Politik, Medien und Industrie.

Matthew Hutson, 20.7.2018, in einem Interview von Jennifer Doudna mit dem Magazin Medium über Anwendungsmöglichkeiten von CRISPR.

Medium: Wie sehen Sie die Zukunft von CRISPR ? Was begeistert Sie da am meisten ?

Doudna: Vor allem die Art und Weise, wie das menschliche Genom die Entwicklung des Menschen von der Blastula über die Zustände Embryo, Fötus, Baby und Kleinkind zum Erwachsenen steuert und auch die ganze Verhaltensweise der Menschen, und was man alles mit Genom Editing erreichen kann. Wird es z.B. irgendwann möglich sein, daß man mit einem Kind mit genetisch bedingter Krankheit zum Arzt geht, seinen Genom sequenzieren läßt, daraus die Ursache für die Krankheit erkennen und sie auch heilen kann ? Diese Möglichkeit zur echten Hilfe beim Kind muß doch begeistern und dabei möchte ich gerne mithelfen.

Nigel Cameron: Gegenwärtig ist es auch noch in UK verboten, Klon-Babies herzustellen, aber das könnte sich rasch ändern. Ein britischer Philosoph hat kürzlich die Befürchtung geäußert, daß der Brexit britischen Wissenschaftlern die Möglichkeit eröffnet, nicht mehr an die strengen europäischen Vorschriften gebunden zu sein und Babies klonen werden !

Man muß sich mal klar machen: Der Brexit als große Hoffnung zur Befreiung von Restriktionen in der Forschung !

The Nuffield Council on Bioethics in UK: DNA-Upgrading bei menschlichen Embryos ist erlaubt ('morally permissible'), wenn das zum Besten des Kindes geschieht.

Ian Sample Science editor 21.7.2018

Kürzlich hat das Nuffield Council of Bioethics für UK empfohlen, die gentechnische Verbesserung des Embryos zu gestatten, wenn das wirklich zum Besten des Kindes geschieht und das soziale Gleichgewicht in der Gesellschaft nicht zu sehr gestört wird.

Der Harvard-Gentechniker George Church von Mass., USA, hat sich über diesen Nuffield-Beschluß sehr positiv geäußert und ihn noch spezifiziert: Human Enhancement kann um 5% der Babies vor schlimmen Krankheiten bewahren und viele Kosten sozialer Projekte wie bei Erziehung und Ausbildung senken. Durch Designer Babies dürfen aber persönliche Nachteile und Diskrimination von Menschen und Spaltung der Gesellschaft nicht vergrößert werden. Dadurch ist klar geworden: Die Diskussion hat sich von der Machbarkeit von Human Enhancement auf ihre sozialen Folgen in der Gesellschaft verlagert.

Marcy Darnovsky vom Center for Genetics and Society in California: "Wenn Bioengineering bei menschlichen Embryos erlaubt wird, könnte es für Human Enhancement und kosmetische Zwecke eingesetzt werden, aber das sollte verhindert werden, denn die Herstellung von Designer Babies verstärkt die Ungleichheit der Menschen und die Spaltung der Gesellschaft. Der Beschluß des Nuffield Council öffnet die Tür für Human Enhancement und teilt damit die Geseellschaft in genetisch verbesserte (getunte) Menschen und genetische Habe-Nichtse."

Es ist hier darauf hinzuweisen, wie sehr sich die Diskussion auf dem ethischen Gebiet geändert hat: Noch vor wenigen Jahren meinten die Gegner von Human Enhancement, daß die technischen Unsicherheiten beim Bioengineering die Anwendung auf den Menschen verbieten. Heute diskutiert man das Problem, was mit den Menschen geschieht, die nicht gentechnisch verbessert worden sind und nun mit ehemaligen Designer Babies konkurrieren müssen.

Das erinnert wieder an die Vorhersage von John Craig Venter, daß mit HGP-write die Ablösung des Menschen durch höher entwickelte „Menschen“ zwangsläufig kommen wird wie

auch das Verschwinden der natürlichen Menschen, also von uns. Offensichtlich haben wir gerade den Weg dahin eingeschlagen.

George Church, der andere große Synbio-Forscher, stützt diesen Prozeß durch den Hinweis auf die Vorteile von Human Enhancement: Krankheit und Altersverfall könnten verhindert werden und vielen Babies könnte durch Bioengineering viel Leid und Schmerz erspart bleiben. Das Nuffield Council überträgt mit seinem neuen Beschluß die eugenische Vorsorge auf die Eltern der zukünftigen Kinder, indem man auf gentechnischem Wege den Embryos die Eigenschaften gibt, von denen die Eltern glauben, daß diese zum Besten des Kindes sein werden, aber es macht die Einschränkung, daß die Embryos keine Eigenschaften bekommen, die die Gesellschaft noch weiter aufspalten werden.

Es ist noch nicht so weit, daß das Nuffield Council in seinem Bericht fordert, daß nun die Gesetze im UK entsprechend geändert werden sollen, aber er enthält die dringende Forderung, daß nun Sicherheit und Effektivität von Human Enhancement für die praktische Anwendung auf einen hinreichenden Standard gebracht werden und die sozialen Aspekte endlich gründlich diskutiert werden.

Karen Yeung, Leiter der Nuffield-Arbeitsgruppe und Professor für Jura, Ethik und Informatik an der University of Birmingham "Human Genome Editing ist an sich nicht moralisch verwerflich. Es gibt keinen Grund dafür, Human Enhancement durch Bioengineering von Eiern, Spermien und Embryos prinzipiell zu verbieten."

Man vergleiche das mit dem von Jennifer Doudna geforderten Memorandum, als 2012 sie und Emmanuelle Charpentier die CRISPR-Technologie der Natur abgelauscht und entwickelt hatten. Allerdings bekam das Nuffield Council wieder viele der früheren Einwände gegen Human Gen Engineering zu hören und auch die neuen wegen einer weiteren Spaltung der Gesellschaft in gentechnisch verbesserte Menschen und die anderen.

Es ist heute tatsächlich so, daß Forscher die DNA in lebenden Zellen umschreiben können, Buchstaben um Buchstaben. Im Prinzip können sie schon heute den genetischen Code (die Erbinformation) in Eiern, Spermien und Embryos so weit ändern, daß sie die zukünftige Entwicklung des Kindes im großen Ausmaß verändern.

Noch verbieten Gesetze in UK und anderen Staaten die Herstellung von Designer Babies, aber dafür haben Forscher in USA und China gezeigt, daß DNA-Editing prinzipiell Kinder vor gravierenden genetisch bedingten Krankheiten bewahren kann.

Die Diskussion um Für und Wider von Human Enhancement ist besonders seit Erfindung der CRISPR-Technologie durch Charpentier und Doudna sehr heftig geführt worden. Heute wird zwar von vielen Forschern das Gen Engineering als sicher eingestuft, aber britische Forscher haben gezeigt, daß Human DNA Editing mittels CRISPR-Cas9 unbeabsichtigte Schäden am Genom bewirken kann, indem es funktionsfähige Gene schädigt, während man aber defekte Gene heilen will.

Für die Änderungen in der Keimbahn (Germline Editing) gilt: Alle gentechnischen Änderungen an der DNA von Embryos werden von ihnen im Erwachsenenalter durch die nachfolgenden Generationen hindurchgereicht. Alle diese DNA-Änderungen betreffen alle seine Zellen, und im Erwachsenenalter auch seine Eier oder Spermien.

Bei der Präimplantation kann man testen, ob der Embryo genetische Defekte hat.

Bei der IVF kann man das Erbgut des Embryos so umschreiben, daß man seine genetischen Defekte repariert und der Embryo die von den Eltern gewünschten Eigenschaften hat.

Das Nuffield Council hat keine Regeln für Human Genome Editing aufgestellt, sondern es fordert nur, daß die gentechnischen Änderungen zum Besten des Kindes geschehen müssen und keine schlimmen Folgen für die Gesellschaft haben.

Jackie Leach Scully, Professor of social ethics and bioethics at Newcastle University, und Mitautor des Berichts des Nuffield Council: "Human Genome Editing gibt dem Embryo vererbare Eigenschaften mit und mag eines Tages eine Möglichkeit für Eltern sein, ihrem Kind für den Start ins Leben die besten Eigenschaften mitzugeben. Aber auch hier kommen wieder Fragen auf nach dem Einfluß der Designer Babies auf ihre nicht gentechnisch verbesserten Mitmenschen. Wenn man die Gesetze so ändert, daß Human Genome Editing erlaubt ist, wird sich die Anzahl der Menschen mit bestimmten genetischen Defekten vermindern. Dann könnten sich z.B. die mit diesen genetischen Defekten verbliebenen Menschen ausgrenzt

fühlen und die Gesellschaft könnte das Interesse daran verlieren, ihnen medizinisch zu helfen.

Das Nuffield Council fordert die Regierung auf, ein neues juristisches Regelwerk zu erstellen und so viele verschiedene Meinungen wie nur möglich zur Diskussion zu bringen über das, was gentechnisch erlaubt und verboten sein soll.

Leach Scully: "Wenn das Gesetz entsprechend geändert wird, sollte die Zulässigkeit von Genome Editing eines menschlichen Embryos von Fall zu Fall untersucht werden vom Fruchtbarkeitsregulator (fertility regulator) und der Human Fertilisation and Embryology Authority.

Gefordert für die EU-Staaten: Angleichung an die internationalen HGE-Regeln !

HGE Human Germline Editing

Die Politiker der EU-Staaten und insbesondere die von Deutschland behindern durch weit überhöhte Verbote und Restriktionen Effektivität und Kreativität in Deutschland.

Wie ab 1970 bei Astrophysik und Kosmologie verschläft man gegenwärtig in Deutschland die Entwicklungen auf den Gebieten HGP-write und Human Enhancement, Synthetischer Biologie und Human Eugenics, also auf dem Gebiet der Industriellen Revolution 5.0, und das sind ganz grandiose Entwicklungen, denn man kann von ihnen schon binnen weniger Jahrzehnte die Erfüllung uralter Menschheitsträume erhoffen, z.B. nicht nur bei Menschen

- den Altersverfall zu verhindern und sogar rückgängig zu machen,
- die Widerstandsfähigkeit gegen Viren, Prionen, Bakterien ... beliebig zu steigern,
- die Embryonen auf genetische Defekte zu überprüfen und gegebenenfalls gentechnisch sofort zu reparieren,
- die genetischen Anlagen sehr zu verbessern durch einen leistungsfähigeren Körper, bessere und auch neue Sinne, sehr viel höhere Intelligenz und höhere sittlichethische Verhaltensweisen ...

Es ist eine Abschätzung dafür interessant, wie sich die Populationen in den Nationen der Erde entwickeln werden, die fortschrittlich mit HGP-write, Human Enhancement, Human Brain Upgrading ... umgehen oder nicht. Weil die gentechnisch in das Genom des Menschen editierte

- Reduzierung der Anlagen zu Krankheiten, Krebs und Altersverfall und
- Verbesserung körperlicher, charakterlicher und geistiger Fähigkeiten

vererbbar sind und somit an die nächste Generation weitergegeben werden können, werden sich diese in das Erbgut eingebauten Verbesserungen allmählich in den Populationen der Staaten anreichern, die daran teilhaben, und das sind USA, England und vor allem China, das schon 2017 mit Reihenversuchen an menschlichen Embryos begonnen hat, die bald darauf in den USA mit verbesserten Ergebnissen wiederholt worden sind.

Medium Daily Digest 4.5.2019

Astrobotic mit Sitz in Pittsburgh will im Wettlauf zum Mond als erste private Firma Lasten zum Mond bringen

Laura Parker, 17.4.2019

Im Frühjahr 2019 schickte die israelische Organisation SpacEL von Cape Canaveral, Florida, aus eine kleine Sonde mit dem Namen Beresheet mit Hilfe einer US-amerikanischen Trägerrakete auf den Flug zum Mond mit folgendem Ziel: Sie wollte die erste private Institution sein, die eine Landung auf dem Mond geleistet hat.

Am 11.4.2019 wurden Echtzeit-Bilder von der bevorstehenden Landung von Beresheet auf dem Mond rund um die Welt geschickt, und John Thornton, Chief Executive von Astrobotic, versammelte sein Team vor einem Projektor in einer Ecke seines Büros in Pittsburgh. Thornton hatte dabei gemischte Gefühle, denn eigentlich strebte er an, mit seiner Firma als Erster die Rückkehr zum Mond geleistet zu haben, wenn er auch SpacEL alles Gute wünschte.

Beresheet war 2 Monate unterwegs gewesen und es hatte keine Probleme gegeben, und auch für die Landung innerhalb des Mare Serenitatis (ein vulkanisches Becken auf der Nordseite des Mondes) zeichneten sich vorher keine Probleme ab. Wenige Minuten vor der geplanten Landung befürchtete dann doch ein Kollege von Thornton Unheil, denn er meinte,

das aus den Gesichtern der Beresheet-Betreuungsmannschaft lesen zu können. Ganz kurze Zeit später fiel der Hauptantrieb von Beresheet aus, und kurze Zeit danach muß Beresheet eine Bruchlandung gemacht haben. Vorher hat die Sonde aber noch ein gutes Bild von der Mondoberfläche zur Erde schicken können.

Thornton einige Stunden später dazu: „Sie haben ihr Ziel fast erreicht, aber SpaceIL ist nun doch nicht der Erste. Sie hat aber gezeigt, daß man keine Superkraft für den Flug zum Mond aufbringen muß. Für eine sanfte Landung wird es reichen.“

SpaceIL wird einen erneuten Versuch durchführen, aber dafür muß erst eine neue Sonde gebaut werden, und das dauert seine Zeit. Also wird Astrobotics es zuerst schaffen, als private Firma die erste Sonde weich auf dem Mond zu landen.

Nehmen wir an, daß man wissenschaftliche Ausrüstung, eine Zeitkapsel oder die Asche der Großmutter zum Mond schicken will, so bieten wir diese Leistung an. Wir sind weder NASA noch Jeff Bezos und können das nicht selber bezahlen, aber gegen Bezahlung leisten.

Thornton: „Wir vertrauen darauf und freuen uns sehr, daß wir die nächste sanfte Mondlandung versuchen, wobei wir von Beresheet lernen können.“

Die Idee für Astrobotics stammt aus einer SF-Novelle. Inzwischen arbeiten 19 Angestellte daran, einen Kurierdienst zum Mond einzurichten, also mit möglichst jährlichen Flügen zum Mond mit Hilfe von Raketen von United Launch Alliance (ULA) und SpaceX.

Die erste Mission von Astrobotics zum Mond ist für Anfang 2021 geplant, wobei der firmeneigene Lunar Lander mit Namen Peregrine verwendet werden soll. Er ist kesselförmig, hat eine 2,6 m durchmessende Grundfläche bei 2 m Höhe bei 92 kg Nutzlast.

Astrobotics hat bereits 12 Interessenten:

- NASA hat einen Vertrag mit Astrobotics, wie auch Agencia Espacial Mexicana, die Space Agency der Regierung von Mexico.
- Caterpillar, Hersteller von Bau und Minierungsmaschinen, ist offizieller Partner von Astrobotics, ebenso der deutsche Logistikriese DHL. Wenn der Lunar Lander funktioniert, will DHL auf seiner Webseite außerirdische Transportdienste (off-world shipping options) anbieten.
- Eine Firma will menschliche Überreste zum Mond bringen („space burials“).
- Eine Firma möchte eine Kapsel mit Grüßen von 80000 Kindern von der ganzen Erde zum Mond schicken.
- Es gibt Pläne für die Carnegie Mellon's MoonArk (Mondarche), eine Kreuzung zwischen Zeitkapsel und Museumsstück, die Hunderte von Bildern, Gedichten, Gegenständen und Kunstobjekten von mehr als 250 Interessierten enthält. Darunter ist DNA von einer gentechnisch modifizierten Ziege und eine Phiole mit Blut von 33 Künstlern.

Wenn Astrobotics Erfolg hat, könnte sie für größere Unternehmungen den Weg ebnen, z.B. für die Ausbeutung der Bodenschätze des Mondes. Space Agencies, Gesellschaften und auch Privatpersonen könnten auf eine völlig neue Weise Zugriff auf den Mond bekommen, für Bergbau, Produktion, Telekommunikation ..., unter Ausnutzung der lunaren Ressourcen. Man könnte auch auf dem Mond Treibstoff lagern für das Auftanken von Raumschiffen, die fernere Regionen unseres Sonnensystems aufsuchen sollen.

Thornton möchte, daß sein Kurierdienst zum Mond das leistet, was die Eisenbahn für die USA geleistet hat: Es soll eine sichere und zuverlässige Transportverbindung zum Mond geschaffen werden, eine Art von Pipeline, zuerst nur für Güter, dann auch für Menschen.

Thornton hält das alles für möglich – alles zu seiner Zeit.

Sharad Bhaskaran, Missionsdirektor bei Astrobotics: „Zuerst verfolgen wir nur das eine Ziel, eine Kapsel auf dem Mond weich zu landen. Alles andere muß warten.“

Nun ist der Mond nicht gerade sehr einladend und hat mit der Erde wenig gemein, er verfügt über wenig Ressourcen war wahrscheinlich niemals für Leben geeignet, aber er hat einen überaus großen Vorteil: Er ist nur 3 Tage entfernt und das ideale Sprungbrett für den Flug zu Mars, Asteroiden, Kometen ...

Ferner mag der Mond nicht so trocken sein, wie man bisher geglaubt hat. Nahaufnahmen von Lunar Orbitern haben Wassereis in dunklen Kraterregionen entdeckt, das für Mondfahrer als Getränk verwendet werden kann, oder das zu Treibstoff umgearbeitet oder als Abschirmung gegen Radioaktivität verwendet werden kann. Findet man auf dem Mond hinreichend viel Wassereis, könnten daraus gewonnener Wasserstoff und Sauerstoff für das Auftanken

zu Flügen in fernere Regionen ins Sonnensystem dienen. So gewonnener Treibstoff würde die interplanetare Raumfahrt viel billiger machen.

Die Mondoberfläche ist mit pulvrigem Regolith bedeckt, der für den Bau von festen Behausungen für Menschen aufbereitet und verwendet werden kann.

Es gibt vielleicht auch Materialien, die man vom Mond zur Erde bringen kann. Z.B. ist die Mondoberfläche reich an Helium-3, das für Kernfusion verwendet wird, und an Palladium, Iridium und Platin, was vermutlich von Kollisionen mit Asteroiden herrührt.

Andy Aldrin, Associate Professor am Florida Institute of Technology (er ist ein Sohn von Buzz Aldrin, Astronaut bei Apollo 11): "Wir reden hier über mehr als nur Ausbeutung, sondern auch über Entwicklungen in der Zukunft, denn die Nutzung der Ressourcen vom Mond (insbesondere von Wassereis) kann ganz erheblich die Flüge in tiefere Regionen des Raumes erleichtern ..."

NASA Administrator Jim Bridenstine zu Reportern im Frühjahr 2019: „Wenn wir jetzt zum Mond zurückkehren, wollen wir dort auch bleiben. Wir haben wahrlich nicht vor, wieder nur Fußabdrücke und Flaggen auf dem Mond zu lassen und wieder erst nach 50 Jahren zurückzukommen.“ Und dieser Meinung hat sich Andy Aldrin voll angeschlossen.

Clive R. Neal, Professor für Geologie an der University of Notre Dame und Emeritus Chair der Lunar Exploration Analysis Group von der NASA, ist der Meinung, daß eine gute Beherrschung der Mondflüge wichtig für den Aufbau einer leistungsfähigen Raumfahrtindustrie ist. Neal: "Ohne eine solche wird die Erforschung des Weltraums durch den Menschen nicht von Dauer sein."

Thornton bestätigt das: "Es ist keineswegs so, daß es mit der Eroberung des Mars nichts wird, aber der Mond ist wegen seiner viel größeren Nähe sehr interessant zur Erprobung der Raumfahrttechnologie."

Sogar Elon Musk, entschiedener Fürsprecher für eine Besiedlung des Mars, ist auch dieser Meinung: „Es ist sehr wahrscheinlich, daß wir eine Basis auf dem Mond haben, bevor wir zum Mars fliegen.“

Nun, der Mensch hat vor einigen Jahrzehnten den Mond tatsächlich schon betreten, aber wie John M. Logsdon, Gründer vom Space Policy Institute an der George Washington University, formuliert: "Sicher, wir waren dort, aber wir haben dort nicht etwas wirklich Vernünftiges getan."

Die USA und die UdSSR schafften von 1966 bis 1976 20 sanfte Landungen, und von denen waren die 6 Apollo-Missionen sogar bemannt. Danach haben Jahrzehnte später andere Nationen wie Japan und ESA gelegentlich Sonden zum Mond geschickt, damit sie ihn umkreisen, aber eine wirkliche nützliche sanfte Landung wurde erst wieder von China 2013 mit Chang'e 3 geleistet. Der Mond ist also seit der letzten Apollo-Mission 1972 sehr vernachlässigt worden (deshalb verließ Wernher von Braun 1972 die NASA), und das soll sich jetzt ändern.

Im Januar 2019 hat es China als erste Nation geleistet, eine Sonde weich auf der Rückseite des Mondes zu landen. Indien plant eine eigene Landung auf dem Mond bis zu Ende 2019.

Jetzt wollen die Amerikaner wieder zum Mond, und nach Expertenmeinung ist die Trump-Administration an der Erforschung des Mondes ebenso interessiert wie die Kennedy-Administration. Trump hat schon im Dezember 2017 mit seiner Unterschrift für die Space Policy Directive 1 zu erkennen gegeben, daß die finanziellen Mittel für eine bemannte Rückkehr der USA zum Mond frei gegeben werden, gefolgt von einem bemannten Flug zum Mars. Logsdon: "Das hieß genau: Wir gehen zum Mond, und zwar schnell."

Trump hat auch das von seinem Vorgänger Barack Obama zurückgewiesene NASA-Projekt zur Erforschung des Mondes wieder aufgenommen. National Space Council bekam seine Rolle zurück und die NASA bekam den Auftrag, sich um kommerzielle Partnerschaften zur Beschleunigung der Rückkehr zum Mond einzugehen.

Im August 2018 hat die NASA bekannt gegeben, daß mit ihrem Projekt „Commercial Lunar Payload Services (CLPS)“ nach privaten Firmen gesucht wird, die Vorschläge dafür machen, wie man Mond-Zulieferungsdienste für kleine Lasten realisieren kann ("delivery services for small lunar payloads"). Die Idee dahinter ist, daß man eine ganze Anzahl von miteinander wetteifernden Firmen haben möchte, die einen Zustelldienst für den Mond unterhalten können. Dadurch erhofft sich die NASA, das mit weniger Geld und weniger eigener Anstrengung

zu erreichen, als wenn sie alles selber machen würde. Die Einrichtung eines Shuttle Service wird allgemein als notwendig für eine Kolonisierung angesehen.

Amit sind wir wieder bei Astrobotic, eine der 9 Firmen, die die NASA für ihr CLPS-Programm ausgewählt hat. Im Frühjahr hat die NASA für einen ersten Auftrag eine Liste von Zuladungen angegeben, die zum Mond geschickt werden sollen. Die Firmen sollen sich nun darum bewerben. Die NASA wollte noch im Mai 2019 bekannt geben, wer den 1. Kontrakt bekommen soll.

Thornton ist davon überzeugt, daß Astrobotic für den Wettkampf gut gerüstet ist.

Auf der Liste der NASA für die Firmen für das CLPS-Projekt stehen die beiden Firmen

- Orbit Beyond, New Jersey, und
- Firefly Aerospace, Texas,

die beide 2018 gegründet worden sind, wobei die letztere sich vor allem für die Entwicklung von Raketentriebwerken interessiert.

Andere CLPS-Firmen verwenden auch das pay-to-ride-Geschäftsmodell, aber Astrobotic ist seit 2007 präsent und hat als einzige Firma eine veröffentlichte Liste mit vielen zahlenden Kunden, ganz anders als das industrielle Schwergewicht Lockheed Martin, die keine Kunden verraten will. Thornton behauptet, daß Astrobotic gegenwärtig um 90% des Marktvolumens um den Mond-Shuttle-Dienst besitzt.

Joe Landon, Vizepräsident, verantwortlich für fortgeschrittene Projekte, bei Lockheed Martin: "Wir wollen uns dabei engagieren, daß wir zukünftig den Shuttle Dienst zum Mond kommerziell mitbetreiben können, aber gegenwärtig werden wir unsere Kunden nicht verraten."

Chad Anderson, CEO von Space Angels und ein hoch angesehener Venture-Kapitalist, der in Space-Startups wie SpaceX investiert hat, hat in Astrobotic ebenfalls investiert, nachdem er von Thornton's Geschäftsplan gehört hat.

Anderson: "Wir haben uns diesen Marktbereich genau angeschaut und es wurde reichlich klar, wer genau weiß, was sie machen und was nicht."

Im letzten Jahr hat die NASA ihr Vertrauen in die Bemühungen von Astrobotic bewiesen, als die NASA die Firma mit einem der drei 10 Millionen US\$-Verträge ("tipping point" contracts) für die Entwicklung der zur Ausbeutung von Himmelskörpern notwendigen Technologien belohnte. Die anderen beiden Firmen ULA und Blue Origin erhielten Verträge im Wert von jeweils 7-stelligen Millionenbeträgen.

Anderson: "Als ich das erfuhr, konnte ich es nicht glauben: Unsere kleine Mondlandungsfirma in Pittsburgh gegenüber ULA und Jeff Bezos."

Astrobotic belegt 2 Stockwerke in einem Gebäude aus roten Ziegelsteinen mitten in Pittsburgh, Tür an Tür mit den Pittsburgh Opera Headquarters und auf der Straße gegenüber von Edgar's Best Tacos, eine heruntergekommenes Restaurant, das ganz offensichtlich die besten Tacos der Stadt macht. Das Büro von Astrobotic ist eine gute Imitation einer Buchführungsfirma (accounting firm) der 1970er Jahre, mit schäbigen Tapeten und kleinen grauen Räumen. Das Einzige, was darauf hindeutet, daß hier aufregende Forschung betrieben wird, sind gelegentlich ingenieurtechnische Blaupausen, und auf einem besonderen Tisch befindet sich eine große Anzahl von Devotionalien für *Star Wars*.

Die meiste Aktivität findet im Erdgeschoß des Gebäudes statt, wo ehemals ein Warenhaus mit 2 Geschäften existierte, und genau dort baut das Ingenieursteam von Astrobotic den Moon Lander *Peregrine*.

Sicherlich sieht der *Peregrine* lander etwas merkwürdig aus, aber er ist ein echtes technisches Wunderwerk, geschaffen im wachsenden Markt kommerziell verfügbarer und erschwinglicher Raumsonden.

Die Mondlandungsmission mit *Peregrine* wird so funktionieren:

Er soll auf dem ersten Flug zum Mond von einer Atlas 5-Rakete der Firma ULA in einen Orbit um die Erde gebracht werden, aber er ist so ausgelegt, daß er auch von anderen Raketen in den Orbit getragen werden kann wie

- ULA's Vulcan rocket,
- SpaceX's Falcon 9 und
- Falcon Heavy rockets.

Nachdem die Atlas 5 die Erdatmosphäre für 2 Stunden verlassen hat, löst sich Peregrine von ihr, um zum Mond zu fliegen. Er ist nun ein selbständiges Gefährt und aktiviert für einige Stunden eines seiner 5 Triebwerke, um den Orbit in Richtung Mond zu verlassen. Danach fliegt er ohne Antrieb und erreicht nach 18 Tagen Mondnähe. Er fliegt so langsam, um Treibstoff zu sparen. Für die Landung führt Peregrine etliche kürzere Bremsmanöver durch. Die Landung wird von einer Automatik an Bord gesteuert. Bei Bodenkontakt müssen die 4 Beine des Länders den Stoß absorbieren und das Gefährt stabilisieren, wozu sie auch ausgelegt sind.

Bisher wurde noch nicht bekannt gegeben, warum die Landung von Beresheet mißglückt ist. Thornton vermutet den Fehler in der Steuerungseinheit, die die Berechnungen für Bewegungszustand, Bremsvorgänge und Rotationszustand an die Triebwerkeinheiten senden soll und die Triebwerke auch abschalten kann – wenn die Sonde Bodenkontakt hat. Entsprechend hat Thornton seinen Peregrine Lander daraufhin überarbeitet, daß sein Landungssystem nicht denselben Fehler machen kann.

Thornton zum Pech bei SpaceL's Mondlandungsversuch: "In der Raumfahrt darf man keine Fehler machen. Sogar große, finanziell bestens ausgestattete Firmen und Organisationen wie die NASA machen Fehler. Wir müssen das akzeptieren und aus jedem Fehler lernen – um es beim nächsten Mal besser zu machen."

Peregrine besitzt mehrere Decks. Die Zuladungen können unterschiedliche Größe und Masse haben, müssen aber genau geschichtet werden wie die Blöcke im Spiel Tetris. Die Gesamtladekapazität von Peregrine beträgt um 273 kg (584 pounds).

Beim ersten Flug zum Mond führt Peregrine nur Ladungen der NASA mit. Um konkurrenzfähig zu sein, kann man die Ladungen auf den offenen Decks stapeln, und es können ganz unterschiedliche Typen von Zuladungen sein.

Eine Zuladung könnte ein Bohrer sein, um senkrecht in den Mondboden einzudringen, oder das könnte eine Schaufel an einem langen Arm seitwärts am Lander sein, um seitlich vom Lander Proben zu nehmen.

Ein Lunar Rover transportiert den Hauptteil der Zuladungen über den Mondboden zum Ziel, während ein Rest in Peregrine verbleibt. Die Mission wird zeitlich dadurch begrenzt, daß die Landung zwar auf der sonnenbeschienenen, der Erde zugewandten Mondseite erfolgt, aber der Mondtag kennt wie die Erde Tag und Nacht. Wenn die Mondnacht am Ort des Landers heraufzieht, geht der Lander offline und schaltet sich ab. Die Mondnacht dauert 14 Erdtage und der Lander ist bei diesem ersten Flug nicht dafür ausgelegt, die Mondnacht zu überleben. Die Mission muß also bis zum Einbruch Mondnacht nach spätestens 14 Erdtagen beendet sein. Bhaskaran "Auf dieser 1. Mission wird der Lander die Mondnacht noch nicht überleben können."

Peregrine wird bevorzugt aus Teilen gebaut, die man im Laden kaufen kann. Das macht die Sache billiger und überhaupt erst erschwinglich für so kleine Firmen wie Astrobot. Das ist dem Umstand zu verdanken, daß in den letzten 60 Jahren Raumfahrt die Komponenten immer billiger geworden sind, eine Voraussetzung dafür, daß auch kleine Firmen in den immer lukrativer werdende kommerzielle Raumfahrtindustrie einsteigen können.

Jeff Hopkins, Senior-Entwicklungschef für Triebwerke der Firma Astrobot: "Wir mußten alle unsere Pläne und Bemühungen daraufhin auslegen, daß wir mit etwa 100 Millionen US\$ auskommen, und das ist doch etwas weniger als das, was die NASA benötigen würde."

Die Firma Astrobot ist erst ziemlich neu im Raumfahrtgeschäft. Sie wurde 2007 von Mitarbeitern von Carnegie Mellon gegründet, und zwar von

- Thornton, der gerade seine Ausbildung zum graduierten Ingenieur (mechanical engineering) absolvierte, und
- Red Whittaker, Chef vom Carnegie Mellon's Field Robotics Center.

Sie begegneten sich während des Baus von Scarab, einem NASA-Roboter, der für das Bohren im Mondboden ausgelegt war.

Whittaker fungiert jetzt als Chairman von Astrobot und Chief Science Officer. Google lobte den Google Lunar X Prize von etwa 30 Millionen US\$ aus, um den Wettbewerb zwischen privat finanzierten Firmen für die weiche Landung eines Roboters auf dem Mond zu fördern,

und Whittaker erzählte das Thornton in seinem Büro. Sie beschlossen beide, sich an dem Wettbewerb zu beteiligen.

29 Teams wurden ursprünglich für diesen Wettbewerb registriert, und 2017 waren nur noch fünf Teams übrig. Viele mußten aufgeben, weil sie erkannten, daß sie die Anforderungen nicht erfüllen konnten. Der Wettbewerb erlosch im März 2018, und es gab keinen Gewinner.

SpaceIL, die israelische Firma, die Beresheet erbaute, hatte ebenfalls vergeblich an diesem Wettbewerb teilgenommen.

Die Firma Astrobotics war bereits 2016 aus diesem Wettbewerb ausgeschieden, weil Thornton und Whittaker die zeitlichen Vorgaben für unrealistisch hielten, aber sie blieben davon überzeugt, daß sie einen weltklassigen Lunar Lander bauen konnten. Um das zu erreichen, wandelten sie etwas ihre Firmenstruktur und -ziele ab: Sie wollten nun ein privates kommerzielles Venture werden mit Thornton als CEO und gaben ihre akademischen Neigungen auf.

Thornton: "Wir sahen ja, daß Gruppen wie SpaceX aufstiegen und der Start von Raketen zu einem kommerziellen Geschäft wurde, und wir meinten, daß wir das auf dem Gebiet des Shuttle-Dienstes zu Himmelskörpern wiederholen könnten."

Thornton entschied sich dazu, das Huckepack-Verfahren von Rakete und Sonde auf Lunar Lander zu übertragen gemäß der folgenden Überlegung: Wenn Firmen und Agencies der Regierung wie die NASA auf private kommerzielle Raketenstarts zurückgreifen, warum dann nicht auch auf Lunar Lander ?

Thornton machte für die Kosten seiner Dienstleistung mit Peregrine folgende Rechnung auf:

- 1,2 Millionen US\$ pro Kilogramm Zuladung im Peregrine Lander.
- Weitere 2 Millionen US\$ pro Kilogramm für den Transport mit dem vom Kunden zu bauenden Rover.

Die Leistung von Astrobotics wäre die Bereitstellung von Antriebseinheiten, Navigationssystemen, Stromversorgung und Telekommunikation.

Das große Problem war: Weil bis dahin noch keiner versucht hatte, Frachtraum in einem Lunar Lander zu verkaufen, gab es keinen Markt für diese Dienstleistung von Astrobotics, und damit gab es auch keine Kunden. Nun mußte Thornton auf Werbung für seine Dienstleistung gehen. Er wandte sich an die großen privaten Firmen in der Raumfahrtindustrie und fast jede Regierungs-Space Agency in der ganzen Welt. Er kontaktierte sogar auch ehemalige Mitbewerber um den Google X Prize.

Thornton: "Wir nutzten den Google X Prize für den Aufbau eines Marktes. Ich dachte mir: Warum sollen wir nicht Huckepack-Ladungen anderen ehemaligen Mitbewerbern anbieten und sie nicht einfach als Kunden behandeln ?"

Die Sache funktionierte, und gegenwärtig sind 3 Kunden von Astrobotics ehemalige Google X Prize-Wettbewerber. Thornton verfolgte diese Idee weiter in Richtung von Astrobotics als Transportunternehmen, mehr noch, er kontaktierte die Großen des Geschäfts wie FedEx, UPS und DHL. Nur das deutsche Großunternehmen DHL reagierte positiv und nahm das Risiko in Kauf. DHL ist nun ein offizieller Sponsor von Astrobotics. Der Name DHL und sein Logo prangen auf der Frontseite des Peregrine Landers.

Thornton scherzt: "DHL kann nun sagen, daß sie bis zum Mond liefern."

Die Partnerschaft mit DHL brachte auch den Vorteil mit, daß Astrobotics den Peregrine Lander einem größeren Publikum bekannt machen konnte. Dabei entwarf er das Projekt mit dem Namen DHL MoonBox. Kunden können darin ein Raumvolumen für 460 US\$ kaufen, und zwar eine runde Kapsel (Durchmesser 1,25 cm = 0,5", Höhe 3 mm = 0,125"), in die Kunden Erinnerungsstücke packen können wie Familienphotos, Rings, Texte oder Familienschmuck. Von Astrobotics wurde mir erzählt, daß eine gefühlvolle Familie eine Haarlocke von ihrem Familienhund zum Mond gebracht haben will.

Die aktuelle Version von Peregrine in der Werkstatt von Astrobotics ist eine Attrappe in Echgröße. Der Bau des echten Landers wird erst dann gebaut, wenn der erste Start für Astrobotics nahe ist, geplant für das 1. Quartal 2021. Mit der Peregrine-Attrappe will man Kunden nur veranschaulichen, wieviel Stauraum noch im Lander verfügbar ist, und die Ingenieure haben es damit leichter, die optimale Beladungsweise zu ermitteln.

Sharad Bhaskaran ist der Missionsdirektor und verantwortlich für Entwurf, Entwicklung, Tests und letztlich die gelungene Landung von Peregrine auf dem Mond.

Bhaskaran: "Agencies wie die NASA wissen gewöhnlich lange vor dem Start, welche Zuladungen zu erwarten sind und wie man sie im Lander stapeln soll. Wir müssen es so halten, daß der Kunde kurz zuvor sagt, wie seine Zuladung (payload – bezahltes Frachtgut) beschaffen ist, Darum muß der Lander so gebaut sein, daß er keine festen Boxen usw. hat, in die man das Transportgut packt."

Astrobotics baut bereits an einer größeren Version von Peregrine mit Namen Griffin (Durchmesser 4,20 m (14 feet) und Höhe 1,5 m (5 feet), er bringt 1045 kg zur Mondoberfläche). Thornton möchte gerne die 2. Mission um 1,5 Jahre nach der 1. Mission ansetzen, und eine 3. Mission wird vermutlich noch weniger Zeit benötigen. Wenn sich der Markt als zunehmend interessant durch vermehrte Kundenanfragen erweist, könnte Astrobotics um 2023 mit jährlichen Missionen sowohl für Peregrine und Griffin rechnen.

Bei Astrobotics gibt es noch den Polaris Rover, ein voll funktionierender Rover in Echtgröße. Er wird auf dem Griffin Lander montiert werden, der etwa doppelt so groß wie Peregrine ist. Der kleinere CubeRover paßt auf Peregrine.

Bhaskaran: „Das Hauptaugenmerk liegt jetzt erst einmal beim Bau des echten Peregrine Landers. Leider können wir auf keine Vorlagen zurückgreifen, denn wir machen das zum ersten Mal. Wir haben keine ingenieurtechnische Blaupause für den Bau. Wir müssen viel improvisieren und können da manches falsch machen.“

Die Konstruktion des echten Landers soll im Spätsommer 2019 beginnen. Danach kommen viele Tests des Landers, dann das Testen mit Zuladungen, wieder Tests, und schließlich der Start. Sollte das alles funktionieren, ist Astrobotics die erste private Firma, die einen Lander auf dem Mond weich aufsetzt. Das wäre das Signal für den Beginn einer neuen Ära der Erforschung des Raumes, und das wäre die Leistung einer kleinen Firma mit Sitz in Pittsburgh. Früher war so etwas nur Regierungs-Space Agencies möglich.

Astrobotics will im übertragenen Sinne eine Eisenbahnlinie zum Mond installieren und wird dadurch der Menschheit dabei helfen, einen weiteren Schritt in Richtung von etwas zu tun, das größer ist als sie selbst.

John Logsdon von der George Washington University: "In den letzten 50 Jahren hat man sich damit begnügt, sich in niedrigen Umlaufbahnen um die Erde aufzuhalten, aber jetzt ist die Zeit gekommen, daß die Menschheit weiter geht, und damit meine ich nicht, daß Menschen in Raumanzügen rund um die ISS fliegen."

Man muß sich hier noch einmal vergegenwärtigen, daß der Wettkampf darum ging, daß privat finanzierte Firmen die sanfte Mondlandung schaffen. Das erinnert an die Raketenbegeisterten Pioniere der 1920er Jahre, die ebenfalls mit privaten Mitteln arbeiteten wie Robert Goddard in den USA und der Verein für Raumschiffahrt (VfR) in Deutschland. Die Firma SpaceIL (Israel) wollte 2019 mit ihrer auf dem Mond weich landenden Sonde Beresheet die erste private Institution sein, die eine Landung auf dem Mond geleistet hat.

Kann so etwas überhaupt ohne Venture-Kapital möglich sein? Wenn nein, dann erfordert das eine Landesmentalität und Wirtschaftsstruktur, in der private Initiative reichlich durch Spenden gefördert wird. Hier kommt zuerst einmal die Geschichte des VfR, allerdings ohne Verstrickungen mit der verbrecherischen Politik Adolf Hitlers.

Verein für Raumschiffahrt (VfR)

Jules Verne und **Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski** gehören zu den geistigen Vätern der Gründungsmitglieder vom Verein für Raumschiffahrt. Zu seinen wirklichen Gründern gehörten u.a. **Max Valier** (er verunglückte später mit einem Raketenauto) und **Johannes Winkler**. Der VfR wurde am 5. Juli 1927 in Breslau gegründet. Johannes Winkler wurde der 1. Vorsitzende. Der VfR gab zeitweilig die Zeitschrift „Die Rakete“ heraus. Zeitweise zählte der VfR über 500 Mitglieder, und darunter waren die Gründungsmitglieder Max Valier, Johannes Winkler, Hedwig Bernhard, Walter Neubert, Johannes Winkler 1. Vorsitzender 1927 bis 1929, Hermann Oberth 1. Vorsitzender 1929 bis 1930, Hans Wolf von Dickhut 1. Vorsitzender 1930 bis 1934, **Eugen Sänger**, Willy Ley, Rudolf Nebel, Klaus Riedel, Rolf Engel ... Ihr berühmtestes Mitglied wurde **Wernher von Braun**.

Rudolf Nebel war Sprecher vom VfR und kümmerte sich um Spenden. 1929 übernahm **Hermann Oberth** den 1. Vorsitz, sein Stellvertreter wurde der Berliner Journalist **Willy Ley**.

Ende des Jahres 1929 zog der VfR nach Berlin um. Rudolf Nebel und Klaus Riedel gründeten den Raketenflugplatz Berlin. Der VfR entwickelte die Raketen Mirak 1 bis 3 und Repulsor. Sie erreichten eine Raketenflughöhe von über 4000 Metern.

1930 übernahm den Vorsitz des VfR Major a. D. Hans Wolf von Dickhut.

Eine Zusammenarbeit mit der Reichswehr/Wehrmacht fand ab 1932 statt, 1934 wurde der Verein von der nationalsozialistischen Reichsregierung aufgelöst.

Der VfR hatte mehrere gute theoretische Köpfe wie Hermann Oberth, Johannes Winkler und ab 1932 Wernher von Braun.

Bereits am 16. März 1926 hatte der Amerikaner **Robert Goddard** (1882–1945) eine Flüssigkeitsrakete auf einer Farm in Auburn (Massachusetts) gestartet.

Hermann Julius Oberth (1894-1989) war ein österreich-ungarisch-deutscher Physiker und Raketenpionier. Er gilt als einer der großen Pioniere der wissenschaftlichen Raketentechnik, Astronautik, Raumfahrt und Weltraummedizin. Er entstammte einer Familie Siebenbürger Sachsen. Schon als Jugendlicher war er ein begeisterter Leser der futuristischen Romane von Jules Verne. Er begann sich bereits während seiner Gymnasialzeit mit raketen- und raumfahrttheoretischen Problemen zu befassen.

So konnte er durch physikalisch-mathematische Überlegungen nachweisen, dass eine Reise zum Mond mit einer Rakete zu realisieren wäre – wie das auch in einem der Romane von Jules Verne beschrieben wird. Hierhin gehört auch die Erwähnung von Konstantin E. Ziolkowski, der Raumschiffsantriebe auf der Basis der Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff beschrieb. 1919 begann Oberth ein Studium der Physik an der Technischen Universität Klausenburg, Rumänien, das er in München, Göttingen und Heidelberg fortsetzte. 1922 wurde seine Heidelberger Dissertation „Die Rakete zu den Planetenräumen“, in der er sich mit Raumfahrt beschäftigte, abgelehnt. Er reichte sein Manuskript als Diplomarbeit in Klausenburg ein und bestand 1923 das Staatsexamen. Im selben Jahr veröffentlichte der Münchner Wissenschaftsverlag Oldenbourg das Manuskript auf Kosten von Oberth. Sein Erstlingswerk wurde ein Erfolg. Von 1923 bis 1938 arbeitete Oberth mit Unterbrechungen als Gymnasiallehrer in seiner Heimat Siebenbürgen in Rumänien.

1917 entwarf er eine mit Ethanol und Sauerstoff betriebene Rakete. In seinem 1923 erschienenen Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“, das wissenschaftliche Abhandlung über Raketenantriebe und Weltraumfahrt darstellt, beschreibt Oberth nahezu alle wesentlichen Elemente zum Bau von mit Flüssigtreibstoff angetriebenen Groß- und Mehrstufenraketen. Es folgte 1929 sein Buch „Wege zur Raumschiffahrt“. Darin stellte er auch das von ihm erfundene Ionentriebwerk vor. Einige Thesen von ihm:

- Der Bau von Maschinen, die höher steigen können, als die Erdatmosphäre reicht, ist wahrscheinlich.
- Bei weiterer Vervollkommnung können diese Maschinen derartige Geschwindigkeiten erreichen, dass sie nicht auf die Erdoberfläche zurückfallen müssen und sogar imstande sind, den Anziehungsbereich der Erde zu verlassen.
- Derartige Maschinen können so gebaut werden, dass Menschen (wahrscheinlich ohne gesundheitlichen Nachteil) mit emporfahren können.
- Unter gewissen wirtschaftlichen Bedingungen kann sich der Bau solcher Maschinen lohnen. Solche Bedingungen können in einigen Jahrzehnten eintreten.

Mit dem Start des Sputnik (1957) und dem Flug von **Juri Gagarin** (1961) ins Weltall wurden diese Thesen in der Realität bewiesen. 1929 und 1930 war Oberth der 1. Vorsitzende des VfR. Bei Fritz Langs Film „Frau im Mond“ (1929) wirkte er zusammen mit Rudolf Nebel als wissenschaftlicher Berater mit. Der Start einer Rakete zur Premiere misslang jedoch.

Oberths Arbeiten bildeten die Grundlage für die erste Generation von deutschen Raketentechnikern und Raumfahrtpionieren: Wernher von Braun, der ab 1929 mit Oberth zusammenarbeitete, Eugen Sänger, Ernst Stuhlinger, Helmut Gröttrup, Walter Thiel und viele andere mehr. Diese Spezialisten und die Ergebnisse aus dem deutschen V2-Programm wiederum begründeten nach dem Zweiten Weltkrieg in den USA und UdSSR die dortige Großraketen-technik, die zur Weltraumfahrt führte.

Johannes Winkler (1897-1947) war ein ebenfalls ein bedeutender deutscher Raketenpionier. Seine große Leidenschaften waren Wissenschaft, Raketentechnik und Weltraumfahrt. Der 1927 gegründete VfR hatte sich das Ziel gesetzt, durch Sammlung von Geldmitteln und

die systematische Erforschung der technischen Grundlagen einen Raketenstart in den Weltraum zu ermöglichen. Winkler wurde der erste Vorsitzende.

Im Jahre 1928 begann er an der TH Breslau mit systematischen Messungen von Schubverläufen an Feststoffraketen. Winkler erkannte dabei schnell, dass nur Triebwerke mit flüssigen Treibstoffen für die Raumfahrt geeignet waren. Nur mit ihrer deutlich höheren Leistungsfähigkeit (Schub und Brenndauer) war an einen Flug in den Weltraum zu denken. Er führte erste Untersuchungen an einem Antriebsapparat für flüssige Brennstoffe durch und prägte dafür den Begriff „Strahltriebwerk“.

Johannes Winkler begann im Sommer 1930 mit der Entwicklung einer senkrecht startenden Rakete. Mit ihr wollte er nachweisen, dass ein Raketenflug mit flüssigen Treibstoffen möglich war. Nach vielen sorgfältigen Versuchen mit Triebwerken erfolgte am 21. Februar 1931 ein erster Startversuch auf dem Exerzierplatz bei Dessau-Großkühnau. Doch es gab Probleme mit der Treibstoffzufuhr und die Rakete (HW1 = Hückel-Winkler-1) erhob sich nur etwa 3 m in die Höhe. Mit Hilfe des Mechanikers Richard Baumann wurde die Rakete nochmals überarbeitet, so dass am 14. März 1931 ein zweiter Startversuch erfolgen konnte. Diesmal ging alles gut und die HW1 erhob sich etwa 60 m hoch und landete ungefähr 200 m vom Startpunkt entfernt. Im April und Mai 1931 erfolgten weitere erfolgreiche Starts verbesserter Raketenversionen (HW1a). Daraufhin begann Winkler ab Mai 1931 mit der Konstruktion und dem Bau einer viel leistungsfähigeren Flüssigkeitsrakete (HW2). Da diese Rakete eine deutlich größere Höhe und Flugstrecke zurücklegen sollte, wurde der Exerzierplatz bei Dessau-Großkühnau zu klein. Im Herbst 1931 verlegte Winkler, auch auf Drängen seines Sponsors Hückels, seine Versuche auf den Raketenflugplatz Berlin in Berlin-Tegel. Dort arbeitete bereits eine Gruppe von Raumfahrtenthusiasten um Rudolf Nebel ebenfalls an der Entwicklung einer Rakete. Anfang 1932 begann Winkler mit Prüfstandversuchen auf dem Raketenflugplatz und hatte etwa Ende Mai 1932 seine HW2 fertig entwickelt, die er aber nie erfolgreich testen konnte, denn nach Hitlers Machtübernahme nahm Winkler ab dem 11. August 1933 seine bisherigen Arbeiten bei den Junkerswerken wieder auf.

Von 1945 bis 1947 verfasste Winkler für die Royal Air Force Berichte über seine Raketenforschungen. In Vorträgen empfahl er die Verwendung von Atomenergie zum Antrieb von Raketen und sprach von einer „Kulturaufgabe der Weltraumfahrt“.

Rudolf Nebel (1894-1978) war Raketenkonstrukteur und Begründer des weltweit ersten Raketenflugplatzes in Berlin. Auch er gilt als einer der Gründerväter der Weltraumfahrt.

Nebel kam 1929 zum VfR, als der Verein seine Tätigkeiten nach Berlin verlegte. Dort sammelten sich in der Folgezeit viele Pioniere der Raketentechnik und Raumfahrt. Nebel baute 1929 zusammen mit Hermann Oberth die erste Flüssigkeitsrakete als Propagandarakete für den Film des Regisseurs Fritz Lang Frau im Mond (Buchvorlage von seiner Frau Thea von Harbou) und stellte 1930 an der Berliner Technischen Reichsanstalt sein erstes Raketentriebwerk vor. Im selben Jahr gründete er den Raketenflugplatz Tegel in Berlin-Reinickendorf, wo er unter anderem mit Klaus Riedel, Kurt Heinisch und Wernher von Braun wichtige Grundlagen der Raketentechnik erarbeitete, und war Mitbegründer der internationalen Forschungsgesellschaft Panterra.

Nebel schrieb unter anderem das Buch „Raketenflug“ aus dem Jahr 1932.

Wernher Magnus Maximilian Freiherr von Braun (1912-1977) war als deutscher und später US-amerikanischer Raketeningenieur ein Wegbereiter der Raketenwaffen und der Weltraumfahrt. Er wurde der große Raketenpionier der westlichen Welt, Sergej Koroljow war der der östlichen Welt. Wie Lew Landau, der geniale Mathematiker, ließ ihn Stalin zeitweilig in einen Gulag verfrachten – der Grund für seinen frühen Tod.

Mit 13 Jahren experimentierte Wernher im Berliner Tiergarten mit Feuerwerksraketen. Als er das Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“ von Hermann Oberth gelesen hatte, erkannte er, daß die Utopien in SF-Romanen von Jules Verne und Kurd Laßwitz in die Realität umgesetzt werden konnten. Inspiriert wurde er ebenfalls durch das Buch „Das Problem der Befahrung des Weltraums“ des slowenischen Astronomen und Astrophysikers Herman Potočnik.

1928 wurde er Mitglied des VfR. Nach seinem Abitur arbeitete er in seiner Freizeit gemeinsam mit Hermann Oberth und Mitgliedern vom VfR auf dem Raketenflugplatz Berlin in Reinickendorf an Raketen mit Flüssigkeitstriebwerken.

Wie Hermann Oberth strebte Wernher von Braun eine wissenschaftliche Sicht auf Raketen-triebwerke und Weltraumfahrt an. 1932 erwarb er ein Diplom als Ingenieur für Mechanik an der TH Berlin und trat, gefördert durch Walter Dornberger, als Zivilangestellter in das Raketenprogramm des Heereswaffenamtes ein. Im gleichen Jahr wurde er in den Vorstand des VfR gewählt. Seine Experimente führte er auf dem Gelände der Heeresversuchsanstalt Kummersdorf etwa 30 Kilometer südlich von Berlin durch.

1934 wurde er an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin zum Dr. phil. mit einer Arbeit über „Konstruktive, theoretische und experimentelle Beiträge zu dem Problem der Flüssigkeitsrakete“ promoviert.

1934 erreichte das von von Braun konzipierte Aggregat 2, gestartet von der Nordseeinsel Borkum aus, eine Höhe von 2200 Metern.

In den Jahren 1935–1937 entwickelte von Braun in enger Zusammenarbeit mit dem Team Ernst Heinkels und dem Testpiloten Erich Warsitz ein Raketentriebwerk, das zuerst in Kummersdorf und später in Neuhardenberg an einem Flugzeug, einer Heinkel He 112, erprobt wurde.

Nach der Kapitulation des Deutschen Reiches am 8. Mai 1945 flog Wernher von Braun bereits im September 1945 zusammen mit einer kleinen Vorausgruppe als Teil der geheimen Operation Paperclip in die Vereinigten Staaten. Ihre neue Heimat wurde Fort Bliss, Texas, wo sie unter Aufsicht der US Army standen. Ende 1945/Anfang 1946 erreichten über hundert weitere Peenemünder Fort Bliss, darunter sein jüngerer Bruder Magnus.

Eine ihrer ersten Aufgaben war es, die amerikanischen Experten in Funktionsweise und Bau der V2 zu unterrichten. In der Folgezeit starteten sie von White Sands aus regelmäßig V2 zu Testzwecken. Früh entstanden Pläne, mit der Redstone, einer verbesserten V2, einen Satelliten in den Erdborbit zu starten. Dazu sollten mehrere Loki-Feststoffraketen, gebündelt zu drei Stufen, auf der Redstone starten. Von Braun warb für das Projekt, scheiterte jedoch vor einer Kommission gegen das Konzept der Marine. Ebenso wie Redstone ging die Loki auf eine deutsche Entwicklung, die Taifun-Flugabwehrrakete, zurück.

Im November 1955 wurde die Entwicklung einer Nachfolgerakete für die Redstone, der Jupiter, beschlossen. Die neu geschaffene Army Ballistic Missile Agency (ABMA) sollte für die Entwicklung zuständig sein. Ihr Leiter wurde Bruce Medaris, von Brauns Vorgesetzter. Parallel zu seiner Arbeit bei der Army warb von Braun öffentlich für das Raumfahrtprogramm. Im Oktober 1951 nahm er an der First Symposium on Space Flight teil, einer Konferenz, die im Hayden Planetarium in New York stattfand. Zwischen März 1952 und April 1954 veröffentlichte er zusammen mit anderen Autoren eine Serie von Artikeln in der Zeitschrift Collier's Weekly. Damit wurde der breiten US-amerikanischen Öffentlichkeit die bemannte Weltraumfahrt als technisch durchführbar vorgestellt.

Am 4. Oktober 1957 startete die Sowjetunion den ersten künstlichen Erdsatelliten Sputnik in eine Umlaufbahn. Inmitten des Kalten Krieges wurde der amerikanischen Öffentlichkeit die sowjetische Überlegenheit auf dem Gebiet der Raketentechnik vor Augen geführt. In der Folge des Sputnikschocks wurden die Raumfahrtausgaben abermals aufgestockt. Nachdem die Vanguard-Rakete der Marine beim Start versagt hatte, brachte am 1. Februar 1958 eine Jupiter-C (eine überarbeitete Redstone) den Satelliten Explorer 1 ins All.

Im Juli 1958 wurde aus diesem Grund die zivile Luft- und Raumfahrtbehörde NASA gegründet. Die Verantwortlichen der NASA wollten von Beginn an von Brauns in der Raketenentwicklung erfahrene Abteilung übernehmen, was aber aus finanziellen Gründen erst ein Jahr später möglich wurde (Oktober 1959). Bereits vorher war die Entscheidung zum Bau der Saturn-Rakete (der späteren Saturn I) gefallen. Außerdem wurde das Mercury-Programm vorangetrieben, das erstmals den Flug eines Astronauten in den Weltraum ermöglichen sollte.

1960 wurde von Direktor des Marshall Space Flight Centers in Alabama, eine Position, die er bis 1970 innehatte. Das Mercury-Raumschiff war immer noch in der Testphase, als im April 1961 Juri Gagarin mit Wostok 1 einmal die Erde umrundete. Erst drei Wochen später folgte Alan Shepard auf einer Redstone, wobei lediglich ein suborbitaler Flug erfolgte. Amerika war abermals von der Sowjetunion geschlagen worden. Am 25. Mai verkündete Präsident Kennedy den bemannten Flug zum Mond innerhalb des Jahrzehnts als Ziel.

tier, early-stage Silicon Valley venture capital firm), die in den letzten 50 Jahren in über 500 Firmen investiert hat, einschließlich Millennium Pharmaceuticals, Genentech, Amgen, Applied Biosystems und Intuitive Surgical. Von diesen über 500 Firmen haben es 300 geschafft, die der Öffentlichkeit bekannt oder sonstwie akzeptiert worden sind.

Wilson Sonsini Goodrich & Rosati ist ein weltweit tätiger Berater für

- aufstrebende innovative Firmen, die auf den Gebieten Technologie und Life Sciences arbeiten,
- mit Risikokapital arbeitende Firmen (venture firms),
- private gemeinnützige Firmen (private equity firms) und
- Investmentbanken, die in diese Firmen investieren.

Eine private equity-Firma ist eine Investment Management Company, die vor allem Start-ups mit Risikokapital unterstützt und ihnen eine Art von finanzieller Rückversicherung (financial backing, mit venture und growth capital) gewährt. Sie leistet in vielerlei Hinsicht die Funktion eines Sponsors, muß aber natürlich auch dafür Finanzmittel von anderer Seite her beziehen. Private equity firms erheben für ihre Leistungen eine periodisch fällig werdende Gebühr und möchten am schließlich erwirtschafteten Gewinn beteiligt werden.

Vern Norviel, ein Partner von Wilson Sonsini Goodrich & Rosati, meint: "Biologie ist zwar etwas unordentlich, aber genau das treibt alles in der biotechnologischen Welt an."

Ich hatte kürzlich die Gelegenheit, mit Norviel zu sprechen, der seit über 30 Jahren Anwalt (lawyer) für Patentrecht und geistiges Eigentum (IP = intellectual property) ist. Als er vor 30 über Jahren mit seiner Karriere begann, gab es die Biotech-Industrie und die Patent-Industrie kaum.

Norviel sagte zu mir: "Das, war damals als ich graduiert wurde, eine ganz andere Welt. Kein Mensch machte damals auf dem Gebiet der Life Sciences Erfindungen oder interessierte sich nur dafür."

Die Arbeiten zum Patentrecht gaben ihm die Möglichkeit, seine Ingenieursausbildung (engineering undergraduate degree) und berufliche Laufbahn als Anwalt zu verbinden.

1984 wurde das Patent- und IP-Recht grundlegend und umfassend neu ausgearbeitet. Damals gab es in Stanford keinen Lehrstuhl für IP-Recht, aber nachdem Silicon Valley durch die Ausbildung darin berühmt wurde, wurden auch in Stanford Lehrer für IP-Recht (IP tech lawyer) eingestellt.

In den letzten 3 Jahren hat Norviel das Wachstum in der Biotech- und Synbio-Industrie beobachtet und war auch daran beteiligt. Es war noch früh zu Beginn seiner Karriere, daß er bei der Gründung der Firma Affymetrix mithalf. Diese Firma stellt DNA-Microarrays her, die im ganzen Land in Forschungslabors benötigt werden. Nachdem er die Firma verlassen hatte, arbeitete er auf dem Gebiet Patentrecht für genetisch modifizierte (engineered) Bakterien, die benutzt werden konnten u.a. für

- Reinigung von mit (Erd-)Öl verschmutztem Holz und
- synthetisch hergestellte Dünger (für die Firma Pivot Bio), wobei man sich die Stickstoff-bindenden Fähigkeiten zunutze macht.

Norviel bemüht sich, für Start-ups im Bereich von Biotech und Synthetischer Biologie eine gute Adresse für Beratung in Patentrecht zu sein. Im folgenden Text dürfen wir vier von seinen wichtigsten Ratschlägen für Gründer von Biotech-Start-ups anführen;

1. **Der Investor ist vor allem an der Qualität des Patents interessiert.**

Ein Investor möchte vor allem ein Patent sehen (strong patent), das den Einsatz seines Geldes zu lohnen verspricht. Biotech-Ideen haben sich oft als Flops erwiesen, und das kann bedeutet jedesmal, daß Unmengen an US\$ ohne Rücklauf von Geld investiert werden. Dadurch ist die Patentvergabe für eine Biotech-Firma ein ganz wichtiger Punkt, weil das Patent hinreichend Geldrückfluß versprechen muß, denn schließlich will ein Investor von seinem investierten Geld etwas haben, und um das zu erreichen, muß muß zweierlei gegeben sein:

- Man muß das Patent für ein Produkt haben, das hohe Gewinne verspricht.
- Eine direkte Konkurrenz darf es nicht geben, etwa weil das Patent schwach ist.

Norviel: "Kaum einer wird Risikokapital in etwas investieren, wenn keine guten Patente vorliegen und kopierende Wettbewerber juristisch ausschalten können. Investoren verlangen die absolute Sicherheit, daß kein Konkurrent Sie verklagen kann. Patente müssen die absolute Garantie dafür abgeben, damit viel Geld zu verdienen oder eine Firma zu verkaufen."

2. **Patente sind wichtig für Innovationen auf dem Gebiet von Life Science**

Life Science Lebenswissenschaften, darunter fallen z.B. Medizin und Biologie

Rob Carlson schreibt in seinem Buch „Biology is Technology“, daß Patente die Innovationsgeschwindigkeit verringern, aber Norviel vertritt da eine andere Meinung. Life Science-Patente sind extrem eng gefaßt und überdecken ganz präzise das, was entwickelt worden ist, ganz anders als bei Softwar für Computer, wo die Patente sehr weitreichend sind. Der Grund liegt gemäß Norviel darin, daß es relativ leicht ist, ein Computerprogramm erneut zu erschaffen, aber extrem schwer, ein Medikament oder eine biotechnologische Erfindung erneut zu machen.

Norviel: „Es ist eine Menge Geld erforderlich, um eine Biotech-Firma aufzubauen, denn die Überprüfung der Ideen und Konzepte sowie klinische Versuche sind teuer. Man kann auf dem Gebiet der Biotechnologie Erfindungen wie Medikamente in der Garage weder machen noch überprüfen. Gibt es keine guten Patente, gibt es keine Entwicklung. Das ist das Aus.“

Ein CRISPR-Produkt kann 10 Jahre Forschung benötigen und 5 Milliarden US\$, um es auf den Markt zu bringen. Das Patent macht es möglich, daß man das investierte Geld zurück erhält.

3. **Die Leitung einer Firma ist eng verknüpft mit dem Umgang mit Patenten**

Gemäß Norviel ist das Kennzeichen für einen erfolgreichen Wissenschaftler beim Umgang mit Patenten, daß er eine geradezu obsessive Leidenschaft für Details entwickelt.

Norviel: „Es ärgert mich maßlos, wenn eir einem Wissenschaftler ein Patent zur Überprüfung schicken und er sagt: „Das sieht gut aus.“ Das bedeutet nämlich, daß er sich nicht um die i-Tüpfelchen kümmert – aber der Teufel steckt eben im Detail.“

Patentanwälte sollen Fragen der Gründer beantworten und Unterstützung bereitstellen. Sie sollten mehr als Hilfe angesehen anstatt als eine prüfende Instanz. Keiner, auch kein Patentanwalt, versteht das Produkt besser als seine Schöpfer.

Im Gespräch mit einem CEO möchte Norviel sehen, daß der sich Notizen macht, Fragen stellt und Änderungsvorschläge macht, weil er dadurch zeigt, daß er an der Sache sehr interessiert ist.

4. **Man sollte nicht die billige Tour versuchen (Don't do it on the cheap)**

Der größte Fehler, den eine Synbio-Firma machen kann, ist darauf zu verzichten, für die Patentvergabe viel Geld aufzuwenden. Gute Patentanwälte sind zwar teuer, aber für eine Life Science-Firma ihr Geld wert. Es kostet etwas, alle anderen Patente in der Welt auf Ähnlichkeiten abzuklopfen und ein Patent wasserdicht zu formulieren, so daß man sich kopierende Wettbewerber juristisch vom Hals halten kann.

Hält man sich nicht daran und verfügt über kein starkes Patent, muß man mit schlimmen Folgen rechnen. Falls nämlich sich im weiteren Verlauf herausstellt, daß im Patent Feinheiten fehlen oder falsch formuliert sind, werden größere Firmen ihre Akquisitionen einstellen und Investoren keine Produkteinschränkungen akzeptieren.

Norviel: „Ein falsches Vorgehen bei der Patenteinreichung und -vergabe kann alles zunichte machen. Wenn eine Firma beim Patent spart, zeigt dies, daß sie wenig Erfolg haben wird.“

Patenteinreichung und -vergabe (Patenting) können kompliziert und verwirrend sein, aber das ist nun mal ein ganz wesentlicher Teil bei Geschäften auf Biotech-Gebiet. Gute Patente sind der Schlüssel zu finanziellem Erfolg. Norviel betont, daß man die besten Erfahrungen dann macht, wenn man diesen ganzen Prozeß selber durchlaufen muß – persönliche Erfahrung ist der beste Lehrmeister.

Norviel rät den Leuten, die bereit sind, irgendwann eine Biotechfirma zu gründen, folgendes zu tun:

- Man muß bereits während des Studiums entsprechende Kurse an der Universität belegen.
- In Forschungslabors der Universitäten können jüngere Postdocs ganz genau verfolgen, wie ein Experte Patenteinreichung und -vergabe korrekt durchführt.

Norviel: „Die Leiter einer akademischen Einrichtung (academic setting) sind ebenfalls im Patenting gut ausgebildet. Für jeden Leiter einer Institution oder Firma im Bereich Life Sciences ist es ganz wichtig, hinreichend Erfahrungen im Patenting zu sammeln.“

Die Leute, die eine Sammlung starker Patente haben, sind oft identisch mit den führenden Gestalten in der Life Science-Industrie: George Church von Harvard, Steve Quak von Stan-

ford, Jennifer Doudna von UC Berkeley and Eric Lander von Broad Institute konnten sich so weit entwickeln, weil sie sich auf das Patenting verstanden.

Diese Wissenschaftler haben verstanden, daß man auf dem Gebiet der industriell genutzten Biologie mit zwei großen Schwierigkeiten fertig werden muß: Entwicklung der Idee und Patenting.

Norviel sagt deshalb, daß Biologie schmutzig (messy) ist: Hat man erst einmal ein gutes Bio-tech-Produkt am Laufen, erfordert es viel Arbeit, es zu schützen.

David Bishop von ENG ist zum Mitglied der NAE gewählt worden

Joins Robert A. Brown, Farouk El-Baz

1.3.2019 By Liz Sheeley

NAE National Academy of Engineering

NAI National Academy of Investors

Die NAE ist Teil der National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Sie stellt den USA vorzügliche Ingenieurleistung zur Verfügung.

Sie besitzt mehr als 2000 peer-ausgewählte Mitglieder, alle herausragende Profis in Wirtschaft, Akademie oder Regierung, die zu den anerkanntesten Ingenieuren der Welt zählen.

Ihre Mitglieder werden nominiert und gewählt aufgrund

- *ihrer Beiträge zu Forschung, Praxis und Ausbildung im Ingenieurwesen,*
- *Leistungen bei den Frontgebieten ingenieurtechnischer Spitzenforschung und*
- *beruflicher Integrität.*

Besonders berühmte Mitglieder sind der kürzlich verstorbene Apple-CEO Steve Jobs, Astronaut Neil Armstrong, Synbio-Pionier George Church, Transistor-Miterfinder John Bardeen und Stark Draper, Gründer von Draper Laboratory.

David Bishop ist Professor of

- *electrical and computer, mechanical, and biomedical engineering,*
- *materials science and engineering und*
- *für Physik.*

Liz Sheeley kann kontaktiert werden über esheeley@bu.edu.

Als David Bishop am 7.2.2019 eine Email auf seinem Handy öffnete, staunte er über ihren Inhalt. Nach einer 50-jährigen Karriere als Forscher, wo er sich von Beginn an sehr enthusiastisch für die Lösung schwieriger Probleme eingesetzt hat, erhielt er die Nachricht, daß er gerade in die National Academy of Engineering (NAE) gewählt worden ist, die führende professionelle wissenschaftliche Gesellschaft für Ingenieure.

David Bishop, Professor am College of Engineering und Leiter der ENG-Abteilung für Materials Science & Engineering zu seiner Wahl: „Das ist eine Gruppe aus faszinierenden Leuten, und ich bin hochofregt, daß ich nun ein Teil davon bin. Ich fühle mich dadurch sehr geehrt, Ich empfinde Dankbarkeit, Überraschung und Demut.“

Die NAE untersuchte die Tätigkeit von Bishop auf dem Gebiet high-capacity optical switch technology während seiner 33-jährigen Angestelltenzeit bei Bell Labs und beurteilte sie als größere Leistung (major accomplishment). Das war der eigentliche Grund für seine Wahl 2018 in die National Academy of Investors (NAI).

Als eines von nur 3 NAE-Mitgliedern bei BU – die anderen beiden sind Robert A. Brown, BU-Präsident, und Farouk El-Baz, Direktor vom Center for Remote Sensing und Professor sowohl für archäologische Forschung als auch für Electric and Computer Engineering – steht Bishop draußen, aber er sagt, wenn sowohl BU als auch ENG weiterhin wachsen, wäre er nicht überrascht, wenn noch mehr Mitglieder dazu kommen würden.

Bishop: „Das College of Engineering hat in den letzten 10 bis 15 Jahren ein phantastisches Wachstum vorzuweisen. Eine Auszeichnung wie diese ist ein Zeichen der Anerkennung, daß wir trotz University und College an Bedeutung zunehmen und wir in die höheren Sphären von Ingenieurschulen gelangt sind.“

Er meint, daß dies eine der beiden größten Ehrungen in einer Ingenieurskarriere ist, und er meint, daß es nicht besser laufen könnte. Aber das bedeutet keineswegs, daß nun seine Karriere zu Ende ist.

Bishop: „Ich bin nun 67 Jahre alt und befinde mich mitten in den größten intellektuellen Herausforderungen in meinem Leben.“

Bishop führt das Projekt CELL-MET, an dem ein interdisziplinäres Team an BU und zwei anderen Universitäten arbeitet mit dem Ziel, personalisiertes Herzgewebe zu entwickeln (die Förderung erfolgt durch National Science Foundation Engineering Research Center).

Bishop: "Ich arbeite in einem Team, das eine alles umfassende Lösung für Herzkrankheiten schaffen will, was das Leben von Millionen Menschen retten kann. Das ist bisher meine größte Herausforderung und könnte bei Erfolg zu meinem persönlichen Super Bowl werden. Bisher haben wir zwar noch nicht gewonnen, aber genau dies ist das Ziel von meinem ausgezeichneten Team aus hoch ausgebildeten und motivierten Leuten, die jederzeit zu kollegialer Zusammenarbeit bereit sind."

Bishop führt sich jetzt nach seinen eigenen Worten wie damals, als er im Alter von 17 Jahren sich für die Karriere als Wissenschaftler entschied, voller Begeisterung zum Lösen schwieriger Probleme.

Bishop: "Ich wußte immer, daß ich Wissenschaftler werden würde, sogar schon im Alter von 10 bis 11 Jahren. Und wenn Sie mich fragen würden, welche Karriere Ich in diesem Alter mir gewünscht hätte, kann ich nur sagen, daß es genau die ist, die ich wirklich habe."

Ann Leckie

Genomeditierung und geistiges Eigentum: eine nützliche Mischung ? Ein Konsortium für Gesundheitsvorschriften und Bioethik (Gene Editing and Intellectual Property: A Useful Mix?: A Health Policy and Bioethics Consortium)

Support provided by the Oswald DeN. Cammann Fund at Harvard University.

Falls diese Verjüngungstherapien für Menschen irgendwann tatsächlich vorliegen, werden sie sehr, sehr teuer sein und damit nur sehr reichen Leuten zur Verfügung stehen. Strole meinte, daß eine sehr große Nachfrage den Preis senken könnte, aber sehr viele Nicht-Milliardäre würden zwischenzeitlich sterben.

Wenn man einmal von den Problemen der freien Verfügbarkeit für alle Menschen absieht und tatsächlich die Menschen sehr viel länger leben, sollte geklärt werden, wo die Kinder dieser über 100 Jahre alten Menschen (Centenarians) leben sollen.

Enthusiasten für Unsterblichkeit wollen nicht nur die Biotechnologie zur bedeutenden Lebensverlängerung haben, sondern auch die Biotechnologie dafür, daß man dabei gesund bleibt. Bis dahin versuchen sie, durch eingestreute Fastentage, Kalorienreduzierung und mehr Körpertraining so lange leben zu können, daß sie von der zukünftigen Wissenschaft zur Verhinderung des Alterns (anti-aging science) noch profitieren können.

Es hat sich bereits eine „Gesellschaft für physische Unsterblichkeit“ (physical immortality community) gebildet, die als Ziel ausgibt: "Man muß nur lang genug leben um für immer zu leben" (Live long enough to live forever)."

Geneditierungstechnologien bieten inzwischen die realistische Aussicht auf Heilung von Krankheiten, aber gerade dadurch entstehen wichtige Fragen zu Ethik und öffentlichem Gesundheitswesen (public health) über ihre Anwendung und Regulierung. Ferner haben schon etliche Gruppen Patentansprüche auf bestimmte Technologien angemeldet. Was sind nun die jüngsten und bedeutendsten Kontroversen auf diesem Gebiet und wie sollten wir zu ihrer Lösung vorgehen ?

Das hat ist das Thema eines dafür gegründeten Konsortiums für Gesundheitsvorschriften und Bioethik (**Health Policy and Bioethics Consortium**), **das monatlich zusammentritt.**

Die Leitung liegt bei

- George Church, PhD, Professor of Genetics, Harvard Medical School
- Jeantine Lunshof, PhD, Research Scientist-Ethicist, MIT Media Lab and Visiting Fellow in Genetics, Center for Bioethics, Harvard Medical School, und
- Jacob S. Sherkow, JD, Professor of Law at the New York Law School, Innovation Center for Law and Technology, New York Law School.

Bei jedem Treffen diskutieren 2 Experten aus unterschiedlichen Disziplinen oder mit unterschiedlichen Standpunkten darüber, welchen Einfluß ethische Normen, Gesetze und Vorschriften auf die Neuschöpfung biomedizinischer Innovation und Bereitstellung des öffentlichen Gesundheitswesens haben.

Die Organisation der Treffen erfolgt durch

- das Harvard Medical School Center for Bioethics,
- PORTAL (Program on Regulation, Therapeutics and Law) am Brigham and Women's Hospital und
- das Petrie-Flom Center for Health Law Policy, Biotechnology, and Bioethics an der Harvard Law School.

Es ist zu fordern, daß die Regierung der BRD sich in der Forschung den international geltenden sittlich-ethischen Standards angleicht und die Forschung nicht weiter mit hemmenden Forschungsrestriktionen traktiert.

Es ist zu fordern, daß in Deutschland eine Wirtschaftsstruktur etabliert wird, in der Start-ups eine so vernünftige finanzielle Förderung erfahren wie in den USA.

Es ist zu fordern, daß sich in Deutschland eine so große Forschungsbegeisterung einstellt, so daß sich für die Finanzierung von Forschungsprojekten viele private Spender finden.

Wann immer man sich über großartige und brandneue Ideen, Projekte und Bauvorhaben informieren will, muß man die angelsächsische Literatur studieren. Im deutschen Sprachraum ist besonders der Heise-Verlag dafür zu loben, daß er über die neuesten molekularbiologischen bis gentechnischen Projekte und auch Vorhaben in USA, UK und China berichtet, von denen einige sind: BRAIN Initiative, ENCODE, EuroPhysiome, Genome Compiler, HUGO Gene Nomenclature Committee, Human Cytome Project, Human Microbiome Project, Human Proteome Project, Human Protein Atlas, Human Variome Project, List of biological databases, Personal Genome Project ...

Man kann bei so viel Technik- und Forschungsfeindlichkeit in Deutschland, verursacht und gesteuert durch die 1968er und ihre Programmierer, gar nicht genug auf Beispiele für genial-schöpferische Publikationen in USA und UK hinweisen:

- Die Bücher von Steven Weinberg, Julian Schwinger, John A. Wheeler, Fred Hoyle, Kip Thorne, Martin Rees, Paul C.W. Davies, Alan Guth, Stephen W. Hawking ... seit den 1980er Jahren bis heute
- Albert L. Lehninger „Biochemie“, Weinheim, New York, Verlag Chemie, 1977, 1998
- Lisa Randall: „Verborgene Dimensionen – eine Reise durch den extradimensionalen Raum“ 2006
- Publikationen von J. Craig Venter wie z.B.: Life at the Speed of Light: From the Double Helix to the Dawn of Digital Life
- George Church, Ed Regis: Regenesi. How synthetic biology will reinvent nature and ourselves, 2012
- Nick Bostrom: Superintelligence, 2014

In Deutschland nehmen Politiker, Wissenschaftler und Medienvertreter eine sehr restriktive Haltung gegenüber gentechnischen Veränderungen am menschlichen Genom auch ohne anschließende Implantation für Schwangerschaft (also für Gentherapien) ein, was von angelsächsischen Forschern sehr getadelt wird. Für die Herstellung von „CRISPR-Babies“ gibt es aber fast in allen Nationen strenge Verbote. Verbot des Eingriffs in die Keimbahn: Human Germline Editing ist fast weltweit verboten.

Auch gegenüber Multiversum-Vorstellungen und Mondstation verhielt man sich in Deutschland von offizieller Seite her sehr restriktiv.

Ganz anders viele deutsche SF-Autoren: Herbert W. Franke, Hans Kneifel und besonders das Autorenkollektiv der Weltraumserie „Perry Rhodan – der Erbe des Universums“ ab 1961 mit Walter Ernting alias Clark Darlton, William Voltz, Kurt Brand, Horst-Germann Ewers, Karl-Herbert Scheer, W.W. Shols ... haben in Deutschland als SF-Autoren die Fahne schöpferischer Ideen hochgehalten. In den angelsächsischen Staaten waren das nun nicht nur SF-Autoren wie Isaac Asimov, Arthur C. Clarke und Gene Roddenberry, sondern auch Politiker, Journalisten und besonders Forscher.

US-Präsident John F. Kennedy 1961: "Ich glaube, diese Nation sollte sich das Ziel setzen, vor Ende dieses Jahrzehnts einen Menschen auf den Mond und wieder sicher zurück zur Erde zu bringen." Tatsächlich betrat im Juli 1969 der US-Astronaut Neil Armstrong als erster Mensch den Mond.

US-Präsident Ronald Reagan verfügte 1984 den Bau einer Raumstation, die binnen eines Jahrzehnts die Erde umkreisen sollte - in Anlehnung an Kennedys berühmte Mondrede.

Und in Deutschland ? Als George W. Bush jun. in seiner Mondrede 2003 verkündete, daß die USA nun auf den Mond zurückkehren wollen, sagte die damalige Bundesministerin für Forschung in Deutschland Edelgard Bulmahn (unter rot-grüner Regierung 1998-2005), daß so etwas für Deutschland nicht in Frage käme – das geschah schon eher reflexhaft.

Nasa-Chef Sean O'Keefe: Die Gesamtkosten für das Marsprojekt belaufen sich auf etwa 150 Milliarden Dollar. Raumfahrtexperten halten die Marspläne für realistisch und finanzierbar, auch wenn es 400 oder 500 Milliarden kosten würde. "Diese Summen klingen nach wahn-sinnig viel Geld, aber über 30 Jahre verteilt sind es jährlich nur noch 13 bis 20 Milliarden Dol-lar", sagte Sven Knuth, Sprecher der Deutschen Mars Society.

Lutz Richter, Projektleiter beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), hält kon-krete Kostenprognosen des Marsprojekts zwar für schwierig, setzt sie aber in Relation zu aktuellen Raumfahrtprojekten. "Die Kosten der internationalen Raumstation ISS werden sich bis 2010 auf rund 40 Milliarden Dollar summieren." Das jetzt angekündigte Programm der neuen Mondmissionen dürfte "in der gleichen Größenordnung" liegen. Der Aufwand werde sich allerdings erhöhen, wenn eine feste Station auf dem Mond installiert werde.

Forschungsministerin Edelgard Bulmahn (SPD) hat sich damals insgesamt gegen die be-mannete Raumfahrt ausgesprochen. Weltraumprojekte müßten "den Menschen auf der Erde nutzen". Insofern sei es zu rechtfertigen, Investitionen in unbemannte Expeditionen ins All zu tätigen, weil sie zur Entwicklung neuer Robotertechniken beitragen, die auch auf der Erde zu nutzen seien. Bemannte Missionen jedoch seien ein Vielfaches teurer und auch riskanter. Ihre große Abneigung gegen die bemannte Raumfahrt formulierte die damalige For-schungsministerin Edelgard Bulmahn folgendermaßen: "Kosten und Risiken stehen in kei-nem vernünftigen Verhältnis zum Nutzen". Roboter seien die besseren Instrumente, um wis-senschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. "Der Fußabdruck eines Menschen auf dem Mars bringt uns hier keinen Schritt weiter." Solche Aussagen könnte man als Sinnbild der Technik-feindlichkeit der 1968er nehmen, und diese Einstellung charakterisiert die gesamte deutsche Forschung seit den 1960er Jahren, seien das nun Multiversum-Vorstellungen, gentechnische Veredelung des Menschen oder Bau einer Station auf dem Mond.

Es gibt eine europäische Hoffnung mit dem Esa-Projekt "Aurora": Europäer wollen 2024 auf den Mond und 2030 zum Mars.

Es ist tatsächlich so, daß 1990/91 bei den Zwei-plus-Vier-Gesprächen zur deutschen Eini-gung Deutschland aufgefordert wurde, sich im Gegenzug in der Forschung auf militärstrate-gischen Gebieten zurückzuhalten, etwa wie bei den Staustrahltriebwerken.

Wenn sich aber vor allem angelsächsische Forscher darüber beschwerten, daß Deutschland auf gewissen Gebieten der Gentechnik bewußt mauert, dann geht diese Zurückhaltung zu weit. Ebenso ist das mit der Ablehnung von Mondstation und Multiversum-Modellen.

Spitzenforschung und Spitzentechnologie werden in USA, UK, Rußland und nun auch in China gemacht, und daß diese Länder ihre Fortschritte machen, können die Politiker, Medi-entvertreter, "Wissenschaftler" ... in Deutschland nicht verhindern – welch' ein Glück, und das gilt insbesondere für das Projekt HGP-write ! Das wird nicht nur in USA, China und UK durchgeführt, und zwar ganz unabhängig von Meinungen deutscher Politiker.

Es folgen 3 Beispiele für chinesische Star-Gentechniker.

Feng Zhang (Pinyin Zhāng Fēng 1981) ist ein Neurowissenschaftler chinesischer Herkunft am Massachusetts Institute of Technology (MIT). Zhang wuchs zunächst in China auf. 1993 kam er nach Des Moines, Iowa, in die USA. Bereits als Schüler an der Highschool interes-sierte er sich für Genforschung. 2004 erwarb er am Harvard College einen Bachelor in Che-mie und Physik. Als Doktorand bei Karl Deisseroth wirkte er (gemeinsam mit Edward Boy-den) bei den Arbeiten mit, die als Begründung der Optogenetik gelten. 2009 erwarb er bei Deisseroth an der Stanford University einen Ph.D. in Chemie.

Mittels der von Zhang (mit)entwickelten Methode der Optogenetik, einer gezielten Genmani-pulation, lassen sich systematische Untersuchungen intakter biologischer Systeme bewerk-stelligen, insbesondere von Neuronen im intakten Gehirn.

Als Postdoktorand arbeitete er bei George Church an der Harvard Medical School und bei Paola Arlotta am Massachusetts General Hospital. Hier untersuchte er mit Methoden der synthetischen Biologie Muster der Genexpression während der Ontogenese des Gehirns.

Seit Januar 2011 ist Zhang Assistant Professor am McGovern Institute für Hirnforschung und Kognitionswissenschaften am Massachusetts Institute of Technology (MIT). Zusätzlich ist er Mitglied des Broad Institute von MIT und Harvard University.

Zhang versucht mit einem Ansatz der synthetischen Biologie die Entwicklung neuropsychiatrischer Störungen zu verstehen. Seine Arbeitsgruppe entwickelt neue Methoden der Gentechnik um das Genom eines Modellorganismus so zu verändern, dass Zeichen bekannter Störungen auftreten, und untersucht, ob diese Veränderungen notwendig und hinreichend sind, um eine Krankheit auszulösen.

Seine Arbeiten zur Steigerung der Präzision des CRISPR/Cas-System als Instrument zur Genmanipulation gelten als bahnbrechend.

Seit 2016 zählt ihn Thomson Reuters aufgrund der Zahl seiner Zitierungen zu den Favoriten auf einen Nobelpreis (Thomson Reuters Citation Laureates).

Einige seiner Forschungsgebiete sind Entwicklung von Technologien für Bioengineering, neuartiger molekularer Technologien, Erforschung der molekularen und genetischen Basis von Krankheiten (auch psychiatrischer and neurologischer) und deren vorbeugender Behandlung, Verwendung der CRISPR-Methode zur Erforschung von Technologien für Genome Editing bei eukaryotischen Zellen (auch bei menschlichen Zellen). Er erkannte, daß CRISPR-Cas9 für Genome Editing bei Säugetierzellen verwendet werden kann und erforscht speziell dafür genetische Ursachen und gentechnische Behebung von Krankheiten.

In seinem Labor wurden von ihm und seinen Kollegen zwei neue CRISPR-Systeme entwickelt:

- CRISPR-Cpf1, eventuell geeignet für einfacheres und genaueres Genom-Engineering und
- CRISPR-C2c2, ein neues RNA-targeting system.

Zhang hat seine Forschungsergebnisse frei zugänglich gemacht und sie werden u.a. in Immunologie, klinischer Medizin und Krebsforschung verwendet.

Die Biologin Luhan Yang (in China geboren) arbeitete schon als graduierte Harvard-Studentin in leitender Stellung an der wichtigen Studie über die Genome Editing-Technologie CRISPR-Cas9 (2013). Sie ist Mitbegründer und Chief Scientific Officer von eGenesis (2015) mit Sitz in Kendall Square, Cambridge, Massachusetts.

Sie arbeitet zusammen mit Harvard-Bioengineer George Church vor allem daran, Schweine gentechnisch so zu verändern, daß sie als Organspender für Menschen dienen können, aber sie ist auch an anderen Projekten beteiligt wie an der Neuschöpfung des eiszeitlichen Mammuts durch Gentechnik.

George Church über Luhan Yang: "Luhan is a remarkable person and a force of nature."

2016 half sie mit bei der Begründung von Genome Project-write, HGP-write eingeschlossen.

Wichtige Frage von Yang: Können wir mittels HGP-write das menschliche Genom resistent gegenüber Krebs und Viren machen ?

Yang meint, daß der beste Weg wäre, aus Stammzellen Organe wachsen zu lassen, allerdings kann es bis zur Beherrschung dieser Technologie noch Jahrzehnte dauern.

Guoping Feng (geb. in Zhejiang, Volksrepublik China) ist ein chinesisch-US-amerikanischer Neurowissenschaftler. Feng studierte an der State University of New York at Buffalo, an der er promovierte. Er war Professor an der Duke University und danach am Massachusetts Institute of Technology, wo er ab 2010 am McGovern Institute for Brain Research ist.

Er ist Poitras Professor für Neurowissenschaft am MIT und untersucht die Rolle von Störungen der Synapsenfunktion bei psychischen Erkrankungen. Er konnte zeigen, dass im Mausmodell (Knockout-Mäuse) Mutationen in einzelnen Genen, die für bestimmte Proteine an den Synapsen (genauer in der Postsynaptic Density, PSD) kodieren, Verhaltensauffälligkeiten auslösen, die an menschliche psychische Erkrankungen erinnern. So fand er 2011,

dass Mutationen im SAPAP3-Gen (das besonders im Striatum aktiv ist) zu repetitivem Verhalten führen, das einer Zwangsstörung beim Menschen ähnelt. Änderungen im Shank 3-Protein führen zu einem dem Autismus beim Menschen ähnlichen Verhalten.

Das Zwangsverhalten der Mäuse weist auf: Häufiges Putzen bis hin zu Selbstverstümmelung und fortgesetzt auch am Tag, an dem sie normalerweise ruhen, Defizite in den sozialen Bindungen (sie meiden Kontakt zu anderen Mäusen).

Das Shank 3 Protein ist in der postsynaptischen Verarbeitung von Transmittersignalen an den Synapsen beteiligt. Wie SAPAP3 ist Shank 3 (das mit SAPAP3 wechselwirkt) vor allem im Striatum aktiv. Bei einer anderen Mutation von Shank 3 zeigten die Mäuse ein übersteigertes Aggressionsverhalten.

Guoping Feng entwickelte mit gentechnischen Methoden Mäusestämme mit lichtsensitiven Ionenkanälen in den Neuronen.

Star-Gentechniker der USA

Dr. George Church, Gentechnik-Professor an Harvard und MIT, Boston, Massachusetts, gilt neben John Craig Venter als der große Star-Gentechniker der USA.

Einige Schwerpunkte von seinem Arbeitsprogramm hat George Church (University of Cambridge, Massachusetts, von der Harvard Medical School in Boston) zusammen mit dem Journalisten Ed Regis in ihrem Buch "Regenesis. How synthetic biology will reinvent nature and ourselves" (Perseus Books, 2012) vorgestellt. Er befürwortet entschieden die Synthetische Biologie. Einige englische Bezeichnungen auf diesem Gebiet sind genomics, genomic engineering, molecular biology, bioengineering, synthetic biology, human hightech eugenics, human DNA editing, human genome editing, human enhancement, human brain upgrading ... Deutsche Bezeichnungen sind meistens reine Übersetzungen davon wie Synthetische Biologie, Schreiben der DNA, Molekularbiologie ...

Pilotprojekte der Synthetischen Biologie:

- Erschaffung von synthetischen Mikroben mit einem Minimalsatz an Genen
- Umprogrammierung des genetischen Codes zur Erschaffung von Organismen und Leistungen von Organismen, die es bisher in der Natur nicht gibt
- Unbeschränkte Versorgung der Wirtschaft mit erneuerbaren Energien, geliefert von Bakterien (Mikroben), die aus Seewasser, Kohlendioxid und Sonnenlicht unerschöpfliche Mengen an Biotreibstoff, Benzin ... erzeugen
- Förderung der Resistenz des Menschen gegen Krankheiten, Virenbefall, Alterungsprozesse, den Alterungsprozeß rückläufig machen, AIDS-krankte Personen heilen
- Ziel bei HGP-write: Man will man ein komplettes menschliches Genom herstellen, indem man synthetisch erzeugte DNA-Sequenzen in einer Petrischale aneinander reiht
- Herstellung genetisch manipulierter Menschen, also von transgenen Menschen. Man kann beginnen mit der Behebung von Gen-Defekten bei Embryos
- „Recoding“, bei dem Buchstaben des Genoms stark verändert werden, um das Eindringen von Viren zu verhindern
- Herstellung transgener Schweine für Organtransplantation auf Menschen
- Neuerschaffung ausgestorbener Species wie Mammut und Neandertaler und neuer Tier- und Pflanzenarten

Die Neuerschaffung der lebendigen Natur (reinventing nature) könnte manche unserer größten Probleme lösen wie Energieversorgung, globale Erwärmung und öffentliche Gesundheitsfürsorge. Die Synthetische Biologie mit dem Schreiben von DNA-Sequenzen ist eine Industrielle Revolution, in die man große Hoffnungen setzen kann.

DNA kodiert Informationen mit Hilfe von drei Buchstaben (Kodon). Wenn Zellen Proteine herstellen, verraten ihnen diese "Kodone" aus drei Buchstaben, welche Aminosäure sie zu dem Ribosom zum Aufbau der Polypeptidkette bringen sollen; andere Kodone sagen ihnen, wann sie aufhören sollen. Ein wichtiges Merkmal dieses Codes ist, dass manche Kodone redundant sind – sie stehen für dieselbe Aminosäure.

Bei Churchs Recoding-Idee geht es deshalb darum, das Genom so zu überarbeiten, dass die redundanten Kodone verschwinden – und zusammen mit ihnen einige weitere Gene, die von ihnen gebraucht werden, um bei der Proteinproduktion zu helfen. Denn ohne diesen

Mechanismus sind eindringende Viren nicht mehr in Lage, sich selbst zu kopieren, weil sie dafür die jetzt fehlenden Kodone benötigen.

In einem Interview mit Elysium Health's Endpoints sagte George Church: "Wir werden wahrscheinlich in den nächsten paar Jahren gentechnisch veränderte Hunde haben, deren Altersprozeß verlangsamt ist. Liegt das vor, kann man einige Jahre später entsprechende Experimente am Menschen machen. Die Altersumkehr beim Menschen könnte dann bis 2030 geleistet sein."

George Church äußert sich auch dazu, wie diese Altersumkehr aussehen wird: "Wir definieren Biomarker zur Feststellung der Fortschritte zur Verjüngung, und diese können molekularer, physiologischer oder anderer Art sein – wir arbeiten noch daran. Wir messen die körperliche Konstitution, Gedächtnisleistung, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten (Immunabwehr), das Aussehen des Tieres und sein allgemeines Erscheinungsbild."

Auf die Frage, ob das Sterben der Alten nun eine Sache der Vergangenheit ist, meint George Church: "Die Menschen werden beim Fortschritt der KI (AI) in Konkurrenz mit superintelligenten Maschinen kommen und es ist darum notwendig, daß sich die Menschen mittels Human Enhancement im Sinne von Nick Bostrom entsprechend aufrüsten. Ein großes Problem ist, daß wir Menschen auch superintelligente Maschinen nicht in Ethik, Diplomatie, kreativem Denken oder Zukunftsforschung unterrichten können, und auch wenn wir in eine superintelligente Maschine kein Bewußtsein einbringen können, dann können wir sie dennoch auf dem Gebiet der Altersumkehr für uns arbeiten lassen."

Empfohlen werden die Bücher von John Craig Venter und George Church sowie das Buch von Nick Bostrom "Superintelligence" von 2014".

Über George Church und Longevity können Sie sich auch auf Facebook informieren.

Church war seit 2002 ein Verfechter der öffentlich zugänglichen Ausbildung. Er organisierte das Personal Genetics Education Project. Seit 2008 versorgt sein Team die jährliche "Genomes, Environments and Traits (GET) Conference" mit frei zugänglichen Videos.

Church verfaßte mit Ed Regis 2012 das Buch "Regenesis: How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves".

Das Genom des Menschen besteht aus 3 Milliarden Basenpaaren (Nukleotiden), die in HGP-read gelesen wurden. Bis 2004 hatte man um 95% sequenziert.

Seitdem laufen etliche Projekte:

2006 hat Church das Personal Genome Project ins Leben gerufen, womit er die persönliche Genomik (personal genomics) gegründet hat.

Weitere Anwendungen und Unternehmen, die von ihm entwickelt beziehungsweise gegründet wurden, waren das Fluorescent In Situ Sequencing (FISSeq, 1999), ABI-SOLiD (2006), der Open-Source-Sequenzierautomat Polonator (2007), das Unternehmen Complete Genomics (NASDAQ-gehandelt, 2008) und die Endkunden-orientierten Unternehmen Knome und 23andMe.

Weitere Projekte zu diesem Thema:

- BRAIN Initiative
- ENCODE
- EuroPhysiome
- Genome Compiler
- HUGO Gene Nomenclature Committee
- Human Cytome Project
- Human Microbiome Project
- Human Proteome Project
- Human Protein Atlas
- Human Variome Project
- List of biological databases
- Personal Genome Project

Darwin erklärte, wie sich Arten entwickeln. Church will diesen Prozeß der Artenentwicklung beschleunigen, d.h. eine durch DNA Editing künstlich-technisch beschleunigte Evolution bei Steuerung durch den Menschen erreichen, wobei er neue Gene in die Genome der Mатаzoen einbringt oder bestehende entfernt.

Church hat zusammen mit Luhan Yang CRISPR dazu verwendet, um 62 Gene bei Schweinen zu ändern mit dem Ziel, daß die Organe dieser Schweine in Menschen transplantiert werden können.

Church arbeitet an 48 gentherapeutischen Verfahren, um das Altern rückgängig zu machen, was besonders die Transhumanisten begeistert.

Seine Arbeit mit der organischen Biosynthese von Oligonukleotiden und deren homologer Rekonstruktion führten ihn in den 1990er Jahren zur Forschungsarbeit an der Synthese von Mini-Proteinen und zur photosynthetischen Produktion von Alkanen aus Kohlendioxid.

Church betont die Notwendigkeit einer Entwicklung von neuen ethischen Grundsätzen und Sicherheitsüberlegungen bei der Einführung von neuen Technologien. Die künftige Konstruktion neuer Genome, die einen genetischen Code enthalten, der resistent ist gegen Viren, oder andere nützliche genetische Veränderungen besitzt, gehört für ihn dazu. Überlegungen dieser Art führten ihn zum Start des Personal Genome Project, das menschliche Genomik mit Umweltdaten und biografischen Merkmalen verknüpft und diese Daten unter Einbeziehung einer Ethikkommission als Open Access zur Verfügung stellt.

Church hat (Stand 2014) mehr als 330 wissenschaftliche Veröffentlichungen publiziert und ist Inhaber von mehr als 60 Patenten. Seit 2016 zählt ihn Thomson Reuters aufgrund der Zahl seiner Zitierungen zu den Favoriten auf einen Nobelpreis (Thomson Reuters Citation Laureates).

Frédéric Beigbeders

"Endlos leben": Die Unsterblichkeit und ihr Preis

Interview Stefan Brändle 14. Oktober 2018,

Der Franzose Frédéric Beigbeder, geboren 1965 in Neuilly-sur-Seine, hat das Buch „Endlos leben“ geschrieben (ins Deutsche übersetzt von Julia Schoch. 384 Seiten. Piper-Verlag, 2018, € 22,70). Sein Interview mit STANDARD ist in deutscher Sprache (eine sehr große Ausnahme) auch bei „News GCLab“ etwa vom 15.10.2018 zu finden und kann kostenlos dort heruntergeladen werden.

Er schreibt über Lebensverlängerung, Biogenetik, künstliche Intelligenz, Gentherapien, DNA-Mutation, Stammzellen, 3D-Organ, Bluteinspritzung, Hirn-Download ...:

- Wenn der Mensch länger leben will, muss er sich in ein Gemisch aus Mutant und Maschine verwandeln. Das heißt, wir entfernen uns vom Homo sapiens.
- Die reichen Kalifornier werden bald doppelt so lange leben wie andere Erdenbürger.
- Für eine Herztransplantation erstellt man auf der Speicherbasis des Bioprints und Ihres 3D-Organs ein neues Herz und setzt es Ihnen ein.
- Eine Hirnanimation könnte einen sehr kürzlich Verstorbenen ins Leben zurückholen.

Das alles wird möglich, aber nicht vor dem Jahr 2030 oder 2035.

Frédéric Beigbeder publiziert auf einem Gebiet, daß von kontinentalen Westeuropäern eher gemieden wird und er macht deutlich, daß die restriktive Forschungspolitik in Frankreich, Deutschland ... bald zu großen Problemen führen wird, weil die kontinentalen Westeuropäer vom biotechnologischen Markt der Zukunft total abgehängt werden.

Die Regierungen des kontinentalen Westeuropas haben Forschungsarbeiten zu Human Enhancement, Human Brain Upgrading, Human Eugenics und der Herstellung von Designer verboten, und dadurch schließen sie ihre Nationen nicht nur von dem größten Markt der Zukunft aus, sondern sie schaden auch ihren Nationen, weil die Menschen in USA, UK, China ... immer älter und intelligenter werden – durch Synthetische Biologie, Biotechnologie, Bio Engineering, Germline Editing ...

Jamie Metzl, PhD, JD: Science, Technology and Ethics: Hacking Darwin

Buchbesprechung von Dr. Chris E. Stout, 1.6.2019

Er ist Influencer und hat zum ersten Mal darüber in dem LinkedIn-Post berichtet unter <https://www.linkedin.com/today/posts/drchrisstout>,

Siehe auch <http://DrChrisStout.com>, <http://ALifeInFull.org>.

Jamie Metzl, PhD, JD, Polymath Extraordinaire, in seinem letzten Buch „Hacking Darwin: Genetic Engineering and the Future of Humanity“:

Mittels der immer ausgereifteren Genomeditierungstechnologien wird die Menschheit aktiv in die Steuerung ihrer eigenen evolutionären Entwicklung eingreifen. Dadurch wird in der Zukunft für unseren Nachwuchs die genetische Veränderung von Generation zu Generation anders verlaufen als bisher. In gewisser Weise sind wir dabei, die Evolutionslehre Darwins durch natürliche Auslese zu hacken.

Dieses neue Buch von Jamie Metzl hat die Aufmerksamkeit vieler Experten geweckt:

- Sanjay Gupta von CNN, Ray Kurzweil, Harvard Gentechnik-Superstar George Church von Harvard, Mike Morell (früherer CIA-Direktor) ..., und
- Biotech-korrespondierenden Kolumnen The New York Times, FT, The Economist, and TechCrunch.

Die sich ankündigende gentechnische Revolution wird vieles verändern und auf eine höhere Entwicklungsstufe stellen, und das hat bereits begonnen:

- unsere Gesundheitsfürsorge (healthcare),
- die Verfahren zur Herstellung von Babies,
- die Natur der Babies, die wir machen, und
- unsere Evolution als Species.

Das wird sehr viel früher kommen, als die meisten von uns denken, und das wird unsere Lebensweise und die Welt um uns in einer so grundlegenden Weise verändern, wie wir das wohl kaum vorausahnen können.

Die wichtige Forderung von Jamie Metzl ist:

“Wir Menschen haben bisher keine planetenweite Diskussion über die Zukunft der Menschheit geführt, und genau das hat nun mit aller Gründlichkeit, Transparenz, wissenschaftlichen Genauigkeit und Öffentlichkeitsarbeit zu geschehen.”

Wenn Sie erkannt haben, daß für uns Menschen die gentechnische Revolution in der Evolution der Menschheit von großer Bedeutung ist und mehr darüber wissen wollen, lesen Sie dieses neue Buch von Jamie Metzl. Das sagt Ihnen, wo wir in der Forschung gerade stehen, was das auch für Sie bedeutet und worauf Sie sich vorbereiten müssen. Dieses Buch wird Ihnen sehr gefallen.

Wir haben gezeigt, daß wir dazu in der Lage sind, Wissenschaft, Technologie und Ethik für die kommende gentechnische Revolution in der Evolution der Menschheit zu beherrschen.

Ich kenne Jamie als lieben Freund von meiner Talk Show. Als er zum ersten Mal in meiner Show auftrat, wirkte er auf mich wie ein lebendiger Buckaroo Banzai. Wenn Sie dieser Episode noch nicht ihre Aufmerksamkeit geschenkt haben, so ermuntere ich Sie dazu, sich für alle diese vielen wunderbaren Neuigkeiten zu interessieren.

Könnte dieses Buch vielleicht das wichtigste unserer Generation sein ?

Sie finden darin viele Erläuterungen zu IVF, CRISPR, Cas9, Epigenetik (sie steht in Zusammenhang mit der Genexpression), GWAS (Genome-Wide Association Studies), Verwendung von Computeralgorithmen zur Überprüfung von Tausenden SNPs (single-nucleotide polymorphisms) oder Genomweite Variationen (genetic variations).

Jamie Metzl: “Weil Genomik (genomics) geradezu die große Herausforderung an die Verarbeitung riesiger Datenmengen darstellt, sind mehr und auf billigerem Wege zu erhaltende Daten die Grundlage für mehr und billiger zu erlangende Entdeckungen.”

GMO Genetic modified Organism

WGS Whole Genome Sequencing (Sequenzieren des gesamten Genoms)

Hier folgen einige Topics:

- Wenn große Datenbasen mit den WGS-Informationen verknüpft werden, erfüllt das die Voraussetzungen für erlaubte klinische N-of-1-Testreihen gemäß der Precision Medicine Initiative.
- Geschichte und Politik für GMO-Feldfrüchte,
- Verlängerung des persönlichen Lebens durch Vergabe von NAD+, Metformin,
- Friedrich Nietzsche und seine Idee vom Übermenschen (superhuman, superman),
- transhumanistische Bewegung (Transhumanist Movement).
- Wir befinden uns in einem Zeitalter von DIY-Biologen oder Biohackern, vergleichbar mit dem Zeitalter der Technik-Hobbyisten und Computerfreaks.

Jamie Metzl hat sich auch sehr viel mit den ethischen Aspekten von der Ethik der Gentechnik am Genom des Menschen (“The Ethics of Engineering Ourselves”) beschäftigt.

Er hat in diesem Jahr der WHO (World Health Organization) als Experte dem Beratungskomitee zur Entwicklung globaler Standards zur Steuerung und Überwachung von Eingriffen in die Keimbahn (advisory committee on developing global standards for the governance and oversight of human genome editing) zur Verfügung gestanden.

Jamie ermutigt uns alle, den Unterhaltungen auf seiner Webseite, die sich genau damit beschäftigen, zu folgen: „Die Wissenschaft steht zur Verfügung, ihre biotechnische Umsetzung ist unausweichlich. (“The science is in place. The realization is inevitable.”)

Das kürzlich erschienene Buch des Gentechnikers Sydney Brenner “The Chronicles of Evolution”,

Credit: Wildtype Media Group, 9.11.2018

Dieses reich bebilderte Buch ist im Verlag Wildtype Books erschienen und wird von der Idee von Sydney Brenner geleitet, die Entwicklung unseres Universums bis heute auf einer logarithmischen Zeitskala zu beschreiben und gleicht einer Gewalttour durch die 14 Milliarden Jahre Evolution unseres Universums, von seinem Beginn bis zur Entwicklung der Menschheit und danach. Dieses geistige Kind des Genetikers und Nobelpreisträgers (Nobellaureaten) Sydney Brenner, der mithilfe, den Code des Lebens lesen zu lernen, liefert Einsichten von 24 bedeutenden Denkern über die Frage, wie die Menschen ihren Platz im Universum finden sollen.

Sidney's Idee von 10-on-10: Er benutzt auf einer logarithmischen Skala (auf Dezimalbasis) Zehnerschritte zur Markierung wichtiger Ereignisse vom Urknall (Big Bang) vor 13,8 Milliarden Jahren (gemessen auf der Skala mit 10^{10} Jahren) bis zur Gegenwart vor 10 Jahren (gemessen auf der Skala mit 10^1 Jahr), wobei er unter vielem anderen auf die Bildung von Metazoen (multicellular life forms), die Evolution des Menschen und die Entwicklung von Sprache, Kultur und Technologie eingeht.

Weltbekannte Experten haben Beiträge zu diesem Buch geleistet, wozu gehören:

- Molekularbiologie-Pionier und Nobelpreisträger Sydney Brenner, der Genome und ihre Evolution studierte;
- Nobelpreisträger Jack Szostak, der den Ursprung des biologischen Lebens studiert;
- Paläo-Genetiker Svante Pääbo, in dessen Labor die Genome von Neandertalern sequenziert worden sind, ebenso von Denisovans und anderen frühen Menschenartigen;
- Experte für komplexe Ökonomie W. Brian Arthur, der den Einfluß von Technologie und Innovation auf Gesellschaft und Ökonomie erforscht;
- Gesellschafts- und Sozialforscherin Helga Nowotny, die die Wechselwirkung von Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft studiert.

Professor George Church von der Harvard University: "Dieses wunderbare Buch gibt eine Übersicht über die Evolution des Universum, des Lebens auf der Erde und des Menschen über 14 Milliarden Jahre hinweg. Es sollte wie Hawking's "A Brief History of Time" und Bryson's "A Short History of Nearly Everything" von jedem gelesen werden."

Das Titelbild von Sydney Brenner's Buch "The Chronicles of Evolution" wurde von Svante Pääbo geliefert. Es ist im Kapitel über den Neandertaler zu finden.

Der kontinuierlich genial-schöpferischen Forschungsarbeit der angelsächsischen und auch russischen Forscher verdanken wir Entwicklung und Akzeptanz der multidimensionalen Weltsysteme: Annahme höherer Dimensionalität der Raumzeitwelten durch Andrei Linde, Schüler von Yakow B. Zel'dovich, und von Alan Guth mit der Annahme sprießender Kinduniversen am Megauniversum, beginnend ab 1979. Befürworter der Multiversum-Vorstellungen mindestens seit dem Jahr 2000 sind Stephen W. Hawking und Lisa Randall.

SF-Autoren, darunter auch viele deutsche, haben aber schon in den 1960er Jahren geradezu einen Standard an Modellen und Bezeichnungen geschaffen wie Hyperraum, Paralleluniversum und Pararaum. Hawking hat sich viele Mühe gegeben, um zu beweisen oder auch nur plausibel zu machen, daß für Entwicklung bzw. Schöpfung unseres Universums kein Gott notwendig gewesen ist. Charles Darwin hat 1871 gezeigt, daß für Entwicklung bzw. Schöpfung des Menschen kein Gott notwendig gewesen ist.

2011 hat die NASA dem damaligen US-Präsidenten Barrack Obama ein Konzept für eine Mondstation vorgelegt, die dieser wegen Fehlens des kulturell-wissenschaftlichen Hinter-

grundes seinerseits verworfen hat. Nach seiner Ablösung durch fortschrittlicher denkende US-Präsidenten ab Januar 2017 ändert sich das, und das für den Marsflug (um das Jahr 2035 geplant) entwickelte Space Lounge System (SPS) läßt sich gut für den Bau einer Mondstation einsetzen.

Auch die Chinesen und Russen wollen zum Mond. Die Mondstation Yuegong 1 der CNSA kann seit 2014 im Modell besichtigt werden. „Yuegong 1“ bedeutet „Mondpalast 1“.

Um das Jahr 2025 wollen sich auch die Russen auf dem Mond einnisten.

Auch hier haben SF-Autoren schon in den 1960er Jahren viele schöpferische Ideen produziert, die für heutige Wissenschaftler und Ingenieure sehr wichtig sind.

Im Jahr 2014 hat die Royal Society (RS) in London in einem eher symbolischen Akt den Bau einer Mondstation befürwortet und 900000 Pfund Sterling dafür gesammelt. Auf jeden Fall ist das ein Symbol für den fortschrittlichen Geist der Briten. Deutschland mit seiner extrem restriktiven Forschungspolitik sollte sich daran ein Beispiel nehmen.

Am 2. Juni 2016 haben die sehr vielseitigen und fortschrittlichen Molekularbiologen und Gentechniker Jef Boeke von der Universität von New York und George Church von Harvard, Massachusetts, das Projekt HGP-write ins Leben gerufen. Die Bezeichnung HGP-write steht für Human Genome Project-write, als Fortsetzung des Projekts HUGO (heute als HGP-read bezeichnet) von 1990-2004 zur Entschlüsselung des menschlichen Genoms (die ungefähren Kosten für HUGO lagen bei 3 Milliarden US\$).

Angelsächsische und chinesische Forscher arbeiten seit der Entdeckung der CRISPR/cas9-Technologie (durch Jennifer Doudna und Emmanuelle Charpentier 2012 entdeckt bzw. erfunden, siehe Kap. 1.2) an der Technologie, an den Chromosomen des Menschen gezielt Änderungen durchzuführen (Human Genome Editing als neues Gebiet der Gentechnik), als wichtiges Projekt der Synthetischen Biologie, und diese zeigt, daß die Entwicklungen, Handlungen und Wirkungen des Menschen immer mehr den Charakter einer Naturkraft annehmen – und wir fragen, wie groß diese Naturkraft werden mag.

Auch hier haben SF-Autoren schon in den 1960er Jahren reichlich gedankliche Vorarbeit geleistet. In der SF-Literatur wurde öfter das Wort Androide für einen gentechnisch auch stark veränderten „Menschen“ verwendet. SF-Autoren schufen das Wort Roboter (vom tschechischen Wort für Arbeit: Rabota), und Norbert Wiener hat in seinem Buch „Cybernetics“ von 1949 den Weg gewiesen zu den Cyborgs, oft sind das elektromechanische Trägersysteme mit einem menschlichen Gehirn im „Kopf“.

In den Goldenen Zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts der sich entwickelnden Atomphysik hat Niels Bohr den Entwicklungsprozeß unseres Wissens in seiner Dramatik um 1930 erkannt und die Forscher als Zuschauer und Teilnehmer (Mitspieler) im Weltenschauspiel gesehen. Wären wir hier in einem Theaterstück von Aischylos, Sophokles oder Euripides, würden wir nach dem Willen der Götter fragen, der sich im Handeln der Menschen offenbart. Heute fragen wir nach den Naturgesetzen, die dieses Weltenschauspiel lenken. Also fragen wir nach der Naturgesetzlichkeit der Synthetischen Biologie, die sich kaum unterscheiden wird von der Naturgesetzlichkeit bei der Entwicklung von Atomphysik und Kosmologie. Verbindet man das mit Multiversum-Modellen und Konsequenzen aus der Drake-Gleichung, dann werden in geeigneten Welten auf geeigneten Planeten in geeigneten Sonnensystemen in vielen Galaxien vieler Universen immer wieder Multiversum-Vorstellungen, Raketentechnik, Synthetische Biologie, Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften, Staatswissenschaft und Staatstheorien ... entwickelt. Was wir also heute z.B. mit der Entwicklung der Synthetischen Biologie erleben, ist bereits schon in vielen anderen Welten geschehen und wird immer wieder neu in anderen Welten geschehen.

Schon in den 1920er Jahren ist Lawrence Henderson aufgefallen, daß Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Phosphor (P) und andere für das Leben wichtige Elemente sowie auch das Molekül Wasser eine ungeheure Spezifität haben, so als ob sie für Entwicklung und Erhaltung von Leben zugeschnitten worden wären.

Wasser z.B. erreicht seine höchste Dichte bei 4 Grad Celsius und ermöglicht dadurch, daß sich Fische im Winter am Boden des Sees tummeln können, während der See an seiner Oberfläche von einer dicken Eisdecke bedeckt ist. Im Gegensatz zu den meisten Stoffen dehnt sich Wasser im gefrorenen Zustand aus – diesem Umstand verdanken wir auch Verwitterung und Abtragung der höchsten Berge.

Das Leben stützt sich zwar auf Biomoleküle, aber die entscheidenden Strukturen befinden sich nicht auf der Stufe der Biomoleküle, supramolekulare Komplexe und Lebensformen, sondern im subatomaren Bereich, und der ist in unserem Universum in vergleichbaren Regionen weithin identisch, also in anderen vergleichbaren Sonnensystemen und Galaxien, und eventuell etwas mehr oder weniger verschieden bis ganz gleich in anderen Universen.

Es sieht so aus: Die Elemente sind in unserem Universum so beschaffen, daß sie in geeigneten Umgebungen Lebensformen bilden müssen. Solche Vorstellungen führten zur Entwicklung der Anthropischen Kosmologien (sehr gut beschrieben in dem Buch „Die Urkraft“ von 1986 des Kosmologen Paul C.W. Davies).

Darwin und Hawking haben gezeigt, daß es auch ohne Gott geht, und Fred Hoyle und Martin Rees haben vermutet, daß unser Universum auch Bauarbeit sein könnte – und das betrifft durchaus die Entwicklungs-, Handlungs- und Wirkungsmöglichkeiten unserer gentechnisch beliebig weit und hoch verbesserten und veredelten Nachfahren.

Wir stehen hier nämlich vor der Frage, wie hoch sich die Menschen mittels der Synthetischen Biologie entwickeln können – vielleicht bis zur Stufe von Göttern, die Universen erschaffen? Dann wäre es möglich, daß unser Universum Bauarbeit ist, und unsere gentechnisch beliebig hoch entwickelten und veredelten Nachfahren werden eventuell ebenfalls Universen erschaffen.

Inhaltsverzeichnis

„Die Industrielle Revolution 6.0 II“
ist noch in Bearbeitung
9.5.2019

Seite Kapitel

1	1	Konstruktion von Superhumans – Androiden
1	1.1	Vorbereitungen für die gentechnische Veredelung des Menschen
7	1.2	Der Aufruf zu einem vorerst 5-jährigen Moratorium im März 2019 ist falsch
10	1.3	Intelligenz und Bewußtsein – kann unser Gehirn diese „verstehen“?
14	1.4	Die möglichen grandiosen Entwicklungen durch HGE und Human Enhancement
17	1.5	Rassismus, Nationalismus ... und Ablehnung von Human Genome Editing
22	1.6	Vom Menschen gesteuerter Artenwandel und beschleunigte Evolution
31	1.7	Multiversum und höchstentwickelte Superintelligenzen in Universen
37	2	KI-gesteuerte Maschinen für die Konstruktion von Superhumans
37	2.1	Genstrukturator – Erzeugung von fertigen Chromosomensätzen für Geschöpfe
44	2.2	Biotechplazenta – Entwicklung des Chromosomensatzes zum fertigen Baby
48	2.3	Ökoharmonisator – Errechnung und Bereitstellung der optimalen Umwelt – NIW-Staaten als NIW-VIW-Transformationssysteme
53	3	Neuformulierung von Buddhismus und Christentum als transhumanistische Lehren
53	3.1	Die Menschen als die Dinosaurier in der Superzivilisation
62	3.2	Kapitalverbrechen der Menschheit – Einrichtung von Tierschutzämtern
71	3.3	Zivilisation-Leben-Vertrag
73	3.4	Versagen der klerikalen Eliten
80	3.5	Jesaia und damit verknüpfte Mißverständnisse der Christen
100	3.6	Mithraismus und dadurch bewirkte Irrwege des Christentums
102	3.7	Den Kreuzzug gegen die Tier- und Pflanzenwelt beenden
107	3.8	Wissenschaftliche Aufarbeitung und Neugestaltung der Religionen
121	3.9	Religionen und Ideologien sind durch Vernunft-Moral-Systeme zu ersetzen

141	4	Einige Religionen als Beispiele für bisherige zentrale geistige Systeme
141	4.1	Vedische Religion
148	4.2	Buddhismus
159	4.3	China - Im Umfeld von Lao-Tse und K'ung-fu-tse
173	4.4	Das Christentum
181	4.5	Quellen des Christentums
199	4.6	Zur Realität des Christentums – Fehler christlicher Eiferer Von den Hoffnungen Tertullians zur Realität der Borgias-Päpste
209	5	Transhumanismus – Transhominisierung – Künstliche Intelligenz (KI)
209	5.1	Die moderne, kommende Welt unter dem Einfluß des Transhumanismus
224	5.2	Der letzte Generationenkonflikt bei den natürlichen Hominiden
226	5.3	Werkzeuge für Human Genome Editing und Human Brain Upgrading
235	5.4	Generationenkonflikt, Artenwandel, Artenneuentstehung und Artentod
237	5.5	Zu Aussterben und Artentod der Neandertaler
241	5.6	Ältere Zivilisationen in anderen Sonnensystemen
242	5.7	Reich Gottes, Götterdämmerung, Jenseits ...
245	6	Fortschritte in Synthetischer Biologie

Anhang

Inhaltsverzeichnis

Seite Kapitel

A 1	Glossar
A 7	Human-Software
A 9	Aionik-Graphen

Die in dieser Schrift referenzierten Aionik-Graphen sind am Schluß dieses Buches zu finden, ferner auch auf der Internetseite www.aionik.de, wo nach der Modulbibliothek die Aionik-Graphen einzeln abgerufen werden können.

Literaturempfehlung

Lisa Randall „Verborgene Dimensionen – eine Reise durch den extradimensionalen Raum“
2006

George Church „Regenesis“ 1912,

Nick Bostrom „Superintelligence“ 2014

Die Bücher von Werner Heisenberg, Manfred Eigen, Steven Weinberg, Alan Guth, Kip Thorne, Andrei Linde, Stephen W. Hawking, John Craig Venter ...

Bücher von Computerdruck & Verlag:

"Modernisierung von Religionen"

"Heiliger Krieg - Religionen und ihr Mißbrauch"

„Das Standardwerk über die Ewigkeit“

„Im Kyberzoikum“

„Die neue Bibel“

„Zivilisationsmechanik“

„Von Zeitalter zu Zeitalter – Wege zur Unsterblichkeit“

„Kritische Fragmente – Technikfeindlichkeit und Deutschenfeindlichkeit der 1968er“

Die Bezeichnung „Die Industrielle Revolution 4.0“ für alle Arten von Entwicklungen und Diensten auf dem Gebiet der Intelligenten Technologie (IT) bis hin zu IT-Produkten der Künstlichen Intelligenz (KI) oder Artificial Intelligence (AI) mit dem vorläufigen Höhepunkt eines KI-Produkts mit Bewußtsein, als Singularität bezeichnet, ist fest vergeben.

Die Bezeichnung „Die Industrielle Revolution 5.0“ gilt nun für alle Arten von Entwicklungen und Diensten auf dem Gebiet der Synthetischen Biologie mit GP-write, HGP-write, DNA-Engineering, CRISPR/Cas9-Technologien, Genomics, Genome Engineering, Human Enhancement, Bioengineering, Human Brain Upgrading bis hin zur Herstellung von Designer Babies in einer Biotechplazenta.

„HGP-write – Neukonstruktion des Menschen – Konstruktion von Androiden“

Dieses Buch wird fortlaufend überarbeitet. Es erscheint 2020 oder später und die überarbeiteten Versionen werden von Zeit zu Zeit ins Netz gestellt.

„Fortschritte in Synthetischer Biologie“, eine kleine Sammlung von Artikeln zur entstehenden Synthetischen Biologie

„Die Industrielle Revolution 5.0 – Fortschritte in Synthetischer Biologie“

„Die Industrielle Revolution 5.0 II – Fortschritte in Synthetischer Biologie“

Dieses Buch enthält vor allem Berichte von der Publikationsplattform der HMS „News GCLab“ und aus den Harvard Medical News.

„Die Industrielle Revolution 6.0 – Superzivilisation und Androiden im Kyberzoikum“

„Entwicklung von Superhumans (→ Androiden)“

„Die Industrielle Revolution 6.0 II – KI-gesteuerte Konstruktion von Superhumans – Neuformulierung von Buddhismus und Christentum als transhumanistische Lehren“

Auf der Internetseite www.aionik.de können alle diese Schriften kostenlos heruntergeladen werden. Die o.g. Titel sind am Ende der Liste zu finden.