

TOBY WALSH

2062

DAS JAHR, IN DEM
DIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ
UNS EBENBÜRTIG SEIN WIRD

© des Titels »2062« von Toby Walsh (978-3-7423-0860-3)
2019 by riva Verlag, Münchner Verlagsgruppe GmbH, München
Nähere Informationen unter: <http://www.rivaverlag.de>

PREMIUM
riva

0001

HOMO DIGITALIS

Der Mensch ist ein bemerkenswertes Wesen. Tatsächlich ist er trotz des Überflusses an Lebensformen auf der Erde möglicherweise die *bemerkenswerteste* Spezies, die unseren Planeten je bewohnt hat. Der Mensch hat Flüsse umgeleitet, Inseln errichtet und die Natur seinem Willen unterworfen. Er hat verblüffende Gebäude errichtet: die beeindruckenden Pyramiden von Gizeh, die schier unendliche Große Mauer in China, die atemberaubende Sagrada Família.¹ Er hat die trockensten Wüsten durchquert und die höchsten Berge erklommen. Er hat einen Sportwagen in den Weltraum geschickt und ist auf dem Mond spazieren gegangen.

Wir Menschen haben wissenschaftliche Theorien entwickelt, die die Geheimnisse des Universums erklären – von den ersten Millisekunden nach seiner Geburt vor 13 Milliarden Jahren bis zu seinem unvermeidlichen Tod in 10^{100} Jahren.² Wir haben das Feuer gezähmt,

die Pocken ausgerottet und uns zusammengetan, um Despoten und Diktatoren zu stürzen. Wir haben sublimen Kunstwerke geschaffen, die uns zu Tränen rühren: die bewegenden Melodien in Bachs Matthäuspassion. Die nackte Schönheit von Michelangelos David. Die berührende Traurigkeit des Taj Mahal.

Doch trotz all dieser großartigen Leistungen werden wir bald ersetzt werden. Fast alle Spuren des *Homo sapiens* werden vom Erdboden verschwinden, so wie fast alle Hinweise auf die Existenz unseres Vorgängers *Homo neanderthalensis* verschwunden sind. Denn die Evolution endet nie.

Vor rund 50 000 Jahren hatte der Neandertaler dem Aufstieg des *Homo sapiens* nichts entgegenzusetzen. Wir wissen nicht genau, wann und wie die Neandertaler ausstarben. Vielleicht waren sie nicht imstande, sich klimatischen Veränderungen anzupassen – ein Problem, das uns sehr bekannt vorkommt. Vielleicht konnten sie sich auch einfach nicht im Wettbewerb mit dem *Homo sapiens* behaupten und fanden keine ökonomische Nische, in der sie überleben konnten.

Woran auch immer es lag, die Neandertaler starben aus, und wir nahmen ihren Platz ein. Und so wie jede andere Spezies vor uns werden auch wir von einer erfolgreichereren ersetzt werden. Und da wir klug sind – nicht umsonst haben wir unserer Spezies die Bezeichnung »wissend« (*sapiens*) gegeben –, können wir sogar Voraussagen dazu anstellen, wer unser Nachfolger sein wird.

Unseren Platz wird der *Homo digitalis* einnehmen – die Weiterentwicklung der Familie *Homo* zu einer digitalen Form. Was wir tun und wie wir es tun, wird zunehmend und in einigen Fällen ausschließlich digital werden. Das menschliche Denken wird durch digitales Denken ersetzt werden. Und die menschliche Aktivität in der realen Welt wird

durch digitale Aktivität in künstlichen und virtuellen Welten ersetzt werden. Das ist unsere künstlich intelligente Zukunft.

In meinem letzten Buch habe ich die Geschichte der Künstlichen Intelligenz (KI) erzählt, die im antiken Griechenland begann und in etwa 45 Jahren, um das Jahr 2062, enden wird.³ Im Mittelpunkt dieser Geschichte stand die Technologie: Ich beschäftigte mich mit den digitalen Maschinen, die wir mittlerweile bauen und die irgendwann um das Jahr 2062 so intelligent wie wir sein werden. Das vorliegende Buch beginnt an dem Punkt, an dem *It's alive* endet.⁴ Ich werde beschreiben, in welche Richtung sich die Menschheit in den ein oder zwei Jahrhunderten nach der Ankunft der denkenden Maschinen um das Jahr 2062 entwickeln wird. In diesem Buch konzentriere ich mich nicht auf die Technologie, sondern auf *uns*: Ich werde die Auswirkungen der intelligenten Maschinen auf die menschliche Spezies untersuchen.

Wir werden nicht über die Technologie sprechen, die uns in 100 oder 200 Jahren zur Verfügung stehen wird. Wie Arthur C. Clarke sagen würde: Beschreibungen von derart weit in der Zukunft liegenden Technologien würden lediglich nach Zauberei klingen.⁵ Wichtiger ist, was wir mit diesen Technologien *tun* werden, denn sie werden der mächtigste Zauber sein, der je entwickelt wurde.

DER AUFSTIEG DES *HOMO SAPIENS*

Warum hat der *Homo sapiens* so großen Erfolg gehabt? Warum hat unsere Spezies eine – teils vorteilhafte, teils schädliche – Vormachtstellung auf diesem Planeten erlangt? Warum verdrängte der *Homo sapiens* den *Homo neanderthalensis*?

Die Neandertaler waren uns gar nicht so unähnlich. Ihre DNA war zu 99,7 Prozent identisch mit unserer. Sie waren ein wenig kleiner und untersetzter als wir, weshalb das Verhältnis zwischen Körperoberfläche und Volumen bei ihnen geringer war. Daher waren sie besser an ein saisonales Klima angepasst. Und trotz des Mythos von ihrer geringen Intelligenz hatten sie sogar ein größeres Gehirn als wir. Berücksichtigt man die unterschiedliche Körpergröße, so war das Gehirn des Neandertalers proportional durchaus mit dem des *Homo sapiens* vergleichbar.

Welche Eigenschaft verschaffte uns also einen Vorteil gegenüber den Neandertalern? Möglicherweise werden wir es nie mit Gewissheit erfahren. Aber ein sehr wahrscheinlicher Kandidat ist das Sprachvermögen. Vor rund 100 000 Jahren begann der *Homo sapiens*, eine komplexe Sprache zu entwickeln. Die Neandertaler hingegen hatten offenbar bestenfalls eine Protosprache, die vermutlich eher Ähnlichkeit mit Musik hatte.

Natürlich können wir nicht sicher sein, dass die Sprache tatsächlich der Grund für unseren Erfolg gewesen ist. Noch im 20. Jahrhundert galten die Theorien über die Ursprünge der Sprache als wissenschaftlich unseriös. Es lagen nur wenige gesicherte Erkenntnisse vor, weshalb die Debatte über diese Frage ausgesprochen spekulativ war. Viele Wissenschaftler hielten die Diskussion über die Entwicklung der Sprache für nicht sehr nützlich. Als die Linguistische Gesellschaft von Paris im Jahr 1866 gegründet wurde, nahm sie folgende Erklärung in ihre Statuten auf: »Die Gesellschaft akzeptiert keine Behauptungen zu den Ursprüngen der Sprache oder zur Entstehung einer universellen Sprache.« Die 1872 in London gegründete Philologische Gesellschaft sprach ein ähnliches Verbot aus.

So untersuchten die Linguisten über weite Strecken des 20. Jahrhunderts im Wesentlichen die Struktur der Sprache in ihrer heutigen Form, beschäftigten sich jedoch kaum damit, wie sie diese Form angenommen hatte. Dabei ist das eine wichtige Frage. Wie kam es, dass allein der *Homo sapiens* eine komplexe Sprache entwickelte? Und wie wirkte sich die Entstehung dieser Sprache auf unsere Evolution aus?

Noch in den 1970er-Jahren, als es wieder salonfähig wurde, sich mit den Ursprüngen der Sprache zu beschäftigen, blieb die Debatte im Wesentlichen auf die Frage beschränkt, wie sich die Sprache entwickelt hatte, während kaum untersucht wurde, wann sie entstanden war oder wie sie sich auf unsere Evolution ausgewirkt hatte. Die Linguisten stritten darüber, ob die Sprache angeboren war, wie Noam Chomsky behauptete, oder ob sie sich im Lauf der Zeit aus einer einfacheren Protosprache entwickelte. Hingegen wurde nur am Rand über die gewaltige Wirkung diskutiert, die die Sprache anscheinend auf die Fähigkeit unserer Spezies gehabt hat, sich den Planeten zu unterwerfen.

DER EINFLUSS DER SPRACHE

Bevor wir die gesprochene Sprache entwickelten, war unsere Fähigkeit zu lernen begrenzt. Jede Generation musste vieles von Neuem erlernen. Einige Kenntnisse und Fähigkeiten können durch Vorführung vermittelt werden: Ich kann Ihnen giftige Pflanzen zeigen oder Ihnen vormachen, wie man eine Speerspitze schnitzt oder aus Blättern Wasser trinkt. Aber das Lernen durch Demonstration kann langsam und mühevoll sein. Eine Person muss einer anderen alles, was diese wissen

muss, körperlich vorführen. So geht beim Tod eines Menschen unvermeidlich ein großer Teil seines Wissens verloren.

Die Evolution ist ebenfalls ein Lernprozess, der jedoch noch langsamer und weniger präzise ist als das Lernen durch Demonstration. Gene, die einen Organismus für ein Verhalten programmieren, das seine Überlebenschancen erhöht, werden mit größerer Wahrscheinlichkeit an die folgenden Generationen weitergegeben. Aber diese Entwicklung stößt an Grenzen. Rinder haben im Lauf ihrer Evolution nicht gelernt, Heu zu speichern. Haie haben im Lauf ihrer Evolution nicht gelernt, Robben zu züchten. Und da sie keine Sprache besitzen, werden sie es höchstwahrscheinlich auch nie lernen.

Die Sprache änderte die Spielregeln. Als der Mensch die Sprache entwickelt hatte, konnte er einem Artgenossen *beschreiben*, welche Pflanzen dieser essen durfte und welche nicht: »Die Pilze mit den Punkten darfst du nicht essen. Auch diese verlockenden roten Beeren solltest du nicht anrühren.« Ein Mensch konnte einem anderen beschreiben, wie er ein Reh erlegen konnte: »Du musst dich immer gegen den Wind und mit der Sonne im Rücken nähern. Am besten schleichst du dich im Morgengrauen oder in der Abenddämmerung an.« Die Menschen konnten einander erklären, wie man Weizen anbaute: »Säe im Frühjahr und ernte am Ende des Sommers. Warte mit der Aussaat so lange, bis keine Gefahr von Nachtfrost mehr besteht.«

Aber die Sprache leistete noch viel mehr, als die Weitergabe von Kenntnissen über Jagd- und Sammeltechniken und den Anbau von Nutzpflanzen an die folgenden Generationen zu erleichtern. Sie gab uns auch Geschichten, Mythen und Religionen. Die Sprache ermöglichte es uns, Astronomie und Astrologie, Geografie, Geschichte, Ökonomie und Politik zu entwickeln. Und natürlich gab sie uns Na-

turwissenschaften, Technologie und Medizin. Es war die Sprache, die den *Homo* zum *Homo sapiens* machte.

Dank der Sprache entwickelten sich die menschlichen Gesellschaften und wurden leistungsfähiger. Die Sprache half uns, zusammenzuarbeiten, Konflikte zu lösen und einander zu vertrauen. Die Sprache versetzte uns in die Lage, die Tauschwirtschaft und schließlich die Geldwirtschaft zu entwickeln. Die Sprache erleichterte es den Menschen, sich auf bestimmte Tätigkeiten zu spezialisieren. Sie ermöglichte die Bildung und die Entstehung unserer politischen Systeme.

Vor allem lernten wir dank der Sprache nicht nur individuell, sondern als Gesellschaft. Wir entwickelten *gemeinsame* Fähigkeiten. Das Wissen eines Menschen ging nicht mehr so leicht verloren, wenn er starb, denn es konnte schnell und einfach von einer Generation an die nächste weitergegeben werden.

Die Neandertaler hatten keine Chance.

DIE BEDEUTUNG DER SCHRIFT

Einen weiteren Entwicklungssprung machte der *Homo sapiens* mit der Entwicklung der Schriftsprache. Diese ermöglichte ihm einen weiteren Schritt auf dem Weg zur Eroberung des Planeten.

Die Schrift wurde erstmals um etwa 5000 v. Chr. in China und unabhängig davon um 3100 v. Chr. in Mesopotamien entwickelt. Dank dieser Neuerung gewannen die Gesellschaften an Komplexität. Es entstanden städtische Zentren des gesellschaftlichen Lebens, das mit schriftlich festgehaltenen Gesetzen geregelt wurde. Die Menschen konnten Handelstransaktionen und Eigentumsrechte aufzeichnen

und Strafgesetzbücher entwickeln. So wurde das komplexe Leben in den Städten in geordnete Bahnen gelenkt.

Die Schrift beseitigte die zeitlichen und räumlichen Grenzen für das Lernen. Die gesprochene Sprache ermöglichte lediglich das Lernen von jemandem, der sich in Hörweite befand, was die Informationsquellen im Wesentlichen auf das unmittelbare soziale Umfeld beschränkte. Sobald das Wissen niedergeschrieben werden konnte, erhielt eine sehr viel größere Gruppe von Menschen Zugang dazu.

Natürlich war die Niederschrift von Information anfangs ein langsamer und kostspieliger Prozess. Alle Texte mussten von Schreibern mühsam von Hand kopiert werden. Beispielsweise nahm eine einzige Kopie der Bibel mehr als hundert Tage in Anspruch. Der Großteil der Bevölkerung konnte nicht lesen und kam nur indirekt in den Genuss der Vorteile, die die Schriftsprache brachte.

Ein dritter großer Sprung gelang der Menschheit erst vor relativ kurzer Zeit: Um das Jahr 1440 erfand Johannes Gutenberg die Druckerpresse. Im folgenden Jahrhundert wurden in ganz Europa weniger als 100 000 Bücher gedruckt. Aber in den nächsten hundert Jahren verdreifachte sich diese Zahl, und im folgenden Jahrhundert verdoppelte sich die Produktion auf fast 700 000 Bücher. Heute setzt der Verlagssektor viele Milliarden Dollar um, beschäftigt Hunderttausende Menschen und bringt jedes Jahr Millionen neue Titel hervor.⁶

Es war kein Zufall, dass die Erfindung der Druckerpresse, die Kosten und Zeitaufwand für die Buchproduktion deutlich verringerte, die Renaissance auslöste. Ideen und Wissen konnten nun rasch und einfach verbreitet werden. Heute ermöglicht das Internet einen weltweiten Informationsaustausch zu sehr geringen Kosten. Das Wissen ist billig und im Überfluss vorhanden. Und die Menschen sind sehr viel klüger geworden.

CO-LEARNING

Den nächsten Schritt tun wir in der Gegenwart. Ich bezeichne ihn als »Co-Learning«. Das Co-Learning hängt eng mit dem kollektiven Lernen zusammen, unterscheidet sich jedoch davon.

Soziologen, Anthropologen und andere Wissenschaftler erklären, die Entwicklung des *Homo sapiens* beruhe darauf, dass Gruppen von Menschen über Generationen hinweg gemeinsam lernen. Das wird als *kollektives Lernen* bezeichnet. Jede Generation lernt kollektiv von der vorhergehenden. Wir sind als Gruppe intelligenter als unsere Verfahren, was jedoch nicht zwangsläufig bedeutet, dass wir auch als Individuen intelligenter sind. Anders als beim kollektiven Lernen der *Gruppe* lernen beim Co-Learning *alle Individuen* in der Gruppe: Jedes Individuum lernt alles, was die anderen Mitglieder der Gruppe lernen. Die individuellen Mitglieder der Gruppe erwerben also alle dasselbe Wissen, wodurch sie alle intelligenter werden.

Die gesprochene Sprache ermöglicht das Co-Learning von Menschen in Gruppen mit Dutzenden oder Hunderten Mitgliedern: Sie erklären mir etwas, und ich lerne es. Dank der Schriftsprache können wir die Zahl der begünstigten Menschen auf Millionen oder sogar Milliarden erhöhen: Eine Person schreibt etwas auf, das sie gelernt hat, und alle Menschen, die Zugang zu diesem Text haben, können dasselbe lernen. Es gibt jedoch viele Kenntnisse, die wir anderen Menschen gegenüber nicht artikulieren können: Fahrradfahren zu lernen ist für jedes Kind ebenso schmerzhaft, wie es für mich war. Ich kann wenig sagen oder niederschreiben, um es einem anderen Kind zu erleichtern.

Die Sprache ist auch nicht das ideale Werkzeug für das Co-Learning, denn die Sprache, in der wir kommunizieren, ist wahrscheinlich

nicht die Sprache unseres Denkens. Wir müssen unsere Gedanken in Worte übersetzen, um sie anschließend auszusprechen oder niederzuschreiben. Anschließend muss der Empfänger die Botschaft wieder in Gedanken übersetzen. Das ist ein langsamer, schwieriger und mühevoller Prozess.

Damit sind wir beim letzten Sprung in der Entwicklung des Lernens, bei jenem Sprung, der dem *Homo digitalis* einen uneinholbaren Vorsprung geben wird. Das Co-Learning findet nicht mittels der Sprache, sondern mittels Programmcodes statt. Und Programmcodes eignen sich sehr viel besser für das Co-Learning: Ich übermittle Ihnen einfach eine Kopie meines Codes. Es ist nicht nötig, die Information hin und her zu übersetzen, und der Programmcode kann augenblicklich direkt ausgeführt werden. Und im Gegensatz zu unseren Erinnerungen haben Programmcodes keine Halbwertszeit. Einmal gelernt, werden sie nie wieder vergessen. Man kann sich kaum eine bessere Methode des Co-Learnings vorstellen als den Austausch von Programmcodes.

WELTUMSPANNENDES LERNEN

Unternehmen wie Tesla und Apple betreiben bereits in globalem Maßstab Co-Learning. Apple verwendet diese Methode zum Beispiel, um seine Spracherkennungssoftware zu verbessern. Jedes Apple-Smartphone auf dem Planeten lernt und verbessert den Programmcode, der von allen anderen Apple-Smartphones zur Spracherkennung verwendet wird. Tesla nutzt das Co-Learning zur Entwicklung des autonomen Fahrens. Jedes selbstfahrende Tesla-Auto kann seine eigenen Fä-

higkeiten und die aller anderen Tesla-Autos verbessern. Jeden Abend können die neuesten Verbesserungen, die in der Software eines Autos vorgenommen wurden, heruntergeladen und mit allen anderen Autos geteilt werden. Wenn ein Auto gelernt hat, einem über einen Parkplatz rollenden Einkaufswagen auszuweichen, wissen auch alle anderen Tesla-Fahrzeuge auf der Erde sehr bald, wie das zu tun ist.

Das Co-Learning ist einer der Gründe dafür, dass der *Homo sapiens* keine Chance gegen den *Homo digitalis* haben wird. Und es ist einer der Gründe dafür, dass uns die Geschwindigkeit, mit der sich der *Homo digitalis* ausbreiten wird, überraschen wird: Wir sind daran gewöhnt, alles weitgehend auf uns gestellt zu lernen. Wir haben persönlich keine Erfahrung mit dem weltumspannenden Lernen.

Stellen Sie sich vor, Sie wären wie die Computer zum Co-Learning fähig und könnten einfach Programmzeilen mit anderen Menschen austauschen. Sie könnten sämtliche Sprachen sprechen. Sie wären in der Lage, Schach wie Garri Kasparow und Go wie Lee Sedol zu spielen. Sie könnten mathematische Sätze so gut wie Euler, Gauß oder Erdős beweisen. Sie könnten dichten wie Wordsworth oder Shakespeare. Sie wären in der Lage, sämtliche Musikinstrumente zu spielen. Sie könnten sich in sämtlichen Bereichen mit den Besten der Welt messen. Und Sie würden in jeder Tätigkeit immer nur besser werden. Das mag beängstigend klingen – aber es ist die Co-Learning-Zukunft, in die wir eintreten werden, sobald der *Homo digitalis* beginnt, seine Programmcodes mit allen anderen Angehörigen seiner Spezies auszutauschen.

Um wirklich begreifen können, welche Vorteile das Co-Learning mittels Programmcodes hat, müssen wir zwei weitere wichtige Konzepte verstehen. Erstens sind Computer *Universalmaschinen*, die je-

des Programm betreiben können. Zweitens können sich Programme selbst modifizieren. Ein Programm kann sich selbst modifizieren, um eine gegebene Aufgabe besser erfüllen zu können. Ich möchte näher erklären, warum diese Konzepte bedeutsam sind und warum sie dem *Homo digitalis* einen uneinholbaren Vorsprung vor unserer Spezies geben werden.

UNIVERSELLE MASCHINEN

Alan Turing war einer der Väter der Künstlichen Intelligenz. Er stellte die berühmte Frage, was es bedeuten würde, wenn ein Computer denken könnte. Und er entwickelte die Grundlagen für einen funktionierenden Computer. Er hatte eine ebenso einfache wie revolutionäre Idee: die *universelle* Rechenmaschine. Das ist eine Maschine, die in der Lage ist, alles zu berechnen, was berechnet werden kann. Ja, Sie haben richtig gelesen. Seit Turing diese Idee hatte, ist es uns gelungen, einen Computer zu bauen, der im Prinzip alles berechnen kann, was *alle* Computer einschließlich derer, die erst noch erfunden werden müssen, berechnen können.

Im Mittelpunkt der Vorstellung von einer universellen Rechenmaschine stehen die Konzepte des *Programms* und der *Daten*, mit denen dieses Programm arbeitet.⁷ Programme sind Sequenzen von Anweisungen, die ein Computer befolgt, um ein Problem zu lösen. Wir können sie uns als Rezepte vorstellen. Die Daten sind die unterschiedlichen Informationen, die das Programm verarbeitet, vergleichbar den Zutaten, die verarbeitet werden, um ein bestimmtes Gericht zu kochen.

Nehmen wir beispielsweise das Problem, wie der Kontostand eines Bankkunden aktualisiert werden kann, wenn er eine elektronische Zahlung vornimmt. Wir können ein Programm schreiben, das das ungeachtet des überwiesenen Betrags oder der überweisenden Person erledigt wird. Das Programm arbeitet mit einer Datenbank, die die Namen der Bankkunden und ihre Kontostände sowie den Namen des überweisenden Kunden und den Überweisungsbetrag beinhaltet.

Das Programm zur Abwicklung einer elektronischen Zahlung funktioniert folgendermaßen: Zunächst sucht das Programm in der Datenbank den Namen der Person und ihren Kontostand. Sodann zieht es den Zahlungsbetrag vom Konto dieser Person ab. Drittens aktualisiert das Programm den Kontostand in der Datenbank. Das ist ein einfacher, aber ungeheuer wirksamer Vorgang. Indem wir die Daten ändern, können wir die Zahlung vom Konto eines anderen Kunden oder sogar aus einer Datenbank von Kundenkonten bei einer anderen Bank abziehen. Und wenn wir das Programm ändern, kann der Computer etwas anderes tun. Wenn wir den Betrag beispielsweise hinzufügen, anstatt ihn abzuziehen, haben wir ein Programm zur Durchführung elektronischer Einzahlungen anstatt zur Abwicklung elektronischer Auszahlungen.

Ein Computer ist also ein Beispiel für eine *universelle* Maschine, da er *jedes* Programm betreiben kann. Das ist das Geheimnis des Smartphones in Ihrer Hosentasche. Sie können neue Apps auf das Gerät spielen, das heißt Programme, die es Ihnen erlauben, Dinge zu tun, die sich die Entwickler des Smartphones noch gar nicht vorstellen konnten. Daran liegt es, dass das Smartphone mittlerweile sehr viel mehr als ein Telefon ist: Es ist ein Navigationsgerät, ein Kalender, ein Wecker, ein Taschenrechner, ein Notizbuch, ein Musik- und Video-

wiedergabegerät, eine Spielkonsole und wird damit immer mehr zu unserem persönlichen Assistenten.

Die technologischen Fortschritte können uns schnellere Computer bringen, aber diese werden nie in der Lage sein, mehr zu berechnen als die Universalmaschine, die sich Turing in den 1930er-Jahren ausdachte. Besonders bemerkenswert ist, dass Turing auf die Idee einer universellen Rechenmaschine kam, noch *bevor* es die ersten Computer gab.

Obendrein ist der Computer die *einzig*e Universalmaschine, die der Mensch je entwickelt hat. Versuchen wir uns vorzustellen, wie zum Beispiel eine universelle Reisemaschine aussehen könnte: Sie würde uns in die Lage versetzen, zu fliegen, unter Wasser zu schwimmen und über Land zu reisen. Sie könnte sich auf Schienen, in der Luft, im Gras und sogar im Treibsand bewegen. Sie könnte eine oder ein Dutzend Personen befördern. Die universelle Reisemaschine könnte uns sogar zum Mond bringen. Stellen Sie sich Transformer vor – Transformer auf Steroiden.

Ein Computer braucht lediglich ein neues Programm, um eine neue Aufgabe bewältigen zu können. Daher ist er unendlich anpassungsfähig. Unsere gegenwärtigen Computer könnten in der Zukunft sehr viel mehr leisten als in der Gegenwart. Sie haben sogar das Potenzial, künstliche Intelligenz zu entwickeln. Wir müssen lediglich das richtige Programm für sie schreiben.

Womit wir bei der nächsten revolutionären Idee sind: Wir müssen dieses neue Programm nicht einmal selbst entwickeln – der Computer kann das tun. Er kann *lernen*, neue Aufgaben zu bewältigen. Er kann sogar lernen, sich intelligent zu verhalten.