

Max Tegmark

LEBEN 3.0

Mensch sein im Zeitalter
Künstlicher Intelligenz



»Ein großes und
visionäres Buch, das
jeder lesen sollte.«

The Times



ullstein

Das Buch

Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) ist der bedeutendste technologische Think Tank der USA. Dort arbeitet Professor Max Tegmark mit den weltweit führenden Entwicklern Künstlicher Intelligenz zusammen. In seinem neuen Buch gewährt er exklusive Einblicke in ihre Labors und zeigt, was die Menschheit erwartet – darunter Szenarien wie diese:

- **Eroberer:**

Künstliche Intelligenz übernimmt die Macht und entledigt sich der Menschheit mit Methoden, die wir noch nicht einmal verstehen.

- **Der verklavte Gott:**

Die Menschen bemächtigen sich einer superintelligenten künstlichen Intelligenz und nutzen sie, um Hochtechnologien herzustellen.

- **Umkehr:**

Der technologische Fortschritt wird radikal unterbunden und wir kehren zu einer prätechnologischen Gesellschaft zurück.

- **Selbstzerstörung:**

Superintelligenz wird nicht erreicht, weil sich die Menschheit vorher selbst vernichtet.

- **Egalitäres Utopia:**

Es gibt weder Superintelligenz noch Besitz; Menschen und kybernetische Organismen existieren friedlich nebeneinander.

Max Tegmark liefert die Grundlage für die wichtigste Debatte unserer Zeit. Ein fesselndes Werk über die Welt von morgen.

Der Autor

Max Tegmark wurde 1967 in Schweden geboren. Er studierte am Royal Institute of Technology in Stockholm sowie an der University of California, Berkeley, und ist Professor für Physik am Massachusetts Institute of Technology. Er ist Mitglied der American Physical Society und der wissenschaftliche Leiter des Foundational Questions Institute. Er hat zwei Söhne.

Von Max Tegmark ist in unserem Hause außerdem erschienen:
Unser mathematisches Universum

Max Tegmark

Leben 3.0

Mensch sein im Zeitalter
Künstlicher Intelligenz

Aus dem Amerikanischen
von Hubert Mania

Ullstein

Besuchen Sie uns im Internet:
www.ullstein-buchverlage.de

Für das FLI-Team,
das alles möglich machte



Ungekürzte Ausgabe im Ullstein Taschenbuch

1. Auflage Januar 2019

2. Auflage 2019

© für die deutsche Ausgabe Ullstein Buchverlage GmbH,
Berlin 2017/Ullstein Verlag

© 2017 by Max Tegmark

Titel der Originalausgabe: *Life 3.0* bei Alfred A. Knopf, New York

Umschlaggestaltung: zero-media.net, München,

nach einer Vorlage von Rudolf Linn, Köln

Titelabbildung: © Brad Pict/Fotolia

Satz: LVD GmbH, Berlin

Gesetzt aus der Scala und Office Code Pro

Druck und Bindearbeiten: CPI books GmbH, Leck

ISBN 978-3-548-37796-4

Inhaltsverzeichnis

Dank	009
-------------------	-----

Einleitung

Die Geschichte des Omega-Teams	011
Die ersten Millionen	013
Gefährliche Spiele	015
Die ersten Milliarden	019
Neue Technologien	024
Machtzuwachs	028
Konsolidierung	035

Kapitel 1

Willkommen zum wichtigsten

Gespräch unserer Zeit	039
Eine kurze Geschichte der Komplexität	040
Die drei Stufen des Lebens	042
Kontroversen	050
Missverständnisse	061
Terminologie-Spickzettel	063
Der Weg vor uns	073
Fazit	077

Kapitel 2

Materie wird intelligent	079
Was ist Intelligenz?	079
Was ist Gedächtnis/Speicher?	087
Was ist Rechnen?	095
Was ist Lernen?	109
Fazit	123

Kapitel 3

Die nahe Zukunft: Durchbrüche, Softwarefehler,

Gesetze, Waffen und Jobs	125
Durchbrüche	126
Programmfehler statt stabile KI	142
Gesetze	158
Waffen	166
Jobs und Löhne	178
Intelligenz auf menschlichem Niveau?	195
Fazit	199

Kapitel 4

Intelligenzexplosion?	201
Totalitäre Systeme	204
Prometheus übernimmt die Welt	207
Langsamer Start und multipolare Szenarien ..	224
Cyborgs und Uploads	231
Was wird tatsächlich geschehen?	234
Fazit	239

Kapitel 5

Nachwirkungen: die nächsten 10 000 Jahre	241
KI – Nachwirkungsszenarien	243
Libertäres Utopia	246
Wohlwollender Diktator	253
Egalitäres Utopia	259
Torwächter	264
Schutzgott	266
Versklavter Gott	268
Eroberer	277
Nachkommen	282
Zoowärter	285
1984	286
Rückfall	290

Selbstzerstörung	292
Was wollen Sie?	300
Fazit	301

Kapitel 6

Unsere kosmische Mitgift: die nächsten Jahrmilliarden und darüber hinaus	303
Der Umgang mit unseren Ressourcen	306
Ressourcengewinnung durch kosmische Besiedlung	325
Kosmische Hierarchien	347
Fazit	368

Kapitel 7

Ziele	371
Physik: der Ursprung von Zielen	372
Biologie: die Evolution von Zielen	376
Psychologie: die Verfolgung von Zielen und die Rebellion dagegen	380
Technik: Ausgliederung von Zielen	383
Freundliche KI: Ziele abstimmen	386
Ethik: eine Zielauswahl treffen	400
Endgültige Ziele?	409
Fazit	416

Kapitel 8

Bewusstsein	419
Wen interessiert's?	419
Was ist Bewusstsein?	421
Was ist das Problem?	423
Ist die Frage nach dem Bewusstsein eine wissenschaftliche?	426
Experimentelle Anhaltspunkte für Bewusstsein	431

Bewusstseinstheorien	443
Kontroversen um das Bewusstsein	453
Wie könnte sich KI-Bewusstsein anfühlen? ...	457
Bedeutung	464
Fazit	467

Nachwort

Die Geschichte des FLI-Teams	471
Das FLI ist da	472
Das Abenteuer von Puerto Rico	476
KI-Sicherheit wird Mainstream	483
Die KI-Prinzipien von Asilomar	489
Achtsamer Optimismus	493

Anmerkungen	499
--------------------------	-----

Register	517
-----------------------	-----

Dank

Ich danke allen, die mich ermutigt und mir geholfen haben, dieses Buch zu schreiben: meiner Familie, meinen Freunden, Lehrern, Kollegen und Mitarbeitern für die Unterstützung und die Inspiration über die Jahre hinweg, Mom, weil sie meine Neugier für Bewusstsein und Bedeutung geweckt hat, Dad für den Kampfgeist, die Welt zu einem besseren Ort zu machen, meinen Söhnen Philip und Alexander, weil sie mir das Wunder der in Erscheinung tretenden menschlichen Intelligenz zeigten, allen begeisterten Wissenschaftlern und Technikern auf der ganzen Welt, die mich im Lauf der Jahre kontaktiert, mir Fragen gestellt, Kommentare abgegeben und mich ermutigt haben, meine Ideen weiter zu verfolgen und zu veröffentlichen, meinem Agenten John Brockman, der so lange auf mich eingeredet hat, bis ich einverstanden war, dieses Buch zu schreiben, Bob Penna, Jesse Thaler und Jeremy England für hilfreiche Diskussionen über Quasare, Sphaleronen und Thermodynamik, jenen, die sich zu Teilen des Manuskripts äußerten, zu denen Mom, mein Bruder Per, Luisa Bahet, Rob Bensinger, Katerina Bergström, Erik Brynjolfsson, David Chalmers, Daniela Chita, Nima Deghani, Henry Lin, Elin Malmsköld, Toby Ord, Jeremy Owen, Lucas Perry, Anthony Romero, Nate Soares und Jaan Tallinn gehören, jenen Superhelden, die Entwürfe des ganzen Buchs kommentierten, und zwar Meia, Dad, Anthony Aguirre, Paul Almond, Matthew Graves, Phillip Helbig (auch die deutsche Übersetzung), Richard Mallah, David Marble, Howard Messing, Luiño Seoane, Marin Soljačić und mein Lektor Dan Frank, vor allem aber Meia, meine geliebte Muse und Gefährtin für ihre fortwährende Ermutigung, Unterstützung und Inspiration, ohne die dieses Buch nicht zustandegekommen wäre.

Glauben Sie, dass übermenschliche Intelligenz noch in diesem Jahrhundert in Erscheinung treten kann?

Nein

Ja

Springen
Sie zur
nächsten
Seite.

Schlagen Sie Kapitel 1
(Seite 39) auf.

Einleitung

Die Geschichte des Omega-Teams

Das Omega-Team war die Seele der Firma. Während der Rest des Unternehmens mit unterschiedlichen kommerziellen Anwendungen schmalspuriger KI (Künstliche Intelligenz) das Geld verdiente, um den Betrieb am Laufen zu halten, verfolgte das Omega-Team den langgehegten Traum des Firmenchefs: die Entwicklung einer Allgemeinen Künstlichen Intelligenz. Die meisten anderen Angestellten betrachteten »die Omegas«, wie man sie liebevoll nannte, als einen Haufen Träumer im Wolkenkuckucksheim, ständig Jahrzehnte von ihrem Ziel entfernt. Dennoch waren sie ihnen freundlich gesinnt, weil sie das Prestige genossen, das die Firma mit der innovativen Arbeit der Omegas gewann. Außerdem wussten sie die verbesserten Algorithmen zu schätzen, die ihnen die Omegas gelegentlich überließen.

Allerdings erkannten sie nicht, dass das Omega-Team sein Image so überzeugend aufgebaut hatte, um ein Geheimnis zu bewahren: Sie standen unmittelbar vor der Verwirklichung des verwegenen Plans der Menschheitsgeschichte. Ihr charismatischer Chef hatte sie sorgfältig ausgewählt, nicht nur weil sie herausragende Forscher waren, sondern weil sie Ehrgeiz, Idealismus und eine unbedingte Verpflichtung gegenüber der Menschheit auszeichneten. Er erinnerte sie daran, wie gefährlich ihr Plan war, und falls eine mächtige Regierung ihn je entdeckte, diese praktisch alles tun würde, auch Entführungen gehörten dazu, um den Laden dichtzumachen oder am liebsten gleich ihren Code zu stehlen. Aber die Omegas waren alle

hundertprozentig dabei, und zwar aus demselben Grund, warum viele der weltbesten Physiker beim Manhattan-Projekt, aus dem die Atombombe hervorging, mitgearbeitet hatten: Sie waren überzeugt, dass es jemand mit zweifelhaften Idealen tun würde, wenn sie ihm nicht zuvorkämen.

Die KI, die sie konstruiert und der sie den Spitznamen Prometheus verpasst hatten, wurde immer leistungsfähiger. Obwohl ihre kognitiven Fähigkeiten in vielen Bereichen wie zum Beispiel bei der Sozialkompetenz noch weit hinter denen des Menschen zurückblieben, hatten die Omegas den Schwerpunkt darauf gelegt, sie bei einer ganz speziellen Aufgabe Außergewöhnliches leisten zu lassen, nämlich bei der Programmierung von KI-Systemen. Diese Strategie hatten sie absichtlich verfolgt, denn sie teilten die Vorstellung einer Intelligenzexplosion, die der englische Mathematiker Irving Good bereits 1965 formuliert hatte:

Lassen Sie uns eine ultraintelligente Maschine als eine Maschine definieren, die bei weitem jegliche intellektuelle Aktivität eines beliebigen Menschen übersteigt, wie intelligent dieser auch sein mag. Da der Entwurf von Maschinen zu diesen intellektuellen Aktivitäten gehört, könnte eine ultraintelligente Maschine noch bessere Maschinen konstruieren. Dann gäbe es zweifellos eine »Intelligenzexplosion«, die die menschliche Intelligenz weit hinter sich ließe. Deshalb ist die erste ultraintelligente Maschine die letzte Erfindung, die der Mensch je machen muss, vorausgesetzt, die Maschine ist fügsam genug, um uns zu sagen, wie man sie unter Kontrolle behält.¹

Falls sie dieses rekursive Selbstverbesserungssystem in Gang setzen könnten, würde die Maschine, so vermuteten sie, schon bald klug genug sein, um sich selbst all die menschlichen Fähigkeiten beibringen zu können, die hilfreich wären.

Die ersten Millionen

An einem Freitagmorgen um neun Uhr beschlossen sie, die KI aus der Taufe zu heben. Prometheus summte in seinem eigens für ihn angefertigten Rechnerverbund vor sich hin, der sich in einem großzügig dimensionierten, streng bewachten und klimatisierten Raum auf langen Regalen ausbreitete. Aus Sicherheitsgründen war er vollständig vom Internet getrennt, doch enthielt er zu Trainingszwecken, quasi um sich in Schwung zu bringen, eine lokale Kopie eines großen Teils des Netzes (Wikipedia, die Bibliothek des US-Kongresses, Twitter, eine YouTube-Auswahl, einen großen Teil von Facebook und dergleichen).² Sie hatten diese Startzeit gewählt, um ungestört arbeiten zu können. Ihre Familien und Freunde glaubten, sie wären auf einem betrieblichen Wochenendausflug. Die Teeküche war vollgestopft mit Energydrinks und Mikrowellen-Fertiggerichten, und alle waren wild entschlossen, sich richtig reinzuknien.

Als sie Prometheus starteten, war er ihnen bei der Programmierung von KI-Systemen geringfügig unterlegen, machte das aber wett, indem er wesentlich schneller war und sich mit dem Gegenwert von einigen Tausend Personenjahren in der Zeitspanne ein Problem zu Gemüte führte, die sie brauchten, um eine Dose Red Bull auf Ex zu trinken. Um zehn Uhr vormittags hatte er Version 2.0 gestaltet, das erste Neudesign seiner selbst, was schon etwas besser, aber immer noch unter menschlichem Niveau arbeitete. Als dann um 14 Uhr Prometheus 5.0 an den Start ging, erstarrten die Omegas in Ehrfurcht: Das System hatte ihre Leistungsmaßstäbe einfach weggefeigt, und die Fortschrittsgeschwindigkeit schien sich noch zu beschleunigen. Als die Dämmerung einsetzte, beschlossen sie, Prometheus 10.0 zu installieren, um zu Phase 2 ihres Plans überzugehen, nämlich Geld zu verdienen.

Ihr erstes Ziel war *MTurk*, der Amazon Mechanical Turk. Nach seinem Start im Jahr 2005 als Internetmarktplatz auf

Crowdsourcing-Basis war er rasch angewachsen und hatte Zehntausende Menschen aus aller Welt angezogen, die anonym und rund um die Uhr miteinander konkurrierten, um hochstrukturierte Aufgaben zu erledigen, die HITs genannt wurden, »Human Intelligence Tasks«. Dabei ging es um das Transkribieren von Audiodateien, die Kategorisierung von Bildern und die Beschreibung von Websites. Alle Arbeiten hatten eines gemeinsam: Wenn du sie gut machtest, ahnte niemand, dass du eine KI warst. Prometheus 10.0 war imstande, ungefähr die Hälfte der Aufgabenkategorien akzeptabel durchzuführen. Die Omegas ließen Prometheus für jede Aufgabenkategorie ein schlankes, maßgeschneidertes, begrenztes KI-Softwaremodul schreiben, das genau solche Arbeiten und sonst nichts erledigen konnte. Anschließend luden sie dieses Modul auf die Amazon Web Services hoch, eine Rechnerplattform in der Cloud, die auf so vielen virtuellen Maschinen laufen konnte, wie man zu mieten bereit war. Für jeden Dollar, den sie der Rechnerabteilung in der Amazon-Cloud zahlten, verdienten sie mehr als zwei Dollar in Amazons MTurk-Abteilung. Amazon hatte keinen Schimmer, dass eine derart verblüffende Möglichkeit zur Gewinnerzielung in ihrem eigenen Unternehmen existierte!

Um ihre Spuren zu verwischen, hatten sie in den vergangenen Monaten insgeheim im Namen fiktiver Personen Tausende von MTurk-Konten eingerichtet, und die von Prometheus gebauten Module übernahmen jetzt deren Identitäten. Normalerweise zahlten die MTurk-Kunden nach ungefähr acht Stunden. Dieses Geld reinvestierten die Omegas in weitere Cloud-Rechenzeit und setzten verbesserte Aufgabenmodule ein, die von der neuesten Version des sich fortwährend verbessernden Prometheus erzeugt worden waren. Da sie ihr Geld alle acht Stunden verdoppeln konnten, war das Aufgabenangebot von MTurk bald gesättigt. Sie stellten fest, dass sie nicht mehr als eine Million Dollar pro Tag verdienen konnten, ohne unerwünschte Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Aber es reichte

voll aus, um ihren nächsten Schritt zu finanzieren, so dass sie den Finanzabteilungsleiter der Firma nicht um Bargeld bitten mussten.

Gefährliche Spiele

Den größten Spaß – abgesehen von den Durchbrüchen im Bereich der KI – hatten die Omegas, als sie planten, wie sie nach dem Start von Prometheus so schnell wie möglich Geld verdienen konnten. Im Prinzip war die ganze digitale Wirtschaft zum Greifen nahe, aber war es besser, mit Computerspielen, Musik, Filmen und Software anzufangen, Bücher und Artikel zu schreiben, an der Börse zu spekulieren oder Erfindungen voranzutreiben und sie anschließend zu verkaufen? Es lief schließlich darauf hinaus, die Kapitalrendite zu maximieren, aber normale Anlagestrategien waren nur eine Zeitlupenparodie dessen, was sie jetzt tun konnten: Wären normale Investoren über eine Rendite von 9 Prozent im *Jahr* froh gewesen, hatten ihre MTurk-Investitionen 9 Prozent pro *Stunde* eingebracht, womit sie achtmal so viel Geld pro Tag erwirtschafteten.

Ihr erster Gedanke war gewesen, einen Riesenreibach an der Börse zu machen. Immerhin hatten sie fast alle zu irgendeinem Zeitpunkt lukrative Jobangebote ausgeschlagen, eine KI für Hedgefonds zu entwickeln, deren Manager enorm viel Geld in genau diese Idee steckten. Einige erinnerten sich, dass die KI in dem Film *Transcendence* genau so ihre ersten Millionen verdient hatte. Doch die neuen Vorschriften für Derivate nach dem Crash im Jahr zuvor hatten ihre Chancen verringert. Schon bald stellten sie Folgendes fest: Obwohl sie viel größere Renditen erzielten als andere Investoren, würden sie höchstwahrscheinlich in keinem Bereich auch nur annähernd so viel verdienen wie mit dem Verkauf ihrer eigenen Produkte. Ließ man die erste superintelligente KI der Welt für sich arbeiten, war

man bessergestellt, wenn man in seine eigenen Unternehmen investierte statt in fremde! Wenngleich es gelegentlich Ausnahmen gegeben haben mochte (wie zum Beispiel die übermenschliche Hackerkompetenz von Prometheus einzusetzen, um Insiderinformationen zu bekommen und anschließend Bezugsoptionen auf Aktien zu kaufen, deren Kurs bald ansteigen würde), hatten die Omegas das Gefühl, dass sich diese Strategie wegen der damit eventuell verbundenen unerwünschten Aufmerksamkeit nicht auszahlte.

Als sie ihren Schwerpunkt auf Produkte verlagerten, die sie selbst entwickeln und verkaufen konnten, waren zunächst Computerspiele die erste Wahl. Prometheus wurde schnell außerordentlich geschickt darin, ansprechende Spiele zu gestalten. Die Programmierung, das Grafikdesign, das Raytracing von Bildern sowie alle anderen Aufgaben, die nötig waren, um ein endgültiges, versandfertiges Produkt herzustellen, gingen Prometheus leicht von der Hand. Obendrein hatte sich die KI sämtliche Daten, die im Netz über die Vorlieben der Nutzer verfügbar waren, einverleibt, so dass sie ganz genau wusste, was sich die Spieler jeder Kategorie wünschten. So konnte sie eine übermenschliche Fähigkeit entwickeln, ein Spiel für Verkaufserlöse zu optimieren. *The Elder Scrolls V: Skyrim*, ein Spiel, mit dem viele aus dem Omega-Team mehr Stunden verplempert hatten, als sie zugeben mochten, hatte in der ersten Woche nach der Veröffentlichung im Jahr 2011 mehr als 400 Millionen Dollar eingespielt. Jetzt waren sie überzeugt, dass Prometheus mit 1 Million Dollar Rechenzeit in der Cloud innerhalb von 24 Stunden ein ähnlich süchtig machendes Spiel kreieren könnte. Das würden sie dann online verkaufen, während Prometheus in die Rolle von Menschen schlüpfte, die in der Blogosphäre das Spiel anpriesen. Wenn ihnen das 250 Millionen Dollar pro Woche einbrächte, hätten sie ihre Investitionen acht Mal in acht Tagen verdoppelt, was einer Rendite von 3 Prozent pro Stunde entspräche – etwas schlechter als ihr Start mit MTurk, aber we-

sentlich nachhaltiger. Wenn sie täglich eine Suite neuer Spiele entwickelten, dann wären sie imstande, so vermuteten sie, in Kürze 10 Milliarden Dollar zu verdienen, ohne den Spielmarkt auch nur annähernd gesättigt zu haben.

Doch eine Spezialistin für Internetsicherheit in ihrem Team redete ihnen diese Strategie aus. Sie wies darauf hin, dass sie das unannehmbare Risiko eines Ausbruchs bedeutete und Prometheus die Kontrolle über sein eigenes Schicksal ergreifen könnte. Weil sie nicht sicher waren, welche Ziele sich während seiner rekursiven Selbstverbesserung herausbilden würden, hatten sie beschlossen, die sichere Variante zu wählen und Prometheus mit großem Aufwand »einzusperren«, so dass er nicht ins Internet entkommen konnte. Für die wichtigste Prometheus-Maschine, die in ihrem Serverraum lief, setzten sie auf eine physisch greifbare Einschränkung: Es gab einfach keine Internetverbindung, und der einzige Output von Prometheus landete in Form von Botschaften und Dokumenten auf einem Computer, den die Omegas unter Kontrolle hatten.

Ließ man andererseits irgendein von Prometheus erzeugtes, kompliziertes Programm auf einem mit dem Internet verbundenen Computer laufen, war das ein riskantes Unterfangen. Da die Omegas keine Möglichkeit hatten, umfassend zu verstehen, was er tun würde, konnten sie auch nicht wissen, ob er nicht zum Beispiel anfangen würde, sich online viral auszuweiten. Als die Omegas die Software testeten, die Prometheus für die MTurk-Aufgaben geschrieben hatte, schützten sie sich vor dieser Möglichkeit und ließen sie lediglich auf einer virtuellen Maschine laufen. Das ist ein Programm, das einen Computer simuliert. So kaufen beispielsweise etliche Mac-Nutzer virtuelle Maschinensoftware, mit deren Hilfe sie Windows-Programme einsetzen können, da die Software den Programmen vorgaukelt, sie befänden sich in einer Windows-Maschine. Die Omegas hatten sich ihre eigene virtuelle Maschine geschaffen, der sie den Spitznamen »Büchse der Pandora« gaben. Sie

simulierte eine äußerst vereinfachte Maschine ohne den ganzen Schnickschnack, den man sonst mit einem Computer verbindet: keine Tastatur, keinen Monitor, keine Lautsprecher, keine Internetverbindung – rein gar nichts. Für die Audiotranskriptionen von MTurk arrangierten die Omegas das Ganze so, dass lediglich eine einzelne Audiodatei in Pandoras Büchse hineinging, und das Einzige, was herauskam, war ein einzelnes Textdokument – nämlich die Transkription. Diese Gesetze der Büchse waren für die darin arbeitende Software das, was die Naturgesetze für uns in unserem Universum sind: Die Software konnte genauso wenig der Büchse entkommen, wie wir uns nicht schneller als das Licht fortbewegen können, ganz gleich, wie schlau wir sind. Abgesehen von dieser einzigen Datenein- und -ausgabe, war die Software in der Büchse der Pandora praktisch in einem Paralleluniversum mit eigenen Rechenvorschriften gefangen. Die Omega-Leute hatten eine derart gravierende Paranoia hinsichtlich eines Ausbruchs entwickelt, dass sie obendrein noch ein Zeitlimit hinzufügten, um die Lebensdauer eines nicht vertrauenswürdigen Codes abzukürzen. Jedes Mal, wenn beispielsweise die eingeschränkte Transkriptionssoftware eine Audiodatei umgewandelt hatte, wurde der gesamte Speicherinhalt von Pandora automatisch gelöscht und das Programm von Grund auf neu installiert. Auf diese Weise wusste die Maschine nichts über vorangegangene Ereignisse, wenn sie eine neue Transkriptionsaufgabe begann. So war sie auch der Fähigkeit beraubt, im Lauf der Zeit etwas zu lernen.

Als die Omegas die Amazon-Cloud für ihr MTurk-Projekt benutzten, waren sie in der Lage, all ihre von Prometheus kreierte Aufgabenmodule in solchen virtuellen Büchsen in der Cloud unterzubringen, weil Dateneingaben und -ausgaben für MTurk so einfach konzipiert waren. Diese Vorgehensweise funktionierte allerdings nicht für grafiklastige Computerspiele, die nicht eingeschränkt werden konnten, weil sie Zugriff auf die gesamte Hardware des Spielercomputers benötigten. Außerdem

wollten sie nicht riskieren, dass ein paar versierte Nerds ihren Spielcode analysierten, die Büchse der Pandora entdeckten und beschlossen, deren Inneres zu untersuchen. Das Ausbruchsrisiko verschloss ihnen also vorerst nicht nur den Zugang zum Spielmarkt, sondern auch den Einstieg in enorm lukrative Geschäfte mit anderer Software, deren Umsätze von etlichen Hundert Milliarden Dollar zum Greifen nahe waren.

Die ersten Milliarden

Die Omegas hatten ihre Suche nach Produkten auf solche eingeschränkt, die hochwertig, rein digital (um eine langsame Herstellung zu vermeiden) und leicht verständlich waren (zum Beispiel Texte oder Filme, die, wie sie wussten, kein Ausbruchsrisiko darstellten). Letztlich hatten sie beschlossen, ein Medienunternehmen aufzubauen und mit Zeichentrickfilmen anzufangen. Die Website, der Marketingplan und die Presseankündigungen waren fertiggestellt worden, noch bevor Prometheus superintelligent wurde – das Einzige, das fehlte, waren Inhalte.

Obwohl Prometheus am Sonntagmorgen erstaunliche Kompetenzen zeigte und kontinuierlich Geld von MTurk scheffelte, waren seine intellektuellen Kapazitäten eher begrenzt: Prometheus war absichtlich dafür optimiert worden, KI-Systeme zu entwerfen und Software zu schreiben, die ziemlich nervtötende MTurk-Aufgaben erledigte. Als Filmemacher hingegen war er miserabel. Miserabel nicht aus irgendwelchen fundierten Gründen, sondern aus demselben Grund, weshalb James Cameron ein schlechter Filmemacher war, als er geboren wurde: weil es eine Fähigkeit ist, für die man Zeit benötigt, um sie zu erlernen. Prometheus konnte, wie ein Kind, lernen, was immer er wollte. Er musste nur Zugriff auf die entsprechenden Daten haben. Während James Cameron Jahre gebraucht hatte, um Lesen und

Schreiben zu lernen, hatte Prometheus das im Lauf des Freitags erledigt, als er noch die Zeit fand, die ganze Wikipedia und ein paar Millionen Bücher zu lesen. Filme zu drehen war schon etwas anspruchsvoller. Ein Drehbuch zu schreiben, das Menschen interessant fanden, war genauso schwer, wie ein Buch zu schreiben, und erforderte ein detailliertes Verständnis der menschlichen Gesellschaft. Obendrein musste man wissen, was Menschen unterhaltsam fanden. Für die Umsetzung des Drehbuchs in ein fertiges Video waren Unmengen von Raytracing-Darstellungen simulierter Schauspieler und der komplexen Szenen erforderlich, durch die sie sich bewegten. Auf dieselbe Weise wurden simulierte Stimmen, die Produktion fesselnder Soundtracks und dergleichen berechnet. Nachdem Prometheus einige Hundert Filme am Stück verschlungen hatte, stellten die Omegas fest, dass er ziemlich gut vorhersagen konnte, welche Art von Rezensionen ein Film bekommen und wie er unterschiedlichen Zuschauern gefallen würde. Tatsächlich lernte Prometheus, seine eigenen Rezensionen zu schreiben, die echtes Verständnis zeigten und alles kommentierten – von den Handlungsabläufen über die Leistung der Schauspieler bis zu solch technischen Details wie Beleuchtung und Kameraperspektive. Das Team deutete dies so: Falls Prometheus seine eigenen Filme drehte, würde er wissen, was erfolgversprechend war.

Die Omegas wiesen Prometheus an, sich zuerst auf Animationsfilme zu konzentrieren, um peinliche Fragen nach der Identität der simulierten Schauspieler zu vermeiden. Am Samstagabend krönten sie ihr turbulentes Wochenende, schnappten sich Bier und Mikrowellen-Popcorn, dämpften das Licht und sahen sich Prometheus' Debütfilm an. Es war ein Zeichentrickfilm und eine Fantasy-Komödie, inspiriert von Disneys *Die Eiskönigin (Frozen)*. Das Raytracing war von einem verschleierte und von Prometheus entwickelten Code in der Amazon-Cloud durchgeführt worden, was den größten Teil des MTurk-Tagesprofits von einer Million Dollar verschlungen

hatte. Als der Film anfang, fanden sie ihn faszinierend und beunruhigend zugleich, weil er ohne menschliche Anleitung von einer Maschine kreiert worden war. Schon bald jedoch lachten sie über die Gags und hielten während der dramatischen Momente die Luft an. Manche von ihnen bekamen beim gefühlvollen Ende sogar feuchte Augen und waren so sehr in die fiktive Wirklichkeit versunken, dass sie ihren Schöpfer ganz und gar vergaßen.

Die Omegas legten den Start ihrer Website auf den nächsten Freitag fest, um Prometheus Zeit zu geben, noch mehr Inhalte zu produzieren. Sie brauchten Zeit, um selbst Dinge zu erledigen, die sie Prometheus nicht anvertrauen wollten: zum Beispiel Werbung zu schalten und mit der Einstellung von Personal für die Briefkastenfirmen zu beginnen, die sie im Lauf der vergangenen Monate eingerichtet hatten. Um ihre Spuren zu verwischen, sollte es in der offiziellen Legende darum gehen, dass ihr Medienunternehmen (das keine öffentlich sichtbare Verbindung zu den Omegas hatte) den größten Teil seines Angebots von unabhängigen Produzenten kaufte, von typischen Hightech-Start-ups in Regionen mit niedrigem Einkommen. Diese vorgetauschten Lieferanten waren praktischerweise in fernen Weltgegenden wie im indischen Tiruchirappalli und Jakutsk im Osten Russlands beheimatet, wohin die meisten neugierigen Journalisten bestimmt nicht reisen würden. Die einzigen Mitarbeiter, die sie wirklich dort einstellten, arbeiteten in den Bereichen Marketing und Verwaltung und würden jedem, der nachfragte, erzählen, ihr Produktionsteam halte sich gerade an einem anderen Ort auf und könne augenblicklich keine Interviews geben. Damit ihre Legende plausibel klang, wählten sie den Firmenslogan »*Inspiziert durch die kreativen Talente der Welt*« und bezeichneten ihr Unternehmen als unwälzend anders, da sie mit dem Einsatz innovativer Technik kreative Menschen vor allem in Entwicklungsländern ermutigen wollten.

Als der Freitag kam und neugierige Menschen ihre Website

besuchten, stießen diese auf etwas, das sie an die Online-Unterhaltungsangebote von Netflix und dem Videoportal Hulu erinnerte, allerdings mit interessanten Unterschieden. Sämtliche Zeichentrickserien waren neue Filme, von denen sie nie zuvor gehört hatten. Sie waren hinreißend. Die meisten Serien bestanden aus fünfundvierzigminütigen Episoden mit einem starken Handlungsstrang, und jede Episode endete mit einem Cliffhanger. Außerdem waren sie billiger als die Konkurrenz. Die erste Episode jeder Serie war kostenlos, die anderen kosteten 49 Cents, und auf die komplette Serie gab es Rabatt. Anfangs waren nur drei Serien mit jeweils drei Folgen verfügbar, doch täglich kamen sowohl neue Episoden als auch neue Serien hinzu, die auf unterschiedliche Bevölkerungsgruppen zugeschnitten waren. Im Lauf der ersten zwei Wochen von Prometheus' Existenz verbesserten sich seine Kompetenzen als Filmemacher rasch. Das betraf nicht nur die Filmqualität, sondern auch die Algorithmen für die Simulation der Filmfiguren und das Raytracing, was die Kosten für die Cloud-Rechenzeit und damit die Produktionskosten jeder neuen Episode drastisch reduzierte. Dadurch waren die Omegas in der Lage, im ersten Monat Dutzende neuer Serien auf den Markt zu bringen und Bevölkerungsgruppen vom Kleinkind bis zum Erwachsenen anzusprechen. Außerdem gelang es ihnen, in allen wichtigen Weltsprachenmärkten Fuß zu fassen, was ihrer Website im Vergleich zu allen Konkurrenten einen bemerkenswert internationalen Anstrich verlieh. Etliche Kommentatoren waren von der Tatsache beeindruckt, dass nicht allein die Soundtracks mehrsprachig waren, sondern auch die Videos selbst. Sprach beispielsweise eine Filmfigur Italienisch, dann stimmten die Mundbewegungen mit den italienischen Worten überein, was auch für die typisch italienischen Handzeichen galt. Obwohl Prometheus jetzt imstande war, Filme mit simulierten Schauspielern zu drehen, die sich nicht von Menschen unterscheiden ließen, vermieden die Omegas deren Einsatz, um sich nicht zu verraten. Stattdessen

brachten sie viele Serien mit halbrealistischen menschlichen Figuren heraus, und zwar in Genres, die traditionellen Fernsehshows mit Live-Action und Filmen Konkurrenz machten.

Ihr Netzwerk erwies sich als hochgradig suchterzeugend und erfreute sich spektakulär anwachsender Zuschauerzahlen. Viele Fans fanden die Figuren und Handlungsstränge cleverer und sogar interessanter als Hollywoods teuerste Großleinwandproduktionen und waren entzückt, dass sie viel erschwinglicher waren. Gepusht durch offensive Werbung (die sich die Omegas wegen ihrer annähernd bei null liegenden Produktionskosten leisten konnten), ausgezeichnete Medienberichterstattung und schwärmerische Mundpropaganda, war ihre globale Rendite einen Monat nach dem Start auf zehn Millionen Dollar am Tag emporgeschossen. Zwei Monate später hatten sie Netflix übernommen, und nach drei Monaten scheffelten sie hundert Millionen Dollar am Tag und wurden als eines der größten Medienimperien der Welt zu ernsthaften Konkurrenten von Time Warner, Disney, Comcast und Fox.

Ihr sensationeller Erfolg führte zu unerwünschter Aufmerksamkeit und heizte Spekulationen über den möglichen Besitz von schlagkräftiger KI an, doch da die Omegas nur einen Bruchteil ihres Gewinns ausgaben, brachten sie eine recht erfolgreiche Desinformationskampagne ins Rollen. In einem schicken neuen Büro in Manhattan ließen sich ihre frisch engagierten Sprecher detailliert über die Legenden des Unternehmens aus. Viele Leute wurden als Strohmannen eingestellt. Dazu gehörten echte Drehbuchautoren aus aller Welt, die neue Serien entwickeln sollten und die nichts über Prometheus wussten. Das aus Subunternehmen bestehende internationale Netzwerk stiftete Verwirrung und bestärkte die meisten Angestellten in der Annahme, dass andere Kollegen irgendwo anders auf der Welt den größten Teil der Arbeit leisteten.

Um sich selbst weniger verwundbar zu machen und Stirnrunzeln wegen exzessiver Datenverarbeitung in der Cloud zu

vermeiden, stellten sie Ingenieure ein, die eine Reihe gewaltiger Computeranlagen auf der ganzen Welt errichteten, deren Eigentümer scheinbar nicht angegliederte Briefkastenfirmen waren. Obwohl sie den Einheimischen als »grüne Datenzentren« verkauft wurden, weil sie größtenteils mit Solarenergie betrieben wurden, lag ihr Schwerpunkt eher auf Datenverarbeitung als auf Speicherung. Prometheus selbst hatte ihre Baupläne bis ins kleinste Detail entworfen, wobei er ausschließlich handelsübliche Hardware benutzte und sie optimierte, um die Konstruktionszeit zu minimieren. Die Leute, die diese Zentren bauten und leiteten, hatten keine Ahnung, was hier berechnet wurde. Sie glaubten, sie managten kommerzielle Einrichtungen für Cloud-Datenverarbeitung, die denen von Amazon, Google und Microsoft ähnelten. Sie wussten lediglich, dass alle Umsätze aus der Ferne organisiert wurden.

Neue Technologien

Innerhalb weniger Monate fasste das Geschäftsimperium der Omegas dank Prometheus' übermenschlicher Planungen in immer mehr Bereichen der Weltwirtschaft Fuß. Anhand sorgfältiger Analysen weltumspannender Daten hatte er bereits im Lauf der ersten Wochen dem Omega-Team einen detaillierten Schritt-für-Schritt-Plan präsentiert, den er mit zunehmenden Rechner- und Datenressourcen verbesserte und verfeinerte. Obwohl Prometheus von Allwissenheit noch weit entfernt war, waren seine Kompetenzen jetzt denen der Menschen so haushoch überlegen, dass die Omegas ihn als das perfekte Orakel betrachteten, das pflichtbewusst bedeutsame Antworten auf all ihre Fragen gab und ihnen Ratschläge erteilte.

Prometheus' Software war inzwischen hochgradig optimiert worden, um das Beste aus der von Menschen erfundenen und ziemlich mittelmäßigen Hardware herauszuholen, auf der sie

lief, und für deren deutliche Verbesserung er, wie es die Omegas vorhergesehen hatten, fruchtbare Methoden ersann. Aus Furcht vor einem Ausbruch lehnten sie es ab, Anlagen zum Bau von Robotern zu errichten, die Prometheus direkt kontrollieren konnte. Stattdessen stellten sie an mehreren Standorten eine Menge erstklassiger Wissenschaftler und Ingenieure ein und versorgten sie mit Forschungsberichten, die Prometheus geschrieben hatte, taten aber so, als kämen sie von Wissenschaftlern aus anderen Einrichtungen. In diesen Berichten wurden detailliert neue physikalische Effekte und Herstellungstechniken beschrieben, die die Ingenieure sogleich testeten, verstanden und zu beherrschen lernten. Normalerweise brauchen menschliche Zyklen für Forschung und Entwicklung Jahre, hauptsächlich deshalb, weil mit ihnen viele langsame Kreisläufe von Versuch und Irrtum einhergehen. Die augenblickliche Situation war eine völlig andere: Prometheus hatte bereits die nächsten Schritte geplant, so dass der einschränkende Faktor lediglich aus dem Tempo bestand, in dem die Leute angeleitet werden konnten, die Dinge richtig zu verstehen und zu konstruieren. Ein guter Lehrer kann seinen Schülern helfen, sich wissenschaftliche Kenntnisse viel schneller anzueignen, als wenn sie auf sich allein gestellt alles von Grund auf selbst entdecken müssen. Prometheus machte insgeheim dasselbe mit diesen Forschern. Da er genau vorhersagen konnte, wie lange Menschen brauchten, um mit Hilfe verschiedener Werkzeuge Dinge zu verstehen und herzustellen, erarbeitete er den schnellsten Weg zu diesem Ziel. Neuen Hilfsmitteln, die schnell verstanden und hergestellt werden konnten und die nützlich für die Entwicklung noch fortschrittlicherer Werkzeuge waren, räumte er Priorität ein.

Im Geist der »Macher-Bewegung« wurden die Ingenieurteams ermutigt, ihre eigenen Maschinen zu benutzen, um bessere Maschinen zu konstruieren. Diese Art wirtschaftlicher Unabhängigkeit sparte nicht nur Geld ein, sondern machte sie