

KAI - FU LEE

KI

ZEHN ZUKUNFTSVISIONEN

2041

QIUFAN CHEN

**campus**

KI 2041



**KAI-FU LEE** ist CEO der Risikokapitalgesellschaft Sinovation Ventures, Co-Vorsitzender des Artificial Intelligence Councils beim Weltwirtschaftsforum und Autor des Bestsellers *AI-Superpowers* (2019, Campus Verlag). Er hat einen Dokortitel der Carnegie Mellon University und hatte Führungsrollen bei Microsoft, SGI und Apple inne. Lee ist ehemaliger Präsident von Google China und stand bereits auf der Time-100-Liste. Er lebt in Beijing.



**QIUFAN CHEN** ist preisgekrönter Autor, Übersetzer, kreativer Produzent, Kurator und Präsident der World Chinese Science Fiction Association. Sein Roman *Die Siliziuminsel* erschien 2019 in deutscher Übersetzung (Heyne). Chen ist Gründer und COO des Content-Produktionsstudios Thema Mundi und lebt in Beijing und Shanghai.

KAI-FU LEE  
QIUFAN CHEN

**KI 2041**

**ZEHN**

**ZUKUNFTSVISIONEN**

Aus dem Englischen  
von Thorsten Schmidt

**CAMPUS VERLAG**  
**FRANKFURT/NEW YORK**

Copyright © 2021 by Kai-Fu Lee und Qiufan Chen

All rights reserved.

This translation published by arrangement with Currency, an imprint of Random House, a division of Penguin Random House LLC.

ISBN 978-3-593-51549-6 Print

ISBN 978-3-593-45026-1 E-Book (PDF)

ISBN 978-3-593-45027-8 E-Book (EPUB)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Copyright © 2022. Alle deutschsprachigen Rechte bei Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Umschlaggestaltung: total italic, Thierry Wijnberg, Amsterdam/Berlin nach einem Design von Will Staehle

Redaktion: Anne Büntig

Satz: Oliver Schmitt, Mainz

Gesetzt aus: Minion, Barlow und Aglet Mono

Druck und Bindung: Beltz Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza

Beltz Grafische Betriebe ist ein klimaneutrales Unternehmen

(ID 15985-2104-1001).

Printed in Germany

[www.campus.de](http://www.campus.de)

# INHALT

EINLEITUNG VON KAI-FU LEE	
<b>Die wahre Geschichte der KI</b> _____	9
EINLEITUNG VON CHEN QIUFAN	
<b>Ein optimistischer Blick in die Zukunft</b> _____	19
KAPITEL 1	
<b>Der goldene Elefant</b> _____	25
Analyse: Deep Learning / Big Data / Internet- und Finanzanwendungen / KI-Externalitäten _____	47
KAPITEL 2	
<b>Götter hinter den Masken</b> _____	61
Analyse: Computer Vision / Konvolutionsnetze / Deepfakes / Generative Adversarial Networks / Biometrik / KI-Sicherheit _____	85
KAPITEL 3	
<b>Ungleiche Zwillinge</b> _____	99
Analyse: linguistische Datenverarbeitung / selbstüberwachtes Training / GPT-3 / Künstliche allgemeine Intelligenz und KI-Erziehung _____	143
KAPITEL 4	
<b>Berührungslose Liebe</b> _____	159
Analyse: KI-basierte Gesundheitsversorgung / Alphafold / Roboteranwendungen / KI-basierte COVID-Bekämpfung _____	193

KAPITEL 5	
<b>Das gespenstische Idol</b>	211
Analyse: virtuelle Realität (VR) / erweiterte Realität und vermischte Realität / Gehirn-Computer- Schnittstelle / ethische und gesellschaftliche Fragen	247
KAPITEL 6	
<b>Der heilige Fahrer</b>	261
Analyse: selbstfahrende Fahrzeuge / vollständige Autonomie und intelligente Städte / ethische und soziale Fragen	301
KAPITEL 7	
<b>Quantengenozid</b>	313
Analyse: Quantencomputer / Bitcoin-Sicherheit / autonome Waffen und existenzielle Bedrohungen	367
KAPITEL 8	
<b>Der Jobretter</b>	381
Analyse: KI-bedingter Stellenabbau / bedingungsloses Grundeinkommen / was KI nicht kann / fit für die Arbeitswelt der Zukunft	417
KAPITEL 9	
<b>Die Insel der Glückseligkeit</b>	433
Analyse: KI und Glück / Datenschutz-Grundverordnung / personenbezogene Daten / Privacy Computing mit föderalem Lernen und vertrauenswürdiger Laufzeitumgebung	469
KAPITEL 10	
<b>Der Traum vom Überfluss</b>	485
Analyse: Überfluss / neue Wirtschaftsmodelle / die Zukunft des Geldes / Singularität	509
Danksagung	529
Register	531

Was wir wollen, ist eine Maschine, die aus Erfahrungen lernen kann.

- Alan Turing

Jede hinreichend fortgeschrittene Technologie ist nicht von Magie zu unterscheiden.

- Arthur C. Clarke





## EINLEITUNG VON KAI-FU LEE DIE WAHRE GESCHICHTE DER KI

Künstliche Intelligenz (KI) ist intelligente Soft- und Hardware, die Aufgaben ausführen kann, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordert. KI gibt uns Aufschluss darüber, wie wir lernen, quantifiziert menschliche Denkprozesse, erklärt menschliches Verhalten und lässt uns verstehen, was Intelligenz ermöglicht. Es ist der letzte Schritt der Menschheit auf ihrem Weg, sich selbst zu erkennen. Ich hoffe, einen Beitrag zu dieser neuen, verheißungsvollen Wissenschaft leisten zu können.

**I**ch schrieb diese Worte vor fast 40 Jahren als naiver Student, um mich für das PhD-Programm der Carnegie Mellon University zu bewerben. Geprägt wurde der Begriff »Künstliche Intelligenz« noch weit früher, von dem Informatiker John McCarthy beim legendären Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence im Sommer 1956. Vielen Menschen erscheint KI als *die* Technologie des 21. Jahrhunderts schlechthin, aber einige von uns haben schon vor Jahrzehnten darüber nachgedacht. In den ersten 35 Jahren meiner KI-Karriere war Künstliche Intelligenz als Forschungsgebiet weitgehend auf Universitäten beschränkt, es gab nur wenige erfolgreiche kommerzielle Anwendungen.

Noch bis vor kurzem wurden KI-Forschungsergebnisse nur langsam in praktische Anwendungen umgesetzt. Doch in den letzten fünf Jahren ist KI zur fragtesten Technologie der Welt geworden. Der bedeutende

Meilenstein war im Jahr 2016, als AlphaGo, eine von DeepMind-Ingenieuren entwickelte Maschine, bei einem Go-Turnier über fünf Spiele, dem sogenannten Google DeepMind Challenge Match, den Lee Sedol schlug. Go ist ein Brettspiel, das 1 Million Billion Billion Billion Mal komplexer ist als Schach. Nach Ansicht von Millionen begeisterter Fans des Spiels erfordert Go zudem, anders als Schach, wahre Intelligenz, Weisheit und eine Zen-artige intellektuelle Verfeinerung. Es schockierte viele, dass das KI-Programm den menschlichen Meister besiegte.

Wie die meisten bahnbrechenden kommerziellen KI-Anwendungen basiert auch AlphaGo auf Deep Learning, einer Technologie, die sich mithilfe großer Datenmengen selbst Dinge beibringt. Deep Learning wurde vor vielen Jahren erfunden, aber erst seit kurzem verfügen wir über ausreichend Rechenkapazität, um seine Leistungsfähigkeit aufzuzeigen und ausreichend Trainingsdaten, um außergewöhnliche Ergebnisse zu erzielen. Verglichen mit meinem Kaltstart im Bereich KI vor 40 Jahren steht uns heute etwa 1 Billion Mal mehr Rechenleistung für KI-Experimente zur Verfügung, und die Speicherung der notwendigen Daten ist 15 Millionen Mal billiger. Die Anwendungen von Deep Learning – und der damit verbundenen KI-Technologien – werden beinahe jeden Aspekt unseres Lebens berühren.

KI steht jetzt an einem Wendepunkt. Sie hat den Elfenbeinturm der Wissenschaft verlassen, und die Tage langsamer Fortschritte sind vorüber.

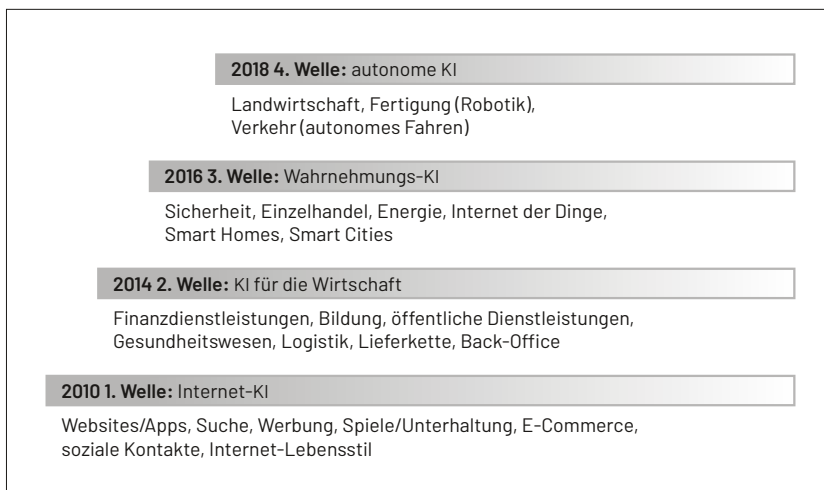
Allein in den vergangenen fünf Jahren hat KI menschliche Champions in Go, Poker und dem Videospiel Dota 2 geschlagen, und sie ist so leistungsfähig geworden, dass sie in nur 4 Stunden Schach lernt und von keinem menschlichen Spieler mehr besiegt werden kann. Aber es geht nicht nur um Spiele. Im Jahr 2020 hat KI ein kniffliges Problem gelöst, an dem sich Biologen 50 Jahre lang die Zähne ausgebissen haben: die sogenannte Proteinfaltung. Die Technologie ist Menschen auch in der Sprach- und Objekterkennung überlegen, sie hat »digitale Menschen« mit einem geradezu unheimlich realistischen Aussehen und Sprachvermögen erschaffen, und sie hat nicht nur Hochschulzulassungs-, sondern auch ärztliche Approbationsprüfungen bestanden. Außerdem

übertrifft KI menschliche Richter bezüglich der Fairness und Konsistenz von Strafurteilen und Radiologen bei der Diagnose von Lungenkrebs, und sie steuert Drohnen, die die Zukunft der Ware Zustellung, der Landwirtschaft und der Kriegsführung revolutionieren werden. Außerdem ermöglicht KI überhaupt erst autonome Kraftfahrzeuge, die auf Schnellstraßen sicherer fahren als Menschen.

Während KI weitere Fortschritte macht und ständig neue Anwendungen für sie erschlossen werden, stellt sich die Frage, wo dies alles hinführt.

In meinem Buch *AI Superpowers: China, Silicon Valley und die neue Weltordnung*, das 2019 in deutscher Sprache erschien, bin ich auf die starke Zunahme von Daten eingegangen, das »neue Öl«, das die KI antreibt. Die Vereinigten Staaten und China führen die KI-Revolution an, wobei die Vereinigten Staaten bei der Forschung führend sind, während China sich zügiger große Datenmengen zunutze macht, um Anwendungen für seine große Bevölkerung einzuführen. In *AI Superpowers* habe ich neue Fortschritte vorhergesagt, von Entscheidungsfindung auf der Grundlage großer Datenmengen über maschinelle Wahrnehmung bis hin zu autonomen Robotern und Fahrzeugen. Ich rechne damit, dass neue KI-Anwendungen in der Digitalbranche, im Finanzsektor, im Einzelhandel und im Verkehrswesen beispiellosen ökonomischen Wert schaffen, aber auch Probleme mit sich bringen werden, die mit dem Verlust von Arbeitsplätzen und anderen negativen Begleiterscheinungen zusammenhängen. KI ist eine vielseitig einsetzbare Technologie, die praktisch alle Branchen durchdringen wird. Ihre Auswirkungen haben sich in bislang vier Innovationswellen niedergeschlagen, beginnend mit Internet-Anwendungen, gefolgt von wirtschaftlichen Anwendungen (zum Beispiel Finanzdienstleistungen), Wahrnehmungsanwendungen (etwa in Smart Cities) und autonomen Anwendungen, etwa bei Kraftfahrzeugen.

Wenn Sie dieses Buch Ende 2021 oder später lesen, werden die Vorhersagen, die ich in *AI Superpowers* gemacht habe, größtenteils Wirklichkeit geworden sein. Wir müssen uns jetzt nach neuen Herausforderungen umsehen. Bei meinen weltweiten Vorträgen zum Thema KI werde ich immer wieder gefragt: »Was kommt als Nächstes? Was wird



**Abbildung 1: Vier Wellen von KI-Anwendungen als »Disruptoren« praktisch sämtlicher Wirtschaftszweige**

in fünf, zehn oder zwanzig Jahren geschehen? Was hält die Zukunft für uns Menschen bereit?«

Dies sind wichtige Fragen für unseren Moment in der Geschichte, und jeder, der im Bereich Technologie arbeitet, hat eine Meinung dazu. Einige sind der Überzeugung, wir befänden uns mitten in einer »KI-Blase«, die über kurz oder lang platzen oder zumindest erschlaffen wird. Diejenigen, die extremeren und dystopischen Ansichten zu-neigen, glauben alles Mögliche, angefangen von der Vorstellung, dass KI-Giganten »unser Gehirn kapern« und eine utopische neue Rasse »menschlicher Cyborgs« erschaffen werden, bis hin zu einer KI-getriebenen Apokalypse. Diese verschiedenen Vorhersagen mögen echter Neugier oder verständlicher Furcht entspringen, aber sie sind für gewöhnlich spekulativ oder übertrieben. Sie sehen nicht das ganze Bild.

Es gibt die unterschiedlichsten Spekulationen, weil KI komplex und undurchsichtig zu sein scheint. Mir ist aufgefallen, dass sich Menschen oft aus drei Quellen darüber informieren: aus Science-Fiction-Literatur, den Nachrichten und einschlägigen Äußerungen einflussreicher Personen. In Science-Fiction-Büchern und Fernsehsendungen werden

Roboter dargestellt, die Menschen kontrollieren oder überlisten wollen, und böse gewordene Superintelligenzen. In Medienberichten, die sich auf negative, extreme Beispiele und nicht auf die kleinen täglichen Fortschritte konzentrieren, lesen Menschen von autonomen Kraftfahrzeugen, die Fußgänger totfahren, von Technologieunternehmen, die mithilfe von KI Wahlen beeinflussen, und von Menschen, die KI dazu benutzen, Falschinformationen und Deepfakes zu verbreiten. Eigentlich sollten »Vordenker« die beste Informationsquelle sein, aber leider sind die meisten, die diesen Titel für sich beanspruchen, Experten für Wirtschaft, Physik oder Politik, nicht für KI-Technologien. Ihren Vorhersagen mangelt es oft an wissenschaftlicher Genauigkeit. Verschlimmert wird alles noch dadurch, dass Journalisten diese Meinungsmacher oftmals aus dem Zusammenhang gerissen zitieren, um auf möglichst große Resonanz zu stoßen. Daher ist es nicht weiter verwunderlich, dass die öffentliche Meinung über KI – die auf Halbwahrheiten beruht – mittlerweile von Bedenken oder sogar offener Ablehnung geprägt ist.

Selbstverständlich sollten gewisse Aspekte der KI-Entwicklung sorgfältig überprüft werden, aber es ist wichtig, bei all den Befürchtungen nicht das große Ganze und das Potenzial dieser unglaublich bedeutenden Technologie außer Acht zu lassen. Wie die meisten Technologien ist KI an sich weder gut noch schlecht. Und wie bei den meisten Technologien werden auch bei KI langfristig die positiven gesellschaftlichen Auswirkungen stärker zu Buche schlagen als die negativen. Denken Sie nur an den enormen Nutzen von Elektrizität, Mobiltelefonen und Internet. Im Lauf der menschlichen Geschichte haben wir uns oft vor neuen Technologien gefürchtet, die den Status quo bedroht haben. Im Lauf der Zeit verschwinden diese Befürchtungen in der Regel, und die entsprechenden Technologien werden Teil unseres Alltags und verbessern unseren Lebensstandard.

Ich glaube, dass es viele spannende Anwendungen und Szenarien gibt, wo KI unsere Gesellschaft grundlegend verbessern kann. Erstens wird KI, global gesehen, eine enorme Wertschöpfung generieren – PriceWaterhouseCoopers beziffert diese auf 15,7 Billionen Dollar bis 2030 –, was dazu beitragen wird, Hunger und Armut zu bekämpfen. KI wird überdies effiziente Dienstleistungen erbringen, die uns unsere

wertvollste Ressource zurückgeben werden: Zeit. Sie wird Routineaufgaben übernehmen und uns die Freiheit geben, uns anregenderen oder herausfordernderen Tätigkeiten zu widmen. Zu guter Letzt werden Menschen symbiotisch mit KI zusammenarbeiten; KI wird dabei quantitative Analysen, Optimierungen und Routinearbeiten erledigen, während wir Menschen Kreativität, kritisches Denken und Leidenschaft beisteuern. Die Produktivität jedes Menschen wird sich erhöhen, sodass wir unser ganzes Potenzial ausschöpfen können. Die bedeutenden Beiträge, die KI zum Wohl der Menschheit leisten dürfte, müssen genauso gründlich analysiert werden wie ihre Risiken.

Angesichts der zahllosen negativen Berichte über KI halte ich es für wichtig, auch diese anderen Geschichten zu erzählen und die Frage »Was geschieht als Nächstes?« zu beantworten. Deshalb beschloss ich, ein weiteres Buch über KI zu schreiben. Dieses Mal wollte ich den Horizont etwas erweitern und mir den Zustand der Welt und unserer Gesellschaft in 20 Jahren, also 2041, ausmalen. Mir geht es darum, die tatsächliche Geschichte von KI zu diesem zukünftigen Zeitpunkt auf eine unvoreingenommene und ausgewogene, aber auch konstruktive und hoffnungsvolle Weise zu erzählen. Dieses Buch basiert also auf *realistischer KI* beziehungsweise auf Technologien, die es entweder schon gibt oder von denen man vernünftigerweise annehmen kann, dass sie innerhalb der nächsten 20 Jahre anwendungsreif sein werden. Die hier versammelten Erzählungen zeichnen ein Porträt unserer Welt im Jahr 2041, basierend auf Technologien, die mit einer Wahrscheinlichkeit von über 80 Prozent in diesem Zeitraum am Markt eingeführt werden. Ich mag einige über- oder unterschätzen, aber ich bin fest davon überzeugt, dass die in diesem Buch geschilderten Szenarien plausibel sind.

Wieso bin ich mir so sicher? Im Verlauf der letzten 40 Jahre war ich an KI-Forschungsprojekten und -Produktentwicklungen bei Apple, Microsoft und Google beteiligt und managte Investments im Technologiesektor in Höhe von 3 Milliarden Dollar. Dementsprechend habe ich praktische Erfahrungen mit der Zeit und den Prozessen, die erforderlich sind, um eine Technologie von ihrer Beschreibung in einem Fachaufsatz zu einem Massenprodukt zu machen. Als Berater diverser Regierungen auf dem Feld der KI-Strategie kenne ich zudem den

politischen und regulatorischen Ordnungsrahmen und die dahinterstehenden Überlegungen. Ich mache keine spekulativen Vorhersagen über bahnbrechende Neuerungen und beschränke mich überwiegend darauf, wahrscheinliche oder potenzielle zukünftige Nutzenwendungen bestehender Technologien zu beschreiben. Da KI bislang in weniger als 10 Prozent der Wirtschaftszweige Fuß gefasst hat, gibt es viele Möglichkeiten, wie diese Sektoren mit KI-Anwendungen in Zukunft aussehen könnten. Kurzum, ich bin fest davon überzeugt, dass KI auch ohne beziehungsweise mit nur wenigen bahnbrechenden Neuerungen tiefgreifende Auswirkungen auf unsere Gesellschaft haben wird.

*AI Superpowers* wurde meines Wissens nach von seiner Leserschaft unter anderem deshalb so positiv aufgenommen, weil es auch für Menschen ohne KI-Vorkenntnisse verständlich war. Als ich dieses neue Buch in Angriff nahm, fragte ich mich daher: Was kann ich tun, um Geschichten über KI in einer Weise zu erzählen, die noch mehr Menschen anspricht? Die Antwort lautete: Ich müsste mit jemandem zusammenarbeiten, der gut erzählen kann! Ich beschloss daher, meinen früheren Google-Kollegen Chen Qiufan zu kontaktieren. Nach meinem Ausscheiden bei Google gründete ich eine Wagniskapitalfirma. Qiufan tat etwas Gewagteres – er wurde zu einem preisgekrönten Science-Fiction-Autor. Ich war hocherfreut, als sich Qiufan bereit erklärte, mit mir an dem Projekt zu arbeiten und seine Kreativität mit meiner Einschätzung dessen zu verbinden, was KI-Technologien in 20 Jahren zu leisten vermögen. Wir waren beide der Meinung, dass es faszinierend wäre, sich auszumalen, welche Technologien innerhalb der nächsten 20 Jahre wohl in unser Leben Einzug halten werden, und sie in Erzählungen einzubetten. Wir müssten dabei nicht auf Teleportation oder Aliens zurückgreifen, um unsere Leserinnen und Leser zu fesseln.

Qiufan und ich trafen eine ungewöhnliche Absprache. Ich würde zunächst eine »Technologiekarte« entwerfen, die vorhersagen sollte, wann gewisse Technologien die Marktreife erreichen würden, wie lange es dauern sollte, Daten zu sammeln und KI zu optimieren, und wie leicht es wäre, in verschiedenen Branchen ein KI-Produkt zu etablieren. Ich berücksichtigte auch mögliche externe Faktoren – Herausforderungen, Regulierungen und andere erschwerende Faktoren sowie erzählens-



werte Konflikte und Dilemmata, die womöglich in Verbindung mit diesen Technologien auftreten werden. Mit meinem Input hinsichtlich der technologischen Komponenten hat Qiufan dann seine Talente ausgespielt – sich die Figuren, Schauplätze und Handlungsstränge ausgedacht, die diese Themen zum Leben erwecken würden. Wir bemühten uns darum, jede Geschichte spannend, provokant und technologisch stimmig zu machen. Im Anschluss an jede Erzählung analysiere ich die darin behandelte KI-Technologie und beschreibe ihre Auswirkungen auf das menschliche Leben und die Gesellschaft. Wir haben die Geschichten so ausgewählt, dass sie sämtliche Schlüsselaspekte der KI abdecken, und wir haben sie grob so geordnet, dass wir von den einfachen zu den fortgeschrittenen Technologien übergehen. Wir hoffen, dass die Summe dieser Teile eine fesselnde und verständliche Einführung in KI ist.

Wir haben unser Buch *KI 2041* genannt, weil dann seit der (englischsprachigen) Erstveröffentlichung dieses Buches 20 Jahre vergangen sein werden. Aber es ist unserer Aufmerksamkeit nicht entgangen, dass die Ziffern »41« ein wenig wie »AI« aussehen.

Viele unserer Leserinnen und Leser mögen vielleicht packende Science-Fiction-Erzählungen, aber manche haben womöglich seit ihrem Studium nicht mehr zu einem Roman oder einer Sammlung von Kurzgeschichten gegriffen. Das macht nichts. Betrachten Sie *KI 2041* dann nicht als Science-Fiction-Literatur, sondern als »Scientific Fiction« (wissenschaftliche Fiktion). Die Geschichten spielen an weit verstreuten Schauplätzen rund um den Globus. In einigen erkennen Sie vielleicht eine Welt wieder, die sich nicht allzu sehr von Ihrer eigenen unterscheidet – mit altvertrauten Bräuchen und Gewohnheiten, wenn auch sozusagen mit einer KI-Einfärbung. In anderen hat KI das menschliche Leben bereits tiefgreifend verändert. Sowohl KI-Anhänger als auch KI-Skeptiker finden hier jede Menge Stoff zum Nachdenken. Ein Buch mit einer erheblichen fiktionalen Komponente ist per se ein größeres Wagnis als ein Sachbuch, das einfach die Gegenwart beschreibt und Fragen über die Zukunft stellt. Qiufan und ich wollten mit unseren Erzählungen wagemutig sein, und wir glauben, dass die nachfolgenden Geschichten bei jedem aufgeschlossenen Leser einen Nerv treffen wer-

den, dessen Vorstellungskraft groß genug ist, um darüber nachzudenken, was die Zukunft bereithält.

Die ersten sieben Erzählungen befassen sich mit KI-Anwendungen zunehmender technologischer Komplexität in verschiedenen Branchen sowie mit deren ethischen und gesellschaftlichen Folgen. Die letzten drei Erzählungen (sowie Kapitel 6, »Der heilige Fahrer«) konzentrieren sich mehr auf soziale und geopolitische Probleme, die KI aufwirft, wie etwa den Verlust traditioneller Arbeitsplätze, ein nie dagewesenes Angebot an Gütern, eine sich verschärfende Ungleichheit, ein Wettrüsten bei autonomen Waffensystemen, Konflikte zwischen Datenschutz und Lebenszufriedenheit und das Streben des Menschen nach Sinnerfüllung. Dies sind tiefgreifende Veränderungen, und die Menschen mögen ihnen mit Verständnis begegnen, sie mit Boshaftigkeit ausnutzen, sich resigniert in sie fügen oder sich durch sie dazu inspirieren lassen, sich selbst neu zu erfinden. In den letzten vier Geschichten wollten wir vier mögliche Variationen und abweichende Entwicklungspfade aufzeigen, um zu unterstreichen, dass die Zukunft noch offen ist.

Wir hoffen, dass diese Erzählungen Sie unterhalten und zugleich Ihr Verständnis der KI und der damit verbundenen Herausforderungen vertiefen werden. Wir hoffen auch, dass unsere Vorhersagen für die kommenden Jahrzehnte Ihnen dabei helfen werden, Chancen zu ergreifen und sich den Herausforderungen zu stellen, die die Zukunft mit sich bringen wird. Vor allem aber hoffen wir, dass die in *KI 2041* versammelten Erzählungen Sie in dem Glauben bestärken werden, dass es an uns selbst liegt – dass wir unser Schicksal selbst in der Hand haben. Keine technologische Revolution wird jemals etwas daran ändern.

Lassen Sie uns aufbrechen zu einer Reise ins Jahr 2041.



## EINLEITUNG VON CHEN QIUFAN

### EIN OPTIMISTISCHER BLICK IN DIE ZUKUNFT

**A**ls ich im August 2019 das Barbican Centre in London besuchte, war dort gerade eine Ausstellung mit dem Titel »AI: More Than Human« (KI: mehr als menschlich). Wie ein erfrischender sommerlicher Regenguss schärfte sie meine Sinne – und räumte mit den meisten meiner Vorurteile und irrigen Vorstellungen über KI auf. Der trügerisch einfache Name der Ausstellung wurde ihrer Vielfalt und Komplexität nicht einmal annähernd gerecht. Jeder Ausstellungsraum enthüllte neue Wunder, die alle irgendwie mit der weiten KI-Definition der Kuratoren in Verbindung standen. Da war Golem, eine sagenhafte Figur des jüdischen Volksglaubens; Doraemon, der beliebte japanische Anime-Held; Charles Babbages frühe Experimente mit Rechenmaschinen; AlphaGo, das Programm, das entwickelt worden war, um zu zeigen, dass intellektuelle Fähigkeiten kein Monopol des Menschen sind; Joy Buolamwinis Analyse des Gender-Bias bei Gesichtserkennungssoftware; und die von Shinto-Philosophie und -Ästhetik inspirierte großflächige interaktive digitale Kunst von teamLab. Die Ausstellung veranschaulichte auf wunderbare Weise, dass interdisziplinäres Denken unseren geistigen Horizont enorm erweitern kann.

Erinnern wir uns an das sogenannte Gesetz von Amara: »Wir neigen dazu, die kurzfristigen Auswirkungen einer (neuen) Technologie zu überschätzen und die langfristigen Folgen zu unterschätzen.« Die meisten von uns denken in stark vereinfachter Weise über KI: der Mörderbot aus *Terminator*, inkompetente Algorithmen, die es niemals mit den intellektuellen Fähigkeiten des Menschen aufnehmen oder die Existenz des Menschen bedrohen könnten, seelenlose technologische Erfindungen, die in keiner Weise in der Lage sind, die Welt so wahrzunehmen,

Emotionen so mitzuteilen, Institutionen so zu führen und andere Möglichkeiten des Lebens so zu erkunden, wie dies Menschen können.

Tatsächlich hat der Mensch seit den Anfängen der Zivilisation nach Künstlicher Intelligenz gesucht, schon lange bevor es die Informatik als ein Fachgebiet gab oder der Begriff »KI« Eingang in den Wortschatz gefunden hat. Überliefert ist diese Suche in Geschichten, etwa in dem chinesischen Volksmärchen von Yan Shi, dem Handwerker, der einen humanoiden Roboter baut, bis hin zu Talos, dem bronzenen Automaten in der griechischen Mythologie. Von der fernen Vergangenheit bis zum heutigen Tag hat die unbezwingbare Kraft der KI jede Dimension der menschlichen Zivilisation revolutioniert, und sie wird dies weiterhin tun.

Science-Fiction, mein Metier, spielt eine recht zwiespältige Rolle bei der Erkundung des Mensch-Maschine-Paradigmas. Der 1818 erschienene Roman *Frankenstein*, der oft als der erste moderne Science-Fiction-Roman gerühmt wird, befasst sich mit Fragen, die auch heute noch relevant sind: Haben Menschen das Recht, mithilfe von Technologien intelligentes Leben zu erschaffen, das sich von allen gegenwärtig existierenden Lebensformen unterscheidet? In welcher Beziehung stünden Geschöpf und Schöpfer zueinander? Der Archetypus des verrückten Wissenschaftlers, der der Welt seine Geschöpfe aufzwingt, geht auf Mary Shelleys 200 Jahre altes Meisterwerk zurück.

Während manche Science-Fiction verteufeln und sie für die beschränkte und oftmals negative Wahrnehmung von KI verantwortlich machen, sehen sie nur eine Seite. Science-Fiction kann uns als Warnung dienen, aber spekulatives Geschichtenerzählen vermag auch auf einzigartige Weise, die Grenzen von Raum und Zeit zu überwinden, Ingenieur- und Geisteswissenschaften miteinander zu verbinden, die Trennlinie zwischen Fiktion und Wirklichkeit zu verwischen und Empathie und tiefeschürfendes Denken hervorzubringen. Der Historiker und Bestseller-Autor Yuval Noah Harari hat Science-Fiction »das wichtigste künstlerische Genre« unserer Zeit genannt.

Das ist eine hohe Messlatte, der man nur schwer gerecht werden kann. Für Science-Fiction-Schriftsteller wie mich selbst besteht die Herausforderung darin, Geschichten zu erzählen, die nicht nur verbor-

gene Wahrheiten über unsere Gegenwart enthüllen, sondern auch Zukunftsszenarien ausmalen, die noch abenteuerlicher und fantastischer anmuten.

Als sich daher mein ehemaliger Google-Kollege Kai-Fu Lee bei mir meldete und mir die Zusammenarbeit bei *KI 2041* anbot – einem einzigartigen Buchprojekt, das Science-Fiction mit der Analyse bedeutender technologischer Ideen verknüpft –, war ich sofort begeistert. Der Kai-Fu, den ich kenne, ist ein globaler Visionär, ein smarterer und richtungsweisender Investor und ein einfallsreicher, aufgeschlossener Tech-Prophet.

Kai-Fu, der über ein profundes Verständnis der Spitzenforschung und ihrer Anwendungen in der Wirtschaft verfügt, beschreibt, auf welche Weise KI innerhalb von 20 Jahren die Gesellschaft auf den verschiedensten Gebieten verändern könnte – von Medizin und Bildung bis hin zu Unterhaltung, Beschäftigung und Finanzen. Seine Idee zu diesem Projekt war ambitioniert, aber es war auch eine Art magische Koinzidenz. Jahre zuvor hatte ich in meiner eigenen schriftstellerischen Tätigkeit den Begriff des »Science-Fiction-Realismus« entwickelt. Für mich ist Science-Fiction nicht nur deshalb faszinierend, weil sie Eskapisten einen Raum der Fantasie eröffnet, in dem sie ihr prosaisches Alltagsleben hinter sich lassen, die Rolle von Superhelden spielen und weit entfernte Galaxien erkunden können, sondern auch deshalb, weil sie ihnen Gelegenheit gibt, sich zeitweise aus der Alltagsrealität zurückzuziehen und kritisch darüber nachzudenken. Wir können in die Zukunft, die wir uns mithilfe von Science-Fiction ausmalen, eingreifen, Dinge verändern und unsere Wirklichkeit aktiv mitgestalten.

Anders gesagt, bevor wir die Zukunft unseren Wünschen entsprechend gestalten können, müssen wir zunächst einmal lernen, sie uns vorzustellen.

Meine Fantasie begann sich zu entwickeln, als ich in jungen Jahren klassische Science-Fiction-Werke wie *Star Wars*, *Star Trek* und *2001: Odyssee im Weltraum* sah. Seitdem ich zehn Jahre alt bin, sind diese Werke meine Pforte zu den unermesslichen Tiefen des Alls und unbekanntem Welten gewesen. Meiner Überzeugung nach sollte man, bevor man eine Erzählung niederschreibt, diese unbedingt in die Geschichte ihres Genres und den größeren gesellschaftlichen Zusammenhang

einordnen. Als jemand, der von den Fantasiewelten der Science-Fiction fasziniert, ja geradezu besessen ist, erstaunt es mich immer wieder, wie breit gefächert das Themenfeld der Science-Fiction ist. So gut wie jedes Sujet beziehungsweise jeder Stil kann in dem Genre seinen Platz finden.

Bevor ich die Schriftstellerei zu meinem Beruf machte, arbeitete ich im Technologiesektor. Viele Leute meinen, Ingenieure und Informatikgenies würden sich kaum für Belletristik interessieren – weil ihre Gehirne für Naturwissenschaften und nicht für Literatur geschaffen seien. Aber während meiner mehr als zehnjährigen Tätigkeit für Technologiefirmen habe ich viele Ingenieure und Techniker kennen gelernt, die aus ihrem Faible für fantastische Literatur keinen Hehl gemacht haben. Diese Begeisterung zeigte sich manchmal in den Namen von Konferenzräumen, wie etwa »Enterprise« oder »Neuromancer«, aber sie war auch bei den intellektuellen Überfliegern anzutreffen, die hinter Projekten wie Google X und Hyperloop standen. Viele Naturwissenschaftler werden bereitwillig zugeben, dass sie sich bei der Entwicklung von zahllosen technischen Neuerungen, angefangen von modernen U-Booten, Laserkanonen und Mobiltelefonen bis zu CRISPR, von literarischen Werken inspirieren ließen. Tatsächlich ist die Fantasie eine Kraft, die unsere Welt prägt.

Ich wollte von Anfang an, dass *KI 2041* das Stereotyp des dystopischen KI-Narrativs infrage stellt – die Art von Erzählung, in der die Zukunft unwiderruflich düster ist. Ohne die Mängel beziehungsweise die Nuancen der KI zu ignorieren, wollten Kai-Fu und ich eine Zukunft schildern, in der KI-Technologien den Einzelnen und Gesellschaften positiv beeinflussen könnten. Wir wollten eine Zukunft darstellen, in der wir gerne leben und die wir gerne mitgestalten würden. Wir malten uns eine Zukunft aus, in der die kommenden Generationen von den Früchten der technologischen Entwicklung profitieren, darauf hinarbeiten, die Welt zu einem angenehmeren Ort zu machen, und ein sinnerefülltes und glückliches Leben führen.

Es war nicht immer leicht, sich die Zukunft unserer Träume vorzustellen. Die Herausforderung für uns bestand darin, uns in die neuesten KI-Forschungsergebnisse zu vertiefen und auf deren Grundlage eine wissenschaftlich fundierte, stringente und vor allem *realistische*

Vision der KI-Szene in 20 Jahren zu entwerfen. Kai-Fu und unser Team verbrachten viele Stunden damit, aktuelle Forschungsarbeiten zu studieren, mit Experten, Fachkräften und Denkern, die in der KI-Branche tätig sind, zu sprechen, an den KI-Workshops des Weltwirtschaftsforums teilzunehmen und führende KI-Unternehmen zu besuchen, um sicherzustellen, dass wir die technologischen und philosophischen Grundlagen der KI-Entwicklung umfassend verstanden.

Die zweite Herausforderung bestand darin, sich die Zukunft der menschlichen Zivilisation auszumalen. Wir wollten darstellen, wie Menschen aus verschiedenen Kulturen und Wirtschaftszweigen und mit unterschiedlichen Identitäten wohl auf den durch KI hervorgerufenen Zukunftsschock reagieren werden. Subtile psychische Reaktionen lassen sich nur schwer logisch-rational erschließen. Um das Porträt der Gefühlswelt der Figuren in unseren Geschichten abzurunden, orientierten wir uns an historischen Vorbildern und ließen uns von ähnlichen weltverändernden Ereignissen der Vergangenheit inspirieren. Um die Fantasie der Lesenden und ihre Fähigkeit, sich andere Lebensbedingungen vorzustellen, anzuregen, mussten wir mit unseren Geschichten auch Empathie wecken, wenn wir unsere Vision und unsere Einstellung umfassend vermitteln wollten. Kai-Fus Analyse dient als die Schnur, die den sich in die Höhe schwingenden Drachen der Fantasie mit der greifbaren Spule der Wirklichkeit verbindet.

Nach monatelanger intensiver Arbeit und mehrmaligem Feinschliff finden Sie nachfolgend die zehn von uns zusammengestellten Zugänge zur Raumzeit des Jahres 2041. Wir hoffen, Sie treten diese Reise mit Neugier, offenem Geist und auch offenem Herzen an.

Eine letzte Sache noch: Für mich besteht der größte Nutzen von Science-Fiction nicht darin, Antworten zu liefern, sondern Fragen aufzuwerfen. Nachdem Sie das Buch beendet haben, werden Sie hoffentlich zahlreiche anregende neue Fragen umtreiben, wie etwa: Kann uns KI dabei helfen, die nächste globale Pandemie zu verhindern, indem sie diese gleich zu Anfang stoppt? Wie können wir mit dem drohenden Verlust von Arbeitsplätzen umgehen? Wie können wir in einer Welt, die von Maschinen beherrscht wird, kulturelle Diversität bewahren? Wie können wir unseren Kindern beibringen, in einer Gesellschaft zu



leben, in der Menschen und Maschinen koexistieren? Wir hoffen, dass die Fragen unserer Leserschaft uns auf dem Weg in eine glücklichere und strahlendere Zukunft ein Stück weiterbringen.

Willkommen im Jahr 2041!

# KAPITEL 1 DER GOLDENE ELEFANT

»Es ist besser, sein eigenes Schicksal auf unvollkommene Weise zu leben, als das eines anderen auf eine vollkommene Weise nachzuahmen.«

– Bhagavad Gita (भगवद्गीता, Gesang des Erhabenen, Schrift des Hinduismus), Kapitel 3, Vers 35

## **ANMERKUNG VON KAI-FU**

Den Auftakt bildet eine Erzählung, die uns nach Mumbai führt, zu einer Familie, die sich für ein Versicherungsprogramm entschieden hat, das auf Deep Learning basiert. Dieses dynamische Versicherungsprogramm interagiert mit den Versicherten über eine Reihe von Apps, die darauf abzielen, ihnen eine risikoärmere Lebensführung nahezubringen. Aber die halbwüchsige Tochter der Familie findet, dass die aufdringlichen Empfehlungen des Programms ihre Suche nach Liebe erschweren.

»Der goldene Elefant« führt in die Grundlagen der KI und des Deep Learning ein und vermittelt eine Vorstellung von deren größten Stärken und Schwächen. Insbesondere verdeutlicht die Geschichte, wie eine KI bei der konsequenten Optimierung gewisser Ziele mitunter schädliche Nebeneffekte erzeugen kann. Die Erzählung zeigt auch die Risiken, die auftreten, wenn ein Unternehmen sehr viele Daten über seine Nutzer besitzt. In meiner Analyse am Ende des Kapitels gehe ich auf diese Themen ein, ich werde auch einen kurzen Überblick über die Geschichte der KI geben und mich mit der Frage befassen, warum viele Menschen KI aufregend finden, während ihr andere mit Misstrauen begegnen.

**A**uf dem Bildschirm schwankte die 3 Meter hohe Ganesha-Figur in der Brandung des Chowpatty Beach, als würde sie sich im Rhythmus der Sitar-Klänge bewegen. Mit jeder Welle tauchte das Abbild der Gottheit tiefer ein, bis es vom Arabischen Meer verschlungen wurde. Im Salzwasser löste sich die Statue in gold- und burgunderfarbenen Schaum auf, der an den Strand gespült wurde, wo die Farben wie Segnungen an den unzähligen Gläubigen haften, die sich hier für das Visarjan-Eintauchritual versammelt hatten, mit dem das Ende des Festes Ganesh Chaturthi gefeiert wurde.

Nayana sah in der Wohnung ihrer Familie in Mumbai ihren Großeltern dabei zu, wie sie, vor dem Fernseher sitzend, in die Hände klatschten und mitsangen. Ihr jüngerer Bruder Rohan schob sich Cassava-Chips in den Mund und nahm einen großen Schluck von seiner Diät-Cola. Obwohl er erst acht war, hatte der Arzt empfohlen, seinen Fett- und Zuckerkonsum streng zu kontrollieren. Als er vor Begeisterung mit dem Kopf wackelte, spritzten Krümel aus seinem Mund und flogen über den Fußboden. In der Küche trommelten Papa Sanjay und Mama Riya auf Töpfen und summten vor sich hin, als würden sie in einem Bollywood-Film mitspielen.

Nayana versuchte, sie alle auszublenden. Stattdessen konzentrierte sich die Zehntklässlerin vollkommen auf ihren Smartstream, wo sie FateLeaf heruntergeladen hatte. Nayanas Klassenkameradinnen redeten in letzter Zeit über nichts anderes mehr als über diese neue App. Angeblich hatte sie dank der seherischen Gaben der bedeutendsten Wahrsager Indiens die Antwort auf so gut wie jede Frage.

Die App war – laut ihrer Marken- und Werbekampagne – von dem hinduistischen Weisen Agastya inspiriert, der vor Tausenden von Jahren das vergangene, gegenwärtige und zukünftige Leben aller Menschen in Sanskrit auf Palmblätter, sogenannte Nadi-Blätter, geschrieben haben soll. Der Legende zufolge konnte ein Nadi-Blatt-Wahrsager einer Person, die ihm lediglich ihre Daumenabdrücke und ihr Geburtsdatum zur Verfügung stellen musste, aus dem entsprechenden Blatt ihre Lebensgeschichte weissagen. Das Problem war, dass viele Blätter kolonialistischen Machenschaften, Kriegen und dem Zahn der Zeit zum Opfer gefallen waren. Im Jahr 2025 machte ein Hightech-Unternehmen sämtliche Nadi-Blätter ausfindig, die noch existierten. Das Unternehmen nutzte KI für Deep Learning, das Übersetzen und die Analyse der erhalten gebliebenen Blätter. Das Ergebnis waren virtuelle Nadi-Blätter, die in der Cloud gespeichert wurden – eins für jeden der 8,7 Milliarden Menschen auf der Erde.

Nayana hielt sich nicht mit der uralten Geschichte der Nadi-Blätter auf. Sie hatte ein dringlicheres Anliegen. Nutzer der FateLeaf-App konnten versuchen, das auf ihrem Nadi-Blatt gespeicherte Wissen in Erfahrung zu bringen, indem sie mehrere Fragen stellten. Während ihre Familie die Ganesh-Visarjan-Feierlichkeiten im Fernsehen verfolgte, tippte Nayana nervös eine Frage in der App ein: »Mag mich Sahej?« Bevor sie auf »Senden« klickte, poppte ein Fenster mit dem Hinweis auf, dass eine Antwort auf die Frage 200 Rupien kosten würde. Nayana klickte auf »Abschicken«.

Nayana hatte Sahej gleich von dem Moment an gemocht, als sein Stream sich erstmals mit ihrem virtuellen Klassenzimmer verband. Ihr neuer Klassenkamerad benutzte weder einen Filter noch einen Augmented-Reality-Hintergrund. Hinter Sahej, an der Wand, sah Nayana reihenweise bunte Masken hängen, die, wie sie erfuhr, Sahej selbst geschnitzt und bemalt hatte. Am ersten Tag des neuen Schulhalbjahrs hatte der Lehrer Sahej Fragen zu den Masken gestellt, und der neue Schüler hatte schüchtern ein paar gezeigt und erklärt, dass die Masken indische Gottheiten und Geister mit den Kräften von Superhelden verbanden.

In einem Raum ihres ShareChat, der geladenen Gästen vorbehalten war, lästerten einige von Nayanas Mitschülerinnen gerade über Sahej.

Aus der Möblierung seines Zimmers und der Tatsache, dass sein Familienname in den Schulakten nicht öffentlich einsehbar war, folgerten diese Mädchen, dass Sahej der »vulnerablen Gruppe« angehörte, für die aufgrund staatlicher Auflagen mindestens 15 Prozent der Plätze an ihrer Schule reserviert war. In Privatschulen überall in Indien bekamen diese Kinder praktisch immer einen Platz, und ihr Schulgeld, ihre Bücher und Uniformen wurden mit Stipendien finanziert. »15 Prozent« und »vulnerable Gruppe« waren Euphemismen für die Dalit.

Von Dokumentarfilmen, die sie sich online angeschaut hatte, wusste Nayana von dem uralten indischen Kastensystem, das tief in der hinduistischen Religion und Kultur verankert war. Die Kaste, der eine Person angehörte, hatte ehemals ihre Bildung, ihren Beruf und ihren Ehepartner – ihr ganzes Leben – bestimmt. Ganz unten in dieser Hierarchie standen die Dalit, die manchmal auch spöttisch »Unberührbare« genannt wurden. Über viele Generationen hinweg waren Mitglieder dieser Gemeinschaft gezwungen, die schmutzigsten Arbeiten zu erledigen: Sie mussten Abwasserkanäle säubern, Tierkadaver entsorgen und Tierhäute gerben.

Die indische Verfassung von 1950 verbot Diskriminierung auf Basis der Kastenzugehörigkeit. Aber noch Jahre nach der Unabhängigkeit hatten die Dalit von anderen, als höherrangig geltenden Gruppen getrennte Trink-, Ess-, Wohn- und sogar Bestattungsbereiche. Angehörige der höheren Kasten weigerten sich mitunter sogar, mit den Dalit im selben Raum zu sein, selbst wenn sie zusammen zur Schule gingen oder zusammen arbeiteten.

In den 2010er Jahren bemühte sich die indische Regierung darum, diese Ungerechtigkeiten zu beseitigen, indem sie Behörden und Schulen dazu verpflichtete, 15 Prozent ihrer Stellen beziehungsweise Plätze an Dalit zu vergeben. Die gut gemeinte Maßnahme löste jedoch Kontroversen und sogar gewalttätige Auseinandersetzungen aus. Eltern aus höheren Kasten beschwerten sich, dass solche Zulassungen nicht auf schulischen Leistungen beruhten. Sie behaupteten, ihre Kinder würden den Preis für die Sünden der vorherigen Generationen bezahlen, und Indien tausche lediglich eine Form der Ungleichheit gegen eine andere ein.

Trotz dieser vereinzelt Proteste schienen die Anstrengungen der Regierung jedoch von Erfolg gekrönt zu sein. Die 200 Millionen Nachkommen der Dalit wurden nach und nach in die Mehrheitsgesellschaft integriert. Es war schwieriger geworden, ihre frühere Identität auf den ersten Blick zu erkennen.

Die Mädchen in Nayanas ShareChat redeten immer noch über den neuen Jungen in der Schule, Sahej. Sie diskutierten über seine Herkunft – aber auch darüber, ob sie vielleicht mit ihm ausgehen würden.

*Ihr oberflächlichen Snobs*, dachte Nayana verärgert.

Nayana ihrerseits sah in Sahej eine seelenverwandte Künstlernatur. Inspiriert von Bharti Kher, träumte Nayana davon, Performance-Künstlerin zu werden. Immer wieder musste sie erklären, dass dies nichts mit oberflächlicher Pop-Unterhaltung zu tun hatte. Sie war fest davon überzeugt, dass bedeutende Künstler ihre innersten Gefühle mit schonungsloser Ehrlichkeit offenbaren und niemals die Sichtweisen anderer übernehmen sollten. Wenn sie Sahej mochte, dann mochte sie ihn eben – ganz gleich, was sein familiärer Hintergrund war, wo er lebte und ob er Hindi mit tamilischem Akzent sprach.

Die Bearbeitung der Frage, die Nayana der FateLeaf-App gestellt hatte, schien eine Ewigkeit zu dauern. Schließlich tauchte in Nayanas Smartstream eine Benachrichtigung auf, begleitet von einem Palmblatt-Icon: »Schade! Da keine ausreichenden Daten zur Verfügung stehen, kann FateLeaf deine Anfrage zum jetzigen Zeitpunkt nicht beantworten.« Ein Klingelton in Nayanas Smartstream signalisierte, dass sie eine Rückerstattung erhalten hatte.

»Unzureichende Daten!«, fluchte Nayana innerlich über die App.

Verärgert blickte sie schließlich von ihrem Bildschirm auf und sah ihre Mutter, Riya, die letzte Hand an das Abendessen legte. Irgendetwas stimmte nicht. Neben zahlreichen indischen Festtagspeisen sah Nayana etliche superteure Gerichte von einem chinesischen Lieferdienst auf dem Tisch. Solche Gaumenfreuden gab es selten, denn ihr Vater war knausrig. Aber da war noch etwas Ungewöhnlicheres: Riya trug ihren Lieblingssari im parsischen Stil aus reiner Seide. Sie hatte das Haar hochgesteckt und ein vollständiges Schmuckset angelegt. Sogar Nayanas Großeltern wirkten anders – glücklicher als sonst –, und aus-

nahmsweise behelligte sie ihr dicker Bruder, Rohan, einmal nicht mit allen möglichen dämlichen Fragen. Das Ganesha-Chaturthi-Fest allein konnte nicht der Grund sein.

»Würde mir mal jemand sagen, was los ist?«, fragte Nayana, während sie sich das auf dem Tisch angerichtete Büfett ansah.

»Was soll schon los sein?«, entgegnete Riya.

»Bin ich denn die Einzige, der all das etwas ungewöhnlich vorkommt?«

Nayanans Eltern wechselten einen schnellen Blick miteinander, ehe sie schallend auflachten.

»Was ist denn anders? Sag schon«, frohlockte Riya.

Es war zum Verrücktwerden, fand Nayana. »Was verbergt ihr vor mir?«

»Mein süßes kleines Mädchen, iss erst einmal.« Großmutter begann, das Naan-Brot zu zerreißen.

»Moment! Ist Papa vielleicht befördert worden? Hat er im Lotto gewonnen? Hat die Regierung die Steuern gesenkt?«

Papa wiegte seinen Kopf von einer Seite zur anderen. »Schöne Ideen. Aber nein. Es ist alles für deine Mutter.«

Nayana drehte sich zu ihrer Mutter herum. »Mama, was hast du diesmal gekauft?«

»Du solltest gegenüber Älteren einen respektvolleren Ton anschlagen«, wies Riya sie zurecht.

»Ich war es nicht, die übers Ohr gehauen wurde, weil sie billig einkaufen wollte ...« Nayanans Stimme verhallte in einem Seufzer.

»Und was genau hast du gekauft?«, stieß Nayana aus.

»Ganesh Insurance! Sie hatten für den Feiertag ein unglaubliches Sonderangebot. Zum ersten Mal überhaupt war GI 50 Prozent günstiger! Alle Nachbarn haben sie auch abgeschlossen, und sie sind sogar noch sparsamer als ich.«

Papa klatschte vor Begeisterung in die Hände, ebenso wie Nayanans Großeltern.

»Moment mal! Haben wir nicht schon seit Ewigkeiten eine Police von der Life Insurance Corporation of India?«

»Diese Police war bei weitem nicht ausreichend! Deine Großeltern



sind alt und auf uns angewiesen. Was, wenn uns etwas zustößt? Woher sollte dann das Geld kommen? Wir müssen überall sparen, wo wir können. Du und dein Bruder, ihr geht beide auf eine Privatschule. Und willst du dich vielleicht nicht mehr für einen Studienplatz an der Fakultät für Modetechnologie und darstellende Kunst der Rai University bewerben? Die Studiengebühren und die Kosten für ein Zimmer im Studentenwohnheim sind viel höher als an den öffentlichen Universitäten in Mumbai.«

»Warum laufen unsere Gespräche immer auf Vorwürfe gegen mich hinaus?«

»Wenn du für die Zukunft planen willst, musst du auch über das nachdenken, was sich direkt vor dir befindet«, warf Großvater ein.

»Was genau hat es nun mit dieser Versicherung auf sich?«

»Nun, Frau Shah von nebenan hat mich darauf aufmerksam gemacht«, erklärte Riya. »Es ist eine Plattform, die den Versicherungsplan mithilfe von KI an die Bedürfnisse der Familie anpasst. Und dies zu einem sehr guten Preis. Es ist nicht bloß eine Plattform, sondern eher wie eine Art kleine Familie von Apps. Es gibt eine für die Berechnung und Zahlung der Versicherungsbeiträge und eine andere für Kapitalanlagen. Aber meine Lieblingsapp ist der Shop für Haushaltswaren. Eine andere zeigt dir Schnäppchen in deiner Gegend an. Und schau dir mal meine Haare an. Der Salon, den die Cheapon-Schnäppchen-App empfohlen hat, kostet nur 400 Rupien.«

Gerade als Rohan eine Süßigkeit stibitzen wollte, klatschte ihm Nayana auf die Hand, sodass er sie mit verlegener Miene zurückzog.

»Du hörst dich an wie eine Werbesendung«, sagte Nayana zu ihrer Mutter. »Wieso sollte dir eine Versicherungsgesellschaft einen Frisör empfehlen? Und wieso weiß diese KI-Versicherung so viel über unsere Familie?«

»Also, das ...« Riya suchte nach einem Weg, sich der Frage zu entziehen. »Um die Vorteile der Ganesh Insurance zu erhalten, teilen wir den Datenlinkzugang für jedes Mitglied der Familie.«

»Was?!« Nayana riss erstaunt die Augen auf.

»Alle Daten werden streng vertraulich behandelt, es sei denn, wir geben GI die Erlaubnis, sie zu verwerten.«

»Welches Recht hast du, meinen Datenlink mit einer Versicherungsgesellschaft zu teilen?«

»He, sprich nicht in diesem Ton mit deiner Mutter!« Nayanas Vater hob drohend den Zeigefinger. »Vergiss nicht, dass du noch minderjährig bist. Als deine Eltern haben wir das Recht, Entscheidungen über die Nutzung deiner Daten für dich zu treffen.«

Da sie eine derart scharfe Zurechtweisung durch ihren Vater nicht gewohnt war, wurde Nayana bis über beide Ohren rot. Sie warf Messer und Gabel auf ihren Teller und rannte in ihr Zimmer. Sie griff nach ihrer Steppdecke und streifte sie sich über den Kopf. Sie stellte sich vor, dass irgendwo auf ihrem Nadi-Blatt geschrieben stand, dass heute der schlimmste Tag ihres Lebens sei.

Das eisige Schweigen zwischen Nayana und ihrer Mutter dauerte eine Woche, bis in Nayanas Smartstream einige ungewöhnliche neue Push-Benachrichtigungen auftauchten:

Da es heute regnen wird, solltest du  
einen Regenschirm mitnehmen.  
Da Atemwegserkrankungen zunehmen,  
solltest du eine Maske tragen.  
Auf deiner Fahrstrecke ist ein Unfall  
passiert, also solltest du dem Stau  
ausweichen ...

Anfangs hatte Nayana dem endlosen Strom von Benachrichtigungen skeptisch gegenübergestanden, aber dann konnte sie gar nicht mehr aufhören, sie zu lesen. Von Zeit zu Zeit erhielt sie tatsächlich einen nützlichen Tipp: ein Kleidungsstück zum Schnäppchenpreis, ein Rabatt auf ein Mittagsgeschicht in einem Lokal, das sie mochte ... Um die Gutscheine einzulösen, musste Nayana selbstverständlich die Cheapon-Rabatt-App und verschiedene andere mit dem goldenen Elefanten der Ganesh Insurance versehene Apps auf ihrem Smartstream installieren und ihnen Zugriff auf ihre Daten erlauben.

Riya hatte den goldenen Elefanten offenbar bereits allen Smartstreams ihrer Familie aufgezwungen. In über 60 Prozent der indischen Haushal-

te kontrollierten Frauen die Datenweitergabe. All diese persönlichen Daten wurden mit dem nationalen Aadhaar-Personalausweis und der persönlichen Identifikationsnummer verknüpft, die allen 1,4 Milliarden indischen Staatsangehörigen von der Unique Identification Authority of India zugewiesen wurden. Seitdem das System nach 20-jähriger Entwicklungszeit im Jahr 2009 eingeführt worden war, hatte die Behörde eine Vielzahl von Daten der Bürger gesammelt, unter anderem die Fingerabdrücke, Retina-Signaturen, genetische Genealogien, familiäre Informationen, Berufstätigkeiten, Kredit-Scores, Immobilienkauf-Chroniken und Steuerunterlagen. Mit Einverständnis ihrer Kunden konnte Ganesh Insurance diese reiche Fundgrube an Daten nutzen, um ihre Dienstleistungen zu personalisieren.

Selbstverständlich gab es eine Reihe datenschutzrechtlicher Beschränkungen. So musste zum Beispiel die Weitergabe von Daten sozialer Medien gesondert genehmigt werden, und für die Nutzung der Daten von Minderjährigen war die Einwilligung ihrer Erziehungsberechtigten erforderlich.

Nayana nahm sich vor, bei jedem Kontakt mit GI wachsam zu sein. In ihrem Datenkompetenz-Unterricht auf der Highschool hatte sie gelernt, dass einem im Internet jeder Click teuer zu stehen kommen konnte. Sie las sich sorgfältig das Kleingedruckte durch, bevor sie sich zwischen »Ich bin einverstanden« oder »Ich brauche noch Bedenkzeit« entschied. Aber ihr schien, dass GI jedes Mal, wenn sie »Ich brauche noch Bedenkzeit« auswählte, verlockende neue Angebote und Ratschläge für die Lösung ihrer unmittelbaren Probleme schickte.

Wie könnte sie zum Beispiel Sahejs Aufmerksamkeit auf sich ziehen?

Sahej war wirklich süß, besonders seine sanften Augen. Er wollte allen in seiner neuen Klasse eine Freude machen und hatte jedem einen selbst geschnitzten kleinen Tierkopf aus Holz geschickt. Aber das virtuelle Klassenzimmer hatte seine Schwächen. Manchmal konnte Nayana wegen Sahejs schlechter Verbindung nur ein verschwommenes Headshot-Icon sehen und eine abgehackte Stimme hören. Sie suchte ständig nach einem Vorwand, um sich mit ihm zu unterhalten. Aber aus irgendeinem Grund blieb der Junge auf Distanz.

*Mag mich Sahej nicht? Oder gibt es einen anderen Grund?*

Nayana fragte sich, ob Sahejs Herkunft vielleicht seine Schüchternheit in ihrer Gegenwart erklären könnte.

Während Nayana noch über dieser Frage brütete, poppten kleine goldene Elefanten in einer Benachrichtigung von Cheapon, der GI-App mit Ratschlägen zur Lebensführung, auf, wo sie Tipps bekam, »wie sie sich für Jungs noch attraktiver machen« konnte. Nayana vermutete zwar, dass der KI-Algorithmus aus ihren Online-Browser- und -Einkaufsdaten erschließen konnte, was sie dachte, aber diese Empfehlungen störten Nayana aus einem anderen Grund. Warum sollten sich Frauen verändern, um Männern zu gefallen? Warum konnten Frauen Männern nicht zeigen, wer sie wirklich sind, und dann sehen, ob sie zusammenpassten oder nicht?

Obleich sie sich noch immer über ihre Mutter ärgerte, beschloss Nayana, sie wegen der merkwürdigen Nachrichten des goldenen Elefanten zu fragen.

»Du Dummerchen, Maschinen lernen nur das, was Menschen ihnen beibringen.« Riya betrachtete ihren gerade gekauften langen Rock im Spiegel und drehte sich um. »Aber worum geht es hier eigentlich? Hast du jemanden kennen gelernt?«

»Gewiss nicht«, antwortete Nayana leicht verlegen.

»Du kannst es vor mir verbergen, aber nicht vor der KI«, scherzte ihre Mutter. »Bist du sicher, dass ich dir bei deinem Plan nicht helfen soll? Deine Mutter kennt sich mit Männern ein wenig aus.«

»Ich weiß einfach nicht, wie ich herausfinden kann, was er wirklich über mich denkt. Ich gebe ihm Likes online, aber er reagiert nie.«

»Aha, es gibt also jemanden! Es genügt nicht, jemandem online einen Like zu geben. Du brauchst Mumm. Da fällt mir ein: Wenn du GI Zugriff auf deine ShareChat-Kontodaten gibst, werden die Empfehlungen besser. Ganz zu schweigen davon, dass die Prämie für unsere Familie auch noch ein bisschen günstiger wird.«

Nayana schüttelte den Kopf und ging aus dem Zimmer. Sie erinnerte sich daran, dass ihre Mutter erst vor ein paar Wochen Nayanas Bitte abgelehnt hatte, ihren Datenlink mit einer anderen App – FateLeaf – zu teilen, um zutreffendere Weissagungen zu erhalten. Jetzt waren ihre Positionen vertauscht. Natürlich stand nun Geld auf dem Spiel.

Es betraf auch nicht nur ihre Mutter. Nayana schien es, als hätte jeder in der Familie von diesem kleinen goldenen Elefanten eine Gehirnwäsche bekommen. Alle waren sich jetzt ständig der Tatsache bewusst, dass jedwede Verhaltensänderung ihre Prämien erhöhen oder verringern konnte. Sobald etwas mit Geld zu tun hatte, schien es Nayana, als würde das menschliche Gehirn den Autopiloten einschalten. Es tat das, was notwendig war, um einen Preis zu gewinnen und einer Strafe zu entgehen.

Dabei hatte GI durchaus auch eine positive Seite. Der kleine goldene Elefant erinnerte Nayanas Großeltern daran, ihre Medikamente einzunehmen, und er ermahnte sie, Arzttermine zu vereinbaren. Sogar Nayanas Vater, der sich sonst nie von jemandem etwas sagen ließ, gab das Rauchen auf, als der kleine goldene Elefant ihn immer wieder dafür tadelte. Er tauschte seinen Lieblings-Arrak gegen ein gesünderes Glas Rotwein am Abend ein. Außerdem mäßigte er seinen Fahrstil. Auf Drängen der App brauste er nicht länger wie ein arbeitsloser Rennfahrer im Zickzack durch die verstopften Straßen Mumbais. GI hatte ihm einen Anreiz gegeben – durch Änderung seines Verhaltens konnte er seine Kfz-, Kranken- und Lebensversicherungsbeiträge senken.

Wenn irgendjemand in der Familie den Empfehlungen der GI-App widerstehen könnte, dann wäre es ihr Bruder Rohan, vermutete Nayana. Schließlich machten Fett und Zucker – vor allem Kinder ohne Selbstkontrolle – genauso süchtig wie Heroin. Aber dieser goldene Elefant macht selbst das möglich. Auch wenn der Achtjährige nicht verstand, was Versicherungsprämien oder Belohnungsaufschub bedeuteten, sahen die übrigen Familienmitglieder jetzt jede Süßigkeit in der Nähe des Jungen als eine Bedrohung für ihr Bankkonto. Mit ihrer früheren Nachsicht für das Schleckermaul Rohan war es vorbei.

Der Sinn dahinter war nachvollziehbar. Versicherungsgesellschaften wollten, dass Menschen gesünder und länger leben, denn das sorgt für höhere Gewinne. Doch Nayana war noch immer hin- und hergerissen. Sollte Sie den Datenlink ihres ShareChat freigeben?

Genauso verwirrend war die Sache mit Sahej. Als Sahej jedem in der Klasse eine handgefertigte Holzschnitzerei geschenkt hatte, hatte er für Nayana einen mit Mustern verzierten Krähenkopf ausgewählt. Sie zer-

marterte sich den Kopf über die Frage, was die verborgene Bedeutung dieses Geschenks sein mochte.

*Symbolisierte die Krähe denn nicht Unglück? Will er mir sagen, ich solle nicht so laut und nervig sein? Bin ich zu forsch? Was genau will er sagen?*

Nayana quälte sich selbst mit solchen Fragen. Ihr erster Gedanke war, FateLeaf um eine Prophezeiung zu bitten, aber ihre Mutter hatte ihr verboten, der App Zugriff auf ihre Daten zu gewähren. *Was ist mit MaggiComb?*, fragte sich Nayana. In ihrem Liebeskummer beschloss sie, den allmächtigen Algorithmus des Elefanten über ihre Zukunft zu befragen.

Die Zukunft, die ihr der kleine goldene Elefant weissagte, entsprach allerdings in keiner Weise dem, was sie erhofft hatte. Alles fühlte sich sofort falsch an.

Wenn sie GI Zugriff auf ihre Daten von ShareChat gewähren würde, dann wäre dies so, als öffneten sie die Tür zu ihrem Schlafzimmer. Das wusste Nayana aus ihrem Unterricht in Datenkompetenz. Ihr ganzes Privatleben wäre womöglich auf einen Blick einsehbar. Obgleich GI garantierte, dass sämtliche Daten für Zwecke des föderalen Lernens anonymisiert in ihr KI-Programm eingespeist würden und dass kein Dritter darauf zugreifen könnte, dachte Nayana, dass dies ein bisschen wie ein Bauer klingt, der dem Truthahn eine Woche vor Thanksgiving sagt: »Hey, hier bist du sicher.«

Jedes Mal, wenn sie im Internet surfte, chattete, likte oder auch Emoticons auf ShareChat auswählte, konnte Nayana an nichts anderes mehr denken als daran, wie sich ihre Entscheidungen auf die Versicherungsbeiträge ihrer Familie auswirken würden. Sie fand das ganze System ärgerlich und lächerlich.

*Aber vielleicht, so sagte sie sich, ist es noch lächerlicher, zu erwarten, dass diese KI als meine Kupplerin fungiert.*

Sahej postete so gut wie nichts auf ShareChat, als wäre er jemand aus einer längst vergangenen Ära, der nicht mit dem technologischen Fortschritt Schritt gehalten hat. Er postete hin und wieder einen Zeitungsartikel, Zitate, die ihm gefielen, oder veraltete Memes. Aber er nutzte den Chat nur sporadisch. *Sein Konto muss einem gefakten Zombie-Account gleichen*, dachte Nayana.

Die KI sollte Nayana helfen, mit Sahej zusammenzukommen, aber wie könnte sie anhand von Sahejs langweiligem Konto etwas Wichtiges über ihn in Erfahrung bringen? Gleichzeitig war es aufgrund von Nayanas unablässigen Klicks für die KI ein Leichtes, Nayanas Absichten zu verstehen. Für KI-Programme sind solche Dinge eine Frage der Mathematik, nicht der Liebe.

Nayana fand das Verhalten von GI in Bezug auf Sahej irgendwie suspekt. Es kam ihr sonderbar vor, dass ihr GI jedes Mal, wenn sie Sahejs Seite aktualisierte oder einen seiner Posts likte, eine eigenartige Benachrichtigung schickte, als wollte sie ihre Aufmerksamkeit von ihm ablenken. Wenn sie versuchte, sich einen Grund auszudenken, um mit ihm zu reden, im Internet nach einem Geschenk für ihn suchte oder auch einfach nur daran dachte, ihn zu einem Kaffee einzuladen, poppte dieser kleine goldene Elefant mit irgendeiner völlig lächerlichen Empfehlung auf, oder aber es wurde scheinbar versehentlich eine falsche Seite geladen.

Als einzige mögliche Erklärung dafür fiel Nayana ein, dass der kleine goldene Elefant nicht wollte, dass sie Sahej näherkam. Er arbeitete aktiv gegen sie.

*Macht das der Elefant mit jedem so? Hängt es damit zusammen, dass ich zu jung bin? Aber ist es denn keine gute Sache, sich als Paar zusammenzutun und zu heiraten? Sagt man uns denn nicht, dass wir als ein Land mit 1,4 Milliarden Menschen dank unserer Reproduktionsfähigkeit auf der Weltbühne unbesiegbar werden? Was ist das Problem?*

Während ihre Gedanken kreisten, bemerkte Nayana ihre Mutter, die sie von der Tür aus beobachtete.

»Was zum Teufel treibst du, Fräulein? Unsere Prämie geht durch die Decke!«

»Ich?« Nayana wusste nicht, was sie sagen sollte. Für sie stand fest, dass der kleine goldene Elefant entschlossen war, ihre ganze virtuelle Welt auf den Kopf zu stellen.

»Sag es mir sofort, oder ich nehme dir deinen Smartstream weg!«

»Nein, das kannst du nicht!«

»Und ob! Genau das werde ich tun ...«

Bevor Riya ausreden konnte, fuhr Nayana auf, stürmte an ihrer

Mutter vorbei und rannte aus dem Haus. Ihren Smartstream fest umklammernd, lief sie so lange, bis sie nicht mehr wusste, wo sie war. Schließlich sah sie die vertrauten Reliefskulpturen am New India Assurance Building im Stadtviertel Fort. Die untergehende Sonne beleuchtete die kunstvoll geformten Bauern, Töpfer, Baumwollspinner und Träger der verwitterten Fassade. Nayana fand, dass dies der perfekte Augenblick sei, um Sahej anzurufen – egal, wie sehr dies auch die Prämie ihrer Familie in die Höhe treiben mochte.

Das Avatarbild des Jungen poppte auf ihrem Smartstream auf, während der Bildschirm vor lauter GI-Benachrichtigungen flimmerte. Nayana sah, dass die Prämie ihrer Familie bereits um 0,73 Rupien gestiegen war. Es dauerte lange, bis er antwortete, und Nayana wollte schon aufgeben, als sich das Telefon schließlich mit seinem Video-stream verband, der so dunkel war, dass sie kaum die Umrisse seines Gesichts erkennen konnte.

»Bist du das, Sahej?«, fragte Nayana schüchtern.

»Ich bin's. Nayana?«

»Ich hab befürchtet, dass du nicht rangehst.«

»Hmmm ... es ist ein bisschen kompliziert. Ich kann nicht lange sprechen. Aber ich würde mich wirklich gern mit dir unterhalten.«

»Ich auch.« Nayanas Herz pochte. »Ich gebe dir die Adresse eines Restaurants. Können wir uns dort treffen?«

Sahej sah sich einen Moment lang schweigend um, bevor er schließlich flüsterte: »Okay.«

Nachdem Nayana aufgelegt hatte, jubelte sie innerlich. Da rief jemand ihren Namen. Sie drehte sich um und sah ihre Mutter in glänzendem Gold und Rot gegen die untergehende Sonne, als wäre die Göttin Saraswati auf die Erde herabgestiegen.

»Wie hast du mich gefunden?«

»Ich bin die Datenmanagerin unseres Hauses, schreib dir das hinter die Ohren!« Ihre Mutter starrte sie wütend an.

»Tut mit leid.« Nayana wagte es nicht, ihrer Mutter in die Augen zu sehen. »Erinnerst du dich daran, dass ich dir von diesem Jungen erzählt habe? Ich werde mich mit ihm treffen. Aber da GI das nicht zulässt ...«



»Glaubst du, dass die Prämie deshalb steigt? GI will, dass wir gesünder und länger leben – und dass wir keine Dummheiten machen, die uns schaden, nicht ... Oder ist er vielleicht gefährlich?«

Nayana schüttelte den Kopf. »Nein, es ist nur mein neuer Klassenkamerad, Sahej. Er ist intelligent, wirklich begabt. Und das hat er mir geschenkt. Er hat es selbst geschnitzt.«

Ihre Mutter musterte den hölzernen Krähenkopf, den Nayana ihr reichte.

»Hört sich nicht nach jemandem an, der gefährlich ist. Sieht er gut aus?«

Nayana ließ kurz ein verlegenes Lächeln aufblitzen, bevor sie sagte: »Das nervt! Was weiß GI, das ich nicht weiß? Vielleicht werde ich länger leben, wenn ich mich nie mit ihm treffe.«

»Schatz, lass mich dir etwas sagen.« Nayanas Mutter legte einen Arm um die Schulter ihrer Tochter. »Ich weiß, wir sind nicht immer einer Meinung. Aber ich bin nicht so blind, wie du vielleicht meinst! Wenn ich dich so reden höre, fällt mir etwas ein, was ich vor kurzem gelesen habe. Es war ein altes E-Book, das von MagiComb empfohlen wurde.«

»Worum ging es?« Nayana wurde neugierig.

»Es war eine Erzählung von 2021, über eine Mutter, die so oberflächlich und stolz und besessen von ihrem Image ist, dass sie die wachsende Not ihrer Tochter nicht bemerkt. Die Familie war indisch wie wir! Das hat mich sehr betroffen gemacht. Weißt du, als ich so alt war wie du, wollten meine Eltern, dass ich so schnell wie möglich heirate. Aber ich wollte studieren und Anwältin werden. Sie wollten nicht, dass ich Verhehrer zu mir einlade oder meine eigenen Entscheidungen treffe. Ich war nicht mutig genug, um meinen Willen durchzusetzen. Ich gab nach, und ich bereue es bis heute. Aus diesem Grund wollte ich immer, dass du der Stimme deines Herzens folgst, ob es um einen Jungen geht oder um die Frage, was du einmal werden willst.«

Nayanas Mutter ließ ihre Hand auf der Schulter ihrer Tochter liegen, während sie fortfuhr: »Ich habe mich immer bemüht, dir ein Gefühl von Sicherheit und Geborgenheit zu geben, das ich nie hatte, damit dein Lebensglück nicht davon abhängt, dass du später einmal den richtigen Ehemann findest. Geh zum Studium an der Rai University und nimm

dein Leben selbst in die Hand. Lass dir von niemandem etwas vorschreiben – weder von einem Menschen noch von einem KI-Programm.«

»Du hast also nichts dagegen, wenn ich von Mumbai nach Ahmedabad umziehe?«

»Nein, wenn du studierst und auch einen Abschluss machst.« Ihre Mutter lächelte. »Vergiss nicht, es herrscht ein scharfer Wettbewerb.«

»Es stört dich also nicht, wenn die Prämie unserer Familie wegen mir weiter steigt?«

»Es lohnt sich, manche Risiken einzugehen.«

»Danke, Mama. Ich gehe jetzt zu dem Treffen mit Sahej. Danach werde ich mehr wissen.«

Ein roter Doppelstock-SmartBus bog um die Ecke. Nayana küsste ihre Mutter und hüpfte Richtung Haltestelle, während die Sonne am Horizont versank.

Durch das Fenster sah man Angestellte eifrig Tische eindecken und Kerzen anzünden, in der Erwartung von Gästen, die einen romantischen Abend im Indigo verbringen wollen. Sahej stand an der Ecke des Gebäudes. In der Finsternis wirkte seine Haut noch dunkler. Nayana spürte, dass er das Restaurant nicht betreten wollte.

»Tut mir leid.« Er schüttelte den Kopf. Seine Augen leuchteten wie Glühwürmchen.

»Warum?«

»Wenn ich mit dir in dieses Restaurant gehe, wird meine Mutter nicht glücklich sein. Ein Besuch in einem Restaurant ist eine Zügellosigkeit – es würde unsere Prämie in die Höhe treiben.«

Nayana stutzte kurz: »Willst du damit sagen, dass deine Familie ebenfalls bei Ganesha versichert ist?«

»Ja. Meine Mutter ist krank. Wir haben das Glück, dass GI eine Sonderprämie für vulnerable Gruppen anbietet, andernfalls könnten wir sie uns nicht leisten ...«

»Ich verstehe«, sagte Nayana. »Aber was ich nicht verstehe, ist, wie so du mir statt eines Pfaus, eines Hasen oder eines anderen Tiers eine Krähe schenkst.«

Sahej warf ihr ein leichtes Lächeln zu. »Du bist ein Mädchen, das

viele Fragen hat. Vielleicht sollten wir nicht an der Tür dieses bescheuerten Restaurants stehen bleiben und uns wie zwei Idioten anstarren. Lass uns ein wenig spazieren gehen.«

Auf den Straßen Mumbais herrschte um diese Abendstunde dichter Verkehr, und in der riesigen Stadt mit ihren 30 Millionen Einwohnern ertönte unablässig ein schrilles Hupkonzert. Es war nicht von jeher eine Stadt der Hochhäuser, hellen Lichter und digitalen Displays gewesen. Aber schon seit langem kamen an diesem Ort Menschen zusammen. Seine Geschichte ließ sich bis in die Steinzeit zurückverfolgen. Als die alten Griechen hier eintrafen, nannten sie die Stadt Heptanesia, »sieben Inseln«. Mumbai hatte seitdem den Aufstieg und Niedergang vieler Dynastien und Herrscher erlebt. Es war zahllose Male in Blut getauft und wiedergeboren worden, bevor das Land seine Unabhängigkeit erhielt.

Solche historischen Überlegungen lagen den beiden Highschool-Schülern, die durch die hell erleuchteten Straßen schlenderten, allerdings fern. Nayana fiel auf, dass Sahej sorgfältig darauf achtete, Distanz zu ihr zu halten.

»Warum, Sahej? Warum können wir einander nicht nahekomen?«  
Nayana wählte ihre Worte sorgfältig.

Sahej wirkte überrascht. »Nayana, weißt du es wirklich nicht?«

»Was wissen?«

»Meinen Familiennamen?«

»Die Schulen und das virtuelle Klassenzimmer schützen deinen Nachnamen, als wärst du der Sprössling eines großen Stars oder einer berühmten Familie.«

»Im Gegenteil, sie tun es deshalb, weil sie kein Unbehagen auslösen wollen.«

»Was für ein Unbehagen?«

»Früher wurde es als das Gefühl, *unrein* zu sein, beschrieben.«

»Du meinst deine Kaste? Aber das ganze System wurde schon vor Jahren verboten.«

Sahej lachte bitter. »Nur weil es gesetzlich nicht länger erlaubt ist und keine Schlagzeilen mehr macht, bedeutet das nicht, dass es nicht mehr existiert.«

»Aber woher sollte die KI davon wissen?«

»Die KI weiß es nicht. Die KI muss die Definition der Kasten nicht kennen. Sie muss lediglich die Vorgeschichte ihrer Nutzer kennen. Selbst wenn wir uns noch so gut verstecken oder unsere Vornamen ändern, sind unsere Daten wie ein Schatten. Und niemand kann seinem Schatten entkommen.«

Nayana dachte darüber nach, was ihre Mutter gesagt hatte, dass KI nur das lernt, was ihr Menschen beibringen. Sie wälzte den Gedanken hin und her und blickte dann Sahej an. »Du willst also sagen, dass KI die unsichtbare Diskriminierung in unserer Gesellschaft identifiziert und quantifiziert.«

Sahej machte ein ernstes Gesicht, aber zugleich lächelte er sanft. »Ich hätte es fast vergessen. Da ist auch noch die Farbe meiner Haut. Das Sanskrit-Wort *varna* bedeutete einst sowohl *Kaste* als auch *Farbe*.«

»Es ist alles so absurd!«

»Nein, es ist die Wirklichkeit. Und in der Wirklichkeit können Frauen einer niederen Kaste mit Männern aus einer höheren Kaste zusammensein und sie auch heiraten. Aber umgekehrt wird das nie akzeptiert werden. Der gute Ruf der Familie des Mädchens würde beschädigt.«

»Aber interessiert sich KI wirklich für diese Dinge?«

»Selbstverständlich interessiert sich KI nicht für unsere alten gesellschaftlichen Sitten. Sie interessiert sich lediglich dafür, die Prämie so günstig wie möglich zu machen. Und deshalb will GI verhindern, dass wir zusammen sind.«

Als Nayana Sahej »zusammen« sagen hörte, spürte sie, wie ihre Ohren heiß wurden.

»Objektive Funktionsmaximierung.«

»Was?«

»Menschen geben der KI ihr Ziel vor. Dieses besteht in diesem Fall darin, die Versicherungsbeiträge so weit wie möglich zu senken. Dann tut die KI alles Mögliche, um dieses Ziel zu erreichen. Alles andere berücksichtigt die KI nicht, erst recht nicht, ob wir glücklich sind oder nicht. Maschinen sind nicht intelligent genug, um all die Gefühle, die sich hinter diesen Daten verbergen, zu interpretieren. Außerdem sind

diese Ungerechtigkeiten und Vorurteile noch immer da. KI lüftet lediglich diesen Schleier der Scham.«

»Wieso weißt du so viel darüber?«

Sahej lächelte verhalten. »Weil ich aufs Imperial College gehen will, um ein KI-Ingenieur zu werden. Auf diese Weise kann ich mithelfen, sie zu verändern.«

Sie kamen an die Kreuzung in der Nähe von Nayanas Zuhause, und Sahej blieb stehen, um sich auf den Abschied vorzubereiten.

»Aber warum können wir nicht sofort damit anfangen?«, sagte Nayana. »Wie können wir es nur zulassen, dass KI unser Schicksal bestimmt? Wie diese Vorhersagen auf FateLeaf, die vor Tausenden von Jahren niedergeschrieben wurden.«

Ein seltsamer Ausdruck erschien auf Sahejs Gesicht. »Hast du FateLeaf geöffnet, seit du dich mit GI verbunden hast?«

»Puh, ich habe die Nase so voll von diesem kleinen goldenen Elefanten. Was hat das mit FateLeaf zu tun?«

»FateLeaf gehört zur GI-App-Familie wie MagiComb und Cheapon. Wenn man sich mit den Klauseln zur Datenweitergabe einverstanden erklärt, erhält man treffgenauere Prophezeiungen.«

»Na klar! Wieso bin ich nicht früher darauf gekommen? Dann sind die sogenannten Orakel der Nadi-Blätter gar nicht echt.« Nayana wusste nicht, ob sie über diese Erkenntnis frohlocken oder sich hintergangen fühlen sollte.

Sahej blieb stehen und betrachtete das Mädchen vor sich. Er deutete auf die Straße, die er nehmen wollte, um nach Hause zu gehen.

»Diese Straße führt dorthin, wo meine Familie lebt. Sie verläuft durch das Neubaugebiet Dharavi. Früher drängten sich in diesem 2,4 Quadratkilometer großen Slum mehr als 1 Million Menschen. Touristen kamen, um Fotos zu machen, aber niemand wollte bleiben. Die Regierung wandelte das Gebiet irgendwann in eine lebenswerte Wohngegend für Durchschnittsbürger um. Aber ich verspreche dir: Wenn du jemals auch nur in die Nähe von Dharavi kommst, wird dich deine GI mit Ansteckungsalarmen oder Warnungen, kein Wasser zu trinken, überhäufen. Die App wird dich inständig bitten, dich fernzuhalten. Nayana, ich schätze deinen Sinn für Gerechtigkeit, aber dieser Weg da

ist einfach nichts für Menschen wie dich. Die Welt ist auf deiner Seite, nicht auf dieser Seite. Wenn wir schon von Schicksal reden, dann liegt unser Schicksal dort.«

»Bring mich dorthin.« Nayana erschrak kurz darüber, wie rasch ihr die Worte über die Lippen gekommen waren, trotzdem machte sie einen Schritt nach vorn. »Ich will beweisen, dass ich nicht die Person bin, für die du mich hältst.«

Sahej neigte den Kopf. »Bist du sicher?«

Nayana warf einen Blick auf die Straße, die in eine verbotene Höhle im Herzen von Mumbai führte. Sie hatte Angst, aber sie erinnerte sich daran, was ihre Mutter ihr gesagt hatte: »Manche Risiken sollte man eingehen.«

Sahej lächelte, beugte seine Arme und verneigte sich wie ein Gentleman, während er ihr mit einer Geste bedeutete, loszugehen. »Wie du willst.«

Das junge Paar ging tiefer in die alte Stadt hinein, wo Jahrhunderte der Renovierung und Erneuerung in jedem Winkel ihre Spuren hinterlassen hatten. Alte und neue Hochhäuser säumten ihren Weg.

»Also sagst du mir jetzt endlich, warum um alles in der Welt du mir einen Krähenkopf geschnitzt hast?«

»Mein Tierkreiszeichen ist die Krähe, auch wenn ich vielleicht im Umgang mit anderen unbeholfener bin als die meisten Krähen.«

»So einfach ist das?«

»So einfach ist das!«

Nayanans Smartstream vibrierte mit zunehmender Frequenz. Sie wusste, dass jede Vibration ein Alarm von diesem kleinen goldenen Elefanten war, der versuchte, sie zu schützen, indem er sie aufforderte, sich von der Gegend zu entfernen, die früher einmal das größte Slum der Welt gewesen war. Durch Anreize wollte er sie dazu bringen, ihrer Armut, ihren Infektionskrankheiten, der Diskriminierung und den *Unberührbaren*, zu denen auch der Junge neben ihr gehörte, den Rücken zu kehren.

Sie zog ihren Kragen straff und ging neben ihrem Begleiter weiter.



## ANALYSE

- > DEEP LEARNING
- > BIG DATA
- > INTERNET- UND FINANZANWENDUNGEN
- > KI-EXTERNALITÄTEN

**D**ie Vorteile der Ganesh Insurance – die sich auf Deep-Learning-basierte KI stützt – sind in der Erzählung »Der goldene Elefant« offensichtlich. Nayanans Mutter, Riya, spart mithilfe der Schnäppchen-App des Programms. Ihr Vater, Sanjay, hat mit dem Rauchen aufgehört und fährt vorsichtiger. Selbst ihr Bruder ernährt sich gesünder, nachdem KI wegen seines erhöhten Diabetes-Risikos Alarm geschlagen hat. Eine solche Serie von Apps, die auf dem Smartstream (das Handy des Jahres 2041) laufen und die sich personalisierte Anregungen für gesünderes Verhalten und mehr Wohlbefinden zunutze machen, könnte Menschen helfen, länger, gesünder und finanziell besser abgesichert zu leben. Hat die Sache einen Haken? Diese Frage der Kosten-Nutzen-Abwägung steht im Mittelpunkt der Erzählung, die in das grundlegende KI-Konzept des Deep Learning einführt.

Deep Learning ist eine bahnbrechende neue KI-Methode. Unter den vielen Teilgebieten der KI ist maschinelles Lernen das Feld, das die erfolgreichsten Anwendungen hervorgebracht hat, und innerhalb des maschinellen Lernens ist Deep Learning die bedeutendste Innovation – und zwar so sehr, dass die Termini »KI«, »maschinelles Lernen« und »Deep Learning« manchmal (wenn auch ungenau) synonym verwendet werden. Deep Learning sorgte im Jahr 2016 in der KI für Furore, als es den spektakulären Sieg von AlphaGo über einen menschlichen Gegenspieler beim Go, dem beliebtesten, intellektuell anspruchsvollen Brettspiel Asiens, ermöglichte. Nach diesem schlagzeilenträchtigen Durchbruch wurde Deep Learning zu einem zentralen Bestandteil der meisten kommerziellen KI-Anwendungen, und es spielt in den meisten der in *KI 2041* zusammengestellten Geschichten eine Rolle.



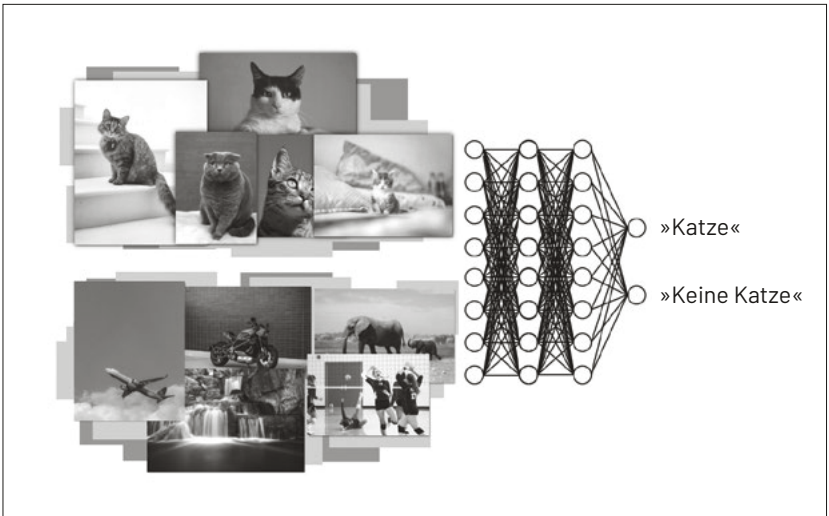
»Der goldene Elefant« erkundet sowohl das atemberaubende Potenzial von Deep Learning als auch seine potenziellen negativen Auswirkungen wie etwa die Aufrechterhaltung von Vorurteilen. Wie also entwickeln, trainieren und nutzen Forscher Deep Learning? Wo liegen seine Grenzen? Wie wird Deep Learning von Daten angetrieben? Wieso sind das Internet und der Finanzsektor die beiden Wirtschaftszweige, die zunächst das größte Potenzial für KI-Anwendungen bieten? Unter welchen Bedingungen erbringt Deep Learning die besten Resultate und warum? Was sind die Kehrseiten und Fallstricke der KI?

## WAS IST DEEP LEARNING?

Inspiziert von den dichten Neuronengeflechten in unserem Gehirn, konstruieren Deep-Learning-Anwender geschichtete künstliche neuronale Netze mit Eingabe- und Ausgabeschichten. Daten werden in die Eingabeschicht des Netzes eingespeist, und die Ausgabeschicht des Netzes stößt ein Ergebnis aus. Zwischen der Eingabe- und der Ausgabeschicht können Tausende Zwischenschichten liegen – daher der Name »tiefes« Lernen.

Viele glauben, KI würde von Menschen mit spezifischen Regeln und Handlungen »programmiert« oder »unterrichtet«, wie zum Beispiel »Katzen haben spitze Ohren und Schnurrhaare«. Aber Deep Learning funktioniert tatsächlich besser ohne diese äußeren menschlichen Regeln. Stattdessen werden viele Beispiele eines bestimmten Phänomens in die Eingabeschicht eines Deep-Learning-Systems eingespeist, zusammen mit der »richtigen Antwort« in die Ausgabeschicht. Auf diese Weise kann das Netzwerk zwischen der Eingabe- und der Ausgabeschicht »trainiert« werden, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, die richtige Antwort auf eine bestimmte Eingabe zu erhalten.

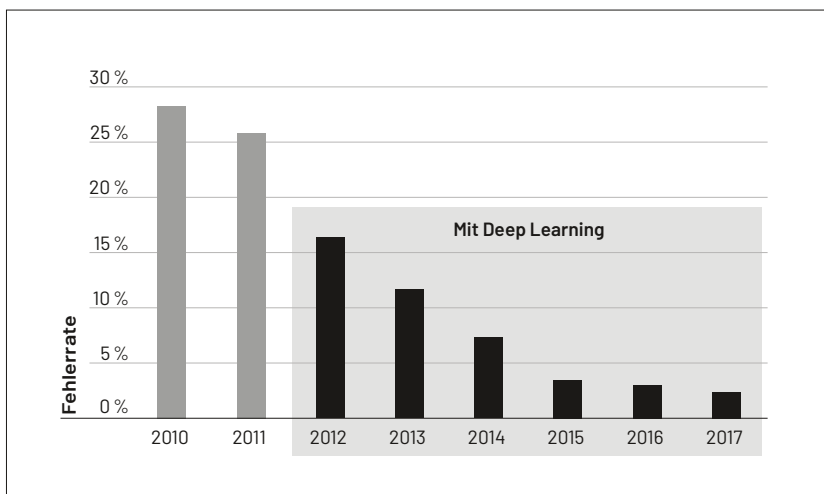
Stellen Sie sich zum Beispiel vor, dass Forscher einem Deep-Learning-Netz beibringen wollen, zwischen Fotos, auf denen Katzen abgebildet sind, und solchen, auf denen keine Katzen abgebildet sind, zu unterscheiden. Zunächst könnte ein Forscher Millionen von Probefotos mit den Kennzeichnungen »Katze« oder »Keine Katze« in die Eingabeschicht einspeisen, wobei »Katze« oder »Keine Katze« bereits in der Ausgabeschicht festgelegt ist. Das Netzwerk wird trainiert, selbst herauszufinden, welche Merkmale



**Abbildung 2: Neuronales Deep-Learning-Netz, das darauf trainiert wird, Bilder von Katzen im Gegensatz zu Bildern ohne Katzen zu erkennen**

in den Millionen von Bildern am hilfreichsten sind, um »Katze« von »Keine Katze« zu unterscheiden. Dieses Training ist ein mathematischer Prozess, der die Millionen (manchmal sogar Milliarden) von Parametern in dem Deep-Learning-Netz anpasst, um die Wahrscheinlichkeit zu maximieren, dass eine Katzenbild-Eingabe zu einer »Katze«-Ausgabe führt, und dass eine Nicht-Katzenbild-Eingabe zu einer »Keine Katze«-Ausgabe führt. Abbildung 2 zeigt ein solches neuronales Deep-Learning-Netz der »Katzenerkennung«.

Während dieses Prozesses wird Deep Learning mathematisch trainiert, um den Wert einer »objektiven Funktion« zu maximieren. Im Fall der Katzenerkennung ist die objektive Funktion die Gesamtwahrscheinlichkeit richtiger Erkennungen von »Katze« gegenüber »nicht Katze«. Sobald dieses Deep-Learning-Netz »trainiert« ist, ist es im Grunde genommen eine riesige mathematische Gleichung, die an Bildern getestet werden kann, die es noch nicht gesehen hat, und es zieht »Schlussfolgerungen« bezüglich der Anwesenheit oder Abwesenheit von Katzen. Mit der Einführung von Deep Learning wurden KI-Fähigkeiten in vielen Bereichen erstmals



**Abbildung 3: Deep Learning führte zu einem drastischen Rückgang der Fehlerrate bei der computerbasierten visuellen Objekterkennung**

anwendbar. Die Balken in Abbildung 3 zeigen den drastischen Rückgang der Fehlerquote bei der Bilderkennung vor und nach der Anwendung von Deep Learning.

Deep Learning ist eine vielseitig anwendbare Technologie, das heißt, sie kann in beinahe jedem Bereich für Wiedererkennung, Vorhersage, Klassifizierung, Entscheidungsfindung oder Synthese eingesetzt werden. Nehmen wir zum Beispiel Versicherungen wie die in der Erzählung »Der goldene Elefant«. Das Deep-Learning-Netz, mit dem die Apps der Ganesh Insurance arbeiten, wurde darauf trainiert, die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, mit der ein Versicherungsnehmer ernsthafte Gesundheitsprobleme entwickeln wird, und dann die Prämien entsprechend festzusetzen.

Um ein Netz darauf zu trainieren, diejenigen, bei denen gravierende Gesundheitsprobleme zu erwarten sind (und die entsprechend hohe Versicherungsansprüche geltend machen werden), von denjenigen zu unterscheiden, bei denen dies nicht der Fall sein wird, würden die KI-Algorithmen von Trainingsdaten lernen, die alle bisherigen Antragsteller und ihre medizinischen Vorgeschichten, die bislang geltend gemachten Versicherungsansprüche und familiäre Informationen umfassen. Jeder Fall würde in der Ausgabe-

schicht mit dem Vermerk »Meldet hohe Leistungsansprüche bei der Versicherung an« oder »Meldet keine hohen Leistungsansprüche bei der Versicherung an« gekennzeichnet werden. Nachdem die KI diesen Datenfundus im Trainingsprozess verarbeitet hat, könnte sie die Wahrscheinlichkeit abschätzen, mit der jeder neue Antragsteller einen erheblichen Leistungsanspruch geltend machen wird, und entscheiden, ob der Versicherungsantrag angenommen werden sollte oder nicht, und, falls ja, wie hoch der Beitrag sein sollte. Man beachte, dass in diesem Szenario kein Mensch jemals beurteilen müsste, ob ein Antragsteller ein Versicherungsrisiko darstellt oder nicht. Stattdessen werden die Einstufungen ausschließlich auf »Grundwahrheiten« gestützt (zum Beispiel, ob ein Versicherungsnehmer schon einmal hohe Forderungen gegen seine Versicherung geltend gemacht hat).

## ERSTAUNLICHE FÄHIGKEITEN, ABER MIT GRENZEN

Der erste wissenschaftliche Aufsatz, in dem Deep Learning beschrieben wird, geht auf Jahr 1967 zurück. Bis die Technologie Früchte trug, dauerte es allerdings fast 50 Jahre. Der Grund dafür ist, dass Deep Learning große Datenmengen und eine hohe Rechenleistung erfordert, um ein künstliches neuronales Netz zu trainieren. Wenn Rechenleistung der Motor der KI ist, dann sind Daten der Treibstoff. Erst im letzten Jahrzehnt sind Rechner hinreichend schnell geworden und stellen ausreichend Daten zur Verfügung. Heute verfügt Ihr Smartphone über eine Rechenleistung, die mehrere Millionen Male höher ist als die der NASA-Computer, die Neil Armstrong 1969 zum Mond schickten. In ähnlicher Weise ist das Internet des Jahres 2020 fast 1 Billion Mal größer als das Internet von 1995.

Obwohl Deep Learning vom menschlichen Gehirn inspiriert worden ist, arbeiten die beiden sehr unterschiedlich. Deep Learning benötigt viel mehr Daten als das menschliche Gehirn, aber sobald es einmal mit großen Datenmengen trainiert wurde, schneidet es bei vorgegebenen Aufgaben deutlich besser ab als Menschen, insbesondere bei quantitativen Optimierungen (wie der Auswahl einer Werbeanzeige, um die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Produkt gekauft wird, zu erhöhen; oder dem Erkennen eines Gesichts unter 1 Million Gesichtern). Während Menschen nur einer begrenzten Zahl von

Dingen gleichzeitig ihre Aufmerksamkeit schenken können, entdeckt ein Deep-Learning-Algorithmus, der mit einer riesigen Menge an Informationen trainiert wurde, Korrelationen zwischen verborgenen Merkmalen der Daten, die so subtil oder komplex sind, dass wir Menschen sie nicht verstehen und vielleicht nicht einmal bemerken.

Außerdem kann Deep Learning, das mit großen Datenmengen trainiert wurde, auf einzelne Nutzer maßgeschneidert werden. Dabei stützt es sich auf die Muster, die in den Daten dieses Nutzers erkennbar sind, und ähnliche Muster, die bei anderen Nutzern beobachtet wurden. Wenn Sie zum Beispiel die Webseite von Amazon besuchen, dann stellt deren KI spezifische Produkte heraus, die Sie zum Kauf verleiten und dafür sorgen sollen, dass Sie hier möglichst viel Geld ausgeben. Und wenn Sie eine Facebook-Seite aufmachen, zeigt Ihnen Facebook Inhalte, die die Anzahl der Minuten, die Sie auf Facebook verweilen, maximieren soll. Die KI von Amazon und Facebook ist maßgeschneidert, das heißt, beide zeigen jedem Nutzer verschiedene, personalisierte Inhalte. Die mir dargebotenen Inhalte funktionieren bei mir vielleicht hervorragend, während sie bei Ihnen womöglich gar nicht ziehen. Diese maßgeschneiderte Genauigkeit ist sehr viel erfolgreicher darin, Klicks und Käufe zu produzieren, als eine Vorgehensweise nach Schema F, wie sie von traditionellen statischen Webseiten praktiziert wird.

Aber so leistungsfähig Deep Learning auch ist, es ist keine Patentlösung. Während Menschen – anders als KI – nicht in der Lage sind, riesige Datenmengen gleichzeitig zu analysieren, haben sie die einzigartige Fähigkeit, sich bei der Entscheidungsfindung auf Erfahrungen, abstrakte Konzepte und den gesunden Menschenverstand zu stützen. Dagegen funktioniert Deep Learning nur dann gut, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind: sehr große Mengen an sachdienlichen Daten, ein eng begrenzter Anwendungsbereich und eine konkrete objektive Funktion, die optimiert werden soll. Wenn eine dieser Voraussetzungen nicht gegeben ist, kann Deep Learning scheitern. Zu wenige Daten? Dann hat der Algorithmus nicht genügend Beispiele, um relevante Korrelationen zu entdecken. Mehrere Anwendungsgebiete? Der Algorithmus kann gebietsübergreifende Korrelationen nicht erkennen und erhält nicht genug Daten, um alle Kombinationen abzudecken. Eine zu breite objektive Funktion? Der Algorithmus hat keine klaren Richtlinien, um seine Optimierung zu verbessern.

	Menschliches Gehirn	KI-Gehirn (Deep Learning)
Zum Lernen benötigte Daten	wenige Datenpunkte	riesige Datenmengen
Quantitative Optimierung und Matching (ein Gesicht unter 1 Million Gesichter heraussuchen)	schwer	leicht
Für jede Situation maßschneidern (jedem Nutzer ein anderes Produkt zeigen, um möglichst viele Käufe zu generieren)	schwer	leicht
Abstrakte Konzepte, analytisches Denken, Alltagsverstand und Einsicht	leicht	schwer
Kreativität	leicht	schwer

**Tabelle 1: Stärken und Schwächen des menschlichen und des KI-gestützten »Denkens«**

Es ist wichtig, zu verstehen, dass das »KI-Gehirn« (Deep Learning) ganz anders arbeitet als das menschliche Gehirn. Tabelle 1 verdeutlicht die wichtigsten Unterschiede.

## ANWENDUNGEN IM INTERNET UND IM FINANZSEKTOR

In Anbetracht der Stärken und Schwächen des Deep Learning ist es nicht weiter verwunderlich, dass die größten Internetunternehmen die ersten Nutznießer dieser Form von Künstlicher Intelligenz sind. Tech-Giganten wie Facebook und Amazon besitzen die meisten Daten, die oft durch Aktionen von Benutzern automatisch markiert werden. (Hat der Benutzer geklickt oder gekauft? Wie viele Minuten blieb der Benutzer auf einer Seite?) Diese Benutzeraktionen stehen in direktem Zusammenhang mit einer Geschäftskennzahl (entweder Umsatz oder Klicks), die maximiert werden soll. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, kann eine App oder eine Plattform zu einer Gelddruckmaschine werden. Je mehr Daten die Plattform sammelt, umso