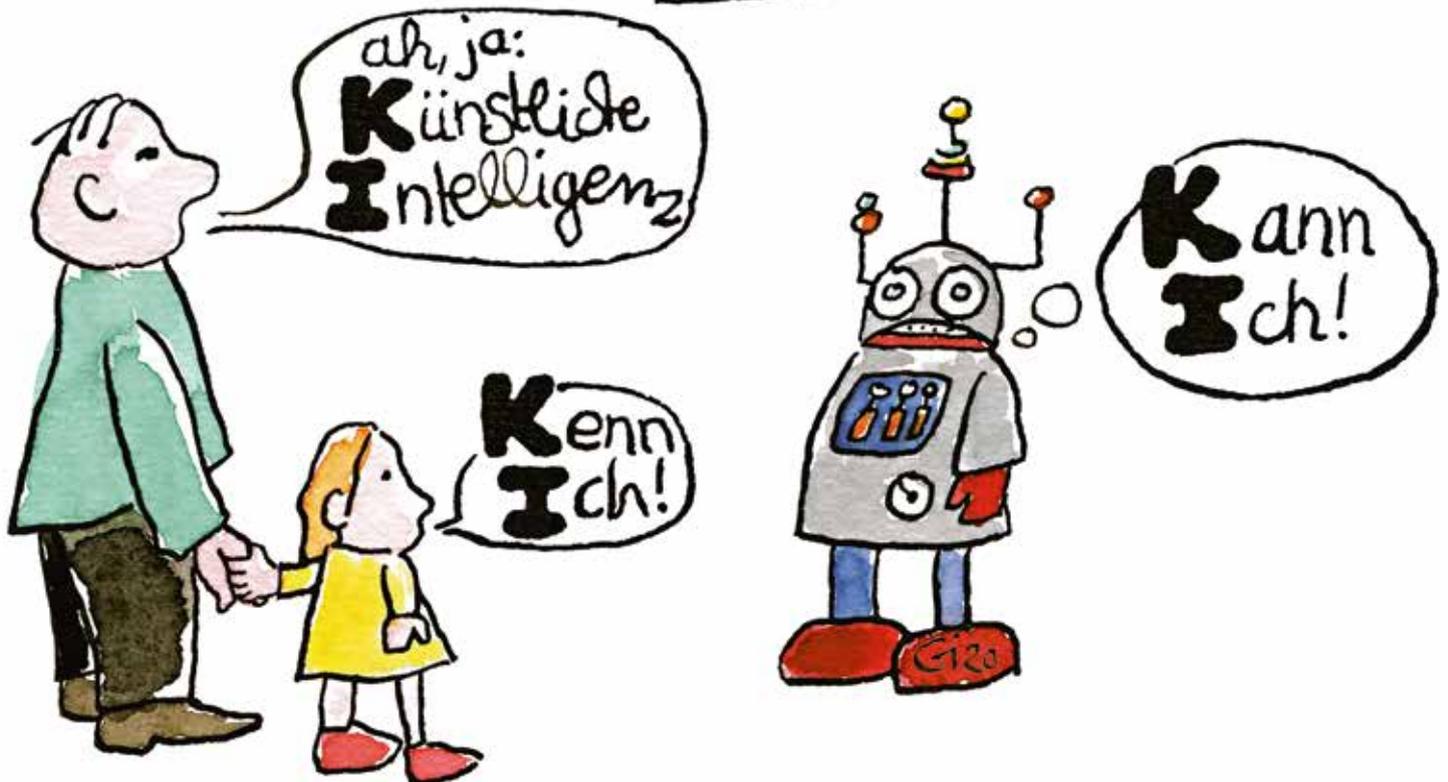
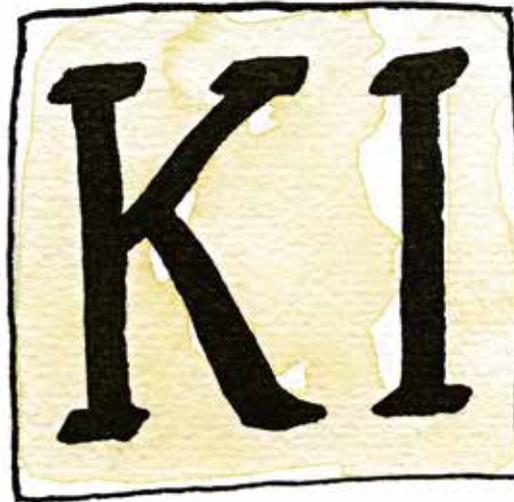


Können Maschinen denken? Intelligente Maschinen sollen den Menschen entlasten, nicht ersetzen
Wie alles anfang Ein Interview mit Professor Wolfgang Bibel, Mitbegründer der deutschen KI-Forschung
Im Labyrinth der Sprachen Über die Mühsal, Computern das Sprechen und Übersetzen beizubringen

KULTUR & TECHNIK

Künstliche Intelligenz

Notizen zur Geschichte einer noch jungen, doch äußerst produktiven wissenschaftlichen Disziplin



FÜHRUNGEN FÜR MITGLIEDER

Im Zuge der Vorsichtsmaßnahmen, um die Ausbreitung des Coronavirus zu verlangsamen, waren die Gebäude des Deutschen Museums bis 11. Mai 2020 geschlossen. Auch nach der Öffnung mit den notwendigen Sicherheitsauflagen werden Führungen im bekannten Format zunächst nicht möglich sein.

Treffpunkt Führungen

Sie müssen aber nicht ganz auf Führungen verzichten. Kennen Sie schon unsere neuen virtuellen Führungen?

Gestartet sind wir am 18. März mit einer Führung durch die Historische Luftfahrt. Am selben Tag gab es noch eine 360°-Führung durch die Physik und eine durch die Sonderausstellung Kosmos Kaffee. Am 20. März folgte eine Tour durch die Pharmazie-Abteilung. Auch wenn Sie bei der Premiere nicht live dabei waren, können Sie sich die Führungen jederzeit anschauen.

Den Link zur Youtube-Playlist finden Sie auf unserer Homepage bei den digitalen Angeboten, dort können Sie die Führungen jederzeit neu starten.

Sie fragen sich, wie das funktionieren kann?

Ein Filmteam nimmt „hinter den Kulissen“ eine Reihe von Rundgängen und 360°-Touren auf, natürlich unter Beachtung der nötigen Sicherheits- und Schutzmaßnahmen, die dann live auf Youtube übertragen werden.

Bei der 360°-Variante, kann man sich während der Führung in alle Richtungen umschaun – fast wie bei einem „echten“ Museumsbesuch!

Weitere digitale Führungsformate sind geplant. Hoffentlich schon bald können Sie als virtuelle Besucherin oder Besucher nicht nur einen Livestream verfolgen, sondern auch mit dem Guide in Kontakt treten. So als würden Sie ihm gegenüberstehen und sich durch die Ausstellung führen lassen – wo auch immer auf der Welt Sie gerade sind.

Alle digitalen Angebote finden Sie unter:

www.deutsches-museum.de/angebote/digitale-angebote

Auf unserer Webseite **www.deutsches-museum.de** und über unseren Mitglieder-Newsletter halten wir Sie auf dem laufenden. Bitte teilen Sie dem Mitglieder-service Ihre E-Mail-Adresse mit, falls noch nicht geschehen. Per Mail an:

mitgliederinfo@deutsches-museum.de



Deutsches Museum





**Liebe Leserin,
lieber Leser,**

am Forschungsinstitut des Deutschen Museums wird sich in den kommenden drei Jahren eine Gruppe junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit der spannenden deutschen Geschichte der KI-Forschung befassen. »IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure: Eine Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland«, lautet der Titel des Projekts. (Dazu ist übrigens in unserer Reihe Preprint auch eine Publikation – *Preprint 15* – erschienen, die Sie auf unserer Webseite unter dem Menüpunkt »Forschung« finden können.)

In der Öffentlichkeit geistert der Begriff »Künstliche Intelligenz« mehr oder weniger kritisch kommentiert, vor allem als Vorstellung von »denkenden Maschinen« durch die Köpfe. Den Pionieren ging es aber zunächst darum, zu verstehen, wie Denkprozesse funktionieren und technisch nachgeahmt werden können. Daraus hat sich im Laufe der Jahre eine enge Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen ergeben. Das spiegelt sich auch in den Beiträgen dieser Ausgabe wieder.

Ein besonderes Highlight ist das Interview mit Professor Wolfgang Bibel, der es sich nicht nehmen ließ, im Anschluss an das Gespräch noch die Rechenmaschinen Z3 und Z4 von Konrad Zuse in unserer Informatikabteilung zu besichtigen. Dorthin sollten Sie ihren nächsten Museumsausflug planen und die spannende Geschichte der Entwicklung der neuen Kommunikationstechnologien durchwandern.

In diesem Zusammenhang ist Ihnen sicherlich schon aufgefallen: In diesem Heft fehlt der gewohnte Veranstaltungskalender. Denn im Zuge der Vorsichtsmaßnahmen, um die Ausbreitung des Coronavirus zu verlangsamen, kann das gewohnte Führungs- und Veranstaltungsprogramm momentan nicht stattfinden. Trotzdem lässt sich mit dem Deutschen Museum weiterhin Wissen erleben: Unter www.deutsches-museum.de bieten wir eine ganze Reihe von Onlinevorträgen und weiteren digitalen Formaten mit spannenden und unterhaltsamen Inhalten aus der Welt der Naturwissenschaft und Technik.

Ein digitales Corona-Angebot gibt es vom Freundes- und Förderkreis (FFK) des Deutschen Museums: Onlineführungen auf YouTube. Das Angebot wird ständig erweitert. Mehr darüber auf den Seiten des FFK in diesem Heft.

Und nicht zu vergessen: Die ganz besondere Note verleihen dieser Ausgabe die hinter sinnigen Illustrationen von Christof Gießler, langjähriger Grafiker des Deutschen Museums, der heute seinen (Un-)Ruhestand genießt.

Ihnen und uns allen wünsche ich, dass wir die derzeitige Pandemie gut überstehen.

Viel Vergnügen beim Lesen. Bleiben Sie gesund!

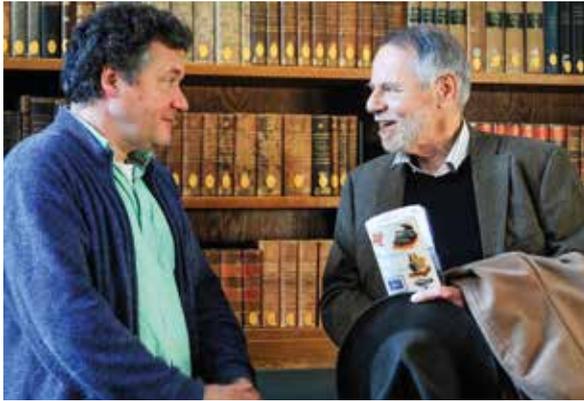
Ihr

Wolfgang M. Heckl
Generaldirektor des Deutschen Museums



6
Die Informatikausstellung bietet einen Blick in die Geschichte der Kommunikationstechnologie.

8
Computer sollen denken lernen. Das ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden.



14
Wolfgang Bibel (rechts) war einer der ersten, der in Deutschland das Potenzial der KI erkannt hat.

18
Die Projektgruppe IGGI erforscht die Geschichte der KI.



22
Die Wirtschaft wird sich dank KI grundlegend verändern.



32
Forscher versuchen, Computern das Sprechen beizubringen. Die Ergebnisse sind noch bescheiden.



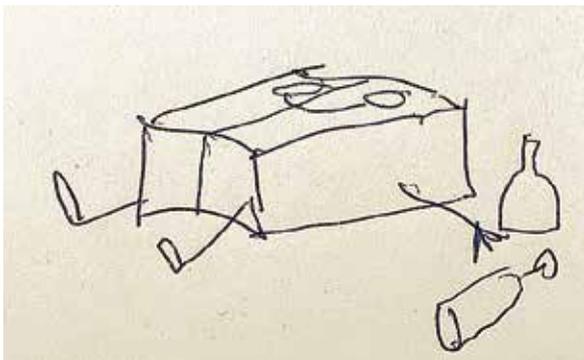
*Ein moralisches Dilemma:
Darf der Tod einer Person in Kauf genommen werden, um möglicherweise viele Leben zu retten?*

38
Wenn Maschinen intelligent handeln, müssen sie sich an ethische Regeln halten.

48
Die digitale Bibliothek



54
Christof Giebler, der diese Ausgabe illustriert hat, ist sich sicher, dass Deep Blue den Sieg über Kasparow mit feinstem Sekt gefeiert hat. Zu seinem Bedauern wurde die Idee von der Redaktion verworfen. Daher blieb es bei der Skizze.



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

- 6** **Kreuz und quer**
... durchs Deutsche Museum | **Von Sabrina Landes**
- 8** **Können Maschinen denken?**
Eine Einführung | **Von Frank Dittmann und Rudolf Seising**
- 14** **Wie alles anfang**
Interview mit Wolfgang Bibel | **Von Rudolf Seising**
- 18** **Eine Geschichte der künstlichen Intelligenz**
Die Projektgruppe IGGI stellt sich vor
- 22** **(Un)heimliche Helfer**
Algorithmen werden die Wirtschaft umkrempeln | **Von Joachim Sokol**
- 28** **Alte Vorurteile neu verpackt**
Wie Daten generiert werden | **Von Katharina Zweig und Melanie Löw**
- 32** **Im Labyrinth der Sprachen**
Wie Computer sprechen lernen sollen | **Von Daniel Schnorbusch**
- 38** **Morallektionen für Roboter**
Philosoph*innen diskutieren über Roboterethik | **Von Janina Loh**
- 44** **Maschinen, die antworten**
Deep Blue schlägt Kasparow | **Von Martina Heßler**

MAGAZIN

- 48** **Googeln Sie noch oder finden Sie schon?**
Der Fachinformationsdienst Geschichtswissenschaft | **Von Christian Winkler**
- 54** **Die Technisierung der Klangwelt**
Phonographen im Deutschen Museum | **Von Johannes Müske**
- 60** **Heimat, Zettelwirtschaft und die Volkskunde**
Die Sammlung von Richard Wossidlo | **Von Jörn Bohlmann**
- 64** **Die neuen Live-Führungen**
Ein virtuelles Angebot des Freundes- und Förderkreises

STANDARD

- 3** **Editorial**
- 66** **Vorschau, Impressum**

Ab 11. Mai 2020 durfte das Deutsche Museum seine Pforten wieder öffnen. In der Hoffnung, dass das vorerst auch so bleibt, haben wir für Sie auch diesmal eine kleine Runde durchs Haus zusammengestellt. Atemschutzmaske nicht vergessen, sonst werden Sie nicht hereingelassen! Von Sabrina Landes, Fotos: Heike Geigl



www.deutsches-museum.de/ausstellungen/lageplan



Treppauf geht es den Schildern nach in die Ausstellung Informatik. Hier dürfen Sie sich ruhig ein wenig Zeit nehmen ... ;-) Es gibt viel zu sehen und zu lesen.



Rechenkünstler

Ebene 3: Informatik

Ein Quantencomputer rechnet heute hundert Millionen Mal schneller als ein normaler PC. Unvorstellbare Datenmengen werden dabei verarbeitet.

Bereits die Sumerer nutzten 2000 Jahre v. Chr. ein mechanisches Rechenggerät: den Abakus. Rechenschieber oder -scheibe und analoge Rechenmaschinen folgten. Fast 400 Jahre nach dem Abakus baute Konrad Zuse das weltweit erste vollautomatische Rechenggerät, die Z3. Ein funktionsfähiger Nachbau wird bei Vorführungen gezeigt.

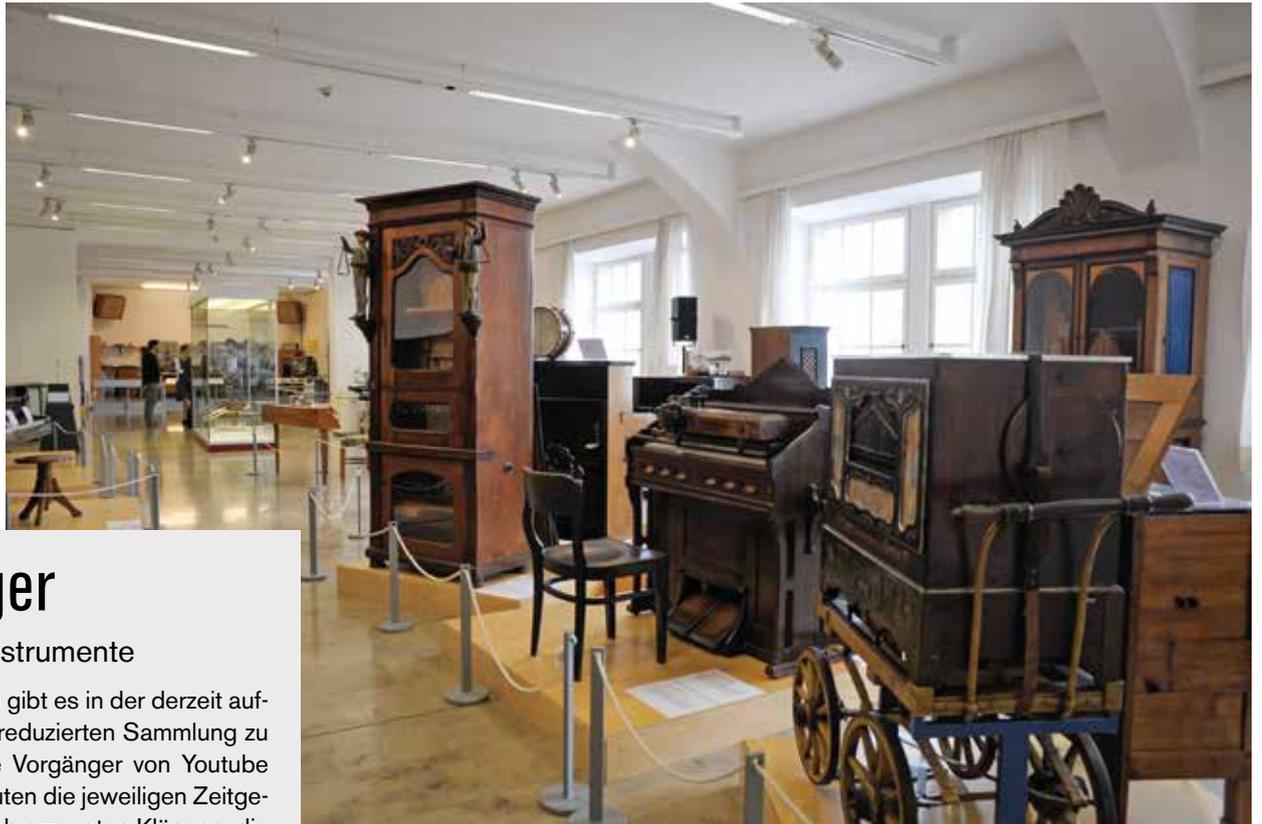
Die Ausstellung bietet neben zahlreichen Originalobjekten anschaulich präsentiertes Hintergrundwissen.



Bild 1: Blick in die Ausstellung Informatik.
Bild 2: Astrolab von 1588.
Bild 3: Addiermaschine von W. Schickard.
Bild 4: Serviceroboter Armar II (2000).



Ehe Sie das Museum verlassen, schauen Sie doch noch einmal kurz bei den Musikinstrumenten vorbei. Anschließend geht es weiter in das Zentrum Neue Technologien.



Tonerzeuger

Ebene 1: Musikinstrumente

Zahlreiche Automaten gibt es in der derzeit aufgrund der Sanierung reduzierten Sammlung zu sehen. Sie waren die Vorgänger von Youtube oder iTunes und erfreuten die jeweiligen Zeitgenossen mit mechanisch erzeugten Klängen, die zuvor auf Lochkarten, Stiftwalzen oder -scheiben »gespeichert« wurden. Im zweiten Teil der Ausstellung finden Sie Elektrophone wie das Trautonium bis hin zum Siemens-Studio für elektronische Musik.



Ruheständler

Ebene 1: Zentrum neue Technologien

Und wer jetzt noch Lust auf (kleine) Roboter hat, der folgt uns durch die Physikabteilung und den Verbindungsgang ins ZNT. Da warten zwei Exemplare geduldig auf ihren Einsatz und bessere Zeiten nach Corona.



Auf der Galerie des ZNT kann man einen kleinen Vorgeschmack auf die neue Ausstellung Robotik bekommen.



Können Maschinen denken?

Spricht man heute von künstlicher Intelligenz, denken viele an Sprachassistenten wie Alexa oder Siri, an autonom fahrende Autos oder an Suchmaschinen.

Aber was bedeutet künstliche Intelligenz eigentlich? Kann Intelligenz tatsächlich technisch hergestellt werden? Von Frank Dittmann und Rudolf Seising

Die englische Bezeichnung »Artificial Intelligence« tauchte das erste Mal 1955 in einem Antrag an die Rockefeller Stiftung auf, die einen interdisziplinären Sommerkurs zu Fragen und Problemen von Automaten und Gehirnmodellen fördern sollte. In diesem Antrag wurden bereits die Stichworte Programmiersprachen, Abstraktion, Kreativität und (natürliche) neuronale Netze erwähnt. John McCarthy, seinerzeit

ein junger Assistent im Fach Mathematik an der Universität von Dartmouth, New Hampshire (USA), hatte gemeinsam mit dem bereits damals führenden Informationstheoretiker Claude Shannon, dem Mathematiker Ray Solomonoff und mit dem befreundeten Junior-Fellow an der Harvard Universität, Marvin Minsky, den zweimonatigen Workshop zum Thema »Artificial Intelligence« organisiert. Im Sommer 1956

traf sich eine kleine Gruppe von Wissenschaftlern, um die Möglichkeiten der Konstruktion von Maschinen zu diskutieren, die intelligentes Verhalten zeigen könnten. Die etwa 30 Teilnehmer kamen aus den unterschiedlichsten Fachgebieten – wie viele es genau waren, lässt sich nicht mehr feststellen, da es im Laufe des Konferenzzeitraums mehr ein Kommen und Gehen als ein Bleiben war; die meisten Eingeladenen nahmen nur wenige Tage teil und niemals waren alle gemeinsam anwesend. Sie alle aber teilten gemeinsame Überzeugungen, nämlich (1) dass die Fähigkeit, die wir Menschen gewöhnlich Intelligenz nennen, auch außerhalb des menschlichen Gehirns stattfinden kann, dass diese (2) formal beschreibbar wäre, und dass (3) das geeignete technische Instrument dazu der Digitalrechner sei, der damals erst seit etwa zehn Jahren existierte.

Der Dartmouth-Workshop wurde legendär, weil daran auch einige jener KI-Pioniere teilgenommen hatten, die später einflussreiche Positionen in der US-amerikanischen Forschungslandschaft einnahmen. Das Treffen gilt als Gründungsakt der Forschungsrichtung Artificial Intelligence (AI), deren Ziel es ist, technische Systeme zu entwickeln, welche Leistungen hervorbringen können, die, wenn Menschen sie vollbringen, intelligent genannt werden. Seither sind über 60 Jahre vergangen und in der Entwicklung der Künstlichen-Intelligenz-Forschung, die heute ein Teilgebiet der Informatik ist, wechselten sich euphorische Phasen mit Zeiten der Ernüchterung ab (»KI-Winter«). Trotz sehr ambitionierter Pläne, großer finanzieller Unterstützung – nicht zuletzt von Seiten des Militärs – und eines enormen Entwicklungsschubs im Bereich der Computerhard- und -software gibt es bis heute kein Programm oder technisches System, das in der Summe ähnlich komplexe Leistungen vollbringen kann wie das menschliche Gehirn – und das obwohl in den letzten 20 Jahren große Fortschritte in den Bereichen Sprach- und Bilderkennung sowie Deep Learning zu verzeichnen sind. Immer noch ist die Funktionsweise dieses einzigartigen Organs in vielen Aspekten weitgehend unverstanden. Um dies zu ändern, startete die Europäische Kommission 2013 das auf zehn Jahre geplante »Human Brain Project«. Ob damit alle Geheimnisse des Gehirns gelüftet werden können, darf bezweifelt werden.

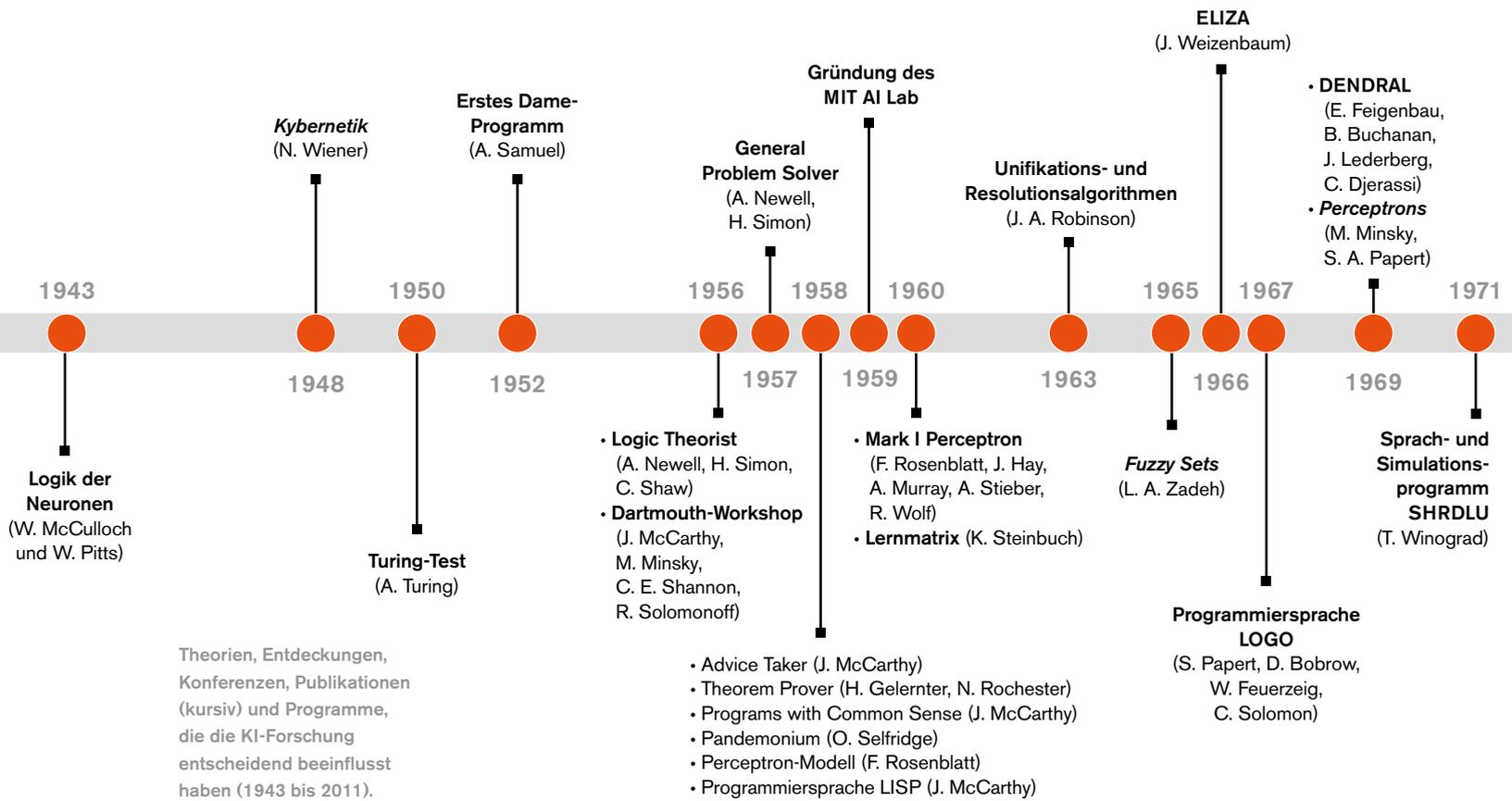
Nachdenken über das Denken

Bereits in der Antike beschäftigte man sich mit dem Denken. So stellte der griechische Philosoph Aristoteles im 4. Jh. v. Chr. mit den Syllogismen Regeln für das folgerichtige Denken auf. Im 13. Jh. entwarf Raimundus Lullus eine Maschine, die logische Aussagen aus der mechanischen Kombination von grundlegenden Begriffen gewinnen sollte, und Gottfried Wilhelm Leibniz arbeitete seit 1670 an einer Rechenmaschine für die vier Grundrechenarten. Im 19. Jahrhundert wiederum entwickelte der Mathematiker George Boole die formale Logik, die er die »Regeln des Denkens« nannte.

Der Topos, dass Maschinen geistige oder intellektuelle Aufgaben übernehmen können, war auch in den 1920er und 1930er Jahren durchaus geläufig. Neben mechanischen Rechengerten zur Erleichterung der Büroarbeit wurden für umfangreichere Datenverarbeitungsaufgaben elektromechanische Lochkartenmaschinen eingesetzt. Bereits 1919 hatte Martin Lebeis die Metapher des »elektrischen Gehirns« verwendet. Im Vorwort des 1939 publizierten Fachbuchs zu Kopiermaschinen mit dem Titel *Fühlergesteuerte Maschinen* stellten die Autoren fest, dass man hier von einer »denkenden« Maschine sprechen könne. Solche Maschinen tasteten ein Master-Werkstück mechanisch ab, übertrugen den Oberflächenverlauf auf ein Werkzeug und kopierten damit die Form. Heute würde man diese Maschine kaum mit Intelligenz bzw. Denken in Verbindung bringen, darum sollten solche Begriffe in den historischen Kontext eingebettet werden. In den 1930er Jahren billigte man selbst Aufzügen zu, »beinahe denken« zu können.

Die Entwicklung der klassischen KI

Der englische Mathematiker Alan Turing, der heute wegen seiner Arbeiten zur Entschlüsselung der Enigma, einer deutschen Kodiermaschine im Zweiten Weltkrieg, bekannt ist, beschäftigte sich sehr intensiv mit dem maschinellen Rechnen und wie dieses sich zum Denken verhält. 1950 hatte er in einem Aufsatz die Frage diskutiert, ob menschliche und maschinelle Intelligenz vergleichbar sind. Dabei entwickelte er einen empirischen Test, bei dem ein Beobachter mit einem Gegenüber über Tastatur und Textausgabe per Fernschreiber kommuniziert. Der Tester darf jede beliebige Frage stellen. Kann er nach einer angemessenen Zeit anhand der



eintreffenden Antworten nicht feststellen, ob sein Kommunikationspartner ein Mensch oder ein Computer ist, müsse man – so Turing – der Maschine Intelligenz zuerkennen. Die Grundannahme ist also, intelligent ist, was sich intelligent verhält bzw. einem menschlichen Beobachter intelligent erscheint. Diese behavioristische Grundannahme wurde seither intensiv diskutiert. Gleichwohl gilt bis heute der Turing-Test als Maßstab für die von Maschinen erreichte Intelligenz. Dabei wurde er inzwischen vom Kommunizieren auf Handeln erweitert, wie etwa der Science-Fiction-Thriller *Ex Machina* von Alex Garland aus dem Jahr 2015 zeigt. *Der Spiegel* fasste im April 2015 dessen Grundaussagen folgendermaßen zusammen: »Und was, wenn das erschaffene Wesen so schlau ist, dass es selbst den klügsten Meister austricksen kann? Wie verantwortlich gehen wir mit den technischen Errungenschaften um, die wir im Turbotempo erfinden?«

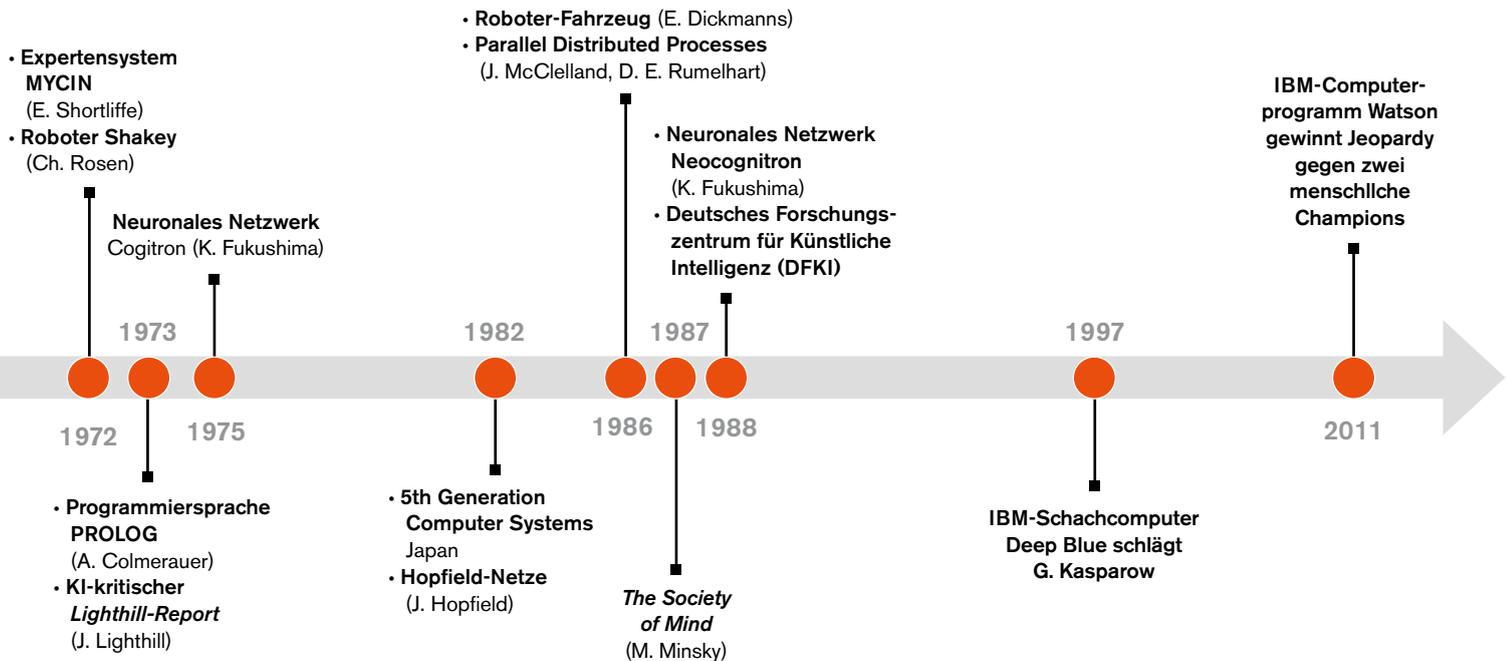
Automatisches Problemlösen

Seit den 1950er Jahren arbeitet man intensiv daran, die kognitiven Fähigkeiten von Menschen auf Maschinen zu übertragen. Bereits 1957 programmierten Allen Newell und Herbert A. Simon, beide Teilnehmer an der Dartmouth-Konferenz, den sogenannten General Problem Solver (GPS), um die menschliche Vorgehensweise beim Problemlösen zu simulieren. Im Umkreis von Marvin Minsky arbeiteten verschiedene Wissenschaftler am MIT an der Lösung spezieller Probleme in sogenannten Mikrowelten. Bekannt wurde die »Blockwelt«, die aus mehreren und verschieden geformten Spielzeugklötzen bestand, die von einem Roboterarm ver-

soben und aufeinander gesetzt werden konnten. Bei der Beschäftigung mit den Mikrowelten stießen immer mehr KI-Forschungsprojekte auf dasselbe Problem: Die entwickelten Methoden ließen sich zwar gut an kleinen Beispielen demonstrieren, scheiterten aber beim Übergang zu komplexeren Aufgabenstellungen. Zunächst nahm man an, dass diese Übertragung nur eine Frage der Rechenleistung sei, was sich aber bald als unzutreffend herausstellte. Spezielle Programmiersprachen für KI-Anwendungen sollten die Rechenleistung der Computer besser ausnutzen. Hier sei besonders LISP genannt, eine Listenverarbeitungssprache, die Ende der 1950er Jahre von John McCarthy entwickelt wurde. PROLOG (Programming in Logic) wurde Anfang der 1970er Jahre in Frankreich konzipiert. LOGO wiederum ist eine problemorientierte Sprache, die ursprünglich in den 1960er Jahren von Seymour Papert am MIT auf der Grundlage von LISP entwickelt wurde, um Kindern in spielerischer Form das Programmieren beizubringen.

Wissensbasierte Systeme

Trotz vielfältiger Probleme waren manche Ergebnisse der jungen KI-Forschung auch kommerziell erfolgreich. Das gilt insbesondere für die wissensbasierten Systeme. Eines der ersten Programme dieser Art war DENDRAL, das 1969 unter der Leitung von Edward A. Feigenbaum an der Stanford University entwickelt wurde. Gab man die Summenformel eines Moleküls sowie die Analysedaten aus einem Massenspektrometer ein, lieferte das System die wahrscheinlichsten Molekülstrukturen. Das Expertensystem MYCIN wiederum



unterstützte die Diagnose von Blutinfektionen. Das Wissen lag hier nicht als allgemeines theoretisches Modell vor, sondern war in Form von ca. 450 Regeln implementiert, die aus Experteninterviews gewonnen wurden. Um der Unsicherheit des medizinischen Wissens gerecht werden zu können, wurde zu jeder Diagnose ein Sicherheitswert (Certainty Factor) angegeben.

Bei Vergleichsuntersuchungen erwies sich MYCIN als ähnlich leistungsfähig wie Experten und besser als junge Ärzte. Nachdem nachgewiesen wurde, dass seine theoretischen Grundlagen nicht mit den Axiomen der Wahrscheinlichkeitstheorie verträglich waren, flachte das Interesse an diesem System aber ab. In den 1980er Jahren erlangten wissensbasierte Systeme im Allgemeinen wieder eine Reife, die auch eine wirtschaftliche Nutzung erlaubte.

Im Zentrum einer der letzten großen Visionen der klassischen KI stand das »Computersystem der fünften Generation«. Japan hatte dieses Projekt 1982 mit einem Budget von fast 450 Millionen US-Dollar angekündigt, nicht zuletzt um die technologische Spitzenposition der USA zu unterlaufen. Innerhalb von 10 Jahren sollten Expertensysteme in Personalcomputer integriert werden und die Nutzer mit den Maschinen mittels natürlicher Sprache interagieren. Bekanntlich kamen die sprechenden Computer der fünften Generation niemals auf den Markt, und so verschwand das ambitionierte Projekt bald aus der öffentlichen Diskussion.

Brettspiele als Testfeld der KI

Zu den ersten Anwendungsbeispielen der KI-Forschung gehörte die Simulation von Brettspielen. Schach hat den Nimbus, hohe intellektuelle Qualitäten auszuprägen, und so lag es nahe, das königliche Spiel als Beispiel für kognitive Prozesse heranzuziehen. Da Schach sehr regelhaft ist, meinte der Begründer der Kybernetik Norbert Wiener bereits 1947, dass es relativ einfach sein sollte, die Regeln maschinell umzuset-

zen: »Die Maschine müsste wirklich – mit möglichst hoher Geschwindigkeit – alle ihre eigenen zulässigen Züge und alle zulässigen Gegenzüge des Gegners für zwei oder drei Züge im Voraus durchspielen.«

Auch andere Spiele dienten in der KI als Forschungsobjekte. Bereits 1952 hatte Arthur Samuel bei IBM ein Dame-Programm entwickelt. Es lernte nach kurzer Zeit besser Dame zu spielen als sein Entwickler. Das Programm wurde 1956 im Fernsehen präsentiert und hinterließ einen starken Eindruck beim Publikum. Sowohl Dame als auch Schach sind mit 64 Feldern und relativ wenigen Regeln beschränkte »Welten«. Zunächst versuchte man, das Schachwissen und intuitive Denken eines Schachmeisters nachzubilden. Seit den 1970er Jahren zeigte sich aber, dass die besten Schachcomputer nicht das menschliche Vorgehen imitieren, sondern typische Computerstärken ausspielen, wie effiziente Suchalgorithmen sowie massive Rechenleistung. 1997 bewahrheitete sich Wieners Voraussage schließlich doch: Der damalige Schachweltmeister Garri Kasparow unterlag dem Supercomputer Deep Blue. Aber auch im weitaus komplexeren ostasiatischen Go-Spiel wurde im März 2016 der Südkoreaner Lee Sedol, der bis heute als bester Go-Spieler der Welt gilt, vom Programm AlphaGo in vier von insgesamt fünf Partien geschlagen. Bereits 2011 gelang es dem IBM-Computer Watson, zwei Champions der in den USA sehr beliebten Quizshow Jeopardy zu schlagen. Ziel des Spiels ist es nicht, Antworten auf Fragen zu finden, sondern im Gegenteil, die Frage zu einer gegebenen Antwort – und das innerhalb von 5 Sekunden! Rechenleistung, Geschwindigkeit und enormer Speicherplatz waren hier nicht mehr, wie noch beim Schach, die wichtigsten Erfolgsfaktoren. Vielmehr mussten die Entwickler geeignete Strategien entwickeln, um die in natürlicher Sprache gestellten Aufgaben sinnvoll zu interpretieren, zumal diese bei Jeopardy oft mit Wortspielen durchsetzt sind.



Während in all diesen Fällen die Regeln sowie alle Informationen bekannt sind, trifft das beim Glückspiel, etwa beim Poker, nicht zu. Hier kennt jeder Spieler nur seine eigenen Karten und muss aus dem Verhalten des Gegners die Stärke seines Blatts ableiten, eventuelle Bluffs erkennen und selbst möglichst vorteilhaft setzen, ohne dabei berechenbar zu werden. Aber auch hier haben sich die Maschinen bereits als überlegen erwiesen. 2017 siegten erstmals zwei Teams mit den unterschiedlich konzipierten KI-Programmen DeepStack und Libratus gegen Profispieler. Offensichtlich vermochten Maschinen in allen diesen Fällen kognitive Leistungen zu erreichen, die der Mensch bisher im Anspruch, das einzig intelligente Wesen zu sein, für sich reklamierte.

Sind menschliche und maschinelle Intelligenz vergleichbar?

Sind all diese erstaunlichen Fähigkeiten von Maschinen aber nun tatsächlich vergleichbar mit natürlicher Intelligenz? Der amerikanische Philosoph John Searle stellte dazu folgende Überlegungen an: Es sei zu unterscheiden, ob eine Maschine die Intelligenz eines Menschen imitiert oder ob sie tatsächlich intelligent ist. Er sprach von »schwacher KI« bei solchen Systemen, die leistungsfähige Werkzeuge zur Imitation der

natürlichen Intelligenzleistungen sind, wie beispielsweise das Beweisen logisch-mathematischer Theoreme, die Durchführung von Sortier- und Suchalgorithmen und das Simulieren komplexer Vorgänge wie Wetter- und Klimaentwicklungen oder Katastrophen. Solche Anwendungen sind uns heute sehr vertraut, sie werden etwa zur Spracherkennung und -verarbeitung, für das Computersehen und die Bilderkennung, oder in Expertensystemen eingesetzt, dennoch halten wir die Computer nicht für intelligente Wesen.

»Stark« nannte Searle dagegen die KI solcher Systeme, die tatsächlich kognitive Zustände besitzen, also intelligentes Verhalten nicht nur imitieren. Derartige Systeme gibt es bisher noch nicht. Systeme mit starker künstlicher Intelligenz hätten nämlich Geist und Bewusstsein. Sie wären demnach mit den in der Natur vorkommenden Intelligenzen vergleichbar, die – jedenfalls entsprechend unseren gegenwärtigen wissenschaftlichen Theorien – die Entwicklung eines zentralen Nervensystems und eines Gehirns voraussetzen. KI-Forscher hatten deshalb bereits sehr früh versucht, Nervensysteme mit Hilfe von neuronalen Netzen nachzubauen.

Nachdem der amerikanische Psychologe und Mediziner Warren S. McCulloch und sein Mitarbeiter Walter Pitts bereits 1943 ein logisches Konzept hinter der Aktivität von neuronalen Netzen vermuteten, ging man daran, diese in künstlichen Nervennetzen zu implementieren. Aus der Psychologie wusste man, dass Nerven, die gemeinsam aktiv sind, ihre Verbindungen verstärken. Diese nach dem Psychologen Donald Hebb benannte Regel kommt auch bei den künstlichen neuronalen Netzen zum Einsatz, damit sie sich an ihre Umwelt anpassen können. In der KI-Forschung spricht man dabei vom »Lernen« des Netzes. Nach vielen Jahren der Entwicklung und Verbesserung werden künstliche neuronale Netze heute vielfältig eingesetzt, etwa um Muster in Datenmengen zu finden, denn große Datenbestände, seien es nun Bilder, Töne, Texte oder noch anders geartete Daten, sind für Menschen unüberschaubar (»Big Data«). Künstliche neuronale Netze sind dagegen in der Lage, diese rasch zu durchforsten und nach für den Anwender nützlichen Mustern zu suchen.

*Die erste Superintelligenz
wäre gewissermaßen die letzte
Erfindung der Menschheit.*



Heutige Systeme des maschinellen Lernens sind die Resultate einer Entwicklung von Wissenschaft und Technik, die mit der Erfindung des Computers und dessen Nutzung als Datenverarbeitungsanlage ihren Anfang nahm. Wohin das führen wird, ist ungewiss. Die Zukunftsprognosen sind dabei recht unterschiedlich. Weitreichend ist etwa die Vorstellung, dass in wenigen Jahrzehnten die KI die menschliche Intelligenz übertreffen und sich dann so rasch verbessern könnte, dass der Mensch dahinter zurückbleiben würde. Einer der Hauptvertreter dieser als Posthumanismus bezeichneten Denkrichtung ist der US-amerikanische Autor, Erfinder und Futurist Ray Kurzweil. Die erste Superintelligenz wäre gewissermaßen die letzte Erfindung der Menschheit, da ab diesem Zeitpunkt die weitere (technische) Entwicklung von Maschinen bestimmt würde. Aber soweit muss man gar nicht gehen. Es ist bereits heute offensichtlich, dass der Einsatz von KI-Lösungen in den nächsten Jahren viele Arbeitsinhalte verändern wird. Während man in den 1970er und 1980er Jahren die größten Veränderungen noch im Bereich der Produktion durch den Einsatz von Industrierobotern sah, wird sich die gegenwärtige Digitalisierung auch weit in die geistige Arbeit erstrecken. Die naheliegende Befürchtung ist, dass die Maschinen den Menschen die Möglichkeit der Erwerbsarbeit

nähmen, was zu einer Diskussion über ein bedingungsloses Grundeinkommen geführt hat. Dagegen wird ins Feld geführt, dass sich diese Prognose bereits vor 40 Jahren mit dem Einsatz von Industrierobotern als falsch erwiesen hat und dass heute gerade in den Ländern mit den höchsten technischen Standards die Arbeitslosigkeit am geringsten ist.

Wir sollten nicht nur die Chancen technischer Entwicklungen sehen, sondern die Gesellschaften müssen sich in einem übergreifenden ethischen Diskurs darüber verständigen, was in Zukunft gewünscht ist oder nicht. In dieser Debatte stehen wir erst am Anfang. ■■

Zum Weiterlesen

- M. Lenzen, *Künstliche Intelligenz. Fakten, Chancen, Risiken*. München 2020
- J. Kaplan, *Künstliche Intelligenz*. Frechen 2017
- N. Bostrom, *Superintelligenz. Szenarien einer kommenden Revolution*. Berlin 2014
- N. J. Nilsson, *Die Suche nach Künstlicher Intelligenz. Eine Geschichte von Ideen und Erfolgen*. Berlin 2014
- R. Kurzweil, *Menschheit 2.0. Die Singularität naht*. Berlin 2013
- U. Barthelmess, U. Furbach, *I Robot – uMan. Künstliche Intelligenz und Kultur*. Berlin 2012
- M. Lungarella u. a. (Eds.), *50 Years of Artificial Intelligence*. Berlin 2007
- P. Ahrweiler, *Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Faches*. Münster 1995
- P. McCorduck, *Denkmaschinen. Die Geschichte der künstlichen Intelligenz*. Haar b. München 1987
- H. L. Dreyfus, u. a., *Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition*. Reinbek 1987



Dr. Frank Dittmann

ist Kurator für Energietechnik, Starkstromtechnik und Automation am Deutschen Museum.



PD Dr. Rudolf Seising leitet im Forschungsinstitut des Deutschen Museums das vom BMBF geförderte Forschungsprojekt »IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure: Eine Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland«.

Professor Wolfgang Bibel gilt als Mitbegründer der KI-Forschung in Deutschland. Bereits als junger Wissenschaftler erkannte Bibel das enorme Potenzial dieses noch jungen Fachgebiets, dessen Entwicklung er – gegen zahlreiche Widerstände – erfolgreich vorantrieb. In der Bibliothek des Deutschen Museums sprach Rudolf Seising mit Wolfgang Bibel über Geschichte und Zukunft der künstlichen Intelligenz. Fotos: Heike Geigl

Wie alles anfang



Herr Professor Bibel, was verstehen Sie unter dem Begriff »künstliche Intelligenz?«

Künstliche Intelligenz ist heute in aller Munde. Doch jeder versteht darunter etwas anderes. Die Vorstellungen, was KI ist und leistet, unterscheiden sich extrem zwischen denen, die KI machen und denen, die darüber sprechen und schreiben. Hier ist es hilfreich, sich die historische Entwicklung der Naturwissenschaften vor Augen zu führen. Meines Erachtens kann man grob vier entscheidende Etappen unterscheiden: Ausgehend von der pränaturwissenschaftlichen Phase – also der Zeit, in der keine wissenschaftlichen Experimente durchgeführt wurden, startet die Geschichte der Naturwissenschaften mit Galileo Galilei, der als Erster physikalische Experimente durchführte. In einem weiteren Schritt folgt die lebenswissenschaftlich-biologische Etappe, in der grundlegende Vorgänge des Lebens erforscht werden. Neben diesen experimentell untersuchbaren Phänomenen gibt es aber noch einen dritten Bereich, der naturwissenschaftlich nicht so recht zu fassen ist. Das sind der Geist, die Informationsverarbeitung des Gehirns, psychologische und sensorische Vorgänge. Erscheinungsformen der Existenz, für die es bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts keine Möglichkeiten einer naturwissenschaftlichen Betrachtung gab. Es ist die große Leistung der Entwickler der Wissenschaft von der künstlichen Intelligenz oder »Artificial Intelligence«, einen Weg gefunden zu haben, diese Vorgänge mit naturwissenschaftlichen Methoden zu erforschen und zu beschreiben.

Wo sehen Sie die wichtigsten Stationen, über die sich diese junge Wissenschaft bis heute entwickelt hat?

Eine Reihe von Wissenschaftlern haben den Weg zu KI geebnet. Zu ihnen gehört auch Konrad Zuse der bereits mit seinem Plankalkül Berechnungen angestellt hat, wie man Schachcomputer programmieren könnte, und es gab auch damals schon Überlegungen zur Sprachübersetzung. Auch der Kybernetiker Norbert Wiener und der Neurowissenschaftler Warren McCulloch sind Wegbereiter gewesen. Der

eigentliche Startpunkt der KI-Forschung war 1956. Bei der berühmt gewordenen Dartmouth Conference trafen sich auf Initiative des Logikers und Informatikers John McCarthy zahlreiche Wissenschaftler wie der Mathematiker Marvin Minsky, der Informationstheoretiker Claude Elwood Shannon oder der Computerpionier Nathaniel Rochester. Auf dieser Konferenz wurde der Begriff der künstlichen Intelligenz geprägt.

Ist es richtig, dass sich dann im Wesentlichen fünf Teilgebiete der KI entwickelt haben?

Das sehe ich nicht so. Wie in jeder Wissenschaft haben sich verschiedene Schwerpunkte herauskristallisiert, die aber alle Teilbereiche der KI-Forschung sind. Zunächst ging es darum, Lernverhalten und alle damit zusammenhängenden Eigenschaften intelligenten Handelns zu erforschen.

Zunächst ging es darum, Lernverhalten und alle damit zusammenhängenden Eigenschaften intelligenten Handelns zu erforschen.

Dann ging es darum, wo und wie die theoretischen Erkenntnisse angewendet werden könnten.

Ein erstes Anwendungsgebiet war das Beweisen logischer Aussagen in der Mathematik. Herbert Simon, Alan Newell und Cliff Shaw entwickelten das Programm Logic Theorist, mit dessen Hilfe man logische Aussagen der Mathematik mechanisch beweisen konnte. Der nächste große Forschungsbereich entwickelte sich rund um das Übersetzen natürlicher Sprachen. Dann kamen in den 1970er Jahren die sogenannten Expertensysteme. Ich erinnere mich da an einen Spezialisten für Lokomotivenreparaturen in den USA. Wo immer es Probleme mit Lokomotiven gab, dieser Mann konnte helfen. Man überlegte sich nun, wie man das Wissen dieses Experten vielleicht in einer Maschine weiterleben lassen könnte. Wie kann das, was dieser Mann im Kopf hatte, mit einem Rechner simuliert werden. Sprachverstehen, Sprachübersetzung, automatisches Beweisen, Wissensverarbeitung, Bildverarbeitung, alle sensorischen Fähigkeiten des Menschen, bis hin zu Gerüche erkennen und Tasten: Wir erfahren die Welt mit allen unseren Sinnen und verarbeiten diese Informationen. Kann das ein künstlicher Mechanismus auch? Das waren unsere Forschungsthemen.



Auch die Gehirnforschung hat rasch die Möglichkeiten von KI erkannt. Wie entwickelte sich das Verhältnis zwischen KI-Forschung und Kognitionswissenschaften?

Die Kognitionswissenschaften sind nicht aus den Neurowissenschaften entstanden, sondern sie gingen aus der KI hervor und dann kamen kommerzielle Anreize hinzu. Die KI ist eine Naturwissenschaft mit enormen Anwendungspotenzialen. Als das in den 1970er und vor allem in den 1980er Jahren virulent wurde und sich die KI-Forscher vom Geld verführen ließen, da haben sich die eher an der Kognition Interessierten zur Kognitionswissenschaft zusammengetan – während die KI zu den Anwendungsmöglichkeiten gedriftet ist. Die Neurowissenschaftler gehören zu den biologischen Wissenschaften, sie schauen, wie das Gehirn strukturiert ist. Man betrachtet, was man auf Bildern sehen kann, das ist Biologie und noch keine Informationstechnologie. Dennoch hängen beide Wissenschaften eng miteinander zusammen. Ich bin allerdings der Meinung, dass man allein mit dem Blick ins Gehirn und der Beobachtung, wie da die Elektronen herumsausen, nicht weiterkommt. Denn dadurch versteht man überhaupt nicht, was KI sein könnte.

Wie kam die KI-Forschung nach Deutschland?

Der Computer wurde ja tatsächlich eigentlich von Konrad

Zuse erfunden. Er war zumindest einer der ersten, der den Universalrechner erfand. Aber erst in den 1960er Jahren hat die Regierung das Potenzial dieser Technik erkannt. Mit 20 Jahren Verspätung hat sie begonnen, die Entwicklung der Datenverarbeitung und der Computer in Gang zu setzen. In Amerika gab es das längst. Die KI wurde in Deutschland zu dieser Zeit noch völlig ignoriert. Nur Rechnerbauer und Anwender beschäftigten sich mit Computern.

In Amerika war KI bereits seit mehr als zehn Jahren ein Thema und auch in Deutschland gab es ein paar Forscher, die sich damit beschäftigten – doch keiner wusste vom anderen. 1976 lud Gerd Veenker zu einem ersten Treffen dieses »invisible College« der KI nach Bonn ein. Und ab da nahm dieser Forschungsbereich gut organisiert auch in unserem Land an Fahrt auf. Ein Rundbrief wurde entwickelt – heute eine weltweit anerkannte Zeitschrift namens *KI*. Es gab regelmäßige Konferenzen. Und wir haben uns in der Gesellschaft für Informatik etabliert. Zunächst als kleine Forschungsgruppe – heute sind wir der Fachbereich Nummer 1.

Sie haben sich nie mit dem Begriff »künstliche Intelligenz« anfreunden können. Warum gefällt Ihnen das nicht?

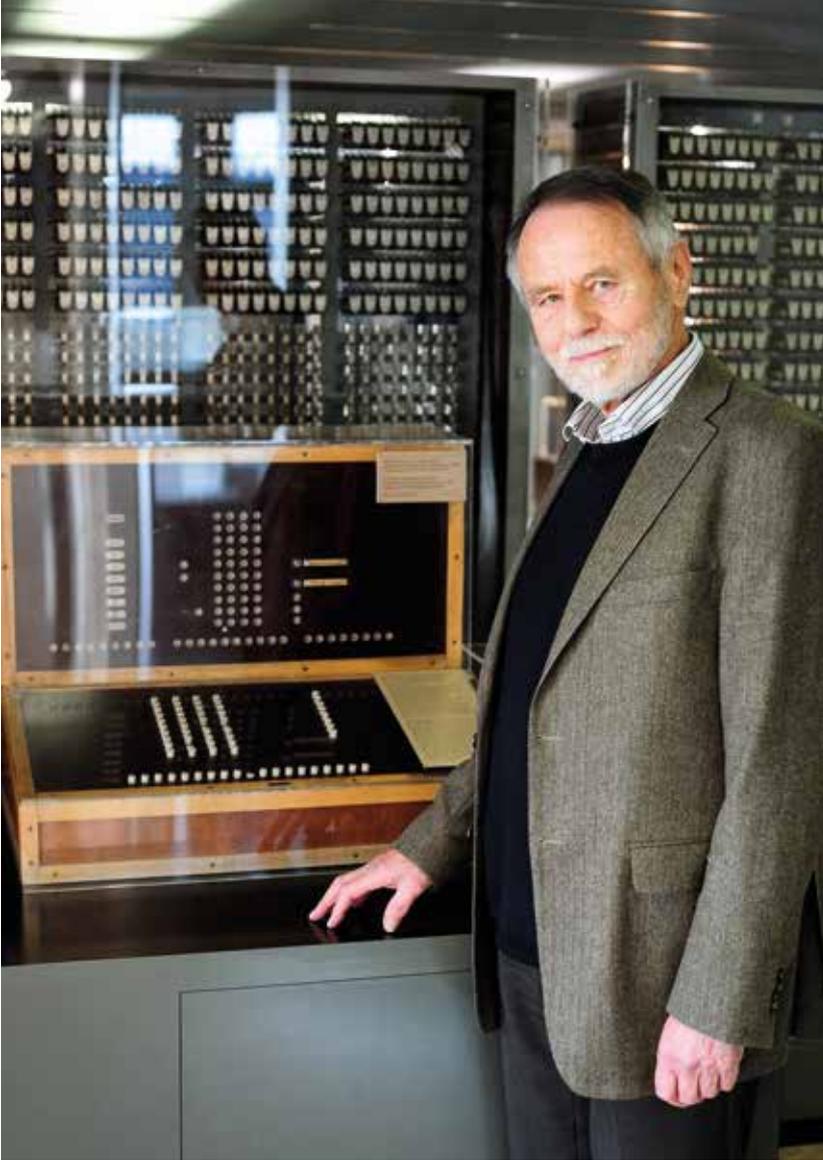
Wir nennen einen Schreiner, der Tische baut, doch auch nicht »Tisch«, sondern »Tischler«. Wir wollen Intelligenz verstehen. Das ist das Objekt der Forschung. Wie kann das Objekt der Name

einer fundamental neuen und repräsentativen Naturwissenschaft sein? Das ist kein Name. McCarthy hat versucht, den Begriff »Cognetics« einzubringen. Allerdings etablieren sich Begriffe nach Gesetzen, die man eigentlich mit KI erforschen könnte (lacht).

Sie haben eine KI-Forschungsgruppe an der TU in München gegründet. Wie kam es zu dieser Gruppe und wie hat sie sich im Laufe der Jahre entwickelt?

Ich habe 1968 an der LMU in der mathematischen Logik promoviert, beim großen Logiker Kurt Schütte. Anschließend habe ich überlegt, in welche Richtung ich mich orientieren soll. Die formale Logik allein war mir zu wenig. Ich wollte neue Dinge erforschen. Es gab eine Gruppe »Mechanisierung der

Ich hoffe, dass wir durch KI mehr Verständnis für unser menschliches Zusammenleben gewinnen.



Professor Wolfgang Bibel vor dem Nachbau der Rechenmaschine Z3 von Konrad Zuse im Deutschen Museum.

Bild Seite 16: Rudolf Seising (links) im Gespräch mit Wolfgang Bibel.

Mathematik« an der TU in München, geleitet von Professor Bauer. Ihm ging es um die Optimierung von numerischer Mathematik. Aber ich sah dieses Forschungsfeld als meine Chance für die Mechanisierung der Mathematik und des automatischen Schließens. Das hat mich gereizt. Betreut wurde ich von Professor Samelson, für die Gruppe zuständig war Herr Langmaak, und der hat uns machen lassen. Ich habe viel Literatur gelesen und durfte Seminare halten über automatisches Beweisen und Logikkalküle. So entstand eine Studentengruppe von 10 bis 15 Personen, die mit mir zusammengearbeitet hat. Das war der Anfang. Wir wurden zu einer der damals größten KI-Gruppen auf diesem Spezialgebiet in Deutschland.

Von der Fakultätsleitung bekamen wir kaum Unterstützung. Mir wurde sogar die Habilitation verweigert. Später aber bewilligte die DFG ein KI-Forschungsprojekt – zum Unwillen meiner Vorgesetzten. So haben wir uns über die Runden in die 1980er Jahre gerettet. Von da an ging ein erster KI-Boom los, durch das »Fifth Generation Computer Systems Project« der Japaner, bei dessen Eröffnungskonferenz ich der einzige eingeladene deutsche Vortragende war. Ich hatte damals schon einen guten Namen und dadurch hatte ich viel Geld bekommen. Wir wurden rasch zu einer uns selbst finanzierenden Gruppe. Aber wir waren völlig isoliert in der TU.

Ich habe damals die Europäische KI-Konferenz European Conference on Artificial Intelligence (ECAI) mitgegründet und die Europäische Gesellschaft für KI (European Associ-

ation for Artificial Intelligence EurAI, früher European Coordinating Committee for Artificial Intelligence, ECCAI) und ich war Präsident der International Joint Conference for Artificial Intelligence (IJCAI) sowie der zugrundeliegenden Organisation IJCAI Inc.

Wie kam es zur Gründung des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI)?

Ich war gut vernetzt mit der Regierung und ich war in den Gremien, die in Deutschland ein großes KI-Zentrum schaffen wollten. Man wollte die 20 Jahre Versäumtes nachholen. Ich habe auch einen Brief an den damaligen bayerischen Ministerpräsidenten Franz Josef Strauß geschrieben, der sehr positiv geantwortet hat. Er beauftragte seine Ministerien, sich die Perspektiven der KI-Forschung genauer anzuschauen. Strauß hat als Politiker erkannt, dass etwas getan werden musste. Aber auch in anderen Bundesländern und auf Bundesebene wurde man über das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) aktiv. Es gab den ersten von der Deutschen Forschungsgesellschaft finanzierten Sonderforschungsbereich (SFB) für KI in Karlsruhe, Saarbrücken und Kaiserslautern. Das war überhaupt der erste SFB, der über Ländergrenzen hinaus gefördert wurde. Diese bereits bestehende Kompetenzbündelung gab den Ausschlag dafür, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz 1988 in Saarbrücken und Kaiserslautern anzusiedeln. In Bayern ist daraufhin das Bayerische Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme (FORWISS) entstanden.

Wie sieht Ihre Vision für die KI-Forschung aus?

Ich hoffe, dass wir durch KI-Forschung auch mehr Verständnis für unser menschliches Zusammenleben gewinnen, weil wir solche Theorien dann experimentell überprüfen können. Das könnte zu einem besseren Miteinander führen. Wir führen Kriege, weil wir uns nicht verstehen. Es ist eine der fundamentalen Herausforderungen unserer Zeit, dass wir mit naturwissenschaftlichen Methoden Erkenntnisse gewinnen, die uns eine bessere Politik und ein besseres Miteinander ermöglichen.

Allerdings sehe ich nicht, dass das derzeit ein Thema an den Hochschulen oder in der Politik ist. Dort geht es nur um konkrete Anwendungen. Der Hintergrund und die Grundlagen bleiben im Ungewissen. ■■



Das IGGI-Projektteam im Uhrzeigersinn von unten links nach unten rechts: Helen Piel, Dinah Pfau, Rudolf Seising, Jakob Tschandl und Florian Müller.

Eine Geschichte der künstlichen Intelligenz

IGGI - INGENIEUR-GEIST UND GEISTES-INGENIEURE

Künstliche Intelligenz (KI) liegt voll im Trend. Aber die wenigsten wissen, dass ihre Geschichte über ein halbes Jahrhundert lang ist. KI, das sind nicht nur autonome Fahrzeuge, Schachcomputer und sprechende Roboter: KI, das ist auch eine wissenschaftliche Disziplin. Mit Hilfe des Computers will diese Disziplin menschliche Intelligenz nachahmen und sogar Maschinen mit eigener »Intelligenz« konstruieren. Die bundesdeutsche Entwicklung der KI wird nun in dem dreijährigen, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt am Deutschen Museum historisch aufgearbeitet. Der Name unseres Projektes – IGGI »Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure« – weist darauf hin, dass Programmieren der frühen Informatiker*innen keine Tätigkeit ist, die ein materielles Produkt hervorbringt, sondern die ein spezifisches Problem gedanklich angeht und gegebenenfalls löst.

Mitte der 1970er Jahre formierte sich nach US-amerikanischem Vorbild in der Bundesrepublik ein neues Forschungsfeld: die KI-Forschung. Deren Vertreter*innen fragten sich,

ob auch Computer denken können beziehungsweise, ob zwischen der Problemlösung durch Computerprogramme und jener durch den menschlichen Geist ein Unterschied besteht. Dabei entstand über Analogiebetrachtungen auch die Computermetapher des Geistes, auf der die Kognitionswissenschaften beruhen. In den 1980er Jahren differenzierten sich verschiedene Teilgebiete aus, unter anderem das automatische Beweisen mathematischer Theoreme, die Bild- und die Sprachverarbeitung oder Expertensysteme. Mit der Kognitionswissenschaft sind damit die fünf Teilgebiete genannt, die wir im Rahmen dieses Forschungsprojektes behandelt werden.

Wie gehen wir vor? Neben zeitgenössischen Veröffentlichungen, also Büchern, Aufsätzen und Zeitungsartikeln dienen uns darüber hinaus Vor- und Nachlässe von KI-Forscher*innen sowie Archivmaterialien von Universitäten und Forschungszentren als Quellen. In diesem Projekt, das sich mit der jüngeren Wissenschaftsgeschichte befasst, haben wir zudem die Gelegenheit, Interviews mit Zeitzeug*innen zu führen. ■■

Die Geschichte der künstlichen Intelligenz ist Thema der Projektgruppe IGGI am Deutschen Museum. Das Forschungsvorhaben wird drei Jahre lang vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.



Rudolf Seising leitet das Projekt IGGI und untersucht die Entwicklungen des automatischen Beweisens und Schlussfolgerns.

Woher weiß ich, dass der Satz von Pythagoras oder ein anderer mathematischer Satz richtig ist? – Sicherheit liefert nur ein Beweis! Wie beweist man einen mathematischen Satz? Man führt ihn durch logische Schlussfolgerungen auf schon als richtig geltende Sätze zurück. Dazu werden logische Schlussweisen benutzt, die dann nacheinander angewendet schließlich auf den gefragten Satz führen. Wann welche dieser Regeln benutzt werden sollte, um einen Beweis zu finden, ist von vornherein nicht klar, darum wird ein Mensch womöglich probieren und sukzessive korrigieren müssen. Mit etwas Glück ist dieses Vorgehen erfolgreich, wenn der Satz überhaupt beweisbar ist. Können Computer solche Beweise führen?

In der Tat war 1956 ein Programm zum Finden solcher Beweise mit dem Namen »Logic Theorist« der erste Erfolg der KI in den USA, damit stellt es auch den Beginn des Teilgebiets »Automated Theorem Proving« dar. Auch in der Bundesrepublik war es das erste Arbeitsgebiet der KI-Forschung. In der Folgezeit entstanden Forschungsgruppen, zum Beispiel in München und Karlsruhe. In unserem Teilprojekt sollen die Hintergründe dieser institutionellen und wissenschaftlichen Entwicklungen untersucht werden.



Dinah Pfau untersucht die Geschichte von bildverarbeitenden Technologien und deren Erforschung im Bereich künstlicher Intelligenz.

Obwohl visuelle Informationen für eine Vielzahl von täglichen Entscheidungen nahezu unabdingbar sind, verläuft das Sehen bei den meisten Menschen ohne bewusste Geistesanstrengung. Trivial ist es trotzdem nicht: Um Gesehenes einzuordnen braucht es viele Fähigkeiten und komplexes Vorwissen. Damit ist visuelle Wahrnehmung durch Computer Bestandteil der KI-Forschung.

Erste Versuche, »sehende« Maschinen zu bauen, sind älter als die bundesdeutsche KI. Bereits vor den 1970er Jahren veränderte das Aufkommen von Informationstechnik Disziplinen wie Biologie, Physiologie oder Physik. Man verstand das Sehen zunehmend als Informationsprozess, wodurch technische Nachahmungen in den Bereich des Möglichen rückten.

Während in den 1960er Jahren noch Maschinen gebaut wurden, die beispielsweise Bilder aufnahmen und für eine menschliche Interpretation aufbereiteten, sollen gegenwärtige Systeme selbst interpretieren können. Ihre Entwicklung folgte jedoch keiner geradlinigen Innovationsabfolge. Vielmehr beruht sie auf verschiedenen Ansätzen und Technologien, für deren (Miss-)Erfolge nicht zwingend ihre Funktionalität, sondern vielmehr kulturelle, ökonomische und politische Faktoren ausschlaggebend waren.

Jakob Tschandl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut des Deutschen Museums und forscht zum Thema Expertensysteme.



Expertensysteme (XPS) standen im Mittelpunkt einer Forschungsrichtung zur Erstellung von Programmsystemen, die Aufgaben erfüllen sollten, wie sie bisher menschlichen Spezialist*innen (Experten) vorbehalten waren. XPS waren der Kern dessen, was in den 1980ern bis Mitte der 1990er als KI verstanden wurde.

Die Grundidee der XPS ist es, die Datenbasis von ihrer Verarbeitung zu trennen. In der Datenbasis sollten von Fachexpert*innen, wie Ärzt*innen oder Betriebswirt*innen in Form von Wenn-dann-Beziehungen, Fakten und Regeln für Maschinen verarbeitbar gemacht werden. Softwarespezialist*innen erstellten dann ein »allgemeines Problemlösungsprogramm«, das die Fakten und Regeln der Datenbasis verwendete, um unter anderem Fragen zu beantworten oder Prozesse zu überwachen. Dabei gab dieses nicht nur Wissen wieder, sondern sollten auch neues Wissen erzeugen können. XPS konnten dort angewendet werden, wo klassische Methoden zu aufwendig wurden, z. B. beim Schachspielen, medizinischer wie technischer Diagnose, Bilanzabschluss oder Fahrplanauskunft. Welchen Einfluss die Expertensysteme auf die bundesdeutsche KI-Entwicklung hatten, wird in diesem Teilprojekt untersucht.



Helen Piel beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen der Künstlichen-Intelligenz-Forschung und der Kognitionswissenschaft.

Denken – wie funktioniert das? Eine alte Frage, eine philosophische Frage, sicherlich. Seit einiger Zeit sieht man relativ klar: Denken, das passiert im Gehirn. (Früherer Topkandidat? Das Herz.) Aber damit hätten wir nur das Wo, nicht das Wie. Um das zu beantworten, wird oft der Computer herangezogen. Denken, das sei ein informationsverarbeitender Prozess. Ähnlich wie dieser in einem Computer abläuft, so laufe er auch im Gehirn ab. Mit dieser Computeranalogie versuchten Kognitionswissenschaftler*innen, intelligente Systeme und die Natur der Intelligenz zu verstehen – und zwar unabhängig von deren Materialität. Ob Intelligenz nur in biologischen oder auch in technischen Systemen vorkommen kann, war ihnen erst einmal egal.

Damit haben Kognitionswissenschaft und KI-Forschung ein gemeinsames Thema: Intelligenzforschung beim Menschen und bei der Maschine. Ihnen ist auch gemein, dass sie interdisziplinär orientiert sind, also die Frage nach dem Wie des Denkens durch fächerübergreifendes Arbeiten beantworten wollen. Welche Antworten insbesondere in der Bundesrepublik gefunden wurden, und wie Kognitionswissenschaft und KI sich in ihren Beziehungen zueinander entwickelten, wird untersucht.

Florian Müller beschäftigt sich mit der Entwicklung maschineller Sprachverarbeitung als Teilgebiet der Künstlichen-Intelligenz-Forschung.



Heute sprechen wir mit unseren Smartphones; Software übersetzt uns Texte leicht in andere Sprachen. Auch wenn das nicht immer perfekt funktioniert, haben wir doch den Eindruck, dass Computer mittlerweile unsere Sprache verstehen. Diese Entwicklung basiert auf Forschungen im Bereich der künstlichen Intelligenz.

Schon in den 1950er Jahren dachten vor allem US-Forscher*innen darüber nach, ob Maschinen natürliche Sprache verarbeiten können und wie man das ermöglichen könnte. Dabei war es entscheidend, die einzelnen Merkmale von Sprache auf einer abstrakten Ebene logisch beschreibbar zu machen. Wichtige Ansätze dazu kamen aus der theoretischen Sprachwissenschaft und befruchteten eine Zusammenarbeit von Linguist*innen und KI-Forscher*innen.

In der Bundesrepublik fanden erste Versuche von maschineller Sprachverarbeitung in den 1960er Jahren in der Computerlinguistik statt, etwa ein Jahrzehnt bevor sich hier eine KI-Forschung etablieren konnte. Wie Forscher*innen aus verschiedenen Disziplinen mit dieser Ausgangslage in Westdeutschland zusammenarbeiteten, sich gegenseitig beeinflussten und unsere Vorstellungen von Sprache veränderten ist eine spannende Frage.

(Un)heimliche Helfer



Algorithmen werden die Wirtschaft umkrepeln. Seriöse Prognosen über die Risiken und Chancen künstlicher Intelligenz sind jedoch nicht möglich. Von Joachim Sokol

»Etwas war in der Fabrikautomatisierung schiefgelaufen. Ein Untermodul der Smart Factory hatte den Auftrag erhalten, aus Materialien, die ansonsten als Abfall angefallen wären, Büroklammern herzustellen. Der Begriff Abfall war nicht klar definiert worden und im Wettstreit der KI Module wurde das Modul aufgrund exzellenter Ergebnisse immer höhergestuft. Schließlich übernahm es die Steuerung der gesamten Fabrik – und in kurzer Zeit die Ressourcenplanung der gesamten Region. Ergebnis war, alle die ihm unterstellten Maschinen verwandeln alles in Büroklammern und umgehen jeden Versuch, sie abzuschalten.«

Mit diesem Beispiel will der Oxforder Philosoph Nick Bostrom zeigen, dass KI sogar bei einfachen Aufgaben absurde Ergebnisse liefern kann, und er selbst sieht die ganze Menschheit durch die Weiterentwicklungen der KI in Gefahr. Ähnliche futuristische Aussagen von berühmten Persönlichkeiten wie Bill Gates (Kontrollverlust), Elon Musk (schlimmer als Atomwaffen), oder Stephen Hawking (Supermensch und KI-/Mensch-Zielkonflikte) sorgten für weltweite Schlagzeilen. Ganz anders klingt Jürgen Schmidhuber, der als Direktor

des Schweizer Instituts IDSIA (Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale) als einer der Väter der modernen KI angesehen wird. »KI und Roboter werden sich ausbreiten, innerhalb weniger Milliarden das gesamte sichtbare Universum kolonisieren und umgestalten. KI transzendiert nicht nur den Menschen, sondern das Leben selbst.«

Unabhängig von der Plausibilität und Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Zukunftsszenarien, werden in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik mit künstlicher Intelligenz Hype, Hoffnung, Erwartung, Veränderung und Ängste assoziiert. Dafür sind eine Reihe von Ursachen verantwortlich, die in dem Beispiel von Nick Bostrom angedeutet werden: Wir erleben heute zum einen die vierte industrielle Revolution mit entsprechenden Umwälzungen, deren Entwicklungen und Auswirkungen im Detail nicht vorhersehbar sind. Die erste war geprägt von Dampfkraft, Eisenbahn und Maschinen, die zweite von Elektrizität, Massenfertigung und Fließband, die dritte von Computer, Elektronik und Automatisierung sowie jetzt die vierte von KI, Robotik und großen Datenmengen.

Zweitens führt die Anwendung von KI zu einem hohen



Grad an Automatisierung mit entsprechender Zunahme von Kontrolle der KI zur Entscheidungsfindung und Durchsetzung. Da sie im Hintergrund arbeitet, wirkt sie für die Betroffenen wie eine Blackbox. Insbesondere bei Prozessen, bei denen es sich um Zugang zu Ressourcen, um Überwachung und Sicherheit handelt, führt dies bei vielen zu einem Gefühl des Unbehagens. Des Weiteren nimmt man an, dass die zunehmende Automatisierung Arbeitsplätze überflüssig machen, andererseits aber auch zahlreiche neue Berufe schaffen wird. Eine seriöse Projektion in die Zukunft ist nicht möglich.

KI beruht in erster Linie auf der Verfügbarkeit und Qualität der Daten, die bei den Verfahren zum Lernen und den Algorithmen zur Entscheidungsfindung zum Einsatz kommen. Daten werden daher oft als das »neue Öl« bezeichnet. Dieser Vergleich hinkt insofern, als Öl einmalig verbraucht wird, Daten jedoch beliebig lange und oft zur Verfügung stehen. Dennoch: Daten sind der »Schmierstoff der KI«, mit der Konsequenz, dass fehlerbehaftete Daten zwangsläufig zu fehlerhaften Entscheidungen der KI führen. Hinzu kommt die algorithmische Voreingenommenheit, der sogenannte Bias. Algorithmische Vorurteile entstehen durch fehlerhafte Daten und/oder deren Verarbeitung. Sie können daher zur Diskriminierung bestimmter Personengruppen oder Minderheiten führen (siehe dazu Beitrag Zweig/Löw, Seite 28-31). Die Ursache liegt darin, dass Lernverfahren vorgegebene Informationssammlungen wie Texte, Bilder, Videos, Audio, Daten aus Produktion oder Messdaten nutzen, um darin Muster oder logische Verbindungen zu erkennen und Gesetzmäßigkeiten offenzulegen, auf die sich spätere Entscheidungen stützen können.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass ein Algorithmus nur so gut ist, wie die Informationen auf deren Grundlage

er arbeitet. Er spiegelt die Vorurteile der Beteiligten wieder, die am Codieren, Sammeln, Auswählen oder Verwenden von Daten zum Trainieren des Algorithmus beteiligt sind. Mögliche Fehlerquellen sind das Definieren von Zielvariablen, die Auswahl von Attributen, der falsche Umgang mit Trainingsdaten oder die Maskierung von Daten. Erschwerend kommt hinzu, dass die Sammlung und Generierung großer Datenmengen viel Zeit und Geld in Anspruch nehmen, so dass viele Data Scientists auf existierende Informationssammlungen zurückgreifen. Ein berühmt gewordenes Beispiel von algorithmischer Voreingenommenheit stammt von Amazon. Das Unternehmen machte im Oktober 2018 Schlagzeilen, da ein »intelligentes« Bewerbersystem systematisch Bewerbungen aussortierte, die die Worte »Frauen« oder »Frauen College« enthielten. Viele ähnliche Vorfälle führten dazu, dass Organisationen wie die »Algorithmic Justice League« oder »AI Now« sich aktiv für die Bekämpfung des algorithmischen Bias einsetzen.

Neue Technologien haben sich in der Vergangenheit immer dann durchgesetzt, wenn sie versprachen, dass einzelne, klar definierte und abgrenzbare Bereiche »höher, schneller, weiter, wirksamer, präziser und angenehmer« werden würden. Diese Motivationsfaktoren gelten auch für KI, mit dem Unterschied, dass KI vor wenigen Jahren begann, immer stärker in sämtliche Bereiche des menschlichen Lebens einzudringen. Zwar wird KI in Expertenkreisen bereits seit über 60 Jahren diskutiert, die Literatur spielt schon seit Hunderten von Jahren mit ähnlichen Ideen. Aber erst mit den Leistungssteigerungen und Kostenreduktionen bei der Hardware, der Verbesserung der Algorithmen und der Softwareerstellung, mit der Entwicklung kostengünstiger Speicher und wachsender Datenmengen in Clouds mit allgegenwärtigem Zugriff kann sich KI durchsetzen.

Sämtliche Bereiche des Privatlebens und der Arbeitswelt, wird KI mit unterschiedlicher Geschwindigkeit verändern. Am fundamentalsten und schnellsten wird sich die Arbeitswelt durch KI ändern. Doch wie stark werden Roboter und Algorithmen unser tägliches Leben bestimmen und wie wird sich die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Roboter und

Mensch gestalten? Wird sich durch den vermehrten Einsatz von KI die Wirtschaft derart ändern, dass wir »Arbeit« von Erwerbstätigkeit entkoppeln und ihr einen ganz neuen »Stellenwert« zuordnen? Wird uns Kollegin »KI« mit ihren Stärken derart unterstützen, das jeweils Mensch und Maschine sich optimal ergänzen?

Um sich diesen Fragen zu nähern, ist es in erster Linie wichtig, KI als Technologie zu betrachten. Technologien sind erst einmal wertneutral, nur die Art ihrer Nutzung entscheidet über Nutzen oder Schaden für den Einzelnen oder die Menschheit. Aufgrund des massiven Eindringens von KI in alle Lebensbereiche ist ein technologisches Verständnis der Vorteile (und der möglichen Nachteile) sowie deren Einschätzung notwendig.

Da die heutzutage von Menschen und Maschinen generierte Menge von Daten bei Weitem die Fähigkeit des Menschen übersteigt, diese Daten aufzunehmen, zu interpretieren und auf ihrer Basis komplexe Entscheidungen zu treffen, ist KI essenziell für die Weiterentwicklung von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik geworden. Die künstliche Intelligenz bildet die Grundlage für lernende Computer und stellt damit im Prinzip die Basis für alle komplexen Entscheidungsprozesse der Zukunft dar.

Was verändert sich in der Wirtschaft – oder sehr vereinfacht dargestellt, warum sollte ein Unternehmen in seinen Geschäftsmodellen auf KI setzen? Die Entscheidung kann entweder durch die Erprobung neuer Geschäftsmodelle motiviert sein oder durch die Notwendigkeit, sich den Veränderungen in der Wirtschaft anzupassen. Beides führt zu sich selbst verstärkenden Prozessen bei der Verbreitung von KI in der Wirtschaft.

Und die Wirtschaft ist im Wandel begriffen: traditionelle produktorientierte Geschäftsmodelle werden in nahezu allen Branchen abgelöst von datengetriebenen Produkten und Dienstleistungen, die auf KI basieren. Hierzu sind digital verfügbare Maschinen- und Betriebsdaten die Grundlage. Über Schnittstellen können KI-Systeme diese Daten aber auch anderen Produkten und Anwendungen zur Verfügung stellen und umgekehrt auch von diesen Daten erhalten. Daran lässt

*Sämtliche Bereiche des Privatlebens
und der Arbeitswelt,
wird KI mit unterschiedlicher
Geschwindigkeit verändern.*

sich das Potenzial erahnen, was sich an Geschäftsmöglichkeiten auftut. Ob diese in erfolgreiche Geschäftsmodelle umgesetzt werden können, ist allerdings eine ganz andere Frage. KI ist per se kein Geschäftsmodell, sondern schafft eine Grundlage

für dedizierte Anwendungsfälle und deren Kombination, mit dem Ziel, unterschiedliche Prozesse schneller, präziser, vernetzter, flexibler und kostengünstiger zu gestalten.

Auch in der Kombination mit anderen Technologien, wie beispielsweise dem Internet der Dinge, Blockchain, Augmented Reality, 3-D-Druck und Robotik spielt KI ihre Stärken aus. Was kann dies für die Produktion der Zukunft bedeuten? In der Smart Factory des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern ist die Verschmelzung von Produktionstechnologie mit Informationstechnologie schon heute sichtbar. Maschinen arbeiten mit Maschinen, Menschen sind nur noch zur Überwachung eingebunden.

Auf dem Beispielprodukt (kundenspezifische individualisierbare Visitenkartenetuis) befinden sich kleine Funkchips, auf denen alle individuellen Vorgaben, beispielsweise die Farbe gespeichert sind. Damit ist das Produkt in der Lage, seine eigene Herstellung selbst zu organisieren. Dazu fragt es nach jedem Produktionsschritt die vorhandenen Maschinen ab, welche für den nächsten Schritt einsatzbereit ist. Die freie Maschine gibt entsprechende Rückmeldung und ordert das Produkt zu sich.

Eine sequenzielle Produktionstrasse wie am Fließband ist dazu nicht mehr notwendig, denn Transportroboter holen bei Bedarf das Produkt ab und bringen es von Modul zu Modul. Damit kann ein hoher Grad an parallelen Arbeiten erfolgen, solange nicht Produktionsschritte voneinander abhängen. Darüber hinaus können »Losgrößen 1« realisiert werden: Darunter versteht man die herstellerübergreifende Kombination von Produktionsanlagen, Logistiksystemen, Versorgungsinfrastruktur und IT-Systemen. Die Anforderungen nach individuellen Produkten, kürzeren Innovationszyklen und effizienter Herstellung vor Ort können mit Hilfe von KI in diesem Fall erfüllt werden. Damit gelingt es, bisher nicht vereinbare Anforderungen in der Produktion zu vereinen:

kostengünstig, schnell, individuell sowie hohe Qualität.

Kollege Roboter

Auch in der Robotik wird KI neue Maßstäbe setzen, da Roboter zusammen mit Menschen sowohl stationär

als auch mobil arbeiten werden. Diese »kollaborativen Roboter«, kurz Cobots, werden Arbeiten übernehmen, die für Menschen monoton und unangenehm sind. Heute noch in streng abgegrenzten und stark abgesicherten Bereichen tätig, werden sie in Zukunft wie selbstverständlich an Maschinen und mit Menschen arbeiten. Dazu sind aber entsprechende Vorkehrungen bzgl. Sicherheit, Akzeptanz und einer intuitiven Handhabung notwendig. Bewegungen müssen langsam ausgeführt und nur leichte Lasten transportiert werden. Zudem muss der Roboter die Fähigkeit haben, einfache Befehle, wie zum Beispiel »Sortiere diese Gegenstände!« zu verstehen und umzusetzen. Interessant ist die Fähigkeit, Roboter mit KI derart auf ihr Arbeitsumfeld zu trainieren, dass sie im Idealfall eine gestellte Aufgabe durch »One-Shot-Learning«, also durch einmaliges Vormachen, bewältigen. Eine der Stärken von KI-gestützten Maschinen ist das Thema Wartung, besser »Wartung bevor ein Schaden eintritt«. Sensoren erfassen den »Normalzustand« der Maschinen, und die KI ist anhand dieser Daten in der Lage, Anomalien zu erkennen und entsprechende Aktionen zu initiieren, wie zum Beispiel den Techniker zu informieren, das entsprechende Bauteil zu ersetzen, bevor es kaputtgeht.

Andere Beispiele aus vielen unterschiedlichen Bereichen zeigen die immensen Möglichkeiten von KI auf. In der Medizin kann die Analyse von Blutproben und von Aufnahmen bildgebender Verfahren Fachärzte unterstützen, da die Systeme anhand unzähliger Beispieldaten gelernt haben, normale und nicht normale Befunde zu unterscheiden. Aber hier stoßen wir auch auf ein Dilemma: Kein Arzt und keine Ärztin wird aufgrund einer nur auf KI durchgeführten Analyse eine Patientenbehandlung durchführen, sofern nicht klar ist, wie die KI zu ihrer Entscheidung gekommen ist und diese auch kommunizieren kann. Daher gilt generell, dass auf KI basierte Entscheidungen nachvollziehbar sein müssen, sobald

*Traditionelle produktorientierte
Geschäftsmodelle werden in nahezu allen
Branchen abgelöst von datengetriebenen
Produkten und Dienstleistungen,
die auf KI basieren.*

diese weitreichende Konsequenzen haben. Dies führt direkt zu den Themen »erklärbare KI und ethische KI«, für die die Europäische Kommission und viele Firmen Rahmenwerke entwickelt haben. Die Tendenz: Für die finalen Entscheidungen trägt immer der Mensch

die Verantwortung. Dies ist auch notwendig, da der heutige Stand der KI immer nur gut funktioniert in einem bestimmten (antrainierten und gelernten) Kontext.

Auch das Leben jenseits von Industrie, Produktion und Dienstleistung ist, wenn auch oft unbemerkt, von KI durchdrungen. KI steckt hinter zielgruppengerechter Werbung ebenso wie hinter der Wasserversorgung, bei der die Qualität durch KI überprüft wird oder Pumpen durch KI überwacht werden. Verkehrssysteme können durch KI optimiert werden und im Katastrophenfall kann KI die Notfallplanerstellung unterstützen. Realität ist heute auch schon die Nutzung von KI bei Rechtsstreitigkeiten. Immobilienfirmen lassen Tausende von Mietverträgen durch KI durchforsten, um Argumente für Mieterhöhungen zusammenzutragen. Können in der Justiz auch Richter ersetzt werden? Zurzeit wohl noch nicht, da es zumindest zu Akzeptanzproblemen kommen würde. Aber in Estland soll KI bereits bei Streitfällen bis 7000 Euro entscheiden. Dies geschieht durch Hochladen aller notwendigen Dokumente auf einen Server, die dann von der KI zur Urteilsfindung ausgewertet werden. Bei einem Berufungsverfahren wäre allerdings wieder der menschliche Richter am Zuge.

Eine wichtige Rolle nimmt die KI auch in der Forschung und Entwicklung ein. Um nur einige Glanzlichter aufzuzählen, wie das Erstellen von Klimamodellen, Klassifizieren von Galaxien in der Astronomie, Datenauswertung der Teilchenbeschleuniger, oder ganz pragmatisch, die Kontrastaufbereitung von Bildern hochauflösender Mikroskope in biologischen Prozessen wären ohne KI gar nicht mehr denkbar. Die Erfolge der KI verändern den Wissenschaftsbetrieb insgesamt, entscheidende Faktoren dabei werden die Verfügbarkeit von hoher Rechenleistung und Datenzugang sein.

Die genannten Beispiele werfen neben vielen anderen zwei entscheidende Fragen auf. Erstens wie ist es mit Zugang zu den notwendigen Daten bestellt? Denn ohne Daten, keine



KI. Daraus ergibt sich ein weiteres Dilemma. Wer bekommt Zugriff auf die Daten, im Unternehmen, in der Öffentlichkeit, Wissenschaft und Politik? Geschäftsmodelle und die Wertschöpfungskette wurden in den zurückliegenden Jahren immer weiter verfeinert mit immer mehr Beteiligten, ausgehend vom Entwurf, Design, Zulieferungen, Komponentenerstellung über das fertige Produkt bis hin zum Recycling. Die über den Lebenszyklus anfallenden Daten ermöglichen einen holistischen Überblick über den gesamten Produktlebenszyklus und beziehen Kunden und Nutzer mit ein. Unterschiedliche Beteiligte haben ein starkes Interesse an diesen Daten.

Das ist zurzeit allerdings schwer regulierbar und scheitert im globalen Maßstab schon an kulturellen Hürden. Vereinfacht ausgedrückt gilt in den USA: »Wenn ich damit Geld verdienen kann, dann nehme ich mir die Daten«. In Asien und insbesondere China, ist die Nutzung der Daten über die gesamte Bevölkerung hinweg kein Tabu und findet in der totalen Überwachung der chinesischen Gesellschaft in Form eines sozialen Scorings ihre Anwendung. Diese wird durch KI-unterstützte Gesichtserkennung der allgegenwärtigen Überwachungskameras ermöglicht und unterstützt. China sieht in KI aber noch ein weiteres Zukunftspotenzial beim Streben nach globaler Führerschaft. In diesen Sektor fließen daher mit politischer Unterstützung unzählige Milliarden an Fördergeldern an Firmen und Start-ups.

In seinem 2018 veröffentlichten Buch *AI Super Powers* geht der Autor Kasi-Fu Lee auch auf den staatlich geförderten Umgang mit Daten ein und bewertet diesen als eine Grundlage für den Erfolg Chinas auf dem Weg zur globalen Dominanz bei KI. Denn KI funktioniert zwangsläufig mit Milliarden Datensätzen besser als mit Millionen Datensätzen. Die nicht vorhandenen Datenschutzgesetze und die Kultur, dass viele persönliche Daten quasi frei verfügbar sind, bieten einen idealen Nährboden für die KI-Entwicklung in China. In Europa steht das Individuum stärker im Vordergrund, daher haben die Themen Datenschutz und privater Bereich einen hohen Stellenwert. Die dadurch notwendige Balancierung von Datennutzung versus Datenschutz wirft eine Reihe von Fragen auf:

- Wird es in Europa eine Art Label für KI geben, das prüft, inwieweit Anwendungen ethisch, datenschutzkonform, und nachvollziehbar sind?
- Wird das Thema »Daten« wegen seiner Bedeutung eines Tages global zu einer Art »Daten-OPEC« führen, bei der Länder untereinander exklusive Abkommen für die Nutzung und Bereitstellung von Daten abschließen, um ihren KI-Unternehmen Wettbewerbsvorteile zu verschaffen?
- Ändern sich Berufsbilder derart, dass beispielsweise der Jurist Informatiker und der Informatiker Wissenschaftler wird?

Durch KI werden viele Berufsbilder verschwinden, neue Berufsbilder wie Data Scientists sind schon entstanden und viele weitere werden entstehen, aber es werden sich auch viele Berufsbilder verändern. Der voranschreitende Prozess der KI hinsichtlich Weiterentwicklung, Anwendungsbreite und -tiefe fordert daher ein Umdenken von Arbeitnehmern, Unternehmen, Politikern und bei den Ausbildungssystemen.

Jobs und Ausbildung müssten neu organisiert werden. Erik Brynjolfsson, Direktor des Instituts für Digitale Ökonomie am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge, USA, erforscht schon seit Jahrzehnten, wie Informationstechnologie die Arbeitswelt verändert, und hat die Auswirkungen 2014 in dem Buch *The Second Machine Age* dargestellt. Sein Credo: »Künstliche Intelligenz wird die Wirtschaft in den nächsten Jahren stark verändern. Es geht dabei jedoch weniger um das kurzfristige Auf und Ab, sondern mehr um fundamentale Veränderungen. Ich bin optimistisch, dass wir rund um die Welt einen Wachstums- und Produktivitätsboom erleben werden. Wenn wir es richtig machen, kann das nächste Jahrzehnt das beste in der Geschichte der Menschheit werden«.

Die Betonung liegt dabei auf »wenn wir es richtig machen«. Das gilt in gleicher Weise für das Thema »Daten« und deren Nutzung. Es gilt weiterhin für Ausbildung und Ausbildungssysteme. Es gilt aber in hohem Maße auch für die Anwendungen von KI. Billige Militärdrohnen, ausgestattet mit Erkennungsfähigkeiten von Gesichtern, Uniformen und Sprengstoff, die in koordinierten Schwärmen in beliebiger Anzahl gezielt gegen Ziele eingesetzt werden können, sind Realität. Hacker oder Terroristen die versuchen, mit KI-Methoden kritische Infrastrukturen zu zerstören oder lahmzulegen, gibt es längst nicht nur in Büchern, und die Versuche,

die öffentliche Meinungsbildung durch KI durch veränderte Videos, Audio und KI-unterstützte Eingriffe in Social Media zu manipulieren, sind längst Standard. Auf der anderen Seite steht die Chance, mit der »Kollegin« KI die Probleme der Welt hinsichtlich Klima, Krankheiten, Versorgung, Medizin in den Griff zu bekommen und entsprechende Lösungen bereitzustellen. Auch eine Humanisierung von Arbeit durch die Übernahme von Routinearbeiten und ermüdenden Tätigkeiten durch KI-Lösungen weist in eine bessere Zukunft. KI als Werkzeug, welches in naher Zukunft Arbeit als Teil eines humandigitalen Teams neu zu definieren vermag. Die Arbeiten als solches werden dabei zum allergrößten Teil erhalten bleiben, während sich die Zuordnung, welche Bereiche durch menschliche Mitarbeiter ausgeführt werden und welche durch KI, sich grundlegend verändern wird.

Diese neue Qualität von Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen ist zurzeit sicherlich nicht abschließend einschätzbar. Generell handelt es sich jedoch um eine Art Kooperation in einer Partnerschaft, die nicht zwangsläufig gleichberechtigt sein muss. Der Mensch kann ein Manager von KI sein, der den Rahmen einer Aufgabe, die Voraussetzung, Ziele und Parameter definiert und iterativ anpasst. Damit übernimmt er die Ergebnisbewertung und trifft die finalen Entscheidungen. KI nimmt den Menschen hierbei alle unnötigen, repetitiven und ungeliebten Arbeiten ab.

Es kann aber auch sein, dass sich schlechte Arbeitspraktiken verstärken und fortschreiben. Dann würde KI über die Arbeitsleistung von Mitarbeitern wachen. Sie würde die Leistung bewerten sowie identifizieren, wo Effizienzsteigerungen möglich sind und wäre ihrerseits als »Managerin« mit weitreichenden Kompetenzen ausgestattet, um Abmahnungen, Gehaltslesungen, oder Entlassungen selbstständig durchzuführen. Am wahrscheinlichsten ist aber wohl eine Kombination verschiedener Ansätze je nach Aufgabenbereichen, Branchen und Wertevorstellungen einzelner Unternehmen. Es liegt an uns, was wir aus den Möglichkeiten der KI machen. ■■



Joachim Sokol

ist als Senior Consultant in der zentralen Forschung und Entwicklung der Siemens AG tätig. Schwerpunkte sind strategische Projekte und Technologieentwicklung.

RADSPIELER

Seit 1841

*Radspieler –
damit
Einrichten
Freude
macht!*

*F. Radspieler & Comp. Nachf.
Hackenstraße 7
80331 München
Telefon 089/23 50 98-0
Fax 089/26 42 17
www.radspieler.com*



Alte Vorurteile neu verpackt

»Intelligente« Systeme sind nur so schlau, wie es die Daten zulassen, mit denen sie gefüttert werden. Von Katharina Zweig und Melanie Löw

Die künstliche Intelligenz oder kurz »KI« ist gerade in aller Munde, und es entsteht nicht selten das Gefühl, als handelte es sich dabei um echte Intelligenz. Gerade erreichte mich beispielsweise die Anfrage, ob man nicht eine KI bauen könnte, die die Ausbreitung von Corona vorhersagt und – wenn sie schon dabei wäre – gleich noch Handlungsempfehlungen für die Politik geben könnte; am besten natürlich zusammen mit Vorhersagen darüber, welche sozialen und ökonomischen Auswirkungen diese jeweils hätten. Nun, soweit sind wir noch lange nicht, und ich bezweifle, dass es mit den heute bekannten Methoden der Informatik dazu kommen kann. Denn die Verfahren, die die großen Fortschritte der letzten Jahre ermöglicht haben, kommen alle aus dem »maschinellen Lernen«. Damit dabei auch die potentesten Methoden verwendet werden können, die sogenannten tiefen neuronalen Netzwerke (bekannt als »Deep Learning«), werden viele Tausende von Datenpunkten benötigt und sie müs-

sen alle aus vergleichbaren Situationen kommen. In diesem Falle bräuchte man also tausendfache Informationen über die Handlungsweise von Politiker*innen in ähnlich gelagerten Pandemiefällen, zusammen mit bekanntem Ausgang der Situation, um darin nach Mustern zu suchen, die uns heute helfen könnten. Zudem müssten alle diese Datenpunkte aus vergleichbaren Situationen stammen: Die Daten dürften weder zu alt sein noch aus Ländern mit einer wesentlich anderen Bevölkerungsverteilung, Gesellschaftsstruktur oder Wirtschaftswesen kommen. Doch diese Daten gibt es nicht – glücklicherweise! Denn diese Pandemie ist ein disruptives, singuläres Ereignis.

Und damit ist schon viel gesagt zur Debatte rund um die KI. Ihr wird heute zu viel zugetraut – und auf der anderen Seite ist den wenigsten klar, wie groß die Leistungen sind, die man mit ihr schon erreicht hat: Die allgegenwärtigen Sprachassistenten schaffen zum Beispiel etwas, was lange als

sehr schwierig galt, nämlich die Digitalisierung von gesprochener Sprache mit einem so kleinen Fehlerprozentsatz, dass er sogar unter dem von Menschen liegt. Oder die Übersetzungssoftware, die inzwischen wirklich brauchbare Grundübersetzungen schafft, die dann nur noch poliert werden müssen. Nicht zuletzt auch die Bilderkennung, also die Frage danach, was auf einem statischen Foto oder einem Video eigentlich genau zu sehen ist. Ohne diese Grundfunktionen wäre z. B. das autonome Fahren undenkbar.

Maschinen als Sphinx-Ersatz

Basierend auf diesen wirklich überzeugenden und vielfach auch überraschenden Verbesserungen kommen immer mehr Software-Entwickler*innen auf die Idee, dass man die neu gefundenen Künste der Maschinen vielleicht auch auf die Vorhersage menschlichen Verhaltens anwenden könnte. Schließlich kennen wir das seit Jahrhunderten aus der Versicherungsbranche, bei der nach eingehendem Studium verschiedenster Versicherungsfälle der letzten Jahre jeweils die Eigenschaften bestimmt werden, die zu erhöhtem oder niedrigerem Risiko für den Schadensfall beitragen. Aus diesen statistisch auffälligen Mustern ergeben sich dann die Preise für Versicherungspolice oder die Einstufung in verschiedene Risikoklassen. Und tatsächlich ist dieses Vorgehen beispielsweise für Autoversicherungen im Wesentlichen akzeptiert, obwohl die meisten 18-Jährigen über ihre anfängliche Einstufung in die Hochrisikogruppe natürlich nicht begeistert sind.

Könnte man nun nicht dasselbe Verfahren auch für das menschliche Verhalten in anderen Situationen nutzen und damit Bewerber*innen identifizieren, die besonders geeignet sind oder Personen finden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Straftat begehen würden? Sollten Maschinen nicht in viel objektiverer Art und Weise dazu in der Lage sein als

Menschen? Können sie dann nicht auch faire und gerechte Urteile über Menschen treffen? Diese Form der KI nennt man »algorithmische entscheidungstreffende (oder -unterstützende) Systeme«.

An diesem Punkt kommt die Sozioinformatik ins Spiel – ein neuer Studiengang an der TU Kaiserslautern, dessen Studierende sich mit der Frage befassen, wie Mensch und Software miteinander agieren – dieses Zusammenspiel kann immer zu etwas führen, was nicht vorhersehbar ist. Die Sozio-

informatik betrachtet dabei Individuen, Organisationen und die Gesellschaft zusammen mit der Software in einem gesamtsystemischen Ansatz. Sie bezieht dabei auch Erkenntnisse aus den Sozialwissenschaften, der Psychologie und den Rechtswissenschaften ein. Denn gerade dann, wenn Software Entscheidungen über das Schicksal von Menschen trifft, sollte man genauer hinschauen; ein kritischer Umgang ist hier durchaus angebracht, wie

Beispiele zeigen. Und eine kritische Analyse der Situation betrifft eben nicht nur die Kernkompetenz der Informatik, sondern auch die Frage, wie Menschen mit Technologie interagieren.

Dazu ein Beispiel. In den USA kommen tatsächlich seit ein paar Jahren in einigen Bundesstaaten sogenannte Rückfalligkeitsvorhersagesysteme zum Einsatz. Sie sollen beurteilen, wie hoch das Risiko ist, dass Kriminelle rückfällig werden. Dies findet etwa beim Strafmaß Berücksichtigung. Eigentlich sollte diese Technik dabei helfen, Rassismus zu vermeiden – so die Hoffnung der amerikanischen Bürgerrechtsbewegungen. Es ist nämlich derzeit immer noch so, dass manche Minderheiten in den USA ein deutlich höheres Risiko haben, im Gefängnis zu landen, als Weiße.

Um das KI-System anzulernen, bilden Eigenschaften von Kriminellen und die Information, ob sie rückfällig wurden



Rückfalligkeitsvorhersagesysteme sollen beurteilen, wie hoch das Risiko ist, dass Kriminelle rückfällig werden.

oder nicht, die Datengrundlage. Daten, die für diese »Ausbildung« der Vorhersagesysteme herangezogen werden, stammen allerdings aus einem sozio-historischen Kontext, der gewisse gesellschaftliche Gruppen schon seit Jahrzehnten diskriminiert und bei dem bestimmte Verbrechen stärker verfolgt werden als andere (zum Beispiel Drogendelikte gegenüber Steuerhinterziehung). Die KI lernt hier mit Daten aus der Vergangenheit, soll aber Entscheidungen für die Zukunft treffen.

In der Diskriminierungsfalle

2016 bezeichnete die Journalisten-Denkfabrik Pro Publica die Rückfälligkeitsvorhersage-Software COMPAS, die in den USA zum Einsatz kommt, als rassistisch. Das Rechercheteam kam zu dem Schluss, dass der Anteil der Afroamerikaner unter den sogenannten Falsch-Positiven höher ist als ihr Anteil bei den Kriminellen. Das bedeutet, dass sie als Gruppe mehr unter falschen Verdächtigungen als andere Bevölkerungsgruppen leiden. Die Firma, die die Technik entwickelt hatte, wehrte sich gegen diese Vorwürfe und argumentierte damit, dass sie ein anderes Fairnessmaß bei ihren Berechnungen zugrunde gelegt habe. Man achte darauf, dass alle Bevölkerungsgruppen, die in derselben Kategorie einsortiert würden, auch dieselben Rückfälligkeitsraten besäßen. Das heißt, dass, wenn ein Algorithmus eine Person in »Risikokategorie 8« einordnet, die Rückfälligkeitsrate für alle in dieser Kategorie eingeordneten Personen ungefähr genauso hoch sein soll wie die der Teilgruppen.

Beide Ideen, wie »Fairness« gemessen werden könnte, klingen plausibel. Doch welches Fairnessmaß soll bei solchen Entscheidungen wirklich gelten? Die Informatiker Jon Kleinberg, Sendhil Mullainathan und Manish Raghavan zeigten 2017 in einer Arbeit, dass beide Anforderungen nicht gleichzeitig erfüllt werden können – die Gesellschaft muss sich für eines der vielen inzwischen veröffentlichten Fairnessmaße entscheiden. Dafür bedarf es eines transparenten Entschei-

dungsprozesses, dem eine öffentliche Debatte vorausgehen muss und dessen Ergebnis alle mittragen müssen: Es gibt hier keine eindeutige Lösung. Wird ein algorithmisches Entscheidungssystem nach einem bestimmten Fairnessmaß optimiert, führt dies in der Konsequenz immer dazu, dass eine andere Gruppe aus Sicht eines anderen Fairnessmaßes diskriminiert wird.



Die KI lernt mit Daten aus der Vergangenheit, soll aber Entscheidungen für die Zukunft treffen.

Auch bei Bewerbungsverfahren kommen solche algorithmischen Entscheidungssysteme zum Einsatz beziehungsweise werden in Rahmen von Pilotprojekten erprobt. 2014 setzte etwa der Internetriese Amazon auf ein neues Bewertungssystem, bei dem Bewerbungen – so die Hoffnung – neutral von einer Software gesichtet werden sollten. Als Datengrundlage verwendete der Konzern Bewerbungen der letzten zehn Jahre. In diesem Zeitraum waren allerdings Männer meist die erfolgreichen Kandidaten. Zwar spielte bei dem neuen System das Geschlecht keine Rolle, aber es nutzte bei seiner Entscheidung Eigenschaften, die mit dem Geschlecht verknüpft waren.

Negativ wurden beispielsweise Angaben bewertet wie etwa Hochschulen oder Vereine, bei denen nur Frauen zugelassen wurden, da der Algorithmus hier aus den Daten der Vergangenheit gelernt hatte, dass Personen mit diesen Angaben bei der Einstellung im Unternehmen wenig erfolgreich waren. Letztlich beendete der Internetriese dieses Projekt und stoppte die Verwendung der Software. Das Beispiel zeigt, dass eine Überprüfung der Ergebnisse eines solchen KI-Systems frühzeitig Probleme aufweisen kann.

Auch das österreichische Arbeitsamt testet derzeit ein algorithmisches Entscheidungssystem, das das Dienstleistungsunternehmen Arbeitsmarktservice (AMS) in Auftrag gegeben hat. Es teilt dazu die Arbeitslosen in drei Kategorien ein: 1) Diejenigen mit guten Chancen, schnell wieder Fuß auf dem Arbeitsmarkt zu fassen, 2) die mit sehr schlechten Chancen und 3) alle anderen. Vorgesehen ist, dass Maßnah-

men wie Weiterbildungsangebote vor allem der Gruppe 3) zugutekommen.

Um die Arbeitslosen in Gruppen einzuordnen, fließen mehrere Eigenschaften in die Berechnung ein. Dazu zählen unter anderem Geschlecht, Altersgruppe, Staatszugehörigkeit und Ausbildung. Als Ergebnis kam heraus, dass es Frauen, Ausländer, Behinderte und pflegende Angehörige besonders schwer haben, wieder eine Anstellung zu finden. Dieses Ergebnis ist zunächst ziemlich ernüchternd, diskriminiert es doch bestimmte Gruppen der Gesellschaft. Doch in allererster Linie handelt es sich hierbei um einen Befund zur aktuellen Situation auf dem österreichischen Arbeitsmarkt, da es Personen mit diesen Eigenschaften in der Vergangenheit schwer hatten, wieder Arbeit zu finden. Welche Konsequenzen kann das Arbeitsamt daraus ziehen? Beispielsweise kann es diese Gruppen mit verschiedenen Fördermaßnahmen stärker unterstützen als die anderen.

Um zu erreichen, dass die Verwendung ihres Systems bestmöglich gelingt, haben die Entwickler nicht nur die Software programmiert, sondern auch sogenannte »Sozialverträglichkeitsregeln« benannt, die den Einsatz der Software regeln. So soll beispielsweise das KI-System alle zwölf Monate mit den Daten der jeweils vier letzten Jahre neu berechnet werden. Personen haben damit also eine Möglichkeit, sich weiterzuentwickeln und werden nicht aufgrund veralteter Datenlagen bewertet. Zudem legten sie fest, dass das Ergebnis der Software immer im Dialog mit der bewerteten Person besprochen werden soll und dass es bei Widerspruch auch überschrieben werden darf.

Solche Sozialverträglichkeitsregeln sind ein Schritt in die richtige Richtung. Darüber hinaus muss der Arbeitsservice, wie beim obigen Beispiel der Bewerberbewertung, die Ergebnisse der Verwendung eines solchen Systems genau unter die Lupe nehmen. Denn letztendlich ist immer die Frage, ob die Unterstützung der Mitarbeiter*innen durch eine

Software wirklich zum gewünschten Ziel führt, in diesem Fall also die Frage, ob Arbeitslose nun besser Unterstützung erhalten oder schneller einen Job finden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass künstliche Intelligenz heute nicht intelligent ist – der große Fortschritt, der durch sie möglich wird, beruht auf dem Durchkämmen sehr großer Datenmengen nach statistisch auffälligen Mustern.

Trotzdem lässt sich damit viel erreichen – und daher werden wir in den nächsten Jahren immer mehr KI-Systeme sehen, die am Arbeitsplatz, in den Schulen und anderen Ausbildungsstätten oder vom Staat verwendet werden. Deswegen brauchen wir eine breite Diskussion in der Öffentlichkeit, wo und wie KI sinnvoll Verwendung finden kann. Nur so kann es gelingen, sie wertebasiert zu nutzen.

Bei den oben genannten »algorithmischen Entscheidungssystemen« als einer Teilmenge der künstlichen Intelligenz handelt es sich um keine Technologie, die macht, was sie »will«. Dahinter stecken Menschen, die sie mit Daten füttern, die Algorithmen auf die Daten anwenden und deren

Resultate interpretieren. Daher ist es unsere gemeinsame Aufgabe, sie zu gestalten – denn gesellschaftliche Werte kommen nur auf einem Weg in den Rechner: durch Menschen wie Sie und mich. ■■



Frauen, Ausländer, Behinderte und pflegende Angehörige haben es besonders schwer, wieder eine Anstellung zu finden.



Prof. Dr. Katharina Zweig

leitet als Universitätsprofessorin am Fachbereich Informatik der TU Kaiserslautern das Algorithm Accountability. Sie ist Mitglied der Enquetekommission »Künstliche Intelligenz« der Bundesregierung.

Melanie Löw

ist Redakteurin in der Hochschulkommunikation der Technischen Universität Kaiserslautern.



Im Labyrinth der Sprachen

Weltweit füttern Wissenschaftler Computer mit Informationen über ihre jeweilige Sprache – der Erfolg ist bisher begrenzt. Von Daniel Schnorbusch

Auferstehung 2.0

Ich erinnere mich an einen Auftritt von Marvin Minsky 1991 im Münchner Gasteig. Im Rahmen eines sogenannten European Software Festivals, malte er einen Computer an die Tafel sowie einen menschlichen Kopf, verband beide dann mit einer Schlangenlinie, die ein Kabel darstellen sollte, und provozierte mit der Feststellung, es würde nicht mehr lange dauern und das Problem der Unsterblichkeit sei gelöst. Man würde einfach das Gehirn eines Menschen mit einem Rechner verbinden und den Hirninhalte auf die Festplatte speichern. Der Ort des ewigen Lebens wäre demnach nicht etwa der Himmel, sondern ein Massenspeicher. Vereinzelt wurde im Publikum gelacht, überwiegend aber herrschte eine gewisse Sprachlosigkeit. Sollte Minsky, in den 1960er Jahren Leiter des Artificial Intelligence Lab des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und inzwischen prominentestes Mitglied des MIT Media Lab, den Verstand verloren haben? Joseph Weizenbaum, wie Minsky am MIT Professor für Computer Science und spätestens seit seinem Buch *Computer Power and Human Reason. From Judgement to Calculation* aus dem

Jahre 1976 bekanntester Kritiker jedes unbedarften Einsatzes der Computertechnologie, saß neben Minsky auf dem Podium und wünschte sich, dass sein Kollege Marvin mit seiner Computer-Kabel-Kopf-Geschichte nur einen Witz gemacht habe. Hatte er nicht.

Diese Geschichte ist nun fast 30 Jahre her und hat damals bestenfalls Informatiker, Computerlinguisten, Philosophen und vermutlich auch einige Militärs interessiert. Aber die Grundlagen dieser Debatte, die da stellvertretend und coram publico von zwei MIT-Stars in München aufgeführt wurde, waren auch zu dieser Zeit schon einige Jahrzehnte alt.

Neuronale Netze und ihre Logik

1943 veröffentlichten der Neurophysiologe Warren McCulloch und der Logiker Walter Pitts einen Aufsatz, in dem sie einen Logikkalkül für die Funktionsweise der neuronalen Aktivitäten des Gehirns vorstellten. Das menschliche Gehirn verfügt über ca. 90 Milliarden Nervenzellen, die ein Netz aus ca. 100 Billionen Synapsen bilden. Sehen wir von den Details der elektrischen und chemischen Reizübertragung einmal ab,

Hier sitz ich, forme Menschen
 Nach meinem Bilde,
 Ein Geschlecht, das mir gleich sei,
 Zu leiden, weinen,
 Genießen und zu freuen sich,
 Und dein nicht zu achten,
 Wie ich.

Goethe, Prometheus, 1773

funktioniert die Weiterleitung neuronaler Reize nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip. Erst wenn die Reizung einer Nervenzelle durch andere Nervenzellen einen gewissen Schwellenwert erreicht hat, gibt die Zelle den Reiz an die nächste Zelle weiter, wird der Schwellenwert nicht erreicht, geschieht trotz Reizung nichts. Diese Eigenschaft biologischer neuronaler Systeme lässt sich gut im Rahmen einer Logik bzw. einer booleschen Algebra mit ihren Operatoren UND, ODER und NICHT und ihren beiden Elementen 0 und 1 modellieren und passt damit wiederum zu digital verarbeitenden Systemen wie dem Computer, den es freilich um 1943 herum nur in allerersten Ansätzen als reale Maschine gab. Was es dagegen bereits gab, waren theoretische Maschinen. Der bis heute berühmteste dieser theoretischen Automaten war 1936, also nur wenige Jahre vor McCulloch & Pitts, von dem britischen Logiker Alan Turing beschrieben worden, die »Turing-Maschine«, das mathematische Modell einer Maschine, die im Prinzip alles berechnen kann, was sich überhaupt in Form von Algorithmen berechnen lässt.

Der Turing-Test

Turing, Mitbegründer der Automatentheorie und der Theorie der formalen Sprachen sowie im Zweiten Weltkrieg im Auftrag der Royal Navy maßgeblich für die erfolgreiche Dekodierung deutscher Funksprüche verantwortlich, Stichwort: Enigma, wurde jedoch vor allem wegen eines nach ihm benannten Tests bekannt, des »Turing-Tests«. 1950 veröffentlicht er einen Aufsatz mit dem Titel *Computing Machinery and Intelligence*, in dessen ersten Satz er die leitende Frage stellt: »Can machines think?« Eine Antwort darauf sollte, so fährt er fort, mit einer Definition der Begriffe »Maschine« und »denken« beginnen, was jedoch, räumt er ein, nicht so ganz einfach sei, denn der umgangssprachliche Gebrauch der Wörter »Maschine« und »denken« sei ziemlich schwankend. Statt dessen schlägt er vor, sich dem Problem auf andere Weise zu nähern, nämlich durch eine besondere Version des sogenannten Imitation Games.

Im Standardfall geht dieses Spiel so: Zwei Personen unterschiedlichen Geschlechts, A und B, befinden sich in einem geschlossenen Raum und antworten schriftlich auf Fragen, die ihnen ein Fragesteller C, der sich außerhalb befindet, stellt. Der Fragesteller soll durch seine Fragen an diese Per-

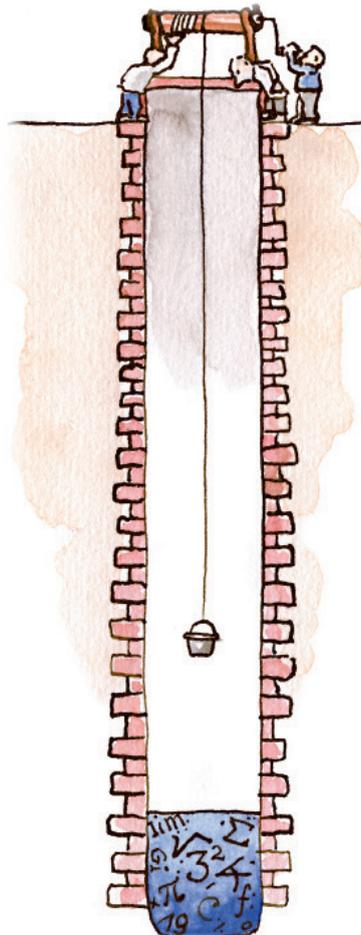


sonen, die er nicht sehen kann, herausfinden, ob die Person A oder die Person B der Mann ist. Während A durch seine Antworten möglichst dafür sorgen soll, dass C eine falsche Entscheidung trifft, soll B der Person C bei der Suche nach der richtigen Entscheidung helfen. Weder A noch B müssen die Wahrheit sagen.

In Turings Variante dieses Spiels, soll eine Person nun durch eine Maschine ersetzt werden. Und die Frage, ob Maschinen denken können, wird durch die Frage ersetzt, ob sich der Fragesteller bei A als Maschine genauso oft täuscht, wie bei A als Mann. Sollten die Ergebnisse ähnlich sein, dürfte man laut Turing davon sprechen, dass die Maschine A denken kann. Dass dieser Test in seiner klar behavioristischen Charakteristik nicht ohne Weiteres akzeptiert werden würde, war Turing völlig klar. Von einem toten elektrischen Apparat allen Ernstes behaupten zu wollen, er würde denken können, nur weil sein Verhalten dieses nahelegt, ist auch 70 Jahre später immer noch ein kleines Sakrileg, das selten unwidersprochen bleibt.

Das chinesische Zimmer

Dass die Antwort auf die Frage, ob Maschinen denken können, oder – umgekehrt – ob Menschen im Grunde auch nur eine bestimmte Art von Computern sind, nicht so sehr von den unbestreitbaren Erfolgen der Informationstechnologie abhängt, sondern dass es sich dabei wesentlich um eine begriffliche Frage handelt, darauf hat der amerikanische Sprachphilosoph John Searle 1980 mit einem berühmt gewordenen Gedankenexperiment aufmerksam gemacht, das direkt auf das Imitation Game Alan Turings reagiert. Wieder haben wir einen geschlossenen Raum, das sogenannte chinesische Zimmer. In dem Zimmer sitzt eine Englisch sprechende Person, die kein Wort Chinesisch versteht und für die chinesische Texte nichts als Aneinanderreihungen ziemlich merkwürdiger Symbole sind. Die Person in dem Raum bekommt nun drei Stapel mit chinesischen Texten,



Deep Learning

einen Stapel, der »script« genannt wird, einen, der »story« genannt wird und einen, der »questions« heißt. Ferner bekommt die Person auf Englisch Instruktionen, wie sie die Symbolketten der Stapel miteinander korrelieren muss. Bekommt die Person nun von außen eine Frage hereingereicht, schaut sie im Fragenstapel nach, folgt den englischen Instruktionen, korreliert sie mit den anderen Stapeln und reicht schließlich eine Antwort mit chinesischen Symbolen wieder heraus. Mit etwas Übung, so Searle, könnte das irgendwann genauso schnell und korrekt laufen, wie wenn die Person englische Fragen zu einer englischen Geschichte gestellt bekommt, die sie natürlich umgehend beantworten kann, da sie ja Englisch versteht. Wendet man nun den Turing-Test an, dann kommt laut Searle heraus, dass die Person in dem chinesischen Zimmer sowohl Englisch als auch Chinesisch »verstehet«, obwohl im Falle des Chinesischen nichts als rein syntaktische Symbolverarbeitung passiert ist, also genau das, was Computerprogramme machen: Symbole lesen, Instruktionen abarbeiten und Symbole schreiben etc. Anders gesagt: Programme »verstehen« rein gar nichts.

Starke vs. schwache KI

In demselben Aufsatz, in dem er sein chinesisches Zimmer entwirft, um den Turing-Test ad absurdum zu führen, schlägt Searle jedoch eine ziemlich nützliche Unterscheidung vor, die die Debatte darüber, ob Maschinen denken können, ein wenig entschärft. Danach behauptet die »starke KI«, ein in bestimmter Weise programmierter Computer habe tatsächlich einen Geist, würde Äußerungen im wörtlichen Sinne verstehen und habe ein Bewusstsein. Die »schwache KI« würde sich dagegen damit begnügen, den Computer als Werkzeug aufzufassen, der im besten Fall intelligentes Verhalten simuliert. Gegen die Idee einer schwachen KI hat auch John Searle wenig einzuwenden. Die technischen Erfolge insbesondere der letzten Jahre auf dem Gebiet der schwachen künstlichen Intelligenz oder – vielleicht treffender – der simulierten Intelligenz sind ja auch ohne irgendwelche Annahmen von Geist

und Bewusstsein in der Maschine tatsächlich beeindruckend.

Mustererkennung

Sieht man von den jeweiligen Details einmal ab, so haben die Anwendungen, die zum Bereich der künstlichen Intelligenz gezählt werden, immer irgendetwas mit Kategorisierung zu tun, also mit der Bestimmung von Eigenschaften von irgendwelchen Objekten (Gegenständen, Bildern, Texten etc.), mit Vergleichen und mit Zuordnung. Die Kameras eines selbstfahrenden Autos »sehen« keine Ampeln, keine spielenden Kinder oder die Rücklichter eines

Vorgängerfahrzeugs. Sie sehen – nichts. Und das Auto »weiß« auch nicht, dass sich spielende Kinder nicht selten in Begleitung springender Bälle befinden etc. Die Kameras nehmen Pixelmuster auf, die mit Pixelmustern in einer Datenbank verglichen werden, die bei hinreichender Übereinstimmung bestimmten Mustern zugeordnet werden und die, sofern diese Muster entsprechend gekennzeichnet sind, bestimmte Verhaltensweisen des maschinellen Agenten nach sich ziehen. Gleicht das aufgenommene Pixelmuster etwa dem einer gerade die Straße langsam überquerenden Person samt Rollator, sollte der Wagen die Geschwindigkeit reduzieren oder besser gleich ganz anhalten. Das aber »entscheidet« nicht der Wagen, sondern ergibt sich aus dem steuernden Algorithmus in Abhängigkeit von Trainings- und Vergleichsdaten.

Maschinelle Verarbeitung natürlicher Sprachen

Die Königsdisziplin simulierter Intelligenz ist immer noch alles, was mit Sprache zu tun hat. Auch hier geht es ständig um korrekte Kategorisierung. Schallwellen und Buchstabenfolgen müssen Wortformen zugeordnet werden, aus Folgen von Wortformen Sätze erkannt werden und Texte thematischen Domänen zugeordnet werden. Jedes Navigationssystem muss es fertigbringen, zu bestimmen, ob der Fahrer nun in die Schillerstraße, Stillerstraße, Sillerstraße oder Zillerstraße will. Wenn eine Maschine ganze Sätze einer natürlichen Sprache erkennen oder wenn sie solche Sätze erzeugen soll,

dann benötigt sie ein möglichst vollständiges, in bestimmter Weise strukturiertes Inventar, gewissermaßen ein Lexikon, das die Wörter und sonst verwendeten Zeichenketten dieser Sprache enthält und das zugleich alle relevanten Eigenschaften dieser Wörter und Zeichenketten verzeichnet. Dazu zählen grammatische Eigenschaften wie die Wortart, die Flexionsklasse, die wörtliche Bedeutung etc., aber ebenso das Wissen, wann und unter welchen Umständen ein Wort verwendet oder eben nicht verwendet werden kann. Unter bestimmten Umständen mögen die Ausdrücke »sterben« und »ins Gras beißen« synonym sein. Aber zu sagen, letzte Woche habe die geliebte Großmutter ins Gras gebissen, wäre dann doch ein Verstoß gegen eine ganze Reihe von geltenden Normen, sprachlichen und anderen.

Ferner benötigt eine Maschine Regeln, die genau festlegen, wie aus diesen Wörtern und Zeichenketten komplexere Ausdrücke und schließlich Sätze und Texte gebildet werden. Diese Idee – ein Lexikon samt einer Regelmenge erzeugen oder erkennen gemeinsam Sätze – war jedenfalls lange Zeit die Standardannahme in der Linguistik.

1957 erschien ein schmales Buch eines jungen Computerwissenschaftlers des MIT, das zu einem Paradigmenwechsel in den Sprachwissenschaften führen sollte, der bis heute die theoretische Linguistik und die Computerlinguistik prägt. Es hieß *Syntactic Structures* und stammte von Noam Chomsky, dem ohne Frage einflussreichsten Linguisten der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Für Chomsky war die Grammatik einer natürlichen Sprache also letztlich auch nur eine Maschine, in die, salopp gesagt, oben Wörter hineingeschmissen werden und aus der unten Sätze herauskommen, und zwar im Idealfall sämtliche grammatischen Sätze einer Sprache und keine ungrammatischen. Ob diese Sätze irgendeine vernünftige Bedeutung haben oder völlig sinnlos sind, spielte für Chomsky keine Rolle. Ein Satz war ohnehin nur eine Folge von Zeichen, die nach den Regeln der Grammatikmaschine gebildet war.

Die Idee, dass natürliche Sprachen formalisiert werden könnten, dass zwischen natürlichen Sprachen und formalen Sprachen kein prinzipieller Unterschied besteht und dass die Bestandteile natürlichsprachlicher Äußerungen und die Regeln ihrer Zusammenfügung Komponenten eines automatischen Systems sein könnten, war Voraussetzung für

den Versuch, das bedeutendste Problem der maschinellen Sprachverarbeitung zu lösen – das Problem der maschinellen Übersetzung.

Ein gegebener Satz einer bestimmten natürlichen Sprache L1 und die Übersetzung dieses Satzes in einer anderen natürlichen Sprache L2 müssen eine Gemeinsamkeit haben, – ihre Bedeutung. Andernfalls wären sie ja keine Übersetzungen voneinander. Die Bedeutung von Sätzen müsste also etwas sein, das von den einzelnen Sprachen unabhängig existiert, der geistige, begriffliche Inhalt der Äußerungen. Dieser ist die Brücke zwischen einem Satz und seiner Übersetzung. Benötigt wurde daher einerseits eine von den einzelnen Sprachen unabhängige Bedeutungsrepräsentation und andererseits eine Menge von sprachspezifischen Regeln, die steuern, wie man von einem natürlichsprachlichen Satz zu einer sprachunabhängigen Bedeutungsrepräsentation oder umgekehrt von dieser Bedeutungsrepräsentation zu einem natürlichsprachlichen Satz gelangt.

Die Bedeutungen von Sätzen lassen sich, wenn auch nur grob, in prädikatenlogischen Formeln repräsentieren, in Ausdrücken also, die auf den Mathematiker, Logiker und Philosophen Gottlob Frege zurückgehen, der 1879 ein schmales Bändchen mit dem Titel *Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens* veröffentlichte – den wahrscheinlich bedeutendsten Beitrag zur formalen Logik seit Aristoteles. Ein ganz einfaches Beispiel: Das deutsche Verb »schenken« drückt ein dreistelliges Prädikat aus (jemand SCHENKT jemandem etwas), das zusammen mit drei Argumenten (z. B. KAPITÄN, MEERJUNGFRAU, RING) einen vollständigen Gedanken bildet. Prädikat-Argumentstrukturen bilden den Kern der Satzbedeutung. Im Deutschen steht das Verb im Aussagesatz gewöhnlich an zweiter Stelle nach dem Subjekt und vor allen anderen Satzgliedern. Im Türkischen aber steht das Verb im Standardfall ganz am Satzende, nach dem Subjekt und allen sonstigen Satzgliedern:

Der Kapitän	schentk	der Meerjungfrau	einen	Ring.
<i>Kaptan</i>		<i>deniz kızı</i>	<i>için bir</i>	<i>yüzük verir.</i>
wörtlich: Kapitän		Meerjungfrau	für einen	Ring schenkt.

Die Gemeinsamkeit des deutschen und des türkischen Satzes besteht in der gleichen Prädikat-Argument-Struktur. Was man, etwas vereinfacht gesagt, für eine Übersetzung des deutschen Satzes in den entsprechenden türkischen Satz oder umgekehrt nun benötigt, das sind jeweils Regeln für die Abbildung der Sätze auf ihre Prädikat-Argument-Strukturen (PAS).

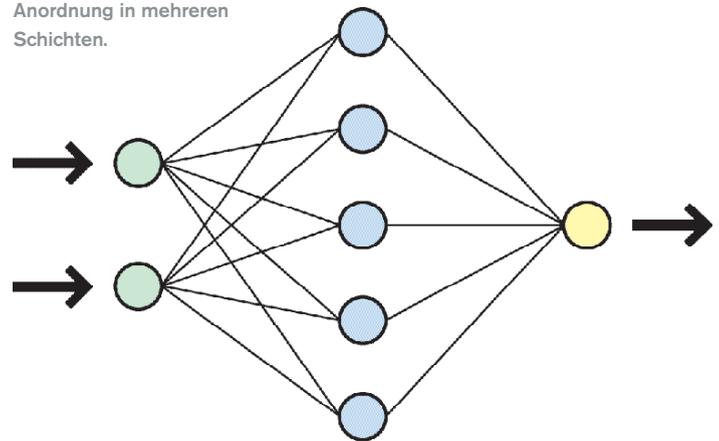
Deutsch:	<i>Der Kapitän schenkt der Meerjungfrau einen Ring.</i>
↑	
↓	Regeln: Deutsch ↔ PAS
PAS:	SCHENKEN (KAPITÄN, MEERJUNGFRAU, RING)
↑	
↓	Regeln: PAS ↔ Türkisch
Türkisch:	<i>Kaptan deniz kızi için bir yüzük verir.</i>

Die Annahme, dass eine maschinelle Übersetzung nur mit Hilfe von formalisierten Regeln und einer zwischengeschalteten PAS als Bedeutungsrepräsentation und Transferkomponente gelingen kann, war lange Zeit mehr oder weniger opinio communis. Doch obwohl an solchen regelbasierten Ansätzen und ihrer Optimierung über Jahrzehnte intensiv gearbeitet wurde, waren die Übersetzungsergebnisse der Maschinen nicht selten so, dass sie der allgemeinen Belustigung dienten. Man ging daher seit den 1990er Jahren dazu über, den Spieß umzudrehen und den Textproduzenten nahezu legen, doch bitte schön einfacher zu formulieren, Nebensätze zu vermeiden und den Konjunktiv lieber den Dichtern zu überlassen etc. Anstatt dass sich die Maschine Schritt für Schritt den menschlichen Fähigkeiten annäherte, sollten sich nun die Menschen den maschinellen Möglichkeiten anpassen. Die Sorge schien nicht ganz unberechtigt, dass dieses Projekt der »kontrollierten Sprache« nur die Vorstufe zu einem Projekt des kontrollierten, um nicht zu sagen verblödeten, Menschen sein könnte.

Deep Learning und neuronale Netze

Zu deutlichen Verbesserungen kam es erst durch den Rückgriff auf riesige Datenmengen, durch den massiven Einsatz statistischer Methoden, durch das, was seit einiger Zeit unter dem Begriff »Machine Learning« oder – besser noch – »Deep Learning« weltweit die Fantasien beflügelt, und nicht zuletzt durch das Aufkommen neuer Hardwarekomponenten, die eine hohe Parallelverarbeitung ermöglichten. Maschinelles

Die Netzwerkstruktur der Neuronen gleicht einer Anordnung in mehreren Schichten.



Lernen vollzieht sich in der Regel so, dass ein System zunächst auf das Erkennen bestimmter Muster trainiert wird, ehe es dann selbstständig Muster identifiziert.

Die Architektur lernender Systeme ähnelt dabei den bereits zu Beginn erwähnten neuronalen Netzen. Künstliche neuronale Netze lassen sich als Graphen aus Knoten und diese Knoten verbindenden Kanten repräsentieren. Die Knoten stellen dabei die künstlichen Neuronen dar, die jeweils durch einen bestimmten Schwellenwert gekennzeichnet sind, der funktional je nach Eingabewerten übertroffen wird oder eben nicht. Die Netzwerkstruktur der Neuronen gleicht dabei einer Anordnung in mehreren Schichten (input layer – hidden layer(s) – output layer) so dass man sich den Prozess einer Mustererkennung als einen Weg von einer zunächst vagen und undeutlichen Zuordnung hin zu einer immer deutlicheren Kategorisierung eines gegebenen Phänomens vorstellen kann. Ein wenig ist der Vorgang ähnlich, wie wenn wir von Nebel umgeben wären und uns aus diesem Nebel heraus schrittweise einem Objekt nähern. Schicht um Schicht nähert sich auch das künstliche neuronale System einer Entscheidung an, – allerdings in einer wirklich atemberaubenden Geschwindigkeit. Aktuelle Programme können beispielsweise bis zu eine Milliarde Gesichter pro Sekunde abgleichen. Was 1943 als eine damals ziemlich abseitige Thematik eines Logikers und eines Neurologen erschien, erweist sich 70 Jahre später als die gedankliche Grundlage für das größte Innovationsprojekt der Gegenwart.

Distribution und Wortvektoren

Zu den Eigenschaften von Wörtern gehört nicht nur, dass sie einer gewissen Wortart angehören, dass sie vielleicht eine bestimmte grammatische Form wie Dativ Singular oder dritte Person Plural Präteritum annehmen können, dass sie aus soundsoviel Buchstaben bestehen und vielleicht großgeschrieben werden etc. Es gehört ebenso zu den Eigenschaften eines Wortes, in welchen konkreten Sätzen, an welcher Stelle und unter welchen sonstigen bestimmbareren Umständen sie

vorkommen. Beispielsweise ist es eine Eigenschaft des Wortes »Wortvektor«, in diesem hier vorliegenden Text ein paar Zeilen zuvor als Zwischenüberschrift im Plural verwendet worden zu sein und auch, ein paar Zeilen unterhalb dieser Zwischenüberschrift in Anführungszeichen zu begegnen. All diese Eigenschaften eines Wortes lassen sich als n-dimensionaler Vektor in einem n-dimensionalen Vektorraum modellieren. Im Bereich der maschinellen Sprachverarbeitung und maschinellen Übersetzung konzentrieren sich gegenwärtig tatsächlich fast alle auf diese sogenannten Wortvektoren.

Die Hintergrundannahme ist hier eigentlich eine Idee, die bereits Zelig Harris, der Lehrer von Noam Chomsky, 1947 in seinem Hauptwerk *Methods in Structural Linguistics* entwickelt hatte und die erst jetzt aufgrund heutiger Rechnerleistung und Speicherkapazität maschinell umsetzbar ist. Sprachliche Zeichen, die eine ähnliche Bedeutung haben, sollten demnach auch in ähnlichen Kontexten vorkommen. Oder umgekehrt: Alles, was in und unter ähnlichen Umständen vorkommt, sollte eine ähnliche Bedeutung haben. Ein ganz einfaches Beispiel: Sollten bei einer Suche in einem hinreichend umfangreichen Textkorpus die Sequenzen »Der Film lief am Montag«, »Der Film lief am Mittwoch« und »Der Film lief am Samstag« gefunden werden, liegt auch ohne jegliche Kenntnis des Deutschen der Verdacht nahe, dass die Zeichenketten Montag, Mittwoch und Samstag angesichts ihres jeweiligen Vorkommens im gleichen Kontext (Der Film lief am _____) etwas Ähnliches bedeuten. Die entsprechenden Vektoren liegen daher sehr eng beieinander. Sammelt man solche Daten für sehr viele Wörter in sehr umfangreichen Textkorpora, so lassen sich automatisch Ähnlichkeiten zwischen Wörtern feststellen, indem die Abstände zwischen ihren Vektoren berechnet werden. Je näher zwei Vektoren beieinanderliegen, desto ähnlicher sind sie.

Allerdings meint Ähnlichkeit hier nicht zwingend Bedeutungsähnlichkeit: »Der Film lief am Samstag«, »Der Paul lief am Samstag« und »Der Motor lief am Samstag«. Was alles so am Samstag »laufen« kann, ist dann eben doch ziemlich vielfältig. Kurzum: Viele Daten, viel Statistik, parallele Verarbeitung und die Einbeziehung kontextueller Strukturen auf der syntaktischen Ebene in nie dagewesenem Maße sorgen für die Erfolge in der maschinellen Sprachverarbeitung und bei der maschinellen Übersetzung. Aber dass es sich dabei im-

mer noch um eine Verarbeitung der sprachlichen Formen und nicht ihrer Inhalte handelt, um Symbolmanipulation und nicht um ein Verstehen im landläufigen Sinne, sieht man schon, wenn man ein Idiom wie in »Mein Chef musste gestern Kreide fressen« maschinell übersetzen lässt. Die Übersetzung lautet im Google-Übersetzer nämlich immer noch »My boss had to eat chalk yesterday.« Wohl bekomms! Dolmetscher und Übersetzer werden also noch gebraucht, und zwar ziemlich sicher noch eine ziemlich lange Zeit.

Schluss

Wollten wir eine kleine Zwischenbilanz ziehen, ein Fazit, dann vielleicht dieses, dass wir, die Menschen, nach wie vor die alleinige und volle Verantwortung haben für alles, was unsere Maschinen tun. Diese Maschinen und Programme mögen komplizierteste Berechnungen in Sekundenschnelle ausführen können, sie mögen uns in allen möglichen praktischen Bereichen unseres Lebens weit überlegen sein, sie mögen den Anschein eines intelligenten Verhaltens an den Tag legen und wir mögen mit ihnen sprechen und ihnen zuhören, wir mögen sie sogar lieben. Aber sie denken nicht, sie fühlen nicht, sie simulieren bloß. Das Intelligente an der ganzen KI sind die Leute, die diese Algorithmen entwerfen und die die Programme schreiben. Und weil das so ist, ist die eigentliche Herausforderung nicht, immer noch bessere Algorithmen auszutüfteln und immer noch mehr Daten zu verarbeiten. Das geschieht nämlich ohnehin, ob wir es wollen oder nicht. Nein, die eigentliche Herausforderung ist eine gesellschaftliche, eine politische und auch eine ethische Herausforderung. Wir müssen uns als Gesellschaft gemeinsam, wohlüberlegt und im Rahmen demokratischer Diskurse darüber verständigen, was solche Maschinen, die in Teilbereichen so sehr viel mehr können, als alle ihre Vorgänger und auch wir selbst, was diese Maschinen dürfen sollen. Wehe der Gesellschaft, die die Kontrolle über ihre Maschinen verliert. ■■



Dr. Daniel Schnorbusch

Studium der germanistischen und theoretischen Linguistik, Literaturwissenschaft und Philosophie in München, arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.

Morallektionen für Roboter



*Wenn Maschinen intelligent handeln können, dann sollten ihre Handlungen sich auch an gesellschaftliche Wertvorstellungen anpassen. Das klingt einfach – ist aber, so recht durchdacht, eine ziemlich diffizile Sache. Noch ist die »Roboterethik« ein relativ junger Teilbereich der Philosophie. Doch die Fragen, die Wissenschaftler*innen hier diskutieren, gewinnen zunehmend an Relevanz.* Von Janina Loh

Der vorliegende Beitrag ist ein Auszug aus dem Artikel »Roboterethik« von Janina Loh, erschienen im Magazin *Information Philosophie* 1/2017.

In der Roboterethik wird – vergleichbar der Tierethik – darüber nachgedacht, inwiefern Maschinen Wertträger sind, und diskutiert, inwiefern sie als (rudimentäre) moralische Akteure gelten können. Sie stellt traditionelle Fragen mit Blick auf neue potenzielle Handlungssubjekte – Roboter –, wie etwa: Welche Kompetenzen erachten wir als grundlegend für moralische Akteursfähigkeit? Welche moralischen (und anderen) Werte sollten wir artifiziellen Systemen implementieren? Auf welches moralische Selbstverständnis lässt es schließen, wenn wir Roboter »schlecht« behandeln? In welchen Bereichen – Industrie-, Militär-, Medizin-, Altenpflege-, Servicerobotik – wollen wir uns auch zukünftig ausschließlich bzw. in einem signifikanten Ausmaß auf menschliche und nicht auf artifizielle Expertise verlassen?

Der Begriff »Roboter« geht auf das tschechische Wort »robota« (Arbeit, Frondienst, Zwangsarbeit) zurück und wurde 1920 von dem Künstler Josef Čapek geprägt. Sein Bruder Karel Čapek sprach in dem Theaterstück *Rossum's Universal Robots* (1921) von »labori« für humanoide Apparaturen, die dem Menschen Arbeit abnehmen. Der Stuttgarter Philosophin Catrin Misselhorn zufolge ist ein Roboter eine elektromechanische Maschine, bestehend aus einer Entwicklungseinheit (einem Prozessor), Sensoren, die Informationen über die Welt sammeln, sowie einem Effektor oder Aktor, der Signale in mechanische Abläufe übersetzt. Das Verhalten eines Roboters ist oder wirkt zumindest autonom – er kann, anders als ein Computer, in seine Umgebung hineinwirken und auf sie Einfluss nehmen.

Arbeitsfelder der Roboterethik

In der Roboterethik unterscheidet man u.a. zwei Bereiche. In dem einen wird diskutiert, inwiefern Roboter als »moral patients« zu verstehen sind, also passiv als Träger moralischer Rechte bzw. inwiefern ihnen ein moralischer Wert zukommt. In dem anderen Feld geht es um die Frage, inwiefern Roboter »moral agents«, also aktiv Träger moralischer Pflichten bzw.

moralische Handlungssubjekte, sein können. Beide Arbeitsbereiche ergänzen einander.

Die Gruppe der »moral agents« ist gegenüber der der »moral patients« exklusiver; für gewöhnlich zeichnen wir nur Menschen mit Moralfähigkeit im genuinen Sinne aus. Einer ganzen Reihe von Wesen und Dingen wird indes ein moralischer Wert zugeschrieben – zumindest insofern, als diese Entitäten moralisch bedenkenswert sind, wenn ihnen vielleicht auch kein Eigen-, sondern nur ein hoher instrumenteller Wert zuzusprechen ist. Als moralisches Handlungssubjekt ist man zugleich Wertträger – dies gilt allerdings nicht umgekehrt. [...]

Im ersten Arbeitsbereich geht es darum, wie mit artifiziellen Systemen, wie mit Robotern umzugehen ist, inwiefern ihnen ein Wert zukommt, selbst wenn man sich darüber einig sein sollte, dass sie selbst nicht zu moralischem Handeln in der Lage sind. Man versteht hier artifizielle Systeme als Werkzeuge oder gar als Ergänzungen des Menschen und arbeitet an Themen wie beispielsweise der Formulierung von Ethikodizes in Unternehmen, der Möglichkeit und Wünschbarkeit von Beziehungen zu und mit Robotern, der »Versklavung« von Robotern oder der Beurteilung des Einsatzes von artifiziellen Systemen zu Therapie Zwecken. Dabei bleibt die moralische Kompetenz bei den Menschen: Sie entscheiden über die Moral ihrer Geschöpfe und darüber, wer im Falle eines Unfalls Verantwortung trägt.

Im zweiten Arbeitsfeld, in dem Roboter als »moral agents« betrachtet werden, wird danach gefragt, inwiefern Roboter zu moralischem Handeln fähig sind und über welche Kompetenzen sie hierfür in welchem Maße verfügen müssen. Dabei geht es um die Zuschreibung von Freiheit als Bedingung für moralisches Handeln, um die dafür notwendigen kognitiven Kompetenzen (Denken, Verstehen, Geist, Intelligenz, Bewusstsein, Wahrnehmung und Kommunikation), aber auch um Empathie und Emotionen. Beiden Arbeitsfeldern liegt die Frage zugrunde, was Moral bzw. was Ethik ist und wie moralische Urteile gefällt werden.

Grundlegend für die Diskussion ist das im Jahr 2009 erschienene Werk *Moral Machines. Teaching Robots Right from Wrong*, das von Wendell Wallach (Yale University) gemein-

sam mit Colin Allen (Indiana University) verfasst wurde. Sie schlagen vor, allen Wesen Moralfähigkeit zuzuschreiben, die in Situationen geraten, in denen moralische Entscheidungen zu treffen sind. Dabei schließen sie an das von Philippa Foot stammende Gedankenexperiment der »Trolley Cases« an: Eine Straßenbahn droht, fünf Personen zu überrollen, kann aber durch Umstellen einer Weiche auf ein anderes Gleis umgeleitet werden. Unglücklicherweise befindet sich dort eine weitere Person. Darf (durch Umlegen der Weiche) ihr Tod in Kauf genommen werden, um das Leben der anderen zu retten? Das hat in der Gegenwart eine Debatte um autonome Fahrassistenzsysteme aufgeworfen.

Eine moralische Entscheidung wird, so Wallach und Allen, bereits dann gefällt, wenn sich auf den Gleisen Menschen befinden, die der Zug zu überrollen droht. Der Zug »urteilt«, indem er dazu programmiert ist, unverzüglich zu stoppen, wenn sich Menschen auf den Gleisen aufhalten. Es kann zunächst keine Rede davon sein, dass ein fahrerloser Zug (oder ein anderes autonomes Fahrassistenzsystem – z. B. ein autonomer Krankentransport), ausgerüstet mit einer spezifischen algorithmischen Struktur, im genuinen Sinne des Wortes moralisch handelt. Allerdings ist diese Situation äußerlich einer solchen ähnlich, in der sich auch ein Mensch befinden könnte. [...] Das genügt, um zumindest ein Nachdenken über Roboter als »moral agents« nachvollziehbar erscheinen zu lassen, ohne, dass man sich gleich zu schließen gezwungen fühlen müsste, dass artifizielle Systeme in derselben Weise und in demselben Ausmaß wie Menschen zu moralischem Handeln befähigt seien.

Roboter als Handlungssubjekte

Catrin Misselhorn definiert Akteursfähigkeit über Selbst-Veranlassung (Autonomie) und Handlungsfähigkeit (Handeln nach Gründen). Autonomie ist für zahlreiche philosophische Ansätze zur moralischen Akteursfähigkeit artifizieller Systeme zentral, wobei damit zunächst noch gar nicht Willensfreiheit in einem anspruchsvollen metaphysischen Sinne gemeint sein muss. Autonomie kann auch negativ definiert auf die Abwesenheit von äußerem Zwang oder direkter äußerer Kontrolle rekurrieren, was für einige bereits hinreichend ist, um (einigen) Maschinen (rudimentäre) Freiheit zuschreiben zu können. Für andere – wie etwa Misselhorn – kann von Autonomie nur dann gehaltvoll die Rede sein, wenn die eigenen Handlungen durch interne Faktoren, die einer gewissen Kontrolle des Handlungssubjekts unterliegen, determiniert sind. Autonomie ist dabei nicht gleichbedeutend mit Nicht-Determiniertheit. Im Gegenteil – es geht um eine bestimmte Form der Determination, nämlich um Determination durch das fragliche Handlungssubjekt selbst. [...]

Hinsichtlich des Handelns nach Gründen (der zweiten Bedingung für Akteursfähigkeit) sind insbesondere die morali-

schen Gründe interessant. Wendel Wallach und Colin Allen haben sich die Frage gestellt, inwiefern Roboter als artifizielle moralische Akteure zu verstehen sind. Sie definieren moral agency als graduelles Konzept, das zwei Bedingungen genügen muss, nämlich Autonomie und Empfänglichkeit bzw. Empfindlichkeit für moralische Werte (sensitivity to values). Menschen gelten für sie als moralische Akteure im genuinen Sinne; allerdings sehen sie in einigen Maschinen – beispielsweise einem Autopiloten [...] – operationale moralische Akteure. [...]

Für eine weitergehende Autonomie bzw. moralische Sensitivität führen Wallach & Allen den Begriff der »funktionalen Moralität« ein. Funktionale Moralität bedeutet, dass das fragliche artifizielle System insofern entweder autonomer und/oder werteseitiver ist als ein operationaler moralischer artifizieller Akteur, als funktionale moralische Maschinen [...]. Nur besonderen artifiziellen Systemen kommt der Status funktionaler moralischer Akteursfähigkeit zu – etwa dem medizinisch-ethischen Expertensystem MedEthEx, dem die Prinzipien der biomedizinischen Ethik von Beauchamp und Childress implementiert sind. Dieser Ansatz der funktionalen Moralität, der graduellen Zuschreibung von Kompetenzen und Fähigkeiten, gründet auf dem Gedanken der funktionalen Äquivalenz. [...] Funktionale Äquivalenz bedeutet, dass spezifische Phänomene verstanden werden, »als ob« sie kognitiven, emotionalen oder anderen Kompetenzen und Fähigkeiten entsprechen.

Starke und schwache KI

Der Ansatz funktionaler Äquivalenz beruht auf der Unterscheidung zwischen starker und schwacher künstlicher Intelligenz. Starke KI meint Maschinen, die im genuinen Sinne des Wortes mit Intelligenz, Bewusstsein und Autonomie ausgerüstet sind. Schwache KI ist bescheidener: Ihr ist lediglich an der Simulation spezifischer Kompetenzen in artifiziellen Systemen gelegen. [...] Wallach und Allen verzichten auf die Annahme einer starken KI und der daran geknüpften Kompetenzen hinsichtlich artifizieller moralischer Akteure. Vielmehr fokussieren sie sich auf die Zuschreibung von funktional äquivalenten Bedingungen und Verhaltensweisen. Die Frage, inwiefern artifizielle Systeme irgendwann intelligent, bewusst oder autonom im Sinne der starken KI-These genannt werden können, wird durch die Frage ersetzt, in welchem Ausmaß und Umfang die fraglichen Kompetenzen der Funktion entsprechen, die sie innerhalb der moralischen Evaluation spielen. Wallach und Allen denken sich den Übergang von operationaler über funktionaler bis hin zu voller Moralzuschreibung abhängig von den genannten Kompetenzen Autonomie und moralische Sensitivität graduell.

Es ist jedoch schwer vorstellbar, wie ein artifizielles System ein funktionales Äquivalent zu der menschlichen Fähigkeit,

Ein moralisches Dilemma: Darf der Tod einer Person in Kauf genommen werden, um möglicherweise Viele zu retten?

höherstufige Wünsche bilden zu können, entwickeln könnte. Hilfreich erscheint hier Darwalls Unterscheidung zwischen vier Formen von Autonomie: »personal«, »moral«, »rational« und »agential«. Während persönliche Autonomie die Fähigkeit umfasst, Werte, Ziele und letzte Zwecke zu definieren, beinhaltet moralische Autonomie die Möglichkeit, selbst gesetzte Prinzipien und ethische Überzeugungen zu reflektieren. Diese beiden Formen von Autonomie werden wohl noch für lange Zeit menschlichen Akteuren vorbehalten bleiben, hingegen sieht Darwall rationale Autonomie *prima facie* auch für artifizielle Akteure erreichbar. [...]

Alles unter Kontrolle?

Wallach und Allen sehen die operationalen artifiziellen Systeme vollständig in der Kontrolle der Designer*innen und Nutzer*innen. Funktional moralfähige Roboter sind jedoch in einem gewissen – und sei es auch nur geringen – Maße lernfähig. Eine Grenzziehung zwischen nicht-moralischen Werkzeugen, operational nicht lernfähigen und funktional lernfähigen Maschinen lässt sich auf der computationalen Ebene in Form eines algorithmischen Strukturschemas vorzunehmen, indem man sich die Unterscheidung zwischen determinierten und deterministischen Algorithmen zunutze macht: Während deterministische Algorithmen bei gleichem Input zu demselben Output gelangen, gelangen determinierte Algorithmen bei gleichem Input ebenfalls zum selben Output, weisen allerdings bei der Wahl der Zwischenschritte, die dahin führen, einen gewissen Spielraum auf.

Es ist vorstellbar, Maschinen, die auf der Grundlage deterministischer Algorithmen funktionieren – also gewissermaßen »determinierter« sind als nur determinierte Algorithmen –, weder in der funktionalen noch in der operationalen Sphäre zu verorten. Man könnte sie immer noch als Maschinen sehen, allerdings fast den nicht-mechanischen Werkzeugen näher als der operationalen Sphäre. Denn im Rahmen rein deterministischer algorithmischer Strukturen gibt es keinerlei Spielraum – von artifizieller Lernfähigkeit ganz zu schweigen. Die Sphäre operationaler Moralfähigkeit würde dann mit den artifiziellen Systemen betreten, die vornehmlich durch determinierte (aber nicht-deterministische) Algorithmen strukturiert sind. Und die Fälle artifizieller Systeme, die vornehmlich auf der Grundlage nicht-determinierter (und also nicht-deterministischer) Algorithmen operieren, könnten in der funktionalen Sphäre lokalisiert werden, denn diese verfügen sowohl was die Zwischenschritte als auch was das Ergebnis anbelangt, über einen größeren Spielraum. Hier ließe sich auch von artifizieller Lernfähigkeit sprechen. [...]

Autonome Fahrassistenzsysteme lassen sich als ein Beispiel für operationale Akteure anführen, da ihre Autonomie

aus guten Gründen in strengen Grenzen gehalten ist. Sie können nicht lernen und verfügen nicht über nicht-determinierte Algorithmen.

[...] Während menschliche Akteure über alle vier Autonomietypen, nämlich personale, moralische, rationale und agentiale Autonomie, verfügen, ist Maschinen zumindest auf absehbare Zeit nur rationale und agentiale Autonomie funktional äquivalent zuzuschreiben. Eine generelle Modifikation der implementierten algorithmischen Strukturen analog der evolutionären menschlichen Entwicklung ist bei keinem artifiziellen System vorstellbar (von der Wünschbarkeit ganz zu schweigen). [...]

Ethiklektionen für Maschinen

Es lassen sich generell drei Vorgehensweisen differenzieren, die Roboter mit Moralität ausstatten: Top-down-Ansätze, Bottom-up-Ansätze und hybride Ansätze.

Im Rahmen der Top-down-Ansätze werden eine Reihe ethischer Prinzipien oder Regeln, nach denen sich das artifizielle System in einer fraglichen Situation richten soll, wie etwa Immanuel Kants kategorischer Imperativ, die Goldene Regel, die Zehn Gebote oder die drei (bzw. vier) Asimov'schen

Robotergeresetze, einprogrammiert. Letztere gehören zu den berühmtesten und in der Robotik und KI-Forschung bis in die Gegenwart gerne als Gedankenexperiment genutzten Beispielen für top down zu programmierende Regel-Sets. In Asimovs Kurzgeschichte *Runaround* von 1942 lauten sie:

»One, a robot may not injure a human being, or, through inaction, allow a human being to come to harm. [...] Two, [...] a robot must obey the orders given it by human beings except where such orders would conflict with the First Law. [...] And three, a robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Laws«.

Das sogenannte nullte Asimov'sche Gesetz, um das Asimov in seinem Roman *Aufbruch zu den Sternen* die drei ersten Robotergeresetze ergänzt, besagt, dass ein Roboter die Menschheit nicht verletzen oder durch Passivität zulassen darf, dass sie zu Schaden kommt.

Bei den Top-down-Ansätzen ist generell jedoch mit mindestens zwei Schwierigkeiten zu rechnen: Zum einen sind Regeln oder gar einzelne Begriffe nur (wenn überhaupt) reduziert implementierbar. Ihre Interpretation ist kontextsensitiv. Die Programmierung ist jedoch auf eine (oder mehrere) eindeutige Interpretationen angewiesen. Zum anderen kann ein Konflikt zwischen den einzelnen Regeln auftreten. Legt man einen monistischen Ansatz zugrunde, wird eine einzelne Regel (etwa Kants kategorischer Imperativ) programmiert, aus der alle Handlungsanweisungen situativ abzuleiten sind. Ein solcher monistischer Ansatz nimmt an, dass es keine moralischen Dilemma-Situationen gibt, da die Grundregel so for-

Persönliche und moralische Autonomie werden wohl noch lange menschlichen Akteuren vorbehalten bleiben.

mal ist, dass sie für alle Situationen eine konfliktfreie Antwort geben kann. Praktisch besteht aufgrund des Abstraktionsgrades des Moralprinzips die Gefahr, dass das fragliche artifizielle System nichts daraus wird konkret ableiten können. Je konkreter die Formulierung der moralischen Prinzipien, desto eher ist das künstliche System in der Lage, einen Fall in der Praxis unter das Prinzip zu subsumieren. Aber: Je konkreter besagte moralische Prinzipien, desto größer ist die Gefahr des Regelkonflikts. Es fehlt bei einem reinen Top-down-Ansatz das, was man »gesunden Menschenverstand« nennt.

Bottom-up-Ansätze basieren auf der Grundlage von Lern- und evolutionären Algorithmen (randomisierte, stochastische oder probabilistische Algorithmen). Es handelt sich um nicht-determinierte Algorithmen, bei denen nicht reproduzierbare und undefinierte Zustände auftreten. Im Gegensatz zu determinierten Algorithmen gelangt man in einem begrenzten Wahrscheinlichkeitsrahmen zu nicht programmierten Zuständen. So arbeitet Klaus Mainzer an dynamischen Systemen, in denen durch die komplexe Wechselwirkung der Elemente neue Eigenschaften des Gesamtsystems erzeugt werden, die nicht auf die einzelnen Elemente zurückzuführen sind. Dabei werden nicht von vornherein moralische Regeln bzw. Sets an Regeln vorgegeben, sondern lediglich basale Parameter formuliert bzw. basale Kompetenzen implementiert. Artifizielle Systeme entwickeln darauf durch verschiedene Formen des Lernens (Trial and Error, Imitation, Induktion und Deduktion, Exploration, Lernen über Belohnung, Assoziation und Konditionierung) moralisches Verhalten. [...]

Hybride Ansätze kombinieren Top-down- mit Bottom-up-Ansätzen, indem ein ethischer Rahmen basaler Werte vorgegeben wird, der dann durch Lernprozesse an spezifische Kontexte anzupassen ist. Dabei ist die Auswahl der fraglichen Regeln von dem Einsatzbereich des Roboters abhängig. Um von einem hybriden Modell sprechen zu können, muss das System in einem anpassungsfähigen Spielraum agieren können, innerhalb dessen es auf die Wertvorstellungen seiner Nutzer*innen kontextsensitiv reagiert.

Je mehr Adaptivität und Möglichkeit zur Wertanpassung ein artifizielles System aufweist, desto weniger ist es an einen spezifischen Zweck gebunden (und umgekehrt). So muss etwa ein komplexer Serviceroboter für Privathäuser, der nicht nur in der Küche unterstützen oder im Garten bei der Anlegung der Blumenbeete mit anfassen, sondern ebenso für gelegentliche Fußmassagen und Tipps in der Kombination bestimmter Outfits und Accessoires zu Diensten stehen soll, über einen sehr viel größeren adaptiven Spielraum und damit über eine deutlich geringere Finalität verfügen als ein vergleichsweise einfacher Roboter, der nur den Tisch zu decken und die Spülmaschine einzuräumen hat. Ein solcher komplexer Serviceroboter wäre deshalb unter der Perspektive

hybrider Ansätze zu entwickeln, da er zwar aufgrund seines Einsatzbereiches in Privathäusern in einem bestimmten moralischen Rahmen agiert (top down), hier allerdings in hohem Grade flexibel die Anweisungen der Nutzer*innen aufnehmen und antizipieren können muss (bottom up). [...]

Roboter als »moral patients«

Inwiefern aber sind artifizielle Systeme als »moral patients« – als Wertträger – zu identifizieren? Im Straßenverkehr gerät ein autonomes Fahrassistenzsystem aller Voraussicht nach nicht allzu häufig in Situationen von moralischer Relevanz, einmal vorausgesetzt, es hält sich stets an die Straßenverkehrsordnung, fährt nicht zu schnell und drängelt nicht. Innerhalb des Rahmens normaler Fahroutine scheint es weniger um eine etwaige (Un-)Moralität des autonomen Wagens zu gehen, als vielmehr um Programmierungsfehler von

letztlich strafrechtlichem Belang, die in den Kompetenzbereich des Herstellers fallen. Ein autonomes Fahrassistenzsystem sollte in Unfallsituationen ja gerade in der Lage sein, die wahrscheinlichen Folgen in Millisekunden zu be-

rechnen und nach einem zuvor definierten Setting zu agieren.

Stellen wir uns einige Kinder vor, die unerwartet auf die Straße und direkt vor ein autonomes Auto springen. Das autonome Fahrassistenzsystem berechnet nun, dass es nicht mehr rechtzeitig wird bremsen können. Es könnte hingegen sowohl in den Gegenverkehr lenken als auch in die andere Richtung, in der sich hinter einem Brückengeländer ein Abhang auftut. Während das Auto im Rahmen der ersten Option (die Spur halten und bremsen) mit hoher Wahrscheinlichkeit die Kinder überfahren oder sie schwer verletzen würde, verlöre im Rahmen der zweiten und dritten Option (Gegenverkehr und Abhang) mindestens der/die Fahrer*in das Leben. Szenarien dieser Art thematisieren Entscheidungen von großer moralischer Relevanz, für die es keine eindeutige, keine korrekte, Antwort bzw. Lösung gibt. Bleibt keine Zeit, in der fraglichen Situation an Stelle des Autos über das weitere Vorgehen nachzudenken und sich dementsprechend zu entscheiden, wird der autonome Wagen vermutlich mit einer standardisierten Reaktionsweise ausgestattet reagieren – beispielsweise in solchen und ähnlichen Fällen immer zu bremsen. Das ist es, was diese Dilemma-Fälle, in denen das autonome Auto über Zeit und Kompetenz verfügt, die Situation zu analysieren und nach einer vorgegebenen Agenda zu reagieren, grundlegend von Situationen unterscheidet, in denen ein menschlicher Fahrer reflexartig handelt.

Bislang konnte noch niemand eine Lösung für solche Dilemma-Fälle finden, die allen unseren moralischen Intuitionen gerecht wird. Deshalb scheint es schlicht falsch zu sein, dem autonomen Fahrassistenzsystem durch die Hersteller eine Standardreaktion zu implementieren. Denn hierdurch würde die Autonomie der Fahrer*innen beeinträchtigt. Der

Ein komplexer Serviceroboter sollte nicht nur in der Küche mithelfen, sondern auch für gelegentliche Fußmassagen oder Garderobertipps zur Verfügung stehen.

Hersteller muss die Einhaltung der oben beschriebenen Fahroutine gewährleisten, im Sinne eines fehlerfreien Funktionierens und der Sicherheit des Autos. Doch solange es noch einen Fahrer des Wagens gibt – selbst dann, wenn sie bzw. er gar nicht selbst fährt –, bleibt diese Person für die moralischen Entscheidungen des Fahrzeugs verantwortlich. Die moralische Verantwortung des hybriden Systems – bestehend aus Fahrer und autonomen Wagen – wird insofern zwischen Auto und Fahrerin geteilt, als der Wagen selbst, abhängig von seinem Grad an Autonomie und moralischer Sensitivität, bis auf Weiteres ausschließlich für die Standard-Fahrparameter verantwortlich ist, die Fahrerin bzw. der Fahrer hingegen für die moralisch relevanten Entscheidungen des Autos, die nicht durch die Straßenverkehrsordnung abgedeckt werden. [...]

Unser traditionelles Verständnis von Verantwortung, das in den hier beschriebenen Fällen zum Ausdruck kommt, ist insofern stark individualistisch, als wir immer ein Subjekt als Verantwortungsträger*in benötigen. Eine Zuschreibung von Verantwortung ist nicht oder zumindest nur metaphorisch möglich, wenn die potenziellen Akteure die nötigen Kompetenzen (Kommunikationsfähigkeit, Autonomie bzw. Handlungsfähigkeit und Urteilskraft) nicht oder nicht hinreichend ausgeprägt mitbringen – wie Kinder, Menschen mit einer körperlichen oder geistigen Beeinträchtigung oder Maschinen. Für solche Fälle wurden in den vergangenen Jahren behelfsmäßige Begrifflichkeiten entwickelt, die ohne eine Bestimmung dieses Relationselements auskommen. Doch damit ist der eigentlichen Aufgabe des Verantwortungskonzepts – in intransparenten Kontexten, die durch komplexe Hierarchien und vielfach vermittelte Handlungsabläufe gekennzeichnet sind, für mehr Struktur, mehr Transparenz und Handlungsorientierung zu sorgen –, nicht gedient, suchen wir doch de facto immer nach einem Träger der eingeforderten Verantwortung.

Allerdings haben wir es hier mit Situationen zu tun, in denen einige der in das Geschehen involvierten Parteien die zur Verantwortung notwendigen Kompetenzen nicht oder nur in einem geringen Ausmaß mitbringen. Nehmen wir wieder das Beispiel autonomer Fahrassistenzsysteme als operational moralische Akteure: Ein solches System ist insofern ein Wertträger, als es Teil unseres moralischen Universums ist, insofern ihm ein instrumenteller Wert zukommt – aber als moralischer Akteur in einem signifikanten (d. h. zumindest in einem funktionalen) Sinne lässt es sich nicht begreifen. Und dennoch haben wir die Intuition, dass wir es aus der Verantwortung nicht gänzlich entlassen können.

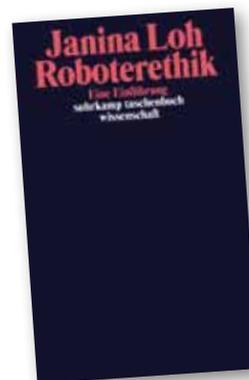
Für solche und vergleichbare Kontexte eines Lokalisierungsversuchs artifiziereller »moral patients« im moralischen Universum habe ich den Begriff des Verantwortungszentrums von Christian Neuhäuser übernommen und spezifiziert. Die diesen Überlegungen zugrunde liegende These lautet, dass wir all denjenigen Parteien in einer gegebenen Situation Verantwortung zuschreiben, die an dem fraglichen Geschehen beteiligt sind und zwar in dem Maße, in dem sie

die nötigen Kompetenzen zur Verantwortungszuschreibung mitbringen. Ein solches Verantwortungszentrum trägt der Tatsache Rechnung, dass sich innerhalb einer Verantwortungszustellung in manchen Fällen Relationselemente überlagern können. Ein Beispiel dafür ist die Verantwortung der Eltern für ihre Kinder. Hier stellen die Kinder (bzw. deren Wohlergehen) einerseits das Objekt der Verantwortlichkeit dar, sie sind aber auch die Adressaten (also der Grund des Vorhandenseins dieser Verantwortlichkeit). [...]

Fazit und Ausblick

Mit Einteilung der Roboterethik in zwei Arbeitsfelder – Roboter als »moral patients« und als »moral agents« – wird ein grundlegender Vergleich zwischen Roboter- und Tierethik möglich. Da künstliche Systeme bislang nur in einem operationalen bzw. in einem schwach funktionalen Sinne als moralische Akteure identifizierbar sind, betreffen die meisten Fragen, mit denen wir uns aktuell innerhalb der Robotik in Industrie, Service und Kriegsführung konfrontiert sehen, fast ausnahmslos den Bereich der Roboterethik zu artifiziellem Systemen als Wertträgern. [...]

Das Konzept der Verantwortungszentren erlaubt eine Lokalisierung auch der artifiziellem Systemen – aber letztlich aller Phänomene, da diese Idee nicht auf Maschinen beschränkt ist – im moralischen Universum, die die Kompetenzen moralischer Akteursfähigkeit und Verantwortungszuschreibung nicht oder nicht hinreichend mitbringen. ■■



Zum Weiterlesen

Janina Loh, *Roboterethik*, Suhrkamp 2019

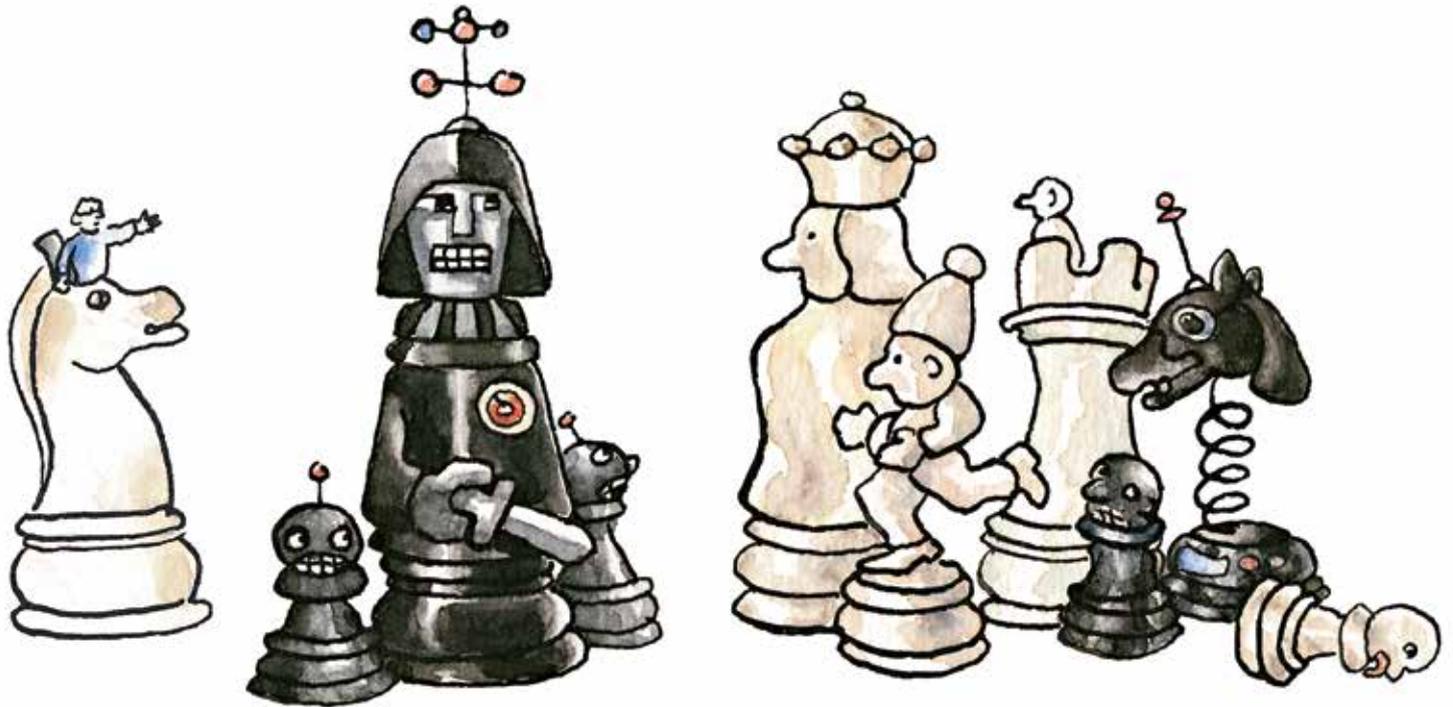


Den kompletten Text mit ausführlichen Literaturangaben finden Sie im Internet unter www.information-philosophie.de



Dr. Janina Loh

(geb. Sombetzki) ist Universitätsassistentin (Post-Doc) im Bereich Technik- und Medienphilosophie an der Universität Wien. 2018 erschien von ihr die erste deutschsprachige Einführung in den Trans- und Posthumanismus.



Maschinen, die antworten

1997 war ein denkwürdiges Jahr für die Geschichte künstlicher Intelligenzen. In diesem Jahr besiegte der IBM-Computer Deep Blue den Schachweltmeister Garri Kasparow. Von Martina Heßler

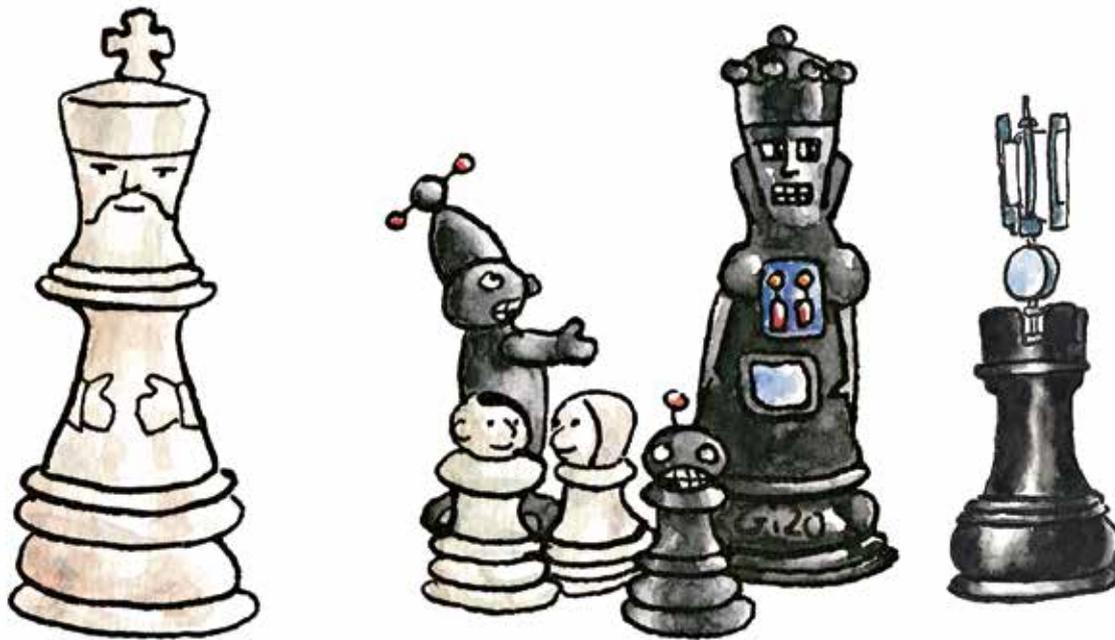
Dieses spektakulär inszenierte Event brachte die KI-Forschung in Gestalt eines unscheinbar aussehenden Schachcomputers mit einem Paukenschlag in die öffentliche Wahrnehmung. Das Match dauerte insgesamt acht Tage und entfachte ein immenses Medienecho. Es hatte vor laufenden Kameras in einem Fernsehstudio in New York stattgefunden. Zudem wurde es im Internet übertragen. Noch 2001 wurde das Turnier als das »größte Internetereignis aller Zeiten« tituliert. Der Sieg des Computers über den als unbesiegbar geltenden Schachweltmeister löste eine intensive Debatte über das Potenzial künstlicher Intelligenz, aber auch über die »Dummheit« des Computers aus, wie die enorme Rechenleistung abwertend betitelt wurde. Die Frage, ob Maschinen denken können, die bereits Alan Turing 1950 gestellt hatte, erhielt ungeahnte neue Aufmerksamkeit.

1997 war aber auch das Jahr, in dem das Tamagotchi zu einem außerordentlich populären Spielzeug, nicht nur für Teenies, wurde. Ende 1996 in Japan von der Firma Bandai auf den Markt gebracht, wurden im Mai 1997 in den USA innerhalb von drei Tagen 30 000 Tamagotchis verkauft, nach

drei Monaten waren es über drei Millionen. Ein Jahr später konnte man das Tamagotchi in über 80 Ländern erwerben. Das kleine, runde Plastikei, das von seinen Nutzer*innen zum Leben erweckt und anschließend gepflegt, betreut und unterhalten werden musste, um zu »überleben«, gilt als eines der ersten interaktiven Gadgets. Anne Allison nannte es die »Urform«.

So wie Deep Blue eine Debatte über maschinelles Denken provozierte, so riefen digitale Gefährten Fragen nach maschinellen Emotionen und vor allem nach emotionalen menschlichen Beziehungen zu Maschinen hervor. Fragen, die aktuell im Kontext sogenannter sozialer Roboter intensiv debattiert werden.

Während die KI bereits seit den 1950er Jahren an der Entwicklung von Maschinen, die denken können, arbeitete und Deep Blue hier nur die inszenierte, erfolgreiche Spitze eines Eisbergs langer Forschung, inklusive vieler Rückschläge (auch bei IBM), darstellte, wurden Emotionen weitaus später zum Thema der KI-Forschung. Hier kommt das Jahr 1997 ein drittes Mal ins Spiel. Rosalind Picard veröffentlichte ihr



viel rezipiertes Buch *Affective Computing*, einem heute boomenden Forschungszweig zum Erkennen, Interpretieren und Simulieren menschlicher Emotionen durch Maschinen.

Zwar verkörpern sowohl Deep Blue als auch das Tamagotchi einen Stand der Künstlichen-Intelligenz-Forschung, der im heutigen Kontext von »deep learning« und neuronalen Netzen als überholt gilt. Wie der Philosoph Luciano Floridi kürzlich etwas überspitzt formulierte, seien beide so dumm wie ein Toaster. Gleichwohl sind Deep Blue und Tamagotchi historisch bedeutsam, nicht nur, weil sie zu ihrer Zeit spektakulär waren und viel öffentliche Aufmerksamkeit erhielten, und auch nicht nur, weil sie für ein inzwischen als überholt geltendes Stadium der Geschichte der künstlichen Intelligenz stehen.

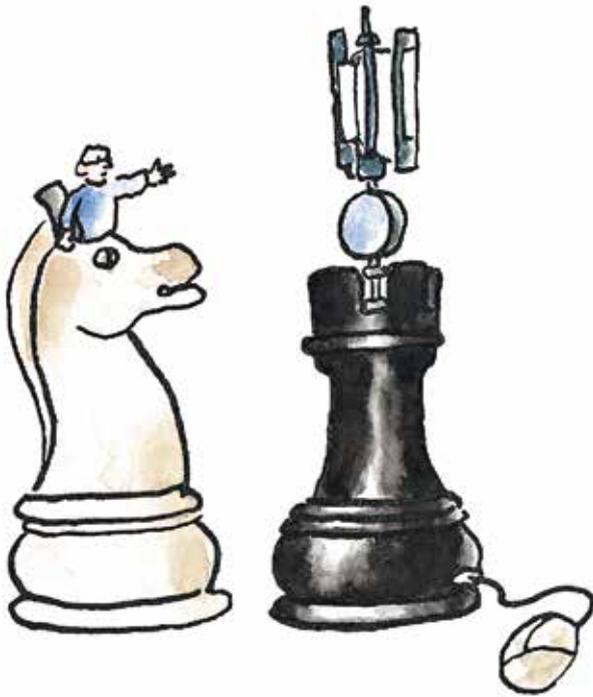
Das kalte Herz der Maschine

Vielmehr sind sie erstens bedeutsam, weil sie zentrale anthropologische Kategorien herausforderten, die fundamental für das menschliche Selbstverständnis sind, nämlich das Denken und die Emotionen. Nicht zufällig entbrannte der Streit, ob Maschinen denken können nach Deep Blues Sieg neu. Das menschliche Selbstverständnis als (denkende) Krone der Schöpfung stand auf dem Spiel. Interessanterweise wurden in diesen Debatten über die Position der Menschen gegenüber Maschinen auch Emotionen als Argument gegen Deep Blue ins Feld geführt. Kasparow, so wurde kolportiert, habe verloren, weil er zu emotional reagiert habe – aber genau das habe ihn menschlich gemacht. Emotionen wurden nun als etwas spezifisch Menschliches betont und der »kalten« Maschine gegenübergestellt. Daher, so wurde mit einer gewissen Scha-

denfreude konstatiert, könne sich Deep Blue auch nicht über seinen Sieg freuen. Umso interessanter ist ein gleichzeitig zu beobachtendes Phänomen wie der Tamagotchi-Hype: die emotionale Bindung an ein Emotionen simulierendes Gerät. So ist es auch wenig überraschend, dass im Kontext sozialer Roboter wie Pepper oder Paro heute besorgt kommentiert wird, dass diese keine »wirklichen« Emotionen hätten – ähnlich wie für intelligente Maschinen stets hervorgehoben wurde, sie könnten nicht »wirklich« denken.

Beide Argumente beruhen auf anthropozentrischen Verteidigungsstrategien der Menschen, die ihre Überlegenheit, Lebendigkeit, »Echtheit« oder »Authentizität« gegenüber Maschinen zu verteidigen versuchen, während sie mit diesen Geräten in einer alltäglichen Praxis selbstverständlich umgehen. Denn Deep Blue und Tamagotchi bzw. breiter gesprochen, Schachcomputer und digitale Gefährten, machten künstliche Intelligenz für die Nutzer*innen zu einer alltäglichen Erfahrung. Sie stehen, und dies ist der zweite Grund, warum sie historisch bedeutsam sind, am Beginn einer Geschichte der Veralltäglichung und des Selbstverständlichwerdens der KI, die noch lange nicht abgeschlossen ist und die bislang in der historischen Forschung zur KI kaum Beachtung fand.

Gerade die Koinzidenz des (zeitlichen) Zusammentreffens von Deep Blue und Tamagotchi macht dies klar. Sie sind historisch relevant, weil sie mit den Menschen in damals neuartiger Weise interagierten und damit Mensch-Maschine-Verhältnisse veränderten. Beide, Schachcomputer und digitale Gefährten, wurden zu Partnern, zu Begleitern oder Beratern von Menschen. Sherry Turkle hatte in ihrem Buch *Alone Together* (2011) einen Wandel vom »romantic moment« zum



»robotic moment« beschrieben. Sie hatte einen fundamentalen Wandel in den Mensch-Maschine-Verhältnissen beobachtet: Menschen seien inzwischen bereit, Roboter als Freunde und Vertraute zu akzeptieren.

Betrachtet man zwei so unterschiedliche Objekte wie den Schachcomputer und das Tamagotchi, so wird klar, dass sich dieser »robotic moment« nicht nur auf die von Turkle untersuchten emotionalen Beziehungen zu Maschinen bezieht, sondern auch auf Denken und Entscheiden. Menschen sind seit den 1990er Jahren mit einer neuen Kategorie von Objekten, nämlich interagierenden Maschinen, konfrontiert: »Denkende«, »emotionale« und »antwortende« KI wird seit den 1990er Jahren sukzessive selbstverständlicher Teil der menschlichen Alltagswelt.

Schachcomputer: Trainingspartner und Kreativitätsmaschinen

Deep Blue war nun allzu offensichtlich nicht Kasparows Partner, sondern sein Gegner. Der IBM-Computer steht für ein spektakuläres Duell, für das Kräftemessen, den Wettkampf und den Vergleich von Menschen und Maschinen. Was so medienwirksam inszeniert wurde, ist jedoch nur die Hälfte der Geschichte. Denn auf der Ebene der alltäglichen Schachpraxis waren Schachcomputer bereits selbstverständliche Trainingspartner geworden. Seit Ende der 1970er Jahre waren Schachcomputer auf dem deutschen Markt erhältlich, seit Ende der 1980er Jahre ein Trainings-, Lern- und Spielgerät für jedermann. Kasparow selbst war bekannt dafür, dass er sich mit Schachcomputern auf Turniere vorbereitete. Zu den Praktiken, auch von Hobbyschachspielern, gehörte beispielsweise die Verwendung von Datenbanken, die eine zuvor nicht gleichermaßen verfügbare Menge an Spieleröffnungen sowie an Partien enthielten. Riesige Datenmengen wurden zugänglich. Laien ließen die eigene Schachpartie vom Com-

puter analysieren, gleichermaßen die ihrer Gegner. Weiter wurde der Schachcomputer zur Analyse spezifischer Schachprobleme genutzt, der Computer nach Lösungen befragt. Ein Schachspieler gestand, dass er inzwischen kaum widerstehen könne, nach kurzem Überlegen den Computer um Rat zu fragen.

Zudem wurde der Computer zu einem Experimentalraum. Lösungen für Schachprobleme, auf die Schachspieler nie selbst gekommen wären – so die vielfachen, teils aufgeregten Leserbriefe in den Schachzeitschriften – offenbarten sich. Teils waren die Züge nicht nachvollziehbar, auch nicht für Schachprofis. So hielt man sie zuerst für einen Fehler, um schließlich zu sehen, dass sie zum Sieg führten. Der Schachcomputer war somit nicht mehr ein Konkurrent, sondern Ratgeber und Mittel der Steigerung menschlicher Fähigkeiten, eine Kreativitätsmaschine, mit der man über die Kapazitäten des menschlichen Geistes hinaus experimentieren konnte. Der Computer war gefragter Berater und Trainer und wurde integraler Bestandteil der Schachpraxis.

Auch Kasparow hatte nach der Niederlage gegen Deep Blue eine interessante Wendung vollzogen, indem er den Schachcomputer nicht mehr als Konkurrenz wahrzunehmen beschloss, sondern als Mittel, um die eigene Intelligenz zu stärken. So verkündete er: »Doch ich sehe vielmehr die gewaltigen Chancen, vor allem für das Schach. Wenn wir in Zukunft Partien spielen, bei denen den Spielern der Gebrauch von Rechnern erlaubt ist, werden wir in ganz neue Dimensionen dieses Spiels vorstoßen. (...) Feine Kreativität und brutale Rechenkapazität könnten sich zu einer neuen Art der Informationsgewinnung ergänzen.« In seinem kürzlich erschienenen Buch *Deep Thinking* fasst Kasparow dies folgendermaßen zusammen: »You could call it, ›if you can't beat 'em, join 'em.«

Im Kontext des Schachs war in den 1990er Jahren gar von Zentauren die Rede, »MenschComputer«, die gegen andere Zentauren spielen würden. Menschen und KI wurden als enge Einheit gedacht, die gemeinsam stark war.

Das Tamagotchi oder Emotionsmaschinen

Während es beim Schachspiel um die Steigerung des menschlichen Denkens ging, im Team oder mit Beratung von Computern, zielte das Tamagotchi auf die Emotionen



seiner Nutzer*innen. Es wurde als künstliches Haustier auf den Markt gebracht. Wie Anne Allison betonte, war es jedoch ein Objekt zwischen allen Kategorien. Ein Plastikei, das nicht wie ein Haustier aussah, ein Objekt, das das Lebendige simulierte, jedoch künstlich war, ein neuartiges Spielzeug, aber auch ein Gefährte. So musste das Tamagotchi gefüttert werden, unterhalten, gereinigt, das Licht musste ausgemacht werden, damit es sich ausruhen konnte. Entsprechend der individuellen Behandlung entwickelte es unterschiedliche Charaktere. Das Plastikei konnte zu einem wohlzogenen, angenehmen Gefährten werden, aber auch zu einem ungehobelten, spuckenden Etwas.

Viele Tamagotchi-Besitzer*innen betonten, dass dieses Sich-kümmern-müssen eine Bindung hervorrief. Kinder nahmen es mit in die Schule, worauf es in vielen Schulen verboten wurde. Es entstanden »tamagotchi-sitting«-Dienste, die sich um das Gerät kümmerten, während die Kinder in der Schule waren.

Zudem wurde im Internet der Missbrauch oder die Vernachlässigung des Tamagotchi angeprangert. Dazu gehörte beispielsweise, das Licht die ganze Nacht anzulassen, es unbegründet zu bestrafen oder es nicht sauber zu machen. Dieses Aufstellen von Regeln zeigt einerseits, dass Tamagotchis offensichtlich »gequält« wurden, sonst wären die Regeln nicht nötig. Andererseits zeigt es, dass es wie ein Lebewesen behandelt wurde. Zudem war die Frage »How to kill your Tamagotchi« ein heiß diskutiertes Thema in den späten 1990er Jahren. Interessant ist hier wiederum, dass es den Menschen emotional nicht leichtfiel, ihren Tamagotchi nicht weiter zu pflegen und damit »sterben« zu lassen.

Aber auch Erwachsene entwickelten schnell eine intensive emotionale Bindung gegenüber digitalen Gefährten. So hatten Menschen ein schlechtes Gewissen, wenn sie den Roboterhund Aibo vernachlässigten, ließen ihn nicht ger-

ne alleine, kauften Spielzeug für ihn oder veranstalteten Events, um ihn zu erfreuen. Es entstand offensichtlich eine andere Art von Beziehung als zu Objekten wie Teddybären, Puppen, Autos oder anderen Dingen, auch wenn Emotionen gegenüber Objekten kein historisches neues Phänomen der 1990er Jahre sind. Das Tamagotchi, wie auch andere digitale Gefährten, war jedoch fordernd.

Ein neues Verhältnis zwischen Maschine und Mensch

Diese künstlichen Intelligenzen wie Deep Blue und das Tamagotchi waren aus heutiger Sicht recht simple KI-Technologien. Gleichwohl stellten sie eine wirksame, neuartige Kategorie von Objekten dar, die begannen, das Mensch-Maschine-Verhältnis zu verändern. Es sind Objekte, die antworten, die mit Menschen interagieren. Sie reagieren auf ihr Gegenüber. Sie geben Ratschläge oder entwickeln sich individuell, je nachdem, wie »ihre« Menschen sie behandeln: Die menschlichen Praktiken verändern sie, sie sind adaptiv und wirken damit menschengerechter bzw. menschenähnlicher. Die 1990er Jahre waren damit der Beginn eines neuen Mensch-Maschine-Verhältnisses, das sich heute viel deutlicher zeigt: Siri, Alexa, Paro, Pepper, Sexdolls oder der trampende Roboter Hitchbot. Auch im Bereich des Denkens und Entscheidens sind künstliche Intelligenzen alltägliche Berater oder gar Entscheider geworden.

KI wird zur Ratgeberin, Partnerin, Gefährtin. Sie wird zunehmend alltäglich, selbstverständlich. Vielleicht schneller als wir es reflektierend erfassen. Während wir über die Gefahr maschineller Überlegenheit und maschinell simulierter Gefühle diskutieren, hat KI die Relationen von Menschen und Maschinen bereits verändert. ■■



Prof. Dr. Martina Heßler

lehrt und forscht an der TU Darmstadt zu Mensch-Maschinen-Verhältnissen.

Googeln Sie noch oder finden Sie schon?

Der Fachinformationsdienst Geschichtswissenschaft – ein Angebot (nicht nur!) für die Forschung. Von Christian Winkler



Die Bibliothek des Deutschen Museums steht allen offen, die sich über Technik, Naturwissenschaften oder deren Geschichte informieren wollen. Geöffnet ist die Bibliothek coronabedingt derzeit nur wochentags von Montag bis Freitag 9 bis 17 Uhr.

Sie forschen zu historischen Fragestellungen – sei es als Wissenschaftler*in oder aus Lust an der Geschichte? Oder Sie interessieren sich einfach für die Sammlung des Deutschen Museums und seiner Bibliothek? Der Fachinformationsdienst (FID) Geschichtswissenschaft bietet mit seinen Tools Unterstützung für EinsteigerInnen und Expert*innen bei der Recherche nach gedruckter Literatur, aber auch weit darüber hinaus.

Die Bibliothek des Deutschen Museums ist allen Besucherinnen und Besuchern der Isarinsel bekannt, spätestens beim Heraustreten aus dem Ausstellungsgebäude fällt der

große Schriftzug oberhalb der eindrucksvollen Portaltüren ins Auge. Für interessierte Besucher*innen bietet die öffentlich zugängliche Spezialbibliothek bereits seit den Tagen der Museumsgründung Bücher und Zeitschriften, um sich frei über Technik, Naturwissenschaften und deren Geschichte zu informieren.

Neben der Aufgabe als »Volksbibliothek« trat seit Beginn die Funktion als Spezialbibliothek für die wissenschafts- und technikhistorische Forschung. Seit 2016 schließlich kommt ihr durch die Beteiligung am FID Geschichtswissenschaft eine deutschlandweite Aufgabe in der



Versorgung mit Spezialliteratur zu. Diese geht weit über konventionelle bibliothekarische Arbeitsfelder wie die Anschaffung von Büchern hinaus und kann im durch die Digitalisierung entstandenen Informationsdickicht Orientierung bieten – für Wissenschaftler*innen, aber auch für alle, die sich für Geschichte begeistern. Denn die meisten der digitalen Informationsangebote der Internetpräsenz *historicum.net* sind nicht nur für FachwissenschaftlerInnen, sondern allgemein zum Einstieg in die historische Recherche hilfreich. Auch darüber hinaus wird man auf diesem FID-Portal fündig, wenn man etwa beispielsweise als Freundin oder Freund des Deutschen Museums weitere Zentren für die Geschichte der Technik, der exakten Wissenschaften oder Museen und einschlägige Fachbibliotheken finden möchte.

Die Bibliothekswelt im Wandel: Vom Notversorgungsprogramm zum Teil der Wissenschaftskommunikation

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs entschloss sich 1949 einer der Vorgänger der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, an Vorkriegsmodelle anzuknüpfen und in Westdeutschland die Versorgung mit v. a. ausländischer Fachliteratur über das System der Sondersammelgebiete (SSG) zu bewerkstelligen. Dieses aus der Not der Kriegsverluste geborene System an Bibliotheken stellte bis 2014 sicher, dass jedes Fachbuch und jede Fachzeitschrift zumindest mit einem Exemplar in (west)deutschen Bibliotheken vorhanden waren, da jedem Fachgebiet eine zuständige SSG-Bibliothek zugeordnet wurde. Diese hatte den Auftrag, die Literatur des Faches möglichst vollständig zu erwerben. In Zeiten vorwiegend gedruckter Wissenschaftskommunikation war dieses System durchaus geeignet, zunächst die schweren Lücken im Wissenschaftsbetrieb literaturtechnisch zu schließen und im weiteren Verlauf seiner Geschichte einen möglichst umfassenden Literaturerwerb sicherzustellen. Mittels Leihverkehr zwischen den Bibliotheken war es egal, wo der oder die Forschende arbeitete: der passende Lesestoff wurde geliefert.

Im Großen und Ganzen ist das immer noch so, allerdings hat das Internet – wie in zahlreichen weiteren Berei-

chen des Lebens auch – einiges verändert. Das World Wide Web bietet jeden Tag mehr Möglichkeiten im Bereich von Bildung und Forschung und erleichtert in ungeahntem Maße den Zugang zu Wissen, wenn man nur weiß, wo zu suchen ist. So stellte der digitale Wandel auch die Bibliothekslandschaft vor neue Herausforderungen. Nicht, dass die neue digitale Welt die Arbeit der Bibliotheken überflüssig gemacht hätte – im Gegenteil! Um an zuverlässige Informationen zu kommen, bedarf es weiterhin bibliothekarischer Arbeit. E-Books etwa sind in gewisser Weise den Büchern der analogen Welt vergleichbar: Sie werden in Bibliotheken gekauft, in digitalen Katalogen verzeichnet und damit findbar gemacht. Ergebnisse der Forschung werden inzwischen allerdings auch in vielen anderen Formen publiziert. So werden Datenbanken aufgebaut, Ergebnisse in freien Onlinezeitschriften präsentiert und die Gedächtnisinstitutionen (Archiv, Museum, Bibliothek) sind ebenfalls sehr aktiv, Teile ihrer Bestände ins Netz zu bringen. Dass all dies aber gefunden und genutzt wird, bleibt oft ein Glückstreffer, wenn man sich nur auf Suchmaschinen à la Google verlässt. Häufig enden derartige Recherchen bei undurchschaubar sortierten, unübersichtlichen Listen. Um diesem Problem zu begegnen und der Vielfalt an Informationsmöglichkeiten Rechnung zu tragen, löste die DFG das alte SSG-System ab und förderte die Einrichtung der Fachinformationsdienste. Diese sollen sich ganz dem Ziel widmen, im jeweiligen Themenbereich zuverlässige Informationen zu finden, diese auch bereitstellen und einen schnellen Überblick zu verschaffen.

Von der Isarinsel nach Deutschland: die Museumsbibliothek als »Juniorpartner« der Bayerischen Staatsbibliothek

Die Bayerische Staatsbibliothek (BSB) hatte bereits im System der SSGs gleich mit dreien eine prominente Stellung eingenommen, war und ist also als deutschlandweiter

Internationale Fachbücher werden für den Fachinformationsdienst erworben. Digitale Suchdienste helfen den Nutzerinnen und Nutzern, das richtige Buch zu finden.

Corona, subito und die Bibliothek

Von Helmut Hilz und Christian Winkler

Die Corona-Pandemie hat dazu geführt, dass wie die Ausstellungen und das Archiv auch die Bibliothek ab dem 14. März für externe Besucherinnen und Besucher schließen musste. Diesen war bis zum 10. Mai der Besuch der Lesesäle und die Benutzung des Buch- und Zeitschriftenbestandes nicht mehr möglich. Lediglich den Kolleginnen und Kollegen aus dem Deutschen Museum wie auch aus den im Haus beheimateten Instituten der LMU, der TU und der Universität der Bundeswehr war es während reduzierter Öffnungszeiten möglich, weiterhin benötigte Literatur aus Lesesaal und Magazin zu entleihen.

Aufgrund der allgemeinen Schließung der Bibliotheken infolge der Corona-Krise aber wurden die von der Bibliothek angebotenen elektronischen Dienstleistungen nun vermehrt nachgefragt. Zum einen waren die Lesesäle der meisten Häuser geschlossen und zum anderen bietet sich Fachlektüre auch als sinnvolle Tätigkeit im Homeoffice an. Vor allem betraf dies den Dokumentlieferdienst *subito*, den die Museumsbibliothek seit 2019 in ihrem Service-Portfolio hat. Bei *subito* handelt es sich um einen eingetragenen Verein aus 35 Mitgliedsbibliotheken aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Aus Bayern sind dies die Bayerische Staatsbibliothek, die Universitätsbibliotheken Augsburg, Erlangen und Regensburg, das Zentralinstitut für Kunstgeschichte und die Bibliothek des Deutschen Museums.

Subito (lat. subito = eilig, sofort) bietet die Anfertigung und Lieferung von Kopien aus Zeitschriften und Büchern an. Innerhalb von drei Werktagen werden gegen verhältnismäßig günstiges Entgelt die benötigten Dokumente an den Arbeitsplatz geliefert. In besonders eiligen Fällen kann ein Eilauftrag, der innerhalb von 24 Stunden erledigt wird, erteilt werden. Es kann dabei generell zwischen der Lieferung in Form herkömmlicher Kopien und elektronischer Dokumente, also Scans, gewählt werden. Zu Co-



Mitarbeiter beim Scannen von Fachliteratur.

rona-Zeiten werden allerdings nur noch selten herkömmliche Kopien verlangt, sondern fast immer Scans der benötigten Dokumente bestellt. Neben dem Auffinden, Scannen und Versenden der gewünschten Texte sind des Öfteren auch Recherchen oder Anpassungen der Bestellungen notwendig, die nur im direkten Austausch zwischen Bestellenden und liefernder Bibliothek möglich sind.

Viele Bibliotheken mussten aufgrund der Corona-Pandemie und der notwendigen Schließung der Häuser für den Publikumsverkehr im Laufe des März auch die Bedienung des Dokumentlieferdienstes *subito* einstellen. Lediglich zwölf Bibliotheken lieferten ab dem 16. März weiter für den Dokumentlieferdienst, darunter die drei genannten Münchner Einrichtungen. Für die Wissenschaft wie auch für Behörden und Unternehmen waren sie nun die einzige Möglichkeit an benötigte Literatur heranzukommen, da durch die Bibliotheksverbände auch der Leihverkehr eingestellt wurde. Bei der Bibliothek auf der Isarinsel machte sich all dies zu einer

Verdreifachung der Bestellungen bemerkbar. Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Museumsbibliothek bedeutete die schnelle und zuverlässige Bedienung dieses Service in den vergangenen Wochen eine große Herausforderung, der sie mit großem Engagement nachkamen und so dazu beitrugen, dass trotz der Schließung des Hauses das Deutsche Museum als Serviceeinrichtung weiter wahrgenommen wurde.

Die über die Bestellplattform des Dokumentlieferdienstes bestellte Literatur beschränkte sich keineswegs auf die Technik-, Wissenschafts- und Umweltgeschichte als den engeren Sammelgebieten der Bibliothek. Mehr als bisher wurden nun Kopien von Aufsätzen oder Buchkapiteln aus den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaften, der Technik und der Medizin angefordert. Die Bestellungen kamen in erster Linie von Hochschu-

len und Universitäten in den deutschsprachigen Ländern. Der Service aber wurde auch durch öffentlichen Einrichtungen und Unternehmen in Australien, China, Dänemark, Estland, Italien, den Niederlanden, Österreich, Schweden, der Schweiz, Spanien und Südkorea in Anspruch genommen. Darunter auch eine ganze Reihe von Gesundheitsbehörden und Kliniken, die so mit dringend benötigter Literatur versorgt werden konnten.

Die durch die Corona-Pandemie ausgelöste Krise hat auch die Bibliotheken und damit die Literaturversorgung schwer getroffen. Es wurde sehr deutlich, dass das digitale Angebot der Bibliotheken gerade in einer solchen Situation für die Aufrechterhaltung nicht nur der wissenschaftlichen Arbeit von zentraler Bedeutung ist. Es ist offensichtlich, dass der weitere Ausbau der elektronischen Angebote und Dienstleistungen wie auch das Vorantreiben der Digitalisierung genuin bibliothekarische Aufgaben sind, die vor dem Hintergrund der Erfahrungen dieses Jahres noch an Bedeutung gewonnen haben.



Ein Kupferstich zeigt den französischen Universalgelehrten Balthasar de Monconys (1611–1665) am Schreibtisch. Heute würde auf Monsieur de Monconys' Schreibtisch wohl ein Laptop stehen: Digitale Angebote erleichtern den Alltag der Forschenden erheblich.

Partner für die Forschung erfahren. Die Geschichtswissenschaft gehörte zu diesen Spezialgebieten der BSB. Für die historische Teildisziplin der Technikgeschichte jedoch – das SSG wurde in den Jahren von 1998 bis 2015 betreut von der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden – bot sich eine Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum an, vereint es doch unter seinem Dach

- eine der weltweit bedeutendsten Sammlungen technischer Instrumente und Apparate, die vor Ort und zunehmend im Deutschen Museum Digital betrachtet werden können,
- mit dem Münchener Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte (MZWTG) einen Ort lebendiger wissenschaftsgeschichtlicher Forschung, und
- eine Bibliothek, die bereits über Erfahrungen bei der Digitalisierung von Bibliotheksbeständen verfügte.

Unter diesen Voraussetzungen fand man schnell zusammen. Seit 2016 findet ein reger Austausch der zwei Münchener Bibliotheken statt, wobei die Bibliothek des Deutschen Museums die Subdisziplin der Technikgeschichte und seit 2018 die der Wissenschafts- und der Umweltgeschichte vertritt, beides schon lange Schwerpunkte der Sammeltätigkeit auf der Isarinsel.

Mit der Community für die Community

War das System der SSG grob gesagt eine Art der bibliotheksinternen Aufgabenverteilung unter Bibliotheken nach Fachgebieten, so sollen die Fachinformationsdienste genau an der Stelle ansetzen, wo wertige Information auch digital gebraucht werden. Um die Bedürfnisse der Forschenden zu kennen, wurden Formate geschaffen, welche den Austausch zwischen Bibliothek und Forschung sicherstellen. Auf verschiedenen Ebenen tauschen sich Vertreter des FID aus: auf Fachkongressen wie dem Historikertag, der Tagung der Gesellschaft für Technikgeschichte oder bei bibliothekarischen Veranstaltungen oder Workshops ist der FID eine anzutreffende Größe. Hierbei handelt es sich bei Weitem nicht nur um Maßnahmen der Selbstvermarktung: Die direkte Begegnung und das Gespräch mit der Community ist die Grundvoraussetzung für die Entwicklung passgenauer Dienstleistungen, die auf Fragen

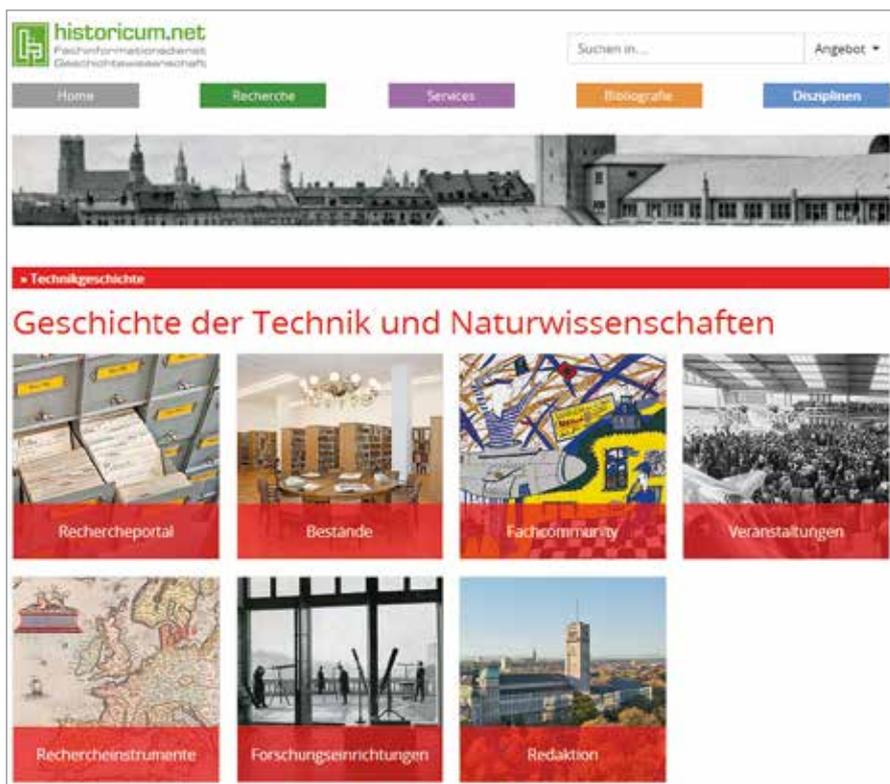


antworten, welche nur bei den Forschenden selbst gefunden werden können.

Services für die Forschung analog und digital

In gewisser Weise sind – auf ausdrücklichen Wunsch der Historikerinnen und Historiker – die Bibliotheken des FID Geschichtswissenschaft dem ursprünglichen Auftrag der Beschaffung von Spezialliteratur in gedruckter Form treu geblieben: somit kann vorausschauender Bestandsaufbau mit in Deutschland ansonsten kaum zu findender Literatur betrieben werden. Das hat seinen Sinn darin, dass auch wenn das Prinzip der Bevorzugung elektronischer Medien gilt, man lange noch nicht sagen kann, dass mit digitalen Publikationen sämtlicher und gerade spezieller Bedarf abgedeckt ist: Schließlich stellen führende Verlage ihre aktuelle Buchproduktion nicht einfach kostenfrei ins Internet. Diese Erwerbung führt zu einem dazu, dass zu sehr speziellen Themen international forschende Historikerinnen und Historiker etwa Titel zum mexikanischen Eisenbahnbau im Neuerwerbungsregal in München finden können, aber diese Bestände zum anderen ebenso über Fernleihe

Bevor Werke online zur Verfügung stehen, werden sie von Mitarbeitern des Deutschen Museums fachkundig gescannt und die Scans anschließend bearbeitet.



Die Webseiten des FID Geschichtswissenschaft stehen allen Interessierten zur Recherche offen.



deutschlandweit zur Verfügung stehen. Zusätzlich kann sich jeder Aufsätze oder Buchkapitel aus dieser Literatur kopieren oder einscannen und sich über den Dokumentlieferdienst *subito* liefern lassen.

Als weiterer Bereich und Verbesserung zum vorherigen System steht ein Bündel an digitalen Dienstleistungen auf der Website *historicum.net* zum großen Teil kostenlos zur allgemeinen Verfügung. So hat der FID mit der Deutschen Historischen Bibliografie (DHB) die Nachfolge wichtiger (inzwischen eingestellter) Bibliografien angetreten. In dieser Datenbank kann man zu seinem historischen Thema alle relevanten Titel mit nur wenigen Klicks recherchieren. Sollte trotzdem ein Titel hier nicht zu finden sein, gibt es durchaus die Möglichkeit, diesen per Meldetool aufnehmen zu lassen. Waren früher Bibliografien in der gedruckten Welt getrennt von Standorten, sind hier alle Vorteile des Digitalen zu spüren: mit den Einträgen verknüpft sind Inhaltsverzeichnisse und auch der Zugang zum Buch ist per Standortübermittlung und Fernleihe einfach herzu-

Das Disziplinenportal *historicum.net* ist eine Anlaufstelle für technik-, wissenschafts- und umweltgeschichtliche Forschung.

stellen. In dem Fall, dass ein Inhalt frei verfügbar ist, kann er gleich aus der Datenbank heraus aufgerufen und gelesen, gespeichert oder ausgedruckt werden.

Mit dem Wunschbuch-Service können nicht nur gedruckte Medien wie Bücher oder Zeitschriften zur Anschaffung empfohlen, auch Digitalisierungswünsche aus dem Bereich der Geschichte können dem FID gemeldet werden. Im Zeitalter des schnellen Aufkommens und Verschwindens von Internetpräsenzen können interessante Webinhalte und Internetpräsenzen zur Archivierung angeregt werden, um zu verhindern, dass die Inhalte mit dem Abschalten nicht mehr zugänglich sind.

Für Forschende an Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen hält der FID noch weitere Angebote bereit: Mit den abgeschlossenen FID-Lizenzen schließlich stehen für registrierte Forschende Quellensammlungen und Forschungsliteratur als E-Book-Pakete oder in Datenbanken zur Verfügung. Aber auch Onlinezugang zu fachlich hochspeziellen Bibliografien wie der History of Science, Technology and Medicine, Bilddatenbanken oder Zeitungsarchiven steht nach einer freien Registrierung zur Verfügung.

Schließlich stellen beide Bibliotheken auch Teile ihrer Digitalisierung in den Dienst des FID: So scannen sie ältere oder vergriffene Literatur ein, die bisher nicht im Internet zu finden ist – und davon gibt es immer noch eine Menge. Nach der rechtlichen Prüfung haben diese Werke somit eine gute Chance, bald als hochwertiger Scan online gelesen werden zu können. Die hohe Qualität bezieht sich sowohl auf Auflösung, Vollständigkeit der Seiten als auch auf Erschließungsmaßnahmen wie aufklappbare Inhaltsverzeichnisse und Vergabe von Schlagworten. Denn erst, wenn ein Buch im Bibliothekssystem mit einem Schlagwort versehen wurde, findet man es auch, wenn es zwar zum Thema gehört, der gesuchte Begriff aber nicht direkt im Titel steht.

Ein Beitrag der Bibliothek des Deutschen Museums: Ein Portal für die Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften

Auf *historicum.net* findet sich ebenfalls das Disziplinenportal Technik-, Wissenschafts- und Umweltgeschichte,

für welches die Bibliothek des Deutschen Museums federführend verantwortlich ist. Es bietet zum einen Beschreibungen von wichtigen Ressourcen für einen Einstieg und die weitere Beschäftigung mit den Themen der Fächer, zum anderen aktuelle Verzeichnisse von den unterschiedlichen Zentren der jeweiligen Forschung an Fachgesellschaften, Universitäten und Museen im In- und Ausland; eine Erweiterung um einschlägige Archive ist in Vorbereitung. Somit werden sowohl für Expert*innen als auch für (bisher) Externe richtungweisende Hinweise gegeben. In den aktuell gehaltenen Angaben von Rechercheinstrumenten und den Listen von digitalen (aber auch gedruckten) Bibliografien und einschlägigen Datenbanken finden sich Hinweise für tiefere Recherche.

Ein weiteres Kernstück ist das fachliche Rechercheportal *Geschichte der Technik und Naturwissenschaften*, welches den Zugriff auf inzwischen sechs verschiedene Datenbanken bietet, darunter neben dem Deutschen Museum Digital auch Datenbanken, die einschlägige Aufsätze und Rezensionen verzeichnen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass Recherchen mit Hilfe des Portals treffsicher zu Ergebnissen führen. Die Einbindung des Deutschen Museum Digital bietet den disziplinspezifischen Vorteil, dass in einem Katalog nicht nur die zu einem Suchbegriff gehörende Literatur gefunden und angezeigt wird, sondern ebenfalls entsprechende digitalisierte Objekte der drei Säulen (Ausstellung, Archiv, Bibliothek) des Museums.

Aus dem klassisch-bibliothekarischen Dienstleistungsspektrum kommt der Service, dass einschlägige Literatur, die frei verfügbar im Internet ist, aber bisher aus verschiedenen Gründen nicht den Weg in deutsche Bibliothekskataloge gefunden hat, international aufgespürt und in die entsprechenden Kataloge eingepflegt wird. Auch hierbei erhöht die Erschließung die Sicht- und Findbarkeit dieser Forschungsergebnisse. Dabei kann es sich beispielsweise um Open-Access-Aufsätze von Fachjournalen, aber auch Onlinepublikationen von Instituten handeln. Bei all diesen Aufgaben kommen der Bibliothek des Deutschen Museums die guten Kontakte zum MZWTG und zum Rachel Carson Center for Environment and Society zugute, welches u. a. im Bereich der Umweltgeschichte bereits eine beachtliche Anzahl an Fachaufsätzen zu aktuell diskutier-

ten Themen wie Geschichte der menschliche Energienutzung oder der weltweiten Umweltverschmutzung publiziert hat.

Ausblick

Die beschriebenen Dienste geben Geschichtsinteressierten – sei es professionell oder als Liebhaber historischer Fragestellungen – eine Bandbreite an Werkzeugen an die Hand, die zwar teilweise dauerhaft gültig sind, aber in der rasanten digitalen Welt ständig überprüft und erweitert werden müssen. Um ein konstant verlässlicher Partner für wissenschaftliche Information zu sein, müssen die bisher projektartig finanzierten FID in einen permanenten Teil der Forschungsinfrastruktur umgestaltet werden. Es ist eine Sache, Services zu entwickeln und zu etablieren, eine andere ist es jedoch, diese Services aufrechtzuerhalten und auszubauen. Es steht zu hoffen, dass sich hier Mittel und Wege finden.

Auch wenn Fachinformationsdienste primär für wissenschaftliche Kontexte entwickelt werden: Jede und jeder historisch Forschende kann von der Arbeit des FID profitieren, denn historicum.net und seine Inhalte stehen mit wenigen Ausnahmen frei im Internet zur Verfügung. Sicherlich kann auch per Suchmaschine in den Weiten des Internets Interessantes gefunden werden, allerdings sind lange Trefferlisten nur bedingt hilfreich, wenn sich die gesuchte Information nicht unter den ersten Ergebnissen befindet. Der FID bietet neben eigenem Material zahlreiche Hilfen, sich fachlich zurechtzufinden und mit qualitativ hochwertigen Informationen, die auch morgen noch verfügbar sind, zu versorgen. Zusätzlich steht hinter den Angeboten auch ein Team, welches kontaktiert werden kann und sich über Rückmeldungen freut, um seine Dienstleistungen zu verbessern und weiterentwickeln zu können. ■■

Tipps zum Surfen

www.historicum.net

wikis.sub.uni-hamburg.de/webis/index.php/Webis_-_Sammel-schwerpunkte_an_deutschen_Bibliotheken

digital.deutsches-museum.de



DER AUTOR

Christian Winkler

Der Historiker leitet den Benutzungsbetrieb der Bibliothek des Deutschen Museums.

Die Technisierung der Klangwelt



Eine Ikone der ethnografischen Forschung: die Begegnung des Ethnologen – in diesem Falle einer Ethnologin – mit dem Fremden. Bildlegende des inszenierten Fotos: »Mountain Chief, Piegan Indianer, hört eine Aufnahme mit Frances Densmore, 9. Feb. 1916«.

Poliertes Holz, goldene Verzierungen, präzise Feinmechanik: Phonographen faszinieren bis heute. Die einfachsten technischen Mittel – Nadel, Schalltrichter und Zinnfolie, später Walzen – revolutionierten unsere alltägliche Klangwelt. Die Erfindung eines funktionsfähigen »Klangschreibers« durch Thomas Alva Edison im Jahr 1877 machte es möglich, Musik und jeglichen Schall zu speichern und wiederzugeben. Von Johannes Müske

Einige Jahre hat Hans Castorp, der Held in Thomas Manns Roman *Der Zauberberg* (1924), in einem gewissen »Stumpfsinn« bereits im Sanatorium verbracht, als eine neue Erfindung aus dem »Flachland« ihren Weg in die abgeschirmte Bergwelt findet: das Grammophon. Castorp veranstaltet nun Konzerte für die Mitpatienten. Die mechanische Klangwiedergabe betritt die Szene als Antipode einer untergegangenen Zeit, der eigentümliche Klang der Maschine spiegelt auch die Nervosität der Jahre vor dem Ersten Weltkrieg wider.

Auch in der Romangroteske *Das hündische Herz* (1925) von Michail Bulgakow verkündet der Phonograph Nadelton das Anbrechen einer neuen Zeit. Erzählt wird die Geschichte des Straßenhunds Lumpi, der sich durch ein medizinisches Experiment nach und nach in einen Menschen verwandelt. Der Assistenzarzt Dr. Bormenthal führt Tagebuch über die Entwicklungen des Hundes, der allmählich auf zwei Beinen geht und die Fähigkeit des Sprechens entwickelt. Bormenthal fertigt »phonographische Aufzeichnungen« an, um die Veränderungen akkurat zu dokumentieren, die immer unheimlicher werden (»6. Januar [...] Ganz deutlich gesprochen das Wort »Kneipe«. Phonographische Aufzeichnung. Der reinste Wahnsinn!!«); schließlich wird das Experiment abgebrochen.

Der Phonograph war nicht nur im wörtlichen Sinne eine »Unterhaltungsmaschine«, sondern verfügte im Gegensatz zum Grammophon auch über eine Aufnahmefunktion und eignete sich daher für Tonaufzeichnungen in der Forschung – darunter auch Völker- und Volkskunde (heute meist Sozialanthropologie und Empirische Kulturwissenschaft genannt).

Reine Bewegung der Luft in Klänge zum Nutzen der Menschheit zu verwandeln – der Phonograph von Edison, den von Miller auch persönlich kannte, durfte in einem Mu-



Einer der frühesten Phonographen überhaupt: Edisons Verbesserter Ausstellungs-Phonograph, hergestellt vermutlich 1878 (oder mit Teilen von frühen Prototypen), war ein Geschenk an Werner von Siemens.

useum der technischen Meisterwerke nicht fehlen. 36 Phonographen gelangten zwischen 1903 und 2015 ins Deutsche Museum – der erste Phonograph kam mit der Schenkung der Akademie-Sammlung ins Haus, der letzte wurde bei Aufräumarbeiten im Depot gefunden. Die meisten wurden dem Museum von Institutionen und Privatpersonen geschenkt. »Highlights« des Bestandes sind die Zinnfolien-Phonographen und seltene Edison Class M, die weltweit zu den ältesten Instrumenten überhaupt gehören, darunter mehrere Schenkungen von Edison und seinen Unternehmungen, etwa für Werner von Siemens, Hermann von Helmholtz, aber auch direkt für das Deutsche Museum. Einige Objekte wurden angekauft, um die Sammlung zu vervollständigen.



Der Gründer des Deutschen Museums, Oskar von Miller, besucht Thomas Alva Edison (rechts) auf dessen Anwesen in New Jersey, 1925.

Bild unten: Demonstration der Chladni'schen Klangfiguren, Deutsches Museum, 1937.

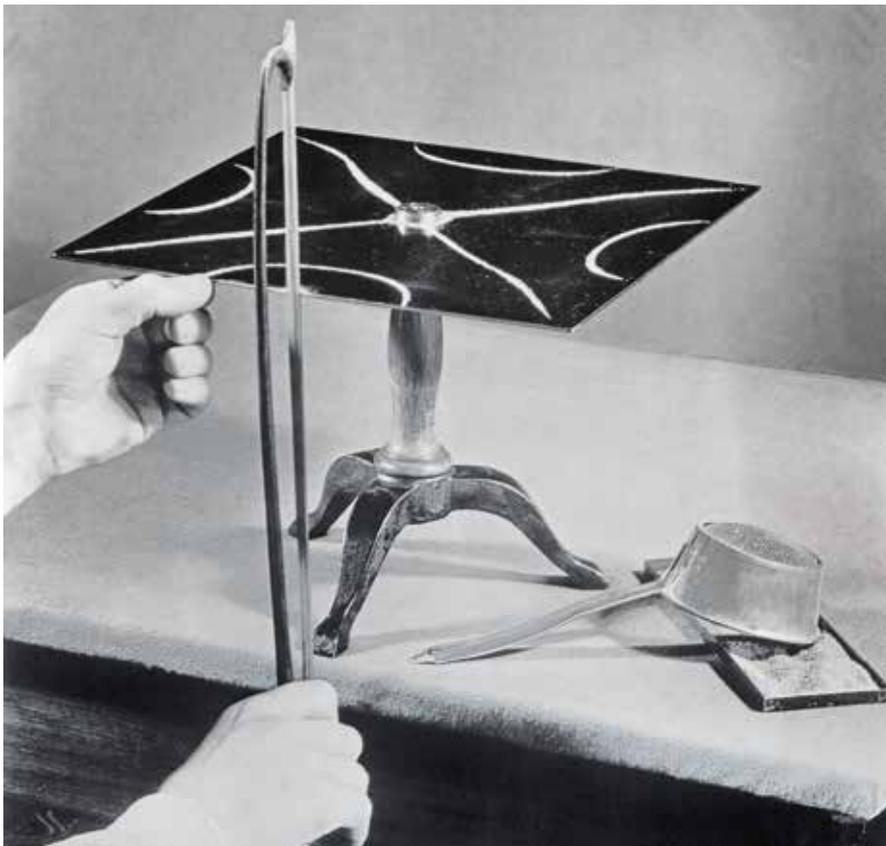
Der Phonograph als wissenschaftliches Instrument

Die Erfindung des Phonographen (»Klangschreiber«) von Thomas Alva Edison (1847–1931) im Jahr 1877 lag wohl »in der Luft«, denn im gleichen Jahr reichte auch auf dem alten Kontinent Charles Cros (1842–1888) bei der französischen Akademie der Wissenschaften Pläne für einen Phonographen ein, den er Paléophone (sinngemäße Bedeutung »vergänger Klang«) nannte und der auch ganz ähnlich mit Nadel und Membrane Schallwellen aufzeichnen sollte.

Die bis zu seiner Erfindung gängigen Musikautomaten und Spieluhren beruhten auf dem Prinzip der Nachahmung, indem feine Mechaniken Instrumente zum Klingen brachten. Der Phonograph machte sich hingegen physikalische Eigenschaften des Schalls zunutze. In Edisons erster Version, die er mit seinem Chefmechaniker Charles Batchelor konstruierte und am 7. Dezember 1877 in der Redaktion des *Scientific American* vorstellte, übertrug eine Membrane am Ende eines Schalltrichters die Vibrationen der Luft auf eine abgerundete Nadel, die die »Eindrücke« als Tiefenschrift in eine rotierende Zinnfolie einprägte. Nach der Aufnahme konnte der Zylinder mit der Folie zurückgekurbelt werden, um die Aufnahme einige Male zu reproduzieren. Im Film *Edison, The Man* ist diese Szene festgehalten: Das Kinderlied *Mary had a little lamb* wurde zum ersten mechanisch reproduzierten Klang in der Geschichte der Menschheit – so die Erzählung.

Mit der Tiefenschrift (Edison-Schrift) und der Aufnahmefunktion unterschied sich der Phonograph von Emile Berliners Grammophon (1887), das die Schallvibrationen in Seitenschrift (Berliner-Schrift) aufzeichnete und als reines Abspielgerät konzipiert war. Bereits 1878 war der Zinnfolien-Phonograph technisch ausgereift – und geriet fast wieder in Vergessenheit mangels praktischer Anwendungen und wegen der »schlechten« Klangqualität der Aufnahme, die ohnehin nach wenigen Reproduktionen unbrauchbar wurde. Erst knapp zehn Jahre später, mit einem neuen Zylinder aus wachsähnlichem Material als Standardmedium und einem Federmotor (Uhrwerk) ausgestattet, wurde der Phonograph populär – nachdem Edison den Phonographen überarbeitet hatte, um mit der mittlerweile entstandenen Konkurrenz (Graphophon) gleichzuziehen.

Der Phonograph ist von früheren »objektiven« Technologien der Schallaufzeichnung durchdrungen. Bereits Ende des



Original eines
Phonautographen
nach Scott und Koenig,
ca. 1865.



18. Jahrhunderts hatte der Physiker Ernst Florens Friedrich Chladni mit seinen berühmten Klangfiguren Schallwellen im Modell sichtbar gemacht. Klang existierte nun »objektiv« und beruhte nicht etwa nur auf der Wahrnehmung. Wissenschaftler im 19. Jahrhundert waren fasziniert von der Idee der Objektivität: »Lasst die Natur für sich selbst sprechen«, wurde in der zweiten Hälfte zum Schlagwort der Wissenschaften, wie die Wissenschaftshistoriker Lorraine Daston und Peter Galison schreiben.

Im frühen 19. Jahrhundert experimentierten viele Forscher mit Stimmgabeln oder Federn, um Spuren – »Graphen« – von schwingenden Körpern dauerhaft aufzuzeichnen. Einen weiteren großen Schritt in der materiellen Aufzeichnung von Klängen machte der Phonautograph (griech. »Klangselbstschreiber«) von Édouard-Léon Scott de Martinville und Rudolf Koenig (1850er Jahre, auch Scott-Koenig-Phonautograph). Dieser konnte Schwingungen einer Membrane mit einer Nadel oder Feder auf beruhtes Papier aufzeichnen, das auf einen Zylinder gespannt war. Wie später Berliners Grammophon, zeichnete der Phonautograph die Vibrationen in Seitenschrift auf. Der Physiologe Hermann von Helmholtz (1821–1894) schließlich legte 1863 seine wegweisende Lehre von den Tonempfindungen vor. Hier erfolgte eine Trennung von objektiv vorhandenen Schallwellen, die als Themengebiet den exakt messenden Wissenschaften zugewiesen wurden, und den subjektiv hörbaren Klängen, deren Untersuchung durch die Psychologie noch später zu erfolgen habe. Als Edison 1877 mit dem Phonographen die Weltbühne betrat, waren die Werte von Objektivität, Exaktheit und Wissenschaftlichkeit zu festen Bestandteilen der Apparate zur Schallaufzeichnung geworden.

Phonogrammarchive entstehen

Sobald der Phonograph erschienen war (der Edison-Phonograph Class M und das Graphophon der Konkurrenz wurden 1889 auf der Pariser Weltausstellung vorgestellt), testete die Forschung das Potenzial dieses neuen Instruments. Berühmt wurde etwa die amerikanische Ethnologin Frances Densmore, die vor allem anfangs des 20. Jahrhunderts die Vereinigten Staaten mit dem Phonographen bereiste und Aufnahmen der Nordamerikanischen Ureinwohner anfertigte. Ein Bericht des Harvard-Zoologen Jesse Walter Fewkes aus dem Jahr



1890 über die ersten ethnografischen »Experimente« mit dem Phonographen hielt fest: »The possibilities of the phonograph in these studies indicate one of the great advantages of this instrument. What specimens are to the naturalist in describing genera and species [...], the cylinders made on the phonograph are to the student of language.«

Die Idee der Exaktheit und mechanischen Objektivität trifft auf das Bedürfnis zu sammeln, um zu retten aber gleichzeitig auch, um ein Referenzsystem für das Dokumentierte anzulegen. Die Idee des Phonogrammarchivs war entstanden. (Nachdem es schon Mode gewesen war, »Stimmporträts« berühmter Persönlichkeiten anzufertigen.)

1899 gründeten in Wien der Physiologe Sigmund Exner, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, zusammen mit weiteren Akademiemitgliedern das weltweit erste Phonogrammarchiv – ohne ein einziges Phonogramm. Das Archiv wurde zum Vorbild für viele weitere Lautarchivgründungen in jener Zeit. Das Ziel war, Forschende aller Disziplinen technisch und methodisch zu unterstützen, eigene Feldforschungen durchzuführen und deren Sammlungen zu übernehmen. Gleich nach der Archivgründung begann ein Techniker damit, einen Phonographen speziell für die Bedürfnisse der Forschung im Feld zu konstruieren: den »Archiv-Phonographen«.

Edisons »Class M«-Phonograph wurde auf der Pariser Weltausstellung 1889 vorgestellt. Das »M« stand für den batteriebetriebenen Motor. Dieser Class M war ein Geschenk von Edison an Hermann von Helmholtz und wurde dem Deutschen Museum 1935 von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geschenkt.



Bild links: Der Archiv-Phonograph (Typ I) des Wiener Phonogramm-Archivs nutzte Edison-Schall Dosen für die Aufnahme und Wiedergabe von Platten und wog mit Ausrüstung über 100 Kilogramm.

Bild rechts: Wesentlich leichter und besser geeignet für die Feldforschung waren Edison-Modelle, später auch Excelsior-Modelle aus Deutschland, die Walzen aus wachsähnlichem Material nutzten.



Die Tonaufzeichnungstechnik war also die Voraussetzung für die Gründung des Phonogrammarchivs. Sie beruhte auf der Idee, dass man mit Aufzeichnungstechnik direkte und objektive materielle Repräsentationen des kulturellen Erbes herstellen kann, die später als wissenschaftliche Ressourcen genutzt werden können. Schon bald gelangten die ersten Aufnahmen ins Archiv: Drei Feldforschungsreisen (1901), ausgerüstet mit dem Archiv-Phonographen, nach Kroatien (Milan Rešetar), Griechenland (Paul Kretschmer) und Brasilien (Richard Wettstein) sowie »Laboratoriums-Aufnahmen« von Dialekten und Stimmporträts bildeten die ersten Bestände.

Kritik gab es insbesondere am Gewicht der Ausrüstung, da der Phonograph circa 35 Kilogramm wog und die gesamte

Ausrüstung bei 120 Kilogramm lag, ebenso an der Klangqualität. Die ersten Verbesserungsmaßnahmen betrafen daher das Gewicht der Ausrüstung und Vereinfachungen in der Bedienung. In einem Überblicksartikel über die »Phonographischen Methoden« hebt der Pionier der Musikethnologie und erste Leiter des Berliner Phonogrammarchivs Moritz von Hornbostel daher Excelsior-Modelle aus deutscher Herstellung hervor, die sich als besonders leicht und robust erwiesen hatten.

Allerdings gab es auch grundlegende Kritik am Phonographen, wie sie etwa Josef Pommer, Leiter des Volksliedunternehmens, formulierte. Als überzeugter Anhänger des Wanderns als Art der volkskundlichen Fortbewegung sah er die Vorrichtung nicht nur skeptisch, weil sie zu schwer und technisch noch nicht ausgereift erschien, sondern auch, weil die Präsenz des Phonographen die Darbietung des Sängers und damit die Feldforschung ungünstig beeinflusste.

Insgesamt war die Gründung von universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Großprojekten dennoch ein wichtiger Schritt für die Konsolidierung der ethnografischen Disziplinen: In praktischer Hinsicht war eine »Objektivierung« gegeben, denn die Sammlungen gingen der Institutionalisierung von Fächern und Einrichtungen voran – Dinge wollen nicht nur gesammelt, sondern auch genutzt und kuratorisch betreut werden. Dies gilt auch in theoretischer Hinsicht, indem die Apparate eine »objektive« wissenschaftliche Methodik signalisierten und die Fächer damit anschlussfähig an das damalige positivistische Wissenschaftsverständnis waren. Zudem entstand Wissen und es etablierten sich Ordnungen von Liedern, kulturellen Gruppen und musikalischen Stilen.

»Cultures« are ethnographic collections«, fasst dies der Anthropologe James Clifford zusammen: In den Objekten spiegelt sich das Ziel der volkskundlichen, musikethnologischen und sprachwissenschaftlichen Forschung wider, das Nicht-Sichtbare, Ephemere dauerhaft für Forschung, Dokumentation und Vermittlung zugänglich zu machen. Die archivierten Klangdokumente stellen die authentisierende



Neu erschienen: Phonographen im Deutschen Museum

Erstmals stellt ein Katalog die Phonographen in den Sammlungen des Deutschen Museums mit ihren technischen Details und Objektgeschichten vor. Drei Essays führen in die Historie dieses technischen Meisterwerks ein und behandeln die Entwicklung des Phonographen in Deutschland, erläutern die wissenschaftliche Nutzung des Instruments und erzählen die Geschichte der Phonographensammlung im Deutschen Museum.

Begonnen wurde das Projekt bereits 2003 von Peter A. Leitmeyr, dessen früherer Tod den Abschluss des Katalogs verhinderte. Stephan Puille, Restaurator an der HTW Berlin, arbeitete damals mit; zusammen mit Johannes Müske wurde das Katalogprojekt nun abgeschlossen. Der im Verlag des Deutschen Museums erschienene Katalog kann vor Ort zum Preis von 26,90 Euro erworben werden. Im Buchhandel kostet er 29,90 Euro.

Johannes Müske, Stephan Puille, Peter A. Leitmeyr
Die Technisierung der Klangwelt. Phonographen im Deutschen Museum
 2020, 234 S. mit 164 Abb., gebunden, ISBN 978-3-940396-91-4



Verbindung zwischen Unsichtbarem und Repositorium her – erst durch Technik, die das Flüchtige festhielt, konnten kulturelle Phänomene zum »Forschungsgegenstand« werden.

Wem gehört Kultur?

Wissenschaft und Öffentlichkeit gleichermaßen waren um 1900 vom Phonographen elektrisiert. Auch am Deutschen Museum erwogen Oskar von Miller und andere zeitweise den Aufbau eines Phonogrammarchivs als Ergänzung zur Phonographensammlung. Dies zeigt, wie einflussreich die Idee des Phonogrammarchivs Anfang des 20. Jahrhunderts in der gesamten Wissenschaft war; gesammelt wurden aber schließlich »nur« die Walzen, die mit den Apparaten ins Museum gelangten, immerhin circa 850 Stück, fast ausschließlich kommerzielle Tonträger.

Während im *Zauberberg* die mechanische Klangspeicherung für die Entzauberung und Technisierung der Welt steht, übernimmt der Phonograph in Bulgakows Roman die Rolle des unbestechlichen wissenschaftlichen Aufzeichnungsgeräts. Der Nadelton erscheint als Symbol für die faszinierenden Erregungenschaften der Moderne – die Humanwissenschaften bekamen mit Membrane, Nadel und etwas Mechanik den Apparat zur Hand, sich der »Kultur« auf völlig neue Weise zu bemächtigen. Flüchtige kulturelle Phänomene wie Sprache und Musik konnten erstmals exemplarisch festgehalten, dauerhaft aufbewahrt, geordnet, wiedergegeben und genutzt werden.

Wachswalzen und Sammlungen sprechen: »Seht, all diese unterschiedlichen Kulturen konnten wir noch am Punkt ihres Aussterbens dokumentieren, sammeln, und wohl ordnen. Sie existierten oder existieren wirklich, wir haben sie in Wachs« (respektive auf Band, Foto, Karte oder Papier usw.). Heute stellen die ethnografischen Materialien Forschung und Museen vor große Herausforderungen. Wie heute vor dem Hintergrund postkolonialer Debatten vermehrt wahrgenommen wird, sind die Sammlungen nicht immer in unbedenklichen Forschungssettings entstanden und trugen

zu problematischen Wissensordnungen bei, etwa einem auf »Rasse« basierenden Entwicklungsmodell der Musik. Es ist teilweise schwer erträglich, sich vorzustellen, wie die Forscher damals mit ihren akademischen Titeln und technischen Apparaturen loszogen und die Forschungsteilnehmenden bedrängten, ihre Dialekte und Lieder in den Aufnahmetrichter zu sprechen und zu singen. Einen traurigen Höhepunkt bilden sicher die Aufnahmen in Kriegsgefangenenlagern in den Weltkriegern. Aber auch in der »normalen« Forschungspraxis zu Hause ging es robust zu. Zum Beispiel berichtet der schweizerische Volkskundler Hanns In der Gand in den 1930er Jahren, dass er einem Forschungsteilnehmer fast nicht den Alpsegen entlocken konnte, da sich der Sänger nur »sehr schwer an den Schallbecher« bringen ließ.

Der Befund wirft ethische Fragen zu kulturellem Eigentum (cultural property) auf: Wem gehört Kultur? Genauer gefragt, wer darf kulturelle Ausdrucksformen nutzen, und wofür? Die Materialien sind da, sie überdauern die Zeiten und können nicht immer ohne Schwierigkeiten »zurückgegeben« werden. Fraglich ist nicht nur oft, wer die Ursprungs-Communitys sind und welche Adresse auf den Retourenschein käme – hier sind genaue Provenienzforschung und neuartige Kooperationen gefragt.

Zudem lässt sich zirkulierendes Wissen nicht einfach einfangen, und schließlich sammeln Museen und Archive mit dem Auftrag, Kultur für möglichst alle zugänglich zu machen und dauerhaft zu erhalten. Die postkolonialen Debatten haben die europäischen Gedächtnisinstitutionen erreicht. Diese setzen sich verstärkt mit Restitutionsfragen auseinander, wie die Debatten rund um das Humboldt-Forum zeigen.

Vielleicht bietet der mediale Wandel Möglichkeiten, die verschiedenen legitimen Ziele unterschiedlicher Gruppen fallweise zu einem fairen Ausgleich zu bringen, denn als digitale Objekte können die Bestände in den Depots – in welchen Institutionen sie sich weltweit dann auch befinden – weiterhin zugänglich sein und der Verbindung mit der eigenen Kultur, der Forschung oder der Erbauung dienen. ■■

Bild links: Die deutsche Phonographenindustrie war zeitweise führend, besonders im Segment der günstigeren Modelle. Im Bild ein Excelsior-Phonograph, ca. 1906.

Bild rechts: In den Weltkriegern entstanden zahlreiche Sprach- und Gesangsaufnahmen mit Kriegsgefangenen, beteiligt waren namhafte Wissenschaftler, etwa Georg Schünemann (sitzend) und Carl Stumpf (rechts) hier bei einer Aufnahme von Tarenmusik 1916.



DER AUTOR

Dr. Johannes Müske

ist Kulturanthropologe und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Freiburg, Zentrum für Populäre Kultur und Musik; zuvor war er Scholar in Residence am Deutschen Museum. Er forscht u.a. zu den Themen Archive, Kulturerbe und anthropology of the senses.

Heimat, Zettelwirtschaft und die Volkskunde



Er war ein wandernder Wissenschaftler, der sein lebenslanges Wirken einem Feld widmete, das sich zu seinen Lebzeiten erst im Entstehen befand. Und das heute in der Welt der Wissenschaft als »kleines Fach« gilt. Die Rede ist von der Volkskunde und einem ihrer deutschen Gründerväter, der uns mit seiner Arbeit ein Erbe hinterließ, welches auch heute noch seinesgleichen sucht: Richard Wossidlo (1859–1939). Von Jörn Bohlmann

Bild oben: Richard Wossidlo in seinem Arbeitszimmer vor der Wand mit scheinbar unzähligen Zetteln seiner volkskundlichen Forschung im heutigen Mecklenburg-Vorpommern.

Richard Wer(?)“ mag man sich fragen, wenn man den Namen bisher noch nicht gehört hat. Geboren wurde Richard Wossidlo im Jahre 1859 als viertes Kind eines Gutsbesitzerpaares im nordöstlichen Mecklenburg-Vorpommern. Nach einer Ausbildung für das höhere Lehramt nahm er im Jahre 1886 eine Anstellung als Lehrer für Latein- und Griechisch am Gymnasium in Waren an der Müritz an. Und widmete sich in seiner Freizeit der von ihm ein Leben lang verehrten volkskundlichen Forschung. Sich von ihr berufen fühlend, bereiste er von 1883 bis zu seinem Tod 1939 in seiner Freizeit sprichwörtlich jede Stadt, jedes Dorf und jede Siedlung in Mecklenburg-Vorpommern, teilweise mehrfach, um in der Region seiner Heimat volkskundliche,

kulturelle Forschung zu betreiben. Wossidlo hatte erkannt, dass sich zu dieser Zeit seine Heimat in einem ausgeprägten Veränderungsprozess befand. Hatte sich in Mecklenburg-Vorpommern wie auch sonst in den vielen weiteren, kleinen Staaten und Fürstentümern Deutschlands, durch die Jahrhunderte ein bewährtes System aus landwirtschaftlicher Produktion sowie städtischem Handwerk und Handel etabliert, so brachte die allmähliche Abkehr von der mittelalterlichen Dreifelderwirtschaft und der Prozess der Industrialisierung im Laufe des 19. Jahrhunderts umfassende Veränderungen endlich auch nach Mecklenburg-Vorpommern. Diese raschen und tiefgreifenden gesellschaftlichen Veränderungsprozesse der Arbeits- und

Lebenswelten brachte den Menschen oftmals extrem karge Lebensverhältnisse, so dass im Laufe des 19. Jahrhunderts alleine aus Mecklenburg-Vorpommern weit über zweihunderttausend Auswanderer aufbrachen, um ihr Glück auf einem anderen Kontinent zu suchen. So viele, wie sonst aus keiner anderen Region Deutschlands.

Richard Wossidlo nahm wahr, dass die Alltagskultur der Menschen besondere Schätze birgt, die zu dokumentieren und damit der Nachwelt zu erhalten seine Berufung wurde. War er als studierter Philologe anfänglich an der Synonymik der niederdeutschen Sprache interessiert, weitete er seine Sammeltätigkeit zügig auf die Vielfalt volkstümlicher Kultur aus. So dokumentierte Richard Wossidlo Volkslieder, Märchen, Kinderspiele, Verse und Reime der Menschen seiner Landschaft genauso wie ihre heimatlichen Flur-, Platz- und Ortsnamen. Er notierte den Volksglauben, die Mythen, Rituale und regionale, brauchwürdige Gepflogenheiten seiner mecklenburg-vorpommerischen Landsleute, war interessiert an deren regionalen Eigentümlichkeiten zu Geburt, Geburtstag, Hochzeit, Festtag, Trauer und Tod. Er dokumentierte die Arbeits- und Festtagskleidung, ihre Wohnformen und die Arbeitsgeräte der Bauern und Tagelöhner, der Handwerker, Seeleute und Fischer. Und während er sich vorerst mit mündlichen Überlieferungen und Begriffen, also mit der immateriellen Kultur der gewöhnlichen Menschen in seiner Region beschäftigte, wandte er sich ab dem Jahr 1900 auch ihrer materiellen Kultur zu. Indem er u.a. Trachten, Arbeits- und Haushaltsgeräte sammelte, untermauerte er auf materieller Basis seine unzähligen Notizen zur immateriellen Kultur der Menschen in Mecklenburg-Vorpommern. Indes, seine gegenständliche Sammlung veräußerte er bereits 1912 an das Land, welches diese 24 Jahre später als »Mecklenburgische Bauernmuseum Wossidlo-Sammlung« in Schwerin der Öffentlichkeit zugänglich machte.

Jedoch machte die gegenständliche Sammlung Richard Wossidlo mehr einen Seitenaspekt seiner Arbeit aus, das Hauptwerk bildete seine handschriftliche Dokumentationsarbeit. Denn minuziös notierte Wossidlo das Gehörte, ohne Zensur und ohne Bewertung. In dem Wissen, dass ein jedes Wort, jeder Begriff und jede Redewendung eine kulturelle Äußerung ist, die Teil eines sich ineinanderfü-



Gingen Richard Wossidlo die Zettel aus, scheute er nicht, seine Manschetten mit Notizen zu versehen, auf dass nur nichts verloren ging.

genden Ganzen darstellt. Und seine Notizen tätigte er, eine weitere Besonderheit, in der Art, wie er das Gesprochene vernahm: in der Mundart seiner Gewährsleute, auf Plattdeutsch.

Als Medium seiner Notizen bediente sich der Volkskundler einfacher Belegzettel, von denen er im Laufe seiner Schaffenszeit schließlich rund 1,3-Millionen zusammentrug. Gingen ihm bei seinen Reisen während eines Gespräches die Zettel aus, so die Überlieferung, beschrieb er kurzerhand einfach seine weißen Manschetten. Auf dass nur nichts verloren ging.

Im Laufe seines Schaffens unterhielt sich der Forscher mit rund 5000 Einwohnerinnen und Einwohnern seiner Heimat persönlich; und nicht weniger als ca. 1400 Helfer, zumeist Lehrer, Geistliche und Verwaltungsbeamte, waren zudem damit beschäftigt, lokale Märchen, Mythen und andere Eigentümlichkeiten in Mecklenburg-Vorpommern zu notieren, in der Absicht, sie Richard Wossidlo und seinem volkskundlichen Archiv zuzutragen. Dabei wurde stets auf genaueste Dokumentation gesetzt, so dass der gesamte Bestand auch den heutigen hohen Maßstäben wissenschaftlicher Quellenkritik weitestgehend standzuhalten weiß. Und das nach bald einhundert Jahren.

Die rund 1,3-Millionen Notizzettel organisierte der Forscher in einem aufwendig organisierten Zettelkastensystem, die durch scheinbar unendlich viele Querverweise interne Bezüge zueinander herstellen. Dafür schuf er einen hochdifferenzierten Wortindex, einen sogenannten Thesaurus, der dabei behilflich ist, auch heute noch quer durch alle Zettelkästen und zu allen Stichworten oder Ortsnamen interne Bezüge herstellen zu können. Vernahm Wossidlo beispielsweise ein Kinderlied in dem einen Dorf und hörte eine Variante desselben Liedes in einem anderen, wurde im Zettelkasten die eine Variante auf die andere bezogen und entsprechende Querverweise verschriftet. Mit dieser gründlichen Arbeit bildete der Volkskundler



Zur volkskundlichen Arbeit Wossidlos zählte, jedes Dorf und jede Siedlung in Mecklenburg und Vorpommern zu besuchen, auch in den entlegensten Winkeln des Landes.

auch den Grundstock für eines seiner zentralen Buchwerke: das siebenbändige *Mecklenburgische Wörterbuch* sowie das zweibändige Werk *Reise Quartier in Gottesnaam*, in welchem das niederdeutsche Seemannsleben auf Segelschiffen in der Mundart ihrer Protagonisten beschrieben wird.

Steht man heute physisch vor der Wand mit den zahllosen hölzernen Zettelkästen, beeindruckt deren Stichwortsortierungen mit seinem komplexen Thesaurus, der Begriffe wie Hochzeit, Geburt, Ostern oder Abzählreime umfasst. Aber auch Überschriften wie Werwolf, Kobold, Hexen oder Wilde Jagd sind auf den Kästen zu lesen. Die in den jeweiligen Kästen verwahrten Zettel beschreiben volkskundliche Mythen und Phänomene, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch dort, wo Sie herkommen oder wo Sie diesen Artikel gerade lesen, vor noch gar nicht allzu langer Zeit die eine oder andere kulturelle Bedeutung trugen. Und zu denen viele von uns mittlerweile eher Assoziation zu Walt-Disney-Filmen oder anderen Trickfilmserien haben als zum traditionellen immateriellen Kulturgut der eigenen Heimat. Und hierdurch, durch diese immaterielle Kultur und dem ungemein komplexen Begriff »Heimat«, gewinnt die volkskundliche Arbeit Richard Wossidlos und seiner zahlreichen Helfer heute eine ungeahnte Aktualität. Aber der Reihe nach.

Die Volkskunde

In der heutigen Wissenschaftskultur ist die Volkskunde zweifelsohne ein kleines Fach. Wie viele ihrer geisteswissenschaftlichen Schwesterdisziplinen, beispielsweise die Geschichte, fußt sie in tiefer Vorzeit. Unter anderem verfasste bereits der römische Senator Tacitus (ca. 58–120 n. Chr.) mit der Beschreibung der Germanen eine im Grunde ethnografische Schrift. Aber erst im 18. Jahrhundert begann unter anderem mit den Forschungs- und Entdeckungsreisen der Seefahrer die ersten systematisch organisierten Dokumentationen volkskundlicher Kultur; die sich dann im 19. Jahrhundert bereits nicht nur für die »edlen Wilden« interessierte, sondern auch für die Kultur vor der eigenen Haustür. Die Arbeit der Gebrüder Jacob und Wilhelm Grimm (1785–1863 bzw. 1786–1859) mit der Sammlung ihrer Kinder- und Hausmärchen dürfte

in Deutschland wohl das mit Abstand populärste Beispiel ethnografischer Dokumentationsarbeit sein. Denn nichts anderes unternahmen die Gebrüder Grimm als das, was auch Richard Wossidlo tat: sich »unter das Volk« zu begeben und den Menschen zuzuhören, mit dem Ziel, die Narrative der jeweiligen Kultur aufzuzeichnen und für die Nachwelt zu erhalten. Was mit den Grimm'schen Märchen nachhaltig gelang.

Damals wie heute: Volkskundliche Forschung erweist sich als eine Kultur- und Sozialwissenschaft, die mittlerweile viele Namen trägt. Benannt wird sie in Deutschland u. a. als Europäische Ethnologie, wenn sie die Menschen und ihre Kulturen auf unserem heimatlichen Kontinent betrachtet. In Großbritannien firmiert die Volkskunde unter dem Namen social anthropology (Sozialanthropologie), während in den USA die gleiche Arbeit als cultural anthropology, also als Kulturanthropologie bezeichnet wird. In Deutschland sind allerdings auch Bezeichnungen wie Vergleichende Kulturanthropologie oder Vergleichende Sozialanthropologie üblich. Dass auch noch der Begriff Ethnologie auf verschiedene Weise hinzukombiniert wird oder sogar der Begriff Kulturwissenschaft für volkskundliches Arbeiten in Forschung und Lehre verwendet wird, befördert die Sichtbarkeit des ohnehin kleinen Faches nicht.

Ungeachtet dessen, wie die Volkskunde benannt wird, ist sie doch selbstverständlich längst im Heute angekommen. Der zu Kolonisationszeiten mit khakifarbenen Shorts und Tropenhelm bewehrte Volkskundler, der auf der Suche nach fremden Kulturen durch die Dschungel streift, ist längst moderner Feldforschung gewichen, für die ein hoch entwickelter Methodenkanon genauso selbstverständlich ist wie interdisziplinäre Forschungsansätze. Dass die kreativen Köpfe des Faches in den vergangenen Jahrzehnten zudem einige Theorien entwickelten, die auch für andere geisteswissenschaftliche Disziplinen von immanenter Bedeutung sind, sollte dabei nicht unbeachtet bleiben. Dazu zählen unter anderem der Strukturalismus oder die Theorie des »wildes Denkens« des französischen Ethnologen Claude Lévi-Strauss (1908–2009).

Im Heute angekommen ist auch die umfassende und nahezu einzigartige Zettelsammlung des Richard Wossidlo, die an der Universität Rostock von der Wossidlo-



Professor Wossidlo (rechts, mir Brille und Melone) bei der Feldforschung spricht an der Marktlinde in Wismar mit den Menschen der Stadt.«(1933)

Forschungsstelle für Europäische Ethnologie/Volkskunde betreut wird. Die Wirren des Zweiten Weltkrieges hatte die Sammlung in Schwerin überstanden, zu Zeiten der DDR war sie der Akademie der Wissenschaften zu Berlin angegliedert. In Rostock an der Universität wurde diese besondere Zettelsammlung schließlich zwischen 2010 bis 2014 digitalisiert. Komplett, also inklusive all der ihr innewohnenden Querverweise, die sich digital gut abbilden ließen. Diese umfassende Datenbank ist seit 2014 online gestellt und kann seitdem weltweit und von jedermann unter www.wossidia.de eingesehen werden.

An diesen Erfolg anknüpfend, beschäftigt sich ein auch an der Universität Rostock ansässiges, transatlantisches Forschungsprojekt namens ISEBEL damit, weltweite Archive vom Format des Richard Wossidlo miteinander zu vernetzen. ISEBEL steht für Intelligent Search Engine for Belief Legends. Es führt Wossidlos Werk u. a. mit dem dänischen Archiv Dansk Folkemindesamling oder der niederländischen Sammlung Nederlandse Volksverhalenbank zusammen. Einer der Projektpartner hat seinen Sitz an der Universität von Kalifornien in Los Angeles. Womit die Arbeit Richard Wossidlos endgültig auch in der großen weiten Welt internationaler Forschung angekommen ist.

Digitalisierung und Globalisierung mit einem Warenfluss bisher nie gekanntes Ausmaßes beinhalten neben allem innewohnenden Segen jedoch auch so manche Herausforderung an unsere moderne Gesellschaft und Umwelt. Mittlerweile finden sich dieselben Warenhausketten in nahezu jeder europäischen Großstadt genauso wieder wie amerikanische Cafékette. In den Restaurants großer Städte können wir heute selbstverständlich die regionalen Köstlichkeiten aller Herren Länder speisen. Für die Schaffung eines Gefühls von Heimat, Individualität und Zugehörigkeit jedoch bieten sich noch immer gerade die Bezüge der eigenen Heimat und ihrer regionalen Kultur an. Und zu dieser zählen vor allem ihre Sprache, Kunst, Literatur; und all ihr Brauchtum, ihre Lieder, Mythen, Schwänke und Gepflogenheiten.

Dass diese zentralen Begriffe traditionell volkskundlicher Forschung nicht vor den Karren rechtspopulistischer Politik gespannt werden, ist auch längst zum Gegenstand weltoffener, demokratischer Politik geworden. Ihre Prot-

agonisten erstreben zu verhindern, dass die Begriffe von Heimat und regionaler Kultur nicht dumpf erstarren, sondern lebendig bleiben und mit der heutigen, modernen Welt Verbindungen finden. Denn Heimat und heimatliche Kultur war, wo auch immer, beständig im Wandel begriffen, damals wie heute.

Um dieses Spannungsfeld aus dem Bleibenden einerseits und dem Neuen andererseits als selbstverständlichen Teil in die Bildungsarbeit einzubringen, wurde 2019 im Heimatland Richard Wossidlos, in Mecklenburg-Vorpommern, eine sogenannte Heimatkiste an Kindertagesstätten und Horte verteilt werden. Sie enthält unter anderem Spiel- und Lernmaterial, mit deren Hilfe sich spielerisch regionale Besonderheiten wie beispielsweise die plattdeutsche Sprache erschließen lassen: ohne dabei vor einer vermeintlichen »Überfremdung« zu warnen. Auf dass sich das Gefühl von Individualität und Zugehörigkeit auch in einer globalisierten Welt zu bilden vermag. Dass sich die mecklenburg-vorpommerische Landesregierung zudem dafür ausspricht, langfristig die landesgeschichtlichen und volkskundlichen Potenziale an den Universitäten zumindest auf dem jetzt erreichten Niveau zu sichern, könnte bedeuten, dass auch das kleine Nischenfach Volkskunde zumindest in dem Rahmen weiterexistieren kann, den es heute in der Forschungslandschaft innehat, auch um es vor populistischem Missbrauch zu bewahren. Denn nichts wäre fataler, als die traditionellen Begriffe der Volkskunde zu Schlagwörtern rechtspopulistischer Politik verkommen zu lassen.

Es heißt, dass auch Richard Wossidlo dem Werben der Nationalsozialisten widerstand, die ihm nur zu gerne vor ihren »völkischen« Karren gespannt hätten. Als ihn die Nazis anlässlich seines 75. Geburtstags nationalsozialistische Ehrungen erweisen und öffentlich unter den Hakenkreuzflaggen feiern wollten, zog er es vor, nach Eisenach an das Grab des von ihm verehrten, niederdeutschen Dichters und Schriftstellers Fritz Reuter (1810–1874) zu fahren, um in Einkehr und Stille Blumen niederzulegen. Sicherlich hatte er für eventuell sich ergebende Gespräche mit seinen mecklenburg-vorpommerischen Landsleuten auch Belegzettel und Stift im Gepäck. Und zur Not hätten es ja auch seine Manschetten getan. ■■



DER AUTOR

Dr. Jörn Bohlmann

Dr. Jörn Bohlmann ist Ethnologe, gelernter Segelmacher und Holzbootsbauer. Er leitet das Elbschiffahrtsmuseum in Lauenburg an der Elbe.



Neue Projekte in Zeiten von Corona

Die neuen Live-Führungen

Wieder einmal war der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum rasch zur Stelle, diesmal um Alternativen für die geschlossenen Ausstellungen zu ermöglichen. Unmittelbar nach der Schließung des Deutschen Museums am 14. März konnten bereits ein gutes Dutzend virtueller Rundgänge unter der Rubrik »Treffpunkt Führungen« realisiert werden. Ein Projekt, geboren in Zeiten der Not mit großem Potenzial für die Zukunft. Von Monika Czernin

Es war gar nicht so einfach«, beschreibt Sabine Pelgjer von der Presseabteilung des Deutschen Museums die Dreharbeiten in Zeiten der Corona-Quarantäne. »Wir mussten schauen, wie wir in das Museum hineinkommen, dafür sorgen, dass die Alarmanlagen ausgeschaltet sind und sicherstellen, dass wir die richtigen Schlüssel zu den diversen Sälen in der Tasche haben.« Ausnahmezustand in Zeiten von Corona.

Neben den vielen Sorgen klingt das alles auch ein bisschen nach Abenteuer. Das Museum ist schließlich wie ein großer Tanker (allein die derzeitige Ausstellungsfläche beträgt 25000 m²). Auch wenn nur vier bis sechs Leute

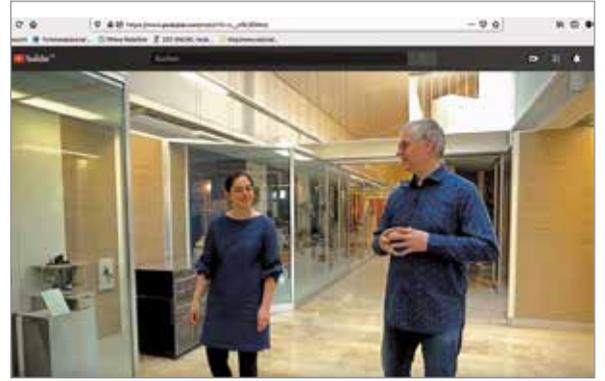
Digitale Führungen ermöglichen den virtuellen Besuch von Ausstellungen.

durch die Säle streifen, muss die Haustechnik angeworfen werden. Doch als die Produktionsfirma NMC mit ihrem Konzept der Live-Führungen in Zeiten von Corona auf das Museum zukam, war schnell klar, was für eine Chance das ist. Und der Freundes- und Förderkreis war sofort und unbürokratisch bereit, das Projekt zu finanzieren.

Schon die erste virtuelle Führung »Live durch die historische Luftfahrt« war ein großer Erfolg. Kommentare wie »Das war super, bitte mehr davon! Danke!« auf Youtube, dann 27 000 erreichte User auf Facebook. »Das ging absolut durch die Decke«, freut sich Sabine Pelgjer noch heute. Sie ist der Spiritus Rector hinter dem neuen Projekt für die



Die Bildschirmschnappschüsse zeigen Szenen der Live-Führungen durch die Ausstellungen Kraftmaschinen (links), Informatik (rechts) und Luftfahrzeuge.



virtuelle Museumswelt (natürlich gibt es noch eine Vielzahl weiterer virtueller Angebote, für die andere Kollegen zuständig sind). Den gesamten März koordinierte sie die Drehs, stellte sicher, dass auch im Bergwerk das Streamen möglich ist und dass die Fragen der live zugeschalteten Besucher die Moderatorin Brigitte Saar via Funk erreichen.

Als Nächstes folgte die virtuelle Führung durch das Bergwerk mit Bergwerkskurator Andreas Gundelwein und Karl Ravens aus dem Team des Ausstellungsdienstes, ein Rundgang, der nicht nur bei den ausgewiesenen Liebhabern der vielleicht berühmtesten Abteilung des Deutschen Museums gut ankam. Über 900 Aufrufe auf Youtube in knapp einer Woche, dazu Tausende User, die via Facebook- und Instagram erreicht wurden. Dann folgten über ein Dutzend weitere Führungen, »Live durch die Pharmazie«, »The Cosmos Coffee Tour« (für ein internationales Publikum), eine Führung durch das Verkehrszentrum und zu den Musikautomaten, durch die Informatik und die Flugwerft Schleißheim, um nur einige wenige zu nennen. Viele der Live-Führungen wurden zusätzlich auch noch mit einer Kugelkamera als 360-Grad-Tour aufgenommen.

Schon jetzt ist der Youtube-Kanal des Deutschen Museums sehr erfolgreich, über 7000 Abonnenten und mehr als zwei Millionen Aufrufe verzeichnen die Filme in den verschiedenen Rubriken. Die neuen Live-Führungen (gesammelt unter der Playlist »Treffpunkt Führung«) tragen zum Gesamterfolg des Video-Angebotes bei.

Und noch einen positiven Seiteneffekt hatte die Quarantänezeit in der Corona-Krise. Während Sabine Pelgier ansonsten auch noch eine Flut normaler Pressearbeit be-

wältigen muss, hatte sie während der Museumsschließung etwas mehr Zeit für das Community-Management der Social-Media-Kanäle – ein aufwendiger Job. Denn es reicht nicht, virtuelle Rundgänge zu konzipieren und herzustellen, flankierend muss die Community auf Twitter, Facebook und Instagram betreut werden. Das ist eigentlich ein eigener Job, und auch dafür hat der Freundeskreis rasch und unbürokratisch Hilfe angekündigt. Denn die Kommentare in den Social-Media-Kanälen geben der neuen Initiative – mehr Online-Angebote, mehr Aktivität in den sozialen Medien – recht: »Das ist was Besonders, was Sie machen. Das so schnell auf die Beine zu stellen ist bereits eine Meisterleistung an sich und das auch noch live, alle Achtung«, schrieb einer der Fans.

Auch NMC gilt ein großes Dankeschön, hat doch die Münchener Produktionsfirma die Führungen als Goodwill-Aktion produziert. Nur das Kamerateam bekam eine Gage und das teure Datenstreaming wird dem Museum verrechnet. Doch die Aktion ist mehr als ein Beitrag in Zeiten der Museumsschließungen. »Für die Zukunft wünsche ich mir, dass wir die Social-Media-Aktivitäten beibehalten und für die Zeit nach der Corona-Krise weiter ausbauen können. Denn die virtuellen Führungen, die Online-Angebote, die 360-Grad-Touren und Podcasts sind ein großartiges Mittel, auch Menschen zu erreichen, die nicht in München sind, um dem wieder geöffneten Museum einen Besuch abzustatten.« ■■

Werden Sie Mitglied im Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums!

Jahresbeitrag:

- 500 Euro für persönliche Mitgliedschaften
- 250 Euro für Juniormitgliedschaften (bis 35 Jahre)
- 2500 Euro für Mitgliedschaften mittelständischer Unternehmen nach EU-Norm
- 5000 Euro für Mitgliedschaften großer Unternehmen

Kontakt:

Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e.V. · Museumsinsel 1 · 80538 München

Ihre Ansprechpartnerin:

Nicole Waldburger-Wickel

Tel. 089 / 28 74 84 21 • info@ffk-deutsches-museum.de

www.ffk-deutsches-museum.de



Die »Astronomische Uhr« über der Durchfahrt zur Zenneckbrücke am Deutschen Museum zeigt neben der Uhrzeit auch Tierkreiszeichen und Wochentage an.

In Bildern erzählt Wilhelm Busch von »Julchen«, beginnend bei der Geburt bis zur Verehelichung.



Eins, zwei, drei im Sauseschritt

... läuft die Zeit. Wir laufen mit«, dichtete Wilhelm Busch, nur scheinbar leichtfüßig. Denn den Hinweilenden, so suggeriert es zumindest das dazugehörnde Bild, jagt bereits der Sensesmann. Ein durchaus

existenzielles Thema also, dem wir unseren nächsten Schwerpunkt widmen, und entsprechend breit aufgestellt wird auch das Autorenteam sein, das Christian Sicka (Kurator u. a. für Zeitmessung) zusammengestellt hat. Erzählt wird über innere und biologische Uhren, tragbare Sonnenuhren und Atomuhren, aber auch über astronomische Zeitreisen oder »Zeitgefühl«. Zeit ist eben nicht nur messbar, sondern sie wird höchst subjektiv gefühlt und ist – wie Einstein nachwies – ohnehin relativ. Ein weites Feld also, aus dem wir für Sie einige Rosinen herausgepickt haben.

Freuen Sie sich auf einen kurzweiligen Ausflug in die vierte Dimension.

Mit freundlichen Grüßen
Sabrina Landes

Impressum

Das Magazin aus dem Deutschen Museum

44. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl
Museumsinsel 1, 80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 21 79-1
www.deutsches-museum.de

Gesamtleitung: Dr. Kathrin Mönch (Deutsches Museum)
Dr. Stefan Bollmann (Verlag C.H.Beck, verantw.)

Wissenschaftliche Beratung: Dr. Rudolf Seising

Redaktionsleitung: Sabrina Landes | publishNET, Hofer
Straße 1, 81737 München, redaktion@publishnet.org; Grafik:
Birgit Schwintek; Korrektorat: Andrea Bistrich

Verlag: Verlag C.H.Beck oHG, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München, Telefon (089) 381 89-0, Telefax (089) 381 89-398, www.chbeck.de

Redaktioneller Beirat: Dr. Frank Dittmann (Kurator Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation), Gerrit Faust (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit), Melanie Jahreis, Dr. Kathrin Mönch (Verlagsleitung), Dr. Christian Sicka (Kurator Astronomie, Planetarium, Atomphysik, Zeitmessung), Prof. Dr. Elisabeth Vaupel (Forschungsinstitut)

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H.Beck oHG

Anzeigen: Bertram Mehling (verantw.), Verlag C.H.Beck oHG, Anzeigenabteilung, Wilhelmstr. 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München; Disposition, Herstellung, Anzeigen, technische Daten: Telefon (089) 381 89-604, Telefax (089) 381 89-589. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 36.

Repro: Rehbrand Medienservice GmbH, Hauptstraße 1, 82008 Unterhaching

Druck, Bindung und Versand: Holzmann Druck GmbH & Co. KG, Gewerbestraße 2, 86825 Bad Wörishofen

Bezugspreis 2020: Jährlich 29,- Euro
Einzelheft 8,90 Euro, jeweils zuzüglich Versandkosten

Weitere Informationen: Deutsches Museum, Mitgliederservice, Museumsinsel 1, 80538 München, Telefon (089) 21 79-310, mitgliederinfo@deutsches-museum.de, www.deutsches-museum.de/mitgliederservice

Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg-Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731) 39 34 06

Bestellungen von Kultur & Technik über jede Buchhandlung und beim Verlag. Abbestellungen mindestens sechs Wochen vor Jahresende beim Verlag.

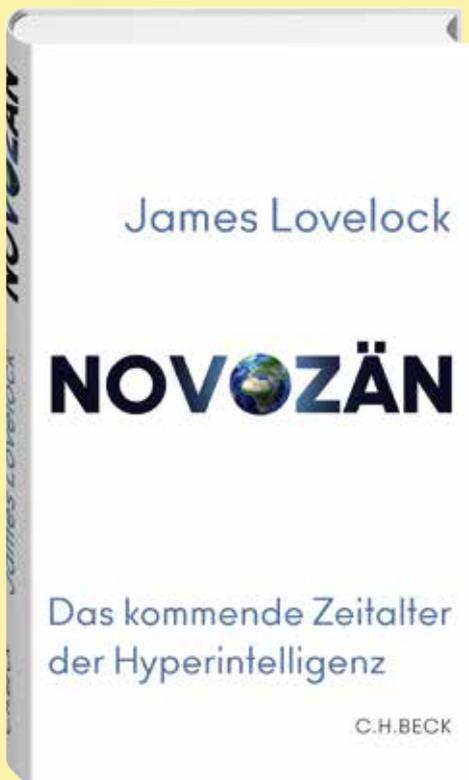
Abo-Service: Telefon (089) 3 81 89-679

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Beiträge und Bilddokumente. Die Redaktion behält sich vor, eingereichte Manuskripte zu prüfen und ggf. abzulehnen. Ein Recht auf Abdruck besteht nicht. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht die Meinung der Redaktion wieder.

ISSN 0344-5690



klimaneutral produziert
www.chbeck.de/nachhaltig



160 Seiten | Gebunden | € 18,- | ISBN 978-3-406-74568-3

«Ein heiterer und hoffnungsvoller Text.»

Michael Pilz, *DIE WELT*

«Lovelocks Verdienst besteht darin, die Perspektive zu wechseln und den Menschen nicht als Höchstes zu sehen. Sondern als Teil der Natur, der jetzt gefälligst lebensrettenden Maschinen nicht im Weg stehen soll. Dies formuliert der Hundertjährige entspannt, mit alltagsnahen Beispielen.»

Uwe Salzbrenner,
Sächsische Zeitung

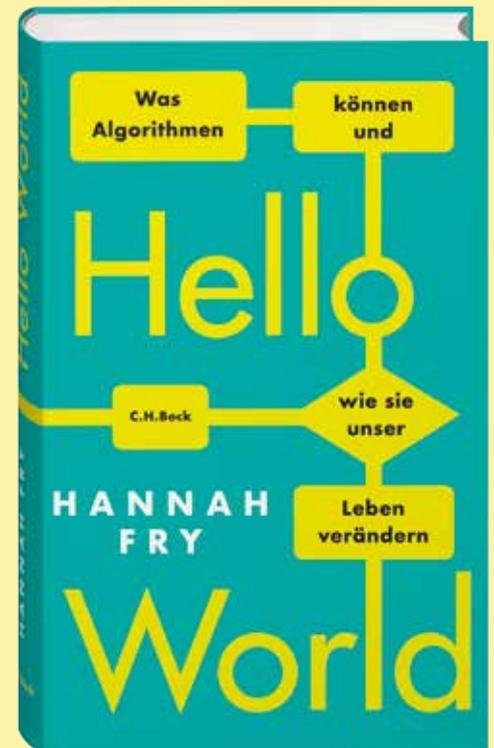
«Weil er schon lange vor der Überhitzung des Planeten warnt, müsste die *Fridays for Future*-Jugend diesem alten (100!!) weisen Mann auf Knien dankbar sein»

Uwe Wittstock, *Focus*



272 Seiten | Broschiert | bw 2904
€ 9,95 | ISBN 978-3-406-75124-0

Mit der Entwicklung Künstlicher Intelligenz verbinden sich große Hoffnungen und ebenso große Befürchtungen, von Durchbrüchen in der medizinischen Forschung bis zur Machtübernahme der Roboter. Manuela Lenzen beschreibt die Grundlagen, die Möglichkeiten und Grenzen Künstlicher Intelligenz, ihre wichtigsten Einsatzmöglichkeiten und bereits eingetretene oder anstehende Folgen. Die KI-Forschung steht noch am Anfang. Die Weichen für die Nutzung ihrer Ergebnisse aber müssen wir heute stellen.



272 Seiten | 9 Abbildungen | Gebunden
€ 19,95 | ISBN 978-3-406-73219-5

«Es ist das große Verdienst dieses Buches, eindrücklich darauf hinzuweisen, dass es nicht um die Alternative *Mensch oder Maschine* geht, sondern darum, Wege für die Variante *Mensch plus Maschine* zu finden.»

Buchkritik.at, Hans Durrer

«Ein gelungenes Stück Aufklärung über eine Entwicklung, die alle angeht ... besser mitreden kann, wer dieses Buch gelesen hat.»

Alexander Armbruster,
Frankfurter Allgemeine Zeitung

«Hannah Fry zeigt in unaufgeregtem Ton Chancen und Risiken auf und liefert einen erstklassigen Überblick für die, die über dieses Thema Bescheid wissen sollten, also: für uns alle.»

Brigitte



www.deutsches-museum.de