

tec4u

Aachen 2019

Maschinen mit Köpfchen

Künstliche Intelligenz
transformiert die
Informations- in die
Wissensgesellschaft

Vom Diener zum Partner:
Wie schlaue Maschinen
unsere Welt verändern

Irrtum als Stärke:
Seine Fehlertoleranz
sichert dem Menschen
die Vorherrschaft
über die Maschine



Wo aus Forschung Anwendung wird.

Wir schaffen die Grundlagen für das
digital vernetzte Unternehmen der Zukunft:

Wir begleiten Unternehmen,
forschen, qualifizieren und lehren auf dem
Gebiet der Betriebsorganisation und
Informationslogistik.

Newsletter: **FIR-Flash**

Aktuelle Neuigkeiten aus dem FIR, dem
Cluster Smart Logistik und dessen Centern
auf dem RWTH Aachen Campus.



anmeldung.fir-flash.de

www.fir.rwth-aachen.de



In Deutschland scheint stets der offizielle Segen der Obrigkeit erforderlich zu sein, damit ein Technologiefeld flächendeckend als großes Zukunftsthema wahrgenommen wird. So etwa bei den Themen „Digitalisierung“ oder „Industrie 4.0“ und jetzt eben „Künstliche Intelligenz“. Seit Angela Merkel dieses Buzzword zu einer Art Schicksalsthema der Nation erkoren hat, ist es plötzlich selbst in den Feuilletons der Zeitungen und Zeitschriften angekommen. Angesichts eines von ihr festgestellten deutschen Rückstands auf diesem Technologiesektor erklärte sie zum Auftakt der Hannovermesse: „Wir wollen auch im Wettbewerb bestehen und vorne mit dabei sein.“

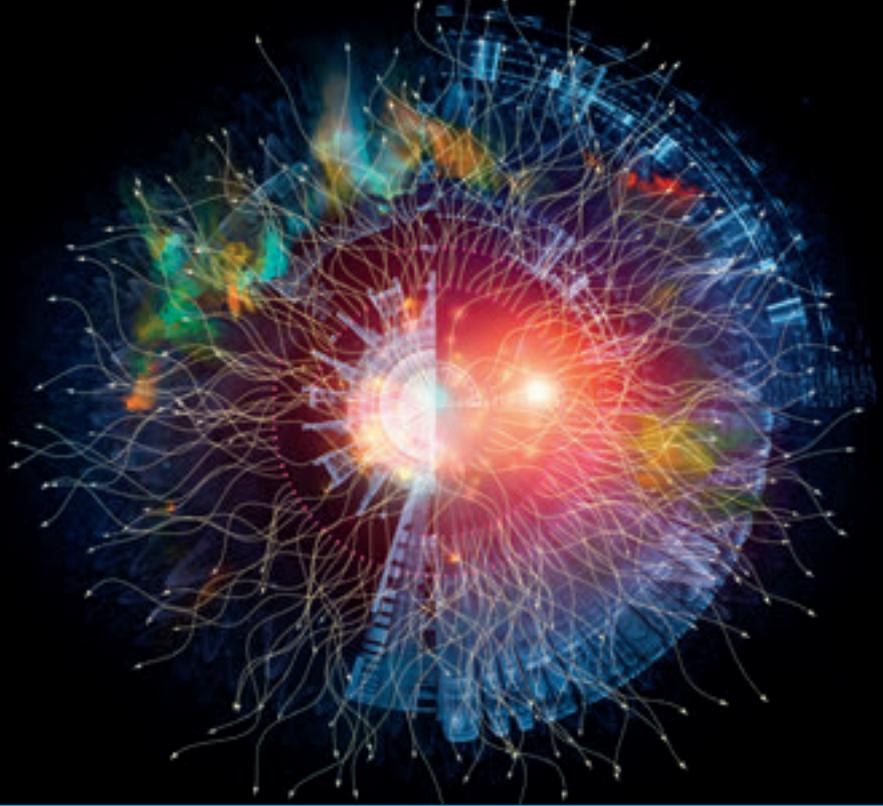
Kein Zweifel: Künstliche Intelligenz ist ein Faktor, der über die Zukunftsfähigkeit eines Hochtechnologiestandorts wie Deutschland mit entscheidet. Entsprechend dringlich ist auch die Förderung von KI durch die Politik und eine breite Akzeptanz in Wirtschaft und Gesellschaft. Wie üblich geht es dabei hierzulande wieder um den Streit zwischen Vorpreschern und Bedenkenträgern, zwischen Verteidigern der Vorteile und Mahnern vor Gefahren. Der Versuch, eine heile Welt zu schaffen, in der uns Technologie nur perfekt dient und uns keine Herausforderungen präsentiert, ist jedoch zum Scheitern verurteilt: Die Maschine ist am Ende keineswegs überirdisch perfekt, sondern trägt immer die Begrenztheit ihrer Erbauer in sich.

Um die ganze Tragweite der Krone der digitalen Technologie für unser Leben in der Zukunft beurteilen zu können, ist es wichtig, sich einen Überblick darüber zu verschaffen, was künstliche Intelligenz ist, was sie kann und welche Perspektiven sich daraus für den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt ergeben. Diesen Überblick wollen wir Ihnen auf den folgenden Seiten vermitteln.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und bereichernde Lektüre.

Dr. Hans-Dieter Radecke

Mitdenkende Maschinen, die unseren Wohlstand sichern



2019

Vereinsteil

- Vorstände **7**
- Einladung zur JMV **8**
- Jubilare **9**
- Neuzugänge **10**
- Geburtstagswünsche **13**
- Unsere verstorbenen Mitglieder **14**
- Arbeitskreise **15**
- Jahresbericht **16**

22 Wenn Technologie vom Instrument zum Partner wird

26 Der Mensch simuliert sich selbst

28 Die Maschine – so schlau wie der Mensch?

36 So kam der Grips in die Maschine

40 Vom Zeichen zum Wissen

43 Künstliche Intelligenz: Basis für zeitgemäßes Wissensmanagement

48 Bitte nicht stören – Fahrer schläft

52 Auf Du und Du mit Kollege Roboter

56 KI-Antrieb für die Logistik

60 Intelligente Wege zu intelligenter Technologie

63 Die selbstlernende Zivilisation

66 Mit Industrie 4.0 Beute machen

68 Lernen aus Daten

70 Hocheffiziente Low-Cost-Montage von Elektrofahrzeugen

74 KI schafft Wissen, Wissen schafft Erfolg

Von der Infogesellschaft zur Wissensgesellschaft

78 Wissensgesellschaft mit beschränkter Haftung

82 Der Wettlauf um die KI-Poleposition

84 „Die Fehlerhaftigkeit ist unsere Stärke“

88 METROPOLITAN CITIES



Das VDI-Technikmagazin tec4u

ist Nachfolger von tec2 und twv (Mitteilungen Technisch Wissenschaftlicher Verein Aachen) des VDI Aachener BV.
162. Jahrgang, Jahresausgabe 2019

Herausgeber:

VDI Aachener Bezirksverein e. V.
Dennewartstraße 27, 52068 Aachen
Telefon (Geschäftsstelle): +49 241 31653
E-Mail: bv-aachen@vdi.de
Web: www.vdi.de/aachen

Verantwortlich i. S. d. P.:

Prof. Dr.-Ing. Volker Stich

Redaktion:

Dr. Hans-Dieter Radecke (Chefredakteur)
Alexia Fenollar Solvay, Ing. Industrial
Dipl.-Inform. Daniel Lütticke

Redaktionsanschrift:

Denkmanufactur GmbH
44137 Dortmund, Wißstraße 7

Auflage:

4.000 Exemplare
tec4u wird den Mitgliedern des Bezirksvereins Aachen postalisch zugestellt, die Kosten hierfür sind im Mitgliedsbeitrag enthalten.

VDI





Prof. Dr.-Ing. Volker Stich

Liebe Leserinnen und Leser,

wieso landen eigentlich kaum noch Spam-Mails in meinem Posteingang? Warum erkennt Alexa meine Anweisungen so präzise und warum finde ich den Filmvorschlag bei Netflix wieder so gut? Die Antwort ist Künstliche Intelligenz (KI), die zurzeit in aller Munde ist und die die immer größer werdenden Datenberge verarbeitet und in Nutzenpotenziale umwandelt. So wird bis 2030 durch den gezielten Einsatz von KI – laut einer Studie der Unternehmensberatung PwC – das deutsche Bruttoinlandsprodukt um 430 Milliarden Euro steigen. Doch zurzeit sind es vor allem amerikanische und chinesische Unternehmen, die das enorme Potenzial nutzen und den Wert der Daten extrahieren.

Die Bundesregierung setzte im Juli 2018 mit ihrer Initiative ein Zeichen, beschloss die Eckpunkte für eine Strategie Künstliche Intelligenz und will damit „[...] die Erforschung, Entwicklung und Anwendung von künstlicher Intelligenz

in Deutschland auf ein weltweit führendes Niveau bringen.“ (18.07.2018, Pressemitteilung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung). Es folgte der Digitalgipfel am 3. und 4. Dezember 2018, auf dem die Strategie vorgestellt wurde: Dem „Schlüssel für Wachstum und Wohlstand“, so nennt Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier die KI, wollen wir uns in diesem Heft aus verschiedenen Richtungen nähern und haben die aktuelle Ausgabe der tec4you unter das Motto „Maschinen mit Köpfchen“ gestellt.

Was braucht es, um aus Daten Informationen zu gewinnen und Wissen zu generieren? Wir erklären den Begriff „Künstliche Intelligenz“, widmen uns seiner Herkunft und zeigen aktuelle Anwendungsbeispiele – so geraten wir unweigerlich in die Welt der Produktion und Logistik, der Mobilität und Smart Cities sowie in die Bereiche Energie, Gesundheit und Sicherheit. Zudem beschäftigen wir uns mit kritischen Aspekten, mit möglichen Gefahren der vernetzten Welt und dem Einfluss auf unser Leben.

Immer geht es dabei um Daten, ihre Verwertbarkeit und letztlich ihren Wert. Künstliche Intelligenz, Machine Learning, Data Analytics und neuronale Netze sind nur einige der diesem Kontext auftretenden Schlagwörter. Wir hoffen, mit der vorliegenden Ausgabe den Themen den Buzzword-Charakter zu nehmen und ihre gegenwärtige und zukünftige Relevanz für die Unternehmens- und Forschungslandschaft in Deutschland herauszustellen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine erkenntnisreiche und gewinnbringende Lektüre.

Ihr Professor Dr.-Ing. Volker Stich



VDI Aachener Bezirksverein e. V.

Technologiezentrum am Europaplatz
Dennewartstr. 27
52068 Aachen

Geschäftsführerin:

Frau Alexia Fenollar Solvay

Telefon (Geschäftsstelle): +49 241 31653

E-Mail: alexia.solvay@vdi-aachen.de

Web: www.vdi.de/aachen



1. Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. Volker Stich

vorsitzender@vdi-aachen.de



2. Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. Tobias Meisen

vorsitzender@vdi-aachen.de



Planung und Förderung der Veranstaltungen des BV:
Alexia Fenollar Solvay, Ing. Industrial

alexia.solvay@vdi-aachen.de

Telefon: +49 241 31653



Schatzmeister:
Dipl.-Ing. Thomas Thiele

schatzmeister@vdi-aachen.de



Öffentlichkeitsarbeit:
Dr. rer. nat. Rene Vossén

oeffentlichkeitsarbeit@vdi-aachen.de

Telefon: +49 241 80911-70



Schriftführer:
Dr.-Ing. Christian Büscher

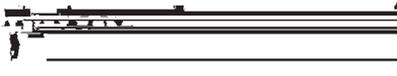
schriftfuehrer@vdi-aachen.de



Veranstaltungen
und Termine
Ihrer Bezirksvereine
im Internet:
[www-vdi.de/technik/
veranstaltungen](http://www-vdi.de/technik/veranstaltungen)

Aachener BV





EINLADUNG zur Jahresmitgliederversammlung des VDI Aachener BV

Freitag, 22. März 2019
17.00 Uhr, Einlass 16.30 Uhr

Digital Capability Center · Vaalser Straße 460 · 52074 Aachen

Tagesordnung

1. Empfang im Digital Capability Center
2. Begrüßung und Mitgliederehrung
3. Bericht des Vorsitzenden
4. Bericht des Schatzmeisters
5. Bericht der Kassenprüfer
6. Entlastung des Vorstands
7. Wahlen:
 - 7.1 Kassenprüfer
8. Verschiedenes
9. Festvortrag Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Gries
10. Besichtigung des Digital Capability Center

Im Anschluss möchten wir Sie herzlich zu einem gemeinsamen Imbiss einladen.

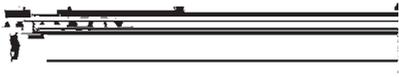
Diese Ankündigung gilt als offizielle persönliche Einladung an alle Mitglieder. Anträge zur Mitgliederversammlung sind bis zum 8. März 2019 bei der Geschäftsstelle einzureichen.

Bitte melden Sie sich zudem zur Veranstaltung an, idealerweise über unsere Homepage (Link als QR-Code) oder unter der Angabe Ihrer Mitgliedsnummer und der Anzahl an Begleitpersonen per Mail oder Fax.

Eine Anfahrtsbeschreibung finden Sie unter der Homepage des Aachener BV.

Wir freuen uns über Ihr Kommen!





Mitgliederseiten des Aachener BV

Jubilare des VDI Aachener BV 2019

„Falls Sie unter die hier benannten Personengruppen fallen und eine Veröffentlichung künftig nicht wünschen, so teilen Sie uns dies bitte schriftlich oder per Email mit. Wir werden diesen Wunsch dann berücksichtigen.“

25 Jahre Mitglied

Dr.-Ing. Lutz Barnert
Dipl.-Ing. Andreas Baumann
Dipl.-Ing. Sascha Bausch
Dipl.-Ing. Thomas Beckmann
Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
Dr.-Ing. Rainer Busch
Dipl.-Ing. Conrad Csink
Dipl.-Ing. (FH) Peter Dautzenberg
Dipl.-Ing. (FH) Georg Dickerboom
Dipl.-Ing. Christiane Finetti
Dipl.-Ing. (FH) Mark Franken
Dipl.-Ing. Thomas Graf
Dipl.-Ing. (FH) Guntram Haase
Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger
Thomas Heselhaus
Dipl.-Ing. Josef Heß
Dr.-Ing. Joachim Hessel
Ralf Heuser
Dr.-Ing. Oliver Höft
Dipl.-Ing. (FH) Alexandra Kelling
Susanne Kleyer
Dipl.-Ing. Martin Knops
Dipl.-Ing. Dirk Kockmann
Prof. Dr.-Ing. Carl Kramer
Dipl.-Ing. Jochen Krott
Dipl.-Ing. (FH) Michael Küpper
Dipl.-Ing. Hubert Linscheidt
Dipl.-Ing. Wolfram Maushagen
Dipl.-Ing. (FH) Ingo Müller
Dipl.-Ing. Annette Müllers
Dipl.-Ing. (FH) Jutta Naumann
Dr.-Ing. Eric Neussl
Dipl.-Ing. Reinhard Opitz
Ph.D. Jochen Pflug
Dipl.-Ing. Univ. Michael Philippen

Dipl.-Min. Karl-Heinz Plum
Dipl.-Ing. Klaus Prume
Prof. Dr.-Ing. Thilo Röth
Dipl.-Ing. Stefan Rückart
Dipl.-Ing. Michael Schmäcke
Dipl.-Ing. Walter Martin Schmetz
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Schmidt
Dipl.-Ing. Stefan Sensen
Dipl.-Ing. Marcus Siegert
Volker Stahlschmidt
Dipl.-Ing. Andreas Trautmann
Dipl.-Inform. Bianca Uhe
Dipl.-Ing. (FH) Petra Vehres
Dipl.-Ing. (FH) Bernd Weber
Sebastian Willeke
Dipl.-Ing. Robert Windeck

40 Jahre Mitglied

Dipl.-Ing. Thomas Arns
Dipl.-Ing. Jörg-Ulrich Bergmann
Dipl.-Ing. Georg Bock
Prof. Dr.-Ing. Alois Boes
Wirt.-Ing. (grad.) Theo Deselaers
Dipl.-Ing. Peter Engelen
Dr.-Ing. S. Bernhard Gand
Dipl.-Ing. Bernd Gebing
Dipl.-Ing. Gabriele Geng
Dipl.-Ing. Falko Hammes
Ing. (grad.) Werner Herkens
Dipl.-Ing. Wolfgang Holten
Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Kaiser
Dipl.-Ing. Paskal Laskaris
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Marquardt
Dipl.-Ing. Joseph Palm VDI
Prof. Dr.-Ing. Herbert Pfeifer

Prof. Dr.-Ing. Tilo Pfeifer
Ing. (grad.) Bernhard Rose
Dipl.-Ing. Ulrich Rosnaess
Dipl.-Ing. Bernd Schmitz
Dr.-Ing. Peter Schütze
Ing. (grad.) Hans-Peter Siegers
Prof. Dr.-Ing. Günter Subklew
Dipl.-Ing. Friedrich Wagner

50 Jahre Mitglied

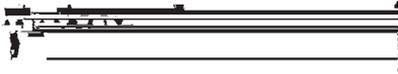
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Braune
Dipl.-Ing. Dietrich Eichstädt
Dipl.-Ing. Jochen Furlkröger
Prof. Dr.-Ing. Arno Gego
Dipl.-Ing. Herbert Gehlen
Ing. (grad.) Walter Kreft
Dipl.-Ing. Dieter Lünskens
Ing. (grad.) Klaus Meinecke
Prof. Dr.-Ing. Manfred Weck

60 Jahre Mitglied

Dipl.-Ing. Jürgen Brausen
Prof. Dr.-Ing. Willi Hallmann

65 Jahre Mitglied

Dipl.-Ing. Willi Boeckmann
Dipl.-Ing. Karlheinz Brambach
Prof. Dr.-Ing. Friedrich Eichhorn
Ing. Werner Kahl

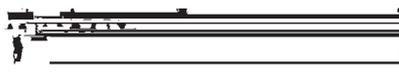


Mohammad Abu-Halfum	Christian Certa	Silke Grabau	Atishay Jain
Ali Ahmed	Yichen Chen	Dennis Großmann	Kevin Janczyk
Mainul Alam	Eric Chow	John-Scott Groves	Dipl.-Ing. Michael Jansen
Dana Aleff	Benedict Claßen	B.Sc. Colette Grüning	Dipl.-Ing. oec. Bernd Jansen
Elaria Alkemper	M.Eng. Michael Clemens	Miriam Gutheil	Niklas Janshen
Dr.-Ing. Norbert Werner Alt	Felix Clos	Michael Haas	Raul Janßen
Ing. Hassan Annan	Jan Marcel Cluse	Tobias Haas	Hauke Jensen
Georgios Apostolou	Simon Cramer	Johannes Hahmann	Johannes Jeub
B.Eng. Nikhil Mohan Aware	Andras Laszlo Csernai	Philipp Hanuschik	Marios Josephides
Yilmaz Aydin Murat	M.Sc. Guillaume Cuvelier	Anna Katharina Hartz	Alina Kaiser
Freddy Kokou Azanledji	Dominic Cyl	Martin Haspel	Miltiadis Kallianis
Roman Barth	M.Sc. Verena Dannapfel	Julian Hebold	B.Eng. David Kammerer
Nik Beecken	Yashwanth Dasappagari	Robin Heesen	Maximilian Kammler
B.Sc. Jennifer Begall	Pratik Deomare	Dipl.-Wirt.Ing.(FH)	Heinrich Kappel
Dipl.-Ing. Norbert Behler	Patrick Dietrich	Daniela Hegemann	Christian Karbig
Cengizhan Bektas	Nico Dolle	Patrik Heintze	Tobias Karschuck
Elena Berg	Fritz Ehreiser	M.Sc. Jonas Hergenröther	Maximilian Kehr
Lukas Berners	Dipl.-Ing. (FH) Frank Ehrlich	Carl Hergeth	B. Eng. Ilja Kern
Aykut Bilirer	Christian Eickhoff	Matthias Hermesmann	Dara Khajavi
Aina Attiyah Binti Reiner	Dipl.-Ing. Peter Engelen	Stephan Heyers	Hassan Khanafer
Fabian Böhm	Frederik Erkens	Lars Hilbert	Urbain M. Kibulu
Kathrin Böttger	Ing. Laura Espadas Murillo	Gerben Hilboldt	Philipp Kirch
Maxim Bolle	Torge Fassmer	Dipl.-Ing. (FH) Mario Hillebrand	Ugne Klipciute
Anna-Lena Boller	Felix Fischer	Sebastian Hillert	Demet Kocahal
Gregor Boronowsky	Marie Franzen	Duc Tien Hoang	Dipl.-Ing. Jörg Kock
Kilian Brans	Matthias Freitag	Nikolai Hochbein	Christian Kohns
Julian Breitling	Bianca Frömgen	Dennis Hölter	Stefanos Koimtzooglou
Vera Brückmann	Georg Frohnweiler	Jan Höpfner	Dipl.-Ing. Alexander Kompch
M.Sc. Erik Brümmendorf	Dipl.-Ing. Christian Fürst	Steffen Hohenstein	Robin Konrad
M.Sc. Melanie Buchsbaum	Jasmin Fuhrmann	Bennet Holst	B.Eng. Jerome Korsten
Nils Bues	Dipl.-Ing. Herbert Gerards	Lucas Holtz	Ing. (grad.) Walter Kreft
Hakan Büyükyarma	Ismail Ghosn	Ing. Michael Horner	Martin Kronhardt
Christoph Cabanski	Steffen Golding	Michael Hoß	Marie Kruppa
Dipl.-Ing. (FH) Javier Castell-Codesal	Marc Goldmanns	Han Hu	Lukas Kütting
Arda Celik	Marvin Goppold	Markus Hübner	Oliver Kuipers

Wieder kann sich unser Verein über zahlreiche Neumitglieder freuen.
Wir heißen die nachfolgend aufgeführten Personen im VDI Aachener BV herzlich willkommen.



Akshay Kumar	Tobias Mühlhoff	Marius Ronshausen
Kannan Kumar	B.Sc. Bruno Müller	Erik Rosenkranz
Christian Lachner	Jakob Müller	Dr.-Ing. Alexander Rothkopf
Maxime Lahaye	Victor Müller	Lukas Ruppert
Divya Rajashekhar Laxetti	Annika Müsse	Dena Saazegar
Lukas Lechthaler	Frau Hannah Naber	Artur Sabino de Andrade
Erik Leuschner	Naveen Kumar Narayanaswany	B. Sc. Seniha Pelin Sahinler
Ben Liesch	Mathias Neufang	Marco Sander
Dr.-Ing. Jörg Lindemann	Kai Neumann	Michael Sanne
Marco Linder	M.Sc. Angela Niedermeyer	Alexander Sassenberg
Qianyu Liu	Clemens Nolting	Emine Sedef Saygili
M.Eng. Hui Liu	Thomas Nyhues	Lukas Schäper
Philipp Lohrer	Dr. rer. nat. Jan Oberländer	Dipl.-Ing. Josef Scheele
Mariana López	Sercan Öztimur	B. Sc. Michael Schlicht
Sebastian Lossen	B.Sc. Susanne Paasen	Axel Schlöpker
Oliver Lück	Dipl.-Ing. Patrick Palm	Johanna Schloßer
Dipl.-Ing. Jürgen Lueg	Andreas Palmtag	M.Sc. Lena Schlotterhose
Alexander Lütkehaus	Petros Pantelios	Christopher Schmetz
Dipl.-Inform. Daniel Lütticke	Michael Pesch	Dr.-Ing. Joachim Schmidt
Marc Mac	Laura Maria Plocher	Mathias Schmitz
Dipl.-Ing. Tim Mandelartz	Emil Pluta	Alexander Schmunk
Dr.-Ing. Ralf Marquard	B. Sc. Raimund Pörtner	Marcel Schneider
Christina Martens	Valentin Polinowski	Erik Schneidereit
Ignacio Martinez	Pratheek Prakash Manangi	Simon Schneppe
Fynn Ole Matthiesen	Felicia Primadita	Sven Schniedermann
Hannah Mauermann	Max Puvogel	Yannick Schöbben
Dr.-Ing. Tobias Meisen	Henning Rave	Boris Schüpp
Lars Menzel	Lena Reetz	Tim Schulte
Dipl.-Ing. David Merdivan	Dr.-Ing. Philippe Renault	Marc Schumacher
Benedikt Merkes	Dr. rer. nat. Pascal Richter	Steffen Schupp
Jannik Metje	Marcus Riedel	M.Sc. Martin Schwane
Dipl.-Ing. Thomas Milcher	B.Techn. Dimitri Riffel	Laura Schwarz
M.Sc. Richard Minderjahn	M.Sc. Stefanie Riske	Fabian Seck
Felix Möhren	Nadja Roeser	M. Sc. Daniel Seifert
Jonathan Mönnich	M.Eng. Lukas Romanski	Andres Sheldrick

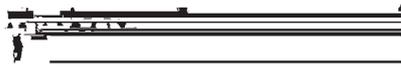


Matthias Simons
 Daniel Six
 M. Sc. Astrid Sommer
 Dipl.-Ing. Josef Speis
 Lars Speuser
 Max Staib
 Kirstin Stichling
 Arne Stommel
 Daniel Strohmeier
 Stefan Stürmer
 Sushant Sukumar
 Rudolf Suppes
 Srikantadatta Tagadur Nagendra
 Paul Texeira
 Rexhep Tika

Kadir Ibrahim Tikil
 Steffen Felix Mathis Tillmann
 Enno Trenner
 Desiree Triller
 Yannick Tschauder
 Kajan Uththama
 Marius Völkel
 Dhanat Vongkositkul
 Dipl.-Phys. Dieter Wagner
 Julius Walorski
 Manuel Walotka
 Constantin Waubert de Puiseau
 Dipl.-Ing. (FH) Mark Weber
 Hannah Weger
 Silas Weidenmüller

Marietheres Weinberg
 Magret Weißbach
 Patricia Wessel
 Markus Weßling
 Dr.-Ing. Georg F.L. Wießmeier
 Luisa Wirth
 Thomas Wölker-Darley
 Rainer Wolsfeld
 Henrik Zaßenhaus
 Anna Zheng
 Sebastian Zimmer
 Haochen Zuo





Januar

Dipl.-Ing. Hermann-Josef Roos
 Dipl.-Ing. Bernd Schmitz
 Dipl.-Min. Karl-Heinz Plum
 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Renz
 Ing. Hans-Uwe Schmidt
 Guido Peters
 Dipl.-Ing. Dieter Moll
 Dipl.-Ing. Thomas Mager
 Ing. (grad.) Werner Herkens
 Prof. Dr. Paul Schümmer
 Dipl.-Ing. Engelbert Plescher
 Dipl.-Ing. Werner Lage
 Dipl.-Ing. (FH) Erich-Michael Vorberg
 Prof. Dr. Rolf Schloms
 Ing. (grad.) Heinz-Peter Hess
 Ing. Peter Kuyffen
 Ing. (grad.) Dieter Halbauer
 Dipl.-Ing. Georg Janssen
 Dipl.-Ing. Wulf Böckenhaupt

Februar

Dipl.-Ing. Manfred Peschen
 Dipl.-Ing. Hans Beckers
 Dipl.-Ing. Gerd Leyendecker
 Dipl.-Ing. Hartmut Leuschner
 Dipl.-Ing. Henk Mijnaerends
 Dipl.-Ing. Klaus Ramacher
 Dipl.-Ing. Dieter Jehle
 Bau.-Ing. Michael Fischer
 Dr.-Ing. Hans Dietmar Brenk
 Dipl.-Ing. Jürgen Brausen
 Dipl.-Ing. Peter Ossendorf

März

Ing. (grad.) Eckard Falter
 Dipl.-Ing. Wolf Michael Lüttgen
 Prof. Dr.-Ing. Gottfried Nonhoff
 Ing. (grad.) Herbert Barg
 Prof. Dr. Willy J. D. Geijsen
 Ing. Hans Schein
 Dipl.-Ing. Franz Josef Taxhet
 Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Holper
 Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Krutt
 Ing. (grad.) Josef Peiffer
 Dr.-Ing. Horst Schulte
 Prof. Dr.-Ing. Friedrich Eichhorn

April

Ing. (grad.) Herbert Schwarz
 Prof. Dr.-Ing. Heinz Barthels
 Dipl.-Ing. Walter Simon
 Ing. Heinrich Bartz
 Kees Moison
 Dipl.-Ing. Egbert Reinartz
 Hans-Erich Maul
 Dipl.-Ing. Frank Liepke
 Prof. Dr.-Ing. Joachim Benner
 Prof. Dr. Wolfgang Dott
 Ing. Leonhard Jussen
 Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning

Mai

Peter Kilgenstein
 Prof. Dr.-Ing. Udo Ossendoth
 Dipl.-Ing. Manfred Wnuck
 Dipl.-Ing. Fakhr Arsiwalla
 Dipl.-Ing. Ujjal Singh Laungia
 Ing. (grad.) Gerhard Steffens
 Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Simons
 Dipl.-Ing. Hartmut Wintrich
 Dipl.-Ing. Karl Klinkenberg

Juni

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Hilgers
 Ing. Hans Borgmann
 Dr.-Ing. Hans Welfers
 Dr.-Ing. Peter Kreuter
 Dipl.-Ing. Dietrich Beitzke
 Dr.-Ing. Bernd Horstmann
 Dipl.-Ing. Hubert Gladbach
 Dr.-Ing. Werner Kluff
 Dipl.-Ing. Karl Dreytmüller
 Dipl.-Ing. Josef Speis
 Josef Vahsen
 Manfred Steinhauer
 Dr.-Ing. Peter Dahmann
 Ing. (grad.) Axel Zeugner
 Dr.-Ing. Klaus Brüssermann
 Dipl.-Ing. Hans Oebel
 Dr.-Ing. Bernhard Koonen
 Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
 Dipl.-Ing. Hartmut Prast
 Dipl.-Ing. Ernst Klas
 Dipl.-Ing. Herbert Hofmann

Juli

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Kemmner
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dietmar Wenner
 Dr. A. Philip van Harrevelde
 Ing. (grad.) Karl J. Lütticke
 Dr. Cor P.G. Schrauwen
 Wirtschafts-Ing. Hubert Michiels
 Dr.-Ing. Thomas Weber
 Dr.-Ing. Eric Neussl
 Dipl.-Ing. Eva-Maria Kolonko-Hinssen
 Ing. Peter C.M. Lakeman
 Ing. (grad.) Wilhelm Kohlhaas

August

Dipl.-Ing. Wolfgang Holten
 Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
 Prof. Dr.-Ing. Tilo Pfeifer
 Dipl.-Ing. Wilhelm Claessen
 Dipl.-Ing. Manfred Kaczmarek
 Dr.-Ing. Torsten Bispink
 Dr.-Ing. Volker Gorzelitz
 Ing. Hubert Jägers
 Ing. (grad.) Hans-Jürgen Aretz
 Ing. (grad.) Dieter Dalscheid
 Dr.-Ing. Peter Stommel
 Dr.-Ing. M. Akbar

September

Prof. Albrecht Thiele
 Dr.-Ing. Günter Wüster
 Dipl.-Ing. Heinz-Jürgen Vienken
 Dipl.-Ing. Helmut Wiedemann
 Dipl.-Ing. Hans Schreinemachers
 Dipl.-Ing. Helmut Neumark
 Dr.-Ing. Michael Fiebrich
 Dr.-Ing. Michael Maqua
 Dr.-Ing. Michael Gierth
 Dipl.-Ing. Peter Engelen
 Dipl.-Ing. Frank Miehllich

Oktober

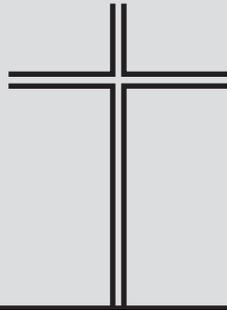
Dipl.-Ing. Thomas Roth
 Dipl.-Ing. Rolf Michael Bracker
 Dr.-Ing. Ulrich Thebing
 Ing. Peter Richard Klement
 Dr.-Ing. Paul Fuchs-Frohnhofen
 Dipl.-Ing. Karlheinz Titze
 Dipl.-Ing. Joseph Asamoa-Tenkorang
 Dr.-Ing. Albert Mülln
 Dipl.-Ing. Bernd Theis
 Dipl.-Ing. Achim Weber
 Dr. rer. nat. Wolfgang Albrecht
 Dr.-Ing. Tilman Schriever
 Hans-Georg Arlt
 Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger
 Dipl.-Ing. Heinrich Raußen

November

Dipl.-Ing. Dieter Lauffs
 Dipl.-Ing. Ulrike Leidinger
 Dipl.-Ing. (FH) Winfried Koch
 Ing. Theo Wondergem
 Dr.-Ing. Gerd Krenzer
 Dipl.-Ing. Rainer Kleinfeld
 Dieter Goldbach
 Dr.-Ing. Klaus-Peter Arz
 Dipl.-Ing. Günther Lubisch
 Dipl.-Ing. Willi Boeckmann
 Dipl.-Ing. Winfried Utzelmann
 Dipl.-Ing. Josef Weidenhaupt
 Raphael Quint
 Dipl.-Ing. Wolfgang Brietzel
 Dipl.-Ing. Michael van de Sand
 Dr.-Ing. Wolfgang O. Budde
 Dipl.-Math. Helmut Lorent
 Dr. Thomas Rochlitz
 Dipl.-Ing. Matthias Thelen

Dezember

Dipl.-Ing. Victor Mattheij
 Prof. Dr.-Ing. Manfred Zeller
 Dipl.-Ing. Norbert Baron
 Dipl.-Ing. Gerd Schwietering
 Dipl.-Ing. Hubertus Schiller
 Dipl.-Ing. Erik de Langhe
 Dipl.-Ing. Günter Witt
 Prof. Dr.-Ing. Georg Menges
 Dr. Georg J. Schmitz
 Dipl.-Ing. Joseph Palm
 Stefan Holtmann
 Dipl.-Ing. Arnold Rezniczek
 Dipl.-Ing. Michael Passmann
 Prof. Dr.-Ing. Christoph Helsenper
 Dipl.-Ing. Hermann Tilke



Unsere 2018 verstorbenen Mitglieder

Der Aachener Bezirksverein im VDI ehrt ihr Andenken

Dipl.-Ing. Paul Moitzheim
nach 70-jähriger Mitgliedschaft

Dr.-Ing. Hermann Knüfer
nach 60-jähriger Mitgliedschaft

Prof. Dr.-Ing. Hans Bex
nach 58-jähriger Mitgliedschaft

Dipl.-Ing. Wilhelm Fischer
nach 46-jähriger Mitgliedschaft

Ing. Hans Külter
nach 56-jähriger Mitgliedschaft

Dipl.-Ing. Hans Dieter Gieren
nach 55-jähriger Mitgliedschaft

Ing. Walter Guschal
nach 62-jähriger Mitgliedschaft

Der VDI Aachener Bezirksverein unterstützt vierzehn Arbeitskreise. Wir bedanken uns bei allen für Ihren Einsatz und freuen uns auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit im Jahr 2019.

ENERGIETECHNIK

Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred C. Wirsum
ak-energietechnik@vdi-aachen.de

FAHRZEUG- & VERKEHRSTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ak-verkehrstechnik@vdi-aachen.de

FRAUEN IM INGENIEURBERUF

Dipl.-Ing. (FH) Anja Holli
fib-aachen@vdi.de

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ

Patentanwalt Dr.-Ing. Klaus Castell
ak-rechtsschutz@vdi-aachen.de

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Dr.-Ing. Bernd Ohlmeier
ak-international@vdi-aachen.de

JUGEND & TECHNIK

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Günther Wiesner
ak-jutec-aachen@vdi.de

PRODUKT- & PROZESSGESTALTUNG

Prof. Dr.-Ing. Burkhard Corves
ak-gpp@vdi-aachen.de

QUALITÄTSMANAGEMENT

Dipl.-Ing. Stephan Schmacker
ak-qualitaetsmanagement@vdi-aachen.de

STUDENTEN & JUNGINGENIEURE

Sebastian Schneider und Julian Grothoff
suj-aachen@vdi.de

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG & FACILITY-MANAGEMENT

Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller
ak-tga@vdi-aachen.de

TEXTILTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Gries
ak-textil@vdi-aachen.de

VERFAHRENSTECHNIK & CHEMIEINGENIEURWESEN

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jupke
ak-avt@vdi-aachen.de

philTec

Ann-Kristin Winkens M. Sc.
ak-philtec@vdi-aachen.de

VDIni

Dr.-Ing. Christian Büscher
aachen@vdini-club.de



www.vdi/ueber-uns/vdi-vor-ort/bezirksvereine/aachener-bezirksverein/veranstaltungen

VDIni-Club

Herr Dr.-Ing. Christian Büscher hat die neue Leitung im Arbeitskreis VDIni übernommen. Wir freuen uns sehr über dieses Engagement und hoffen, dass wir weitere Mitglieder gewinnen können.



The background features a stylized globe with glowing data lines in shades of blue, purple, and red. The globe is partially obscured by a large, white, angular shape that resembles a stylized 'A' or a large arrow pointing towards the top right. This shape is composed of several overlapping geometric elements, including a large triangle and a smaller triangle, all in a vibrant blue color. The overall aesthetic is modern and technological.

Jahresbericht 2018 des VDI Aachener BV

Jahresbericht 2018

Das 162. Geschäftsjahr des VDI Aachener BV stand im Zeichen der Neubesetzung der Vorstandsposten im Rahmen der Mitgliederversammlung im April 2018. Mit Professor Volker Stich, Geschäftsführer des FIR e.V. an der RWTH Aachen, und Herrn Professor Tobias Meisen, seit September 2018 Inhaber der Professur Technologien und Management der Digitalen Transformation an der Bergischen Universität Wuppertal, konnte der Verein zwei renommierte Personen aus der Wissenschaft für den Vorstand gewinnen. Darüber hinaus runden Herr Dr. Christian Büscher (Projektleiter IT und Industrie 4.0 bei Saint Gobain) und Herr Thomas Thiele (Experte für künstliche Intelligenz bei der Deutschen Bahn AG) den Vorstand als Schriftführer bzw. Schatzmeister ab.

Mit dieser Ausgabe erscheint die Mitgliederzeitschrift des Aachener BVs tec4u zum dritten Mal. Für das Vereinswesen ist die Wahrnehmung der Mitglieder ein zentrales Element für die gemeinsame Gestaltung von Aktivitäten. Einen der möglichen Wege für Transparenz der Entscheidungen und Aktivitäten des Vereins halten Sie mit dieser Ausgabe in Ihren Händen.

Mitgliederversammlung

Die Mitgliederversammlung fand dieses Jahr am 16. April statt. Herr Professor Volker Stich und Herr Thomas Thiele hießen die Anwesenden im e.GO Showroom willkommen und informierten über den Versand der tec4u-Zeitschrift sowie die Terminierung der Mitgliederversammlung. Im Anschluss wurden die Jubilare geehrt, mit einer besonderen Ehrung von Herrn Professor Heinrich Rake für seine 60-jährige Mitgliedschaft. Es folgte der Bericht des Vorsitzenden Herr Professor Stich über die Aktivitäten des Vorstandes sowie der Arbeitskreise. Nach einem Überblick über die Geschehnisse bedankte er sich im Namen des Vorstandes bei allen Arbeitskreisleitern, den aktiven Mitgliedern, dem Beirat und dem geschäftsführenden Vorstand für ihren hohen ehrenamtlichen Einsatz, ebenso beim Geschäftsstellen-Team für ihre Arbeit als auch bei den Partnern aller

Aktiven für deren Unterstützung und freundliche Duldung des Engagements im VDI Aachener BV.

Im Anschluss an den Bericht des Schatzmeisters Dr.-Ing. Gero Bornefeld, in dem er über die finanzielle Situation im Jahr 2017 und die Verwendung der Mittel berichtete, und den Bericht der Kassenprüfer Herr Professor Hubertus Murrenhoff und Frau Dr. Sigrid Hegels wurde der Vorstand entlastet.

Für die Wahl der Vorsitzenden standen in diesem Jahr alle vier Posten offen, zum einen die des 1. und 2. Vorsitzenden sowie die des Schatzmeisters und des Schriftführers. Die Posten wurden wie folgt neu besetzt:

- 1. Vorsitzender: Herr Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
- 2. Vorsitzender: Herr Prof. Dr.-Ing. Tobias Meisen
- Schriftführer: Herr Dr.-Ing. Christian Büscher
- Schatzmeister: Herr Dipl.-Ing. Thomas Thiele

Der neue Vorstand wurde mit je einer Enthaltung und 0 Gegenstimmen je Wahldurchgang gewählt. An dieser Stelle danken wir Frau Professor Sabina Jeschke für ihre langjährige Arbeit als 1. Vorsitzende des Bezirksvereins sowie Herrn Dr. Gero Bornefeld für seine langjährige Tätigkeit als Schatzmeister des Vereins.

Den Festvortrag hielt Herr Professor Günther Schuh, Lehrstuhl für Produktionssystematik am WZL der RWTH Aachen und Geschäftsführer der e.GO mobile AG, zum Thema „Elektromobilität im urbanen Raum“.

Zum Abschluss der Mitgliederversammlung wurden den Teilnehmern Führungen durch das Produktionscluster und die Räumlichkeiten der e.GO mobile AG geboten. Die Veranstaltung klang mit einem gemütlichen Beisammensein und anregenden Gesprächen aus.

Städtepartnerschaft Aachen - Naumburg

Wie schon in den vergangenen Jahren fand auch dieses Jahr vom 9. bis zum 11. März die Technikexkursion zwischen den Städtepartnern Aachen und Naumburg statt. Diesmal in der Rolle der Gastgeber, empfangen wir die Delegation des Halleschen BV aus Naumburg am Freitag in Aachen für die Jubiläumsfeier. Das Programm begann mit dem gemeinsamen Abendessen der Mitglieder und Freunde des Naumburg Städtepartnerschaftskomitees mit den Naumburger Gästen im Depot Talstraße.

Der folgende Tag wurde mit dem Festakt im Krönungssaal eingeläutet und wurde gefolgt von einem anschließenden Sektempfang. Nach den Festlichkeiten

wurde den Gästen eine Auswahl von fünf Führungen zu unterschiedlichen Themenschwerpunkten in Aachen angeboten, aus denen gewählt werden konnte. Zur Auswahl standen folgende Themenführungen: eine Führung „Unter den Dächern des Doms“ mit den Dombaumeister, zwei Führungen zum Thema „Dom und Schatzkammer“, die besonders für Aachen-Neulinge zu empfehlen ist, eine Führung zu den „Highlights im Ludwigforum“, sowie eine zusätzliche Führung für die mitreisenden Ingenieure über den Campus Melaten, welche von Herrn Professor Corves organisiert wurde. Nach der Führung wurde zu einem Empfang im Carl’s geladen und beendet wurde der ereignisreiche Tag mit der Erkundung der Aachener Altstadt in kleinen Gruppen.

Der Sonntagvormittag wurde unseren Gästen zur freien Verfügung gestellt, um die Stadt auf eigene Faust zu erkunden und den Tag nach eigenen Belieben zu beginnen. Um 14 Uhr verabschiedeten wir anschließend unsere Gäste für dieses 52. Jahr und so endete ein weiteres ereignisreiches Treffen der Städtepartner.

Arbeitskreise

In den Arbeitskreisen finden verschiedene fachliche sowie übergreifende Aktivitäten des VDI statt. Die Fach-Arbeitskreise stehen diesbezüglich in Verbindung mit den Hochschulen in Aachen, vor allem mit der RWTH und der FH. Dadurch werden zahlreiche Veranstaltungen in das Angebot an Weiterbildungsveranstaltungen des BV eingebunden. Der Kontakt und Austausch mit Studierenden und Jungingenieuren sowie die Nachwuchsförderung stehen nach wie vor im Zentrum des Interesses, aber auch der internationale Austausch in der Euregio wird durch die Arbeitskreise gedeckt. Eine Liste aller Arbeitskreise sowie der Kontaktdaten der Arbeitskreisleiter befindet sich in dieser Ausgabe.

Der Aachener Bezirksverein lebt von den Aktivitäten und dem ehrenamtlichen Engagement seiner Mitglieder in den verschiedenen Arbeitskreisen. An dieser Stelle dankt der geschäftsführende Vorstand allen Arbeitskreisleitern und aktiven Mitgliedern in den Arbeitskreisen für ihr ehrenamtliches Engagement und ihre Unterstützung der VDI-Arbeit. Wir hoffen auch für das kommende Jahr auf ein gutes Gelingen in den Arbeitskreisen und freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit.

Arbeitskreis SuJ

Die Förderung von Studentenaktivitäten im technischen Kontext bildet nach wie vor einen Schwerpunkt der Aktivitäten in den Arbeitskreisen. Zu den Aktivitäten in diesem Jahr gehörte der mittlerweile beinahe obligatorische Besuch der Hannovermesse und wurde begleitet von Aktionen wie dem Leadership-Workshop mit Amazon oder dem Workshop zum Thema „Überzeugen in Gesprächen“ mit der Techniker Krankenkasse. Des Weiteren wurden Exkursionen zum Maeslant-Sperrwerk in den Niederlanden sowie zur Festo AG & Co. KG und ZF Friedrichshafen AG unternommen und Veranstaltungen wie der SuJ Kongress in Nürnberg und das Delegiertentreffen in Braunschweig besucht.



„Unter den Dächern des Doms“



Abbildung 3: Die SuJ Gruppe bei der Schließung des Maeslant-Sperrwerks (Quelle: Wolfgang Mehner)



Abbildung 4: Das SuJ Delegiertentreffen in Braunschweig (Quelle: SuJ, VDI)

Arbeitskreis Textil

Der VDI Arbeitskreis Textiltechnik besuchte dieses Jahr die Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference 2018, welche unter dem Motto „Turning Fibers into Value“ stattfand. Die Konferenz richtet sich an Fachleute aus den Bereichen Textilchemie, Veredlung und Funktionalisierung, Synthefasern, Materialien, Maschinen, Verfahren sowie Composites. Die Studierenden unternahmen im Jahr 2018 zudem Exkursionen zu Unternehmen wie Freudenberg, Audi oder Textechno.

Arbeitskreis FiB

Der Arbeitskreis „Frauen im Ingenieurberuf“ knüpfte 2018 an die Veranstaltung „Kopfkino“ an, die letztes Jahr mit großem Erfolg zum ersten Mal veranstaltet wurde. Die Veranstaltung stand unter dem Thema „Woran Frauen bei der Karriere denken“, in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Frau + Beruf der Region Aachen, der Agentur für Arbeit Aachen-Düren, der FH Aachen und der RWTH Aachen.

Des Weiteren bot der Arbeitskreis seinen Teilnehmern den Vortrag „Wie wir den Plastik-Abfall aus den Weltmeeren bekommen“ von Frau Marcella Hansch, Gründerin und Vorsitzende des Pacific Garbage Screening e.V.

Arbeitskreis DIK

Ein weiteres Highlight aus unseren Arbeitskreisen fand im DIK-Arbeitskreis statt. Dieses Jahr feierte der Arbeitskreis das 40-jährige Bestehen der Kooperation zwischen den Ingenieuren des Dreiländerecks. Außerdem wurde das 25-jährige Jubiläum der Stiftung DIK gefeiert. Anlässlich dieser Jubiläen organisierte die Flämische Ingenieur Assoziation ein Jubiläumsseminar sowie ein Netzwerkevent unter dem Namen „Industry 4.0“.

Arbeitskreis VDIni

Eine erfreuliche Entwicklung gab es auch im Arbeitskreis der VDIni. Herr Dr. Christian Büscher engagierte sich ab Oktober 2018 zusätzlich zu seinem Posten als Schriftführer des Vereins auch für unseren kleinsten Nachwuchs und bot den zehn interessierten Kindern mit ihren Begleitungen am 14. November 2018 die Möglichkeit, die Sternwarte in Aachen zu besichtigen. Wir freuen uns sehr über dieses Engagement und hoffen, dass wir weitere Mitglieder gewinnen können, die sich aktiv auch für unseren Nachwuchs, und damit für die Ingenieure von morgen, einsetzen.



Abbildung 5: Logo des VDIni Club Aachen

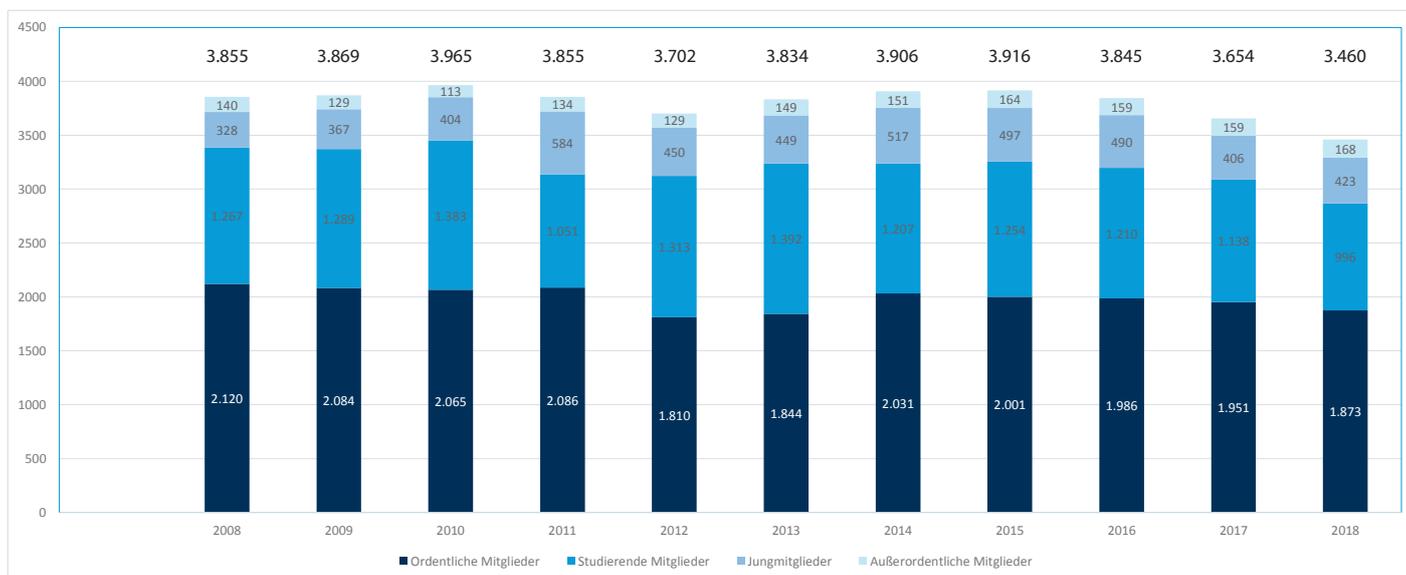
Die oben genannten Beispiele decken nur einen Teil der Highlights im Rahmen der Arbeitskreise ab und können daher nicht als vollständige Aufzählung verstanden werden. Um den vielfältigen Aktivitäten aller Arbeitskreise im Aachener Bezirksverein noch besser Rechnung tragen zu können, werden die Berichte der einzelnen Aktivitäten über das Internet bereitgestellt. Wir möchten die Mitglieder ermuntern, unsere vielfältigen Informationskanäle zu nutzen, um sich aktuell über Veranstaltungen und Hintergründe zu informieren – oder aber als Aktiver in einem Arbeitskreis hierüber auch zu berichten. Eine Übersicht über die Veranstaltungen der Arbeitskreise in 2018 liefert die folgende Tabelle. Nähere Informationen erteilen unsere Geschäftsstelle und die Arbeitskreisleiter.

Finanzübersicht

Die nachfolgende Tabelle enthält eine gerundete Übersicht der Einnahmen und Ausgaben des Berichtsjahres 2018 mit Stand 31.12.2018. Detaillierter gehen wir in der Mitgliederversammlung auf die Einzelpositionen ein. Die Position zur tec4u enthält bereits einen Teil der Kosten des Magazins in 2019.

Mitgliederstand

Die Mitgliederzahlen des VDI Aachener BV zeigten sich im Jahr 2018 weiterhin leicht rückläufig. Die Gesamtmitgliederzahl sank auf 3.460, dies bedeutet einen neuerlichen Rückgang um etwa 5 %



Mitgliederentwicklung des VDI Aachener BV der letzten Jahre

Gerundete Übersicht der Einnahmen und Ausgaben des Berichtsjahres 2018 (ohne Abschreibungen)		Einnahmen	Ausgaben
Beitragsanteile vom VDI-Düsseldorf, Spenden und Zinserträge, z.B.		112.437,42 €	
VDI Aachener Bezirksverein	Ausgaben Detail		58.570,93 €
	Personalkosten	36.326,60 €	
	Miete Geschäftsstelle	11.959,63 €	
	Versicherung und Steuern	4.128,74 €	
	Sonstige Ausgaben Geschäftsstelle	6.155,96 €	
Allgemeine Vereinsaktivitäten, z. B.			36.745,82 €
	tec4u – Mitteilungen	26.120,50 €	
	Mitglieder- /Vorstandsversammlungen	6.793,72 €	
	Exkursion nach Naumburg	863,20 €	
	Sponsoring und Spenden	2.968,40 €	
Arbeitskreise, z.B.			19.764,38 €
	Studenten und Jungingenieure	11.595,00 €	
	Frauen im Ingenieurberuf	2.580,03 €	
	VT	1.719,28 €	
Summe		112.437,42 €	115.081,13 €

Finanzübersicht 2018 des VDI Aachener BV Datenbasis Bilanz Stand 31.12.2018)

Die genauen, aufgeschlüsselten Werte zu den einzelnen Positionen können über die Geschäftsstelle des VDI Aachener Bezirksvereins erfragt oder die Unterlagen während der Öffnungszeiten eingesehen werden.

Gez. Der Vorstand des Aachener BV

Veranstaltungen 2019



13. – 14.03.2019
Aachener Dienstleistungsforum
Smart Services etablieren.

Ort: Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus
Web: dienstleistungsforum.de



04. + 05. – 06.06.2019
26. Aachener ERP-Tage
Smart Operations – Vordenken. Gestalten. Umsetzen.

Ort: Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus
Web: erp-tage.de



16. – 17.07.2019
MC2032 – Metropolitan Cities
Designing Ecosystem for Innovation

Ort: Pullman Aachen Quellenhof
Web: mc2032.de



13. – 14.11.2019
CDO Aachen 2019
Convention on Digital Opportunities

Ort: Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus
Web: cdo-aachen.de



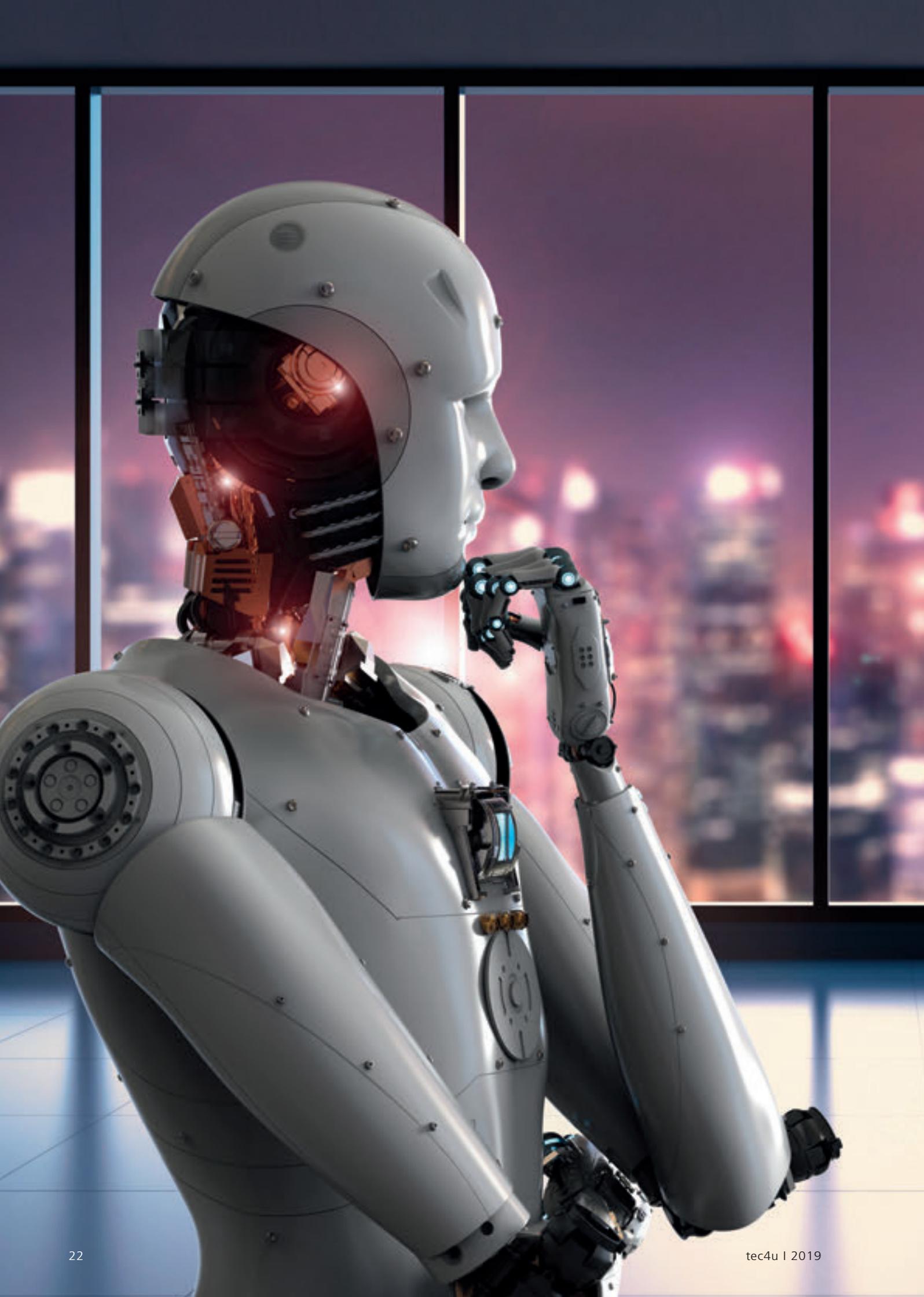
12.12.2019
Insights Cluster Smart Logistik

Ort: Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus
Web: insights.cluster-smart-logistik.de

Informationen zum Weiterbildungsprogramm
und weiteren Veranstaltungen des FIR
finden Sie unter:

veranstaltungsuebersicht.fir.de





Künstliche Intelligenz: Wenn Technologie vom Instrument zum Partner wird

Künstliche Intelligenz gilt als Vollendung des Jahrhundertprojekts digitale Transformation. kunftsaußsichten der großen Volkswirtschaften werden danach beurteilt, wie schnell und in welchem Umfang sie es schaffen, KI-Technologie voranzutreiben und effizient einzusetzen. Bei der Annäherung an dieses Megathema treten alle möglichen Schattierungen menschlicher Emotionen auf, von tiefgehenden Ängsten bis zu euphorischen Erwartungen, – ein sicheres Anzeichen dafür, dass wir in den allerersten Anfängen einer Technologie stecken, der die Zukunft gehören mag, deren Folgen und Perspektiven wir jedoch noch überhaupt nicht abschätzen können.

Was die Diskussion um das Thema Künstliche Intelligenz (KI) kennzeichnet, ist eine breite Kluft zwischen Anwendungsebene und luftiger Höhe philosophischer Deutungsversuche und ethischer Betrachtungen. Während die Industrie täglich mehr scheinbar selbstständig agierende, lernfähige KI-Lösungen auf den Markt bringt, die immer weniger als spektakulär, sondern zunehmend als selbstverständlich wahrgenommen werden, ufern positive und negative Zukunftsprognosen geradezu aus. Visionen vom Untergang der Menschheit, der Versklavung des Menschen durch Roboter, aber auch von der Lösung aller Menschheitsprobleme durch künstlich intelligente Maschinen geistern durch die Medien.

Sprachrohr der Ängstlichen ist beispielsweise kein geringerer als der britische Astrophysiker Stephen Hawking, einer der bekanntesten Naturwissenschaftler des 20. Jahrhunderts. „Ich fürchte“, sagte er noch kurz vor seinem Tod, „dass die künstliche Intelligenz den Menschen insgesamt ersetzen könnte. Wenn Menschen Computerviren entwerfen, wird jemand eine künstliche Intelligenz entwerfen, die sich selbst verbessert und vermehrt. Das wird eine neue Lebensform sein, die den Menschen überträgt.“ Microsoft-Gründer Bill Gates äußert sich ebenfalls pessimistisch: „Ich zähle mich zum Lager derjenigen, die sich über die mögliche Superintelligenz Sorgen machen.“ In selbe Lager gehört auch Tesla- und SpaceX-Gründer Elon Musk, der warnend sagt: „Mit künstlicher Intelligenz beschwören wir den Teufel herauf. KI muss gar nicht böse sein, um die Menschheit zu zerstören – wenn KI ein Ziel hat und die Menschheit diesem Ziel im Wege steht, wird sie die Menschheit ganz selbstverständlich und ohne darüber nachzudenken zerstören, nichts für ungut!“

Megaoptimist Ray Kurzweil wiederum kann den Zeitpunkt gar nicht erwarten, an dem die künstliche die menschliche Intelligenz überholt: „Künstliche Intelligenz wird die Ebene der menschlichen Intelligenz ungefähr um das Jahr 2029 herum erreichen.“



Wenn wir die Entwicklung bis, sagen wir, 2045 fortschreiben, werden wir die Intelligenz der menschlichen biologischen Maschine unserer Zivilisation milliardenfach vervielfacht haben.“ Der Zukunftsforscher und Philosoph Gray Scott sekundiert: „Es gibt keinen Grund und auch kein Mittel für den menschlichen Geist, etwa im Jahr 2035 noch mit einer künstlich intelligenten Maschine mithalten zu können.“ Nichts Negatives verbindet auch der Ingenieur Peter Diamandis mit intelligenten Maschinen: „Letztendlich wird KI alle Services entmaterialisieren, entmonetarisieren und demokratisieren und damit die Lebensqualität von acht Milliarden Menschen verbessern, sodass wir uns einer Welt des Überflusses annähern.“

Eine Nummer kleiner?

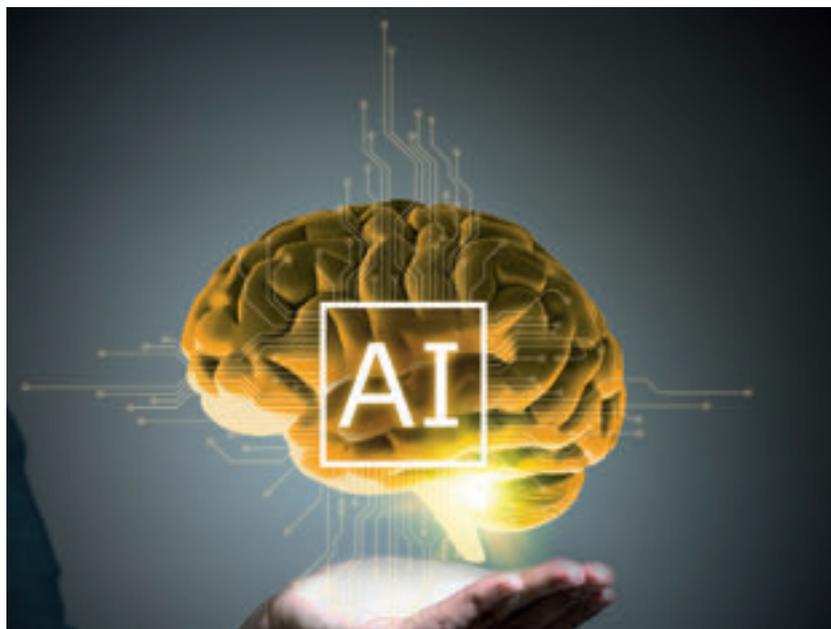
Vielleicht schießen aber all diese weit ausgreifenden Perspektiven über das Ziel hinaus. Denn sie alle kranken an einem von Philosophen häufig thematisierten Problem unserer Zeit: der Unschärfe von Begriffen. Intelligenz ist schließlich nur eines von einer ganzen Reihe von Attributen des menschlichen Geistes. Gefühle und das, was wir unter Seele verstehen, gehören beispielsweise auch dazu, und niemand kann auch nur annähernd sagen, ob Maschinen diese Aspekte des Menschen ebenfalls simulieren können. Denn nichts anderes ist ja die Schaffung von künstlicher Intelligenz: das Simulieren, also Nachahmen, unseres intelligenten Verhaltens. Und selbst da ist die Frage, von welcher Intelligenz wir sprechen: Gibt es nicht auch emotionale und soziale Intelligenz? Und darüber hinaus: Wie hängen Bewusstsein mit Intelligenz zusammen?

Was Maschinen derzeit am ehesten simulieren können, ist unsere sogenannte kognitive Intelligenz. Damit ist gemeint, dass Maschinen in die Lage versetzt werden, Wissensinhalte aufzunehmen und miteinander zu kombinieren sowie aus dieser Kombination mehr oder weniger eigenständig Schlussfolgerungen zu ziehen. Typische Tätigkeiten dieser Art sind Schach-

Go- oder Brettspiele, bei denen sich errechnete Züge häufig dem intuitiven Spiel des Menschen als mindestens ebenbürtig erweisen. Die nächste Intelligenzform, die wir den Maschinen beibringen können, ist die sensomotorische Intelligenz, also das Zusammenspiel von Wahrnehmung über Sensoren und Bewegungsmustern. Gerade was die optimale Verbindung von optischen, akustischen und anderen Wahrnehmungen betrifft, liegt hier aber noch eine erhebliche Entwicklungsarbeit vor uns.

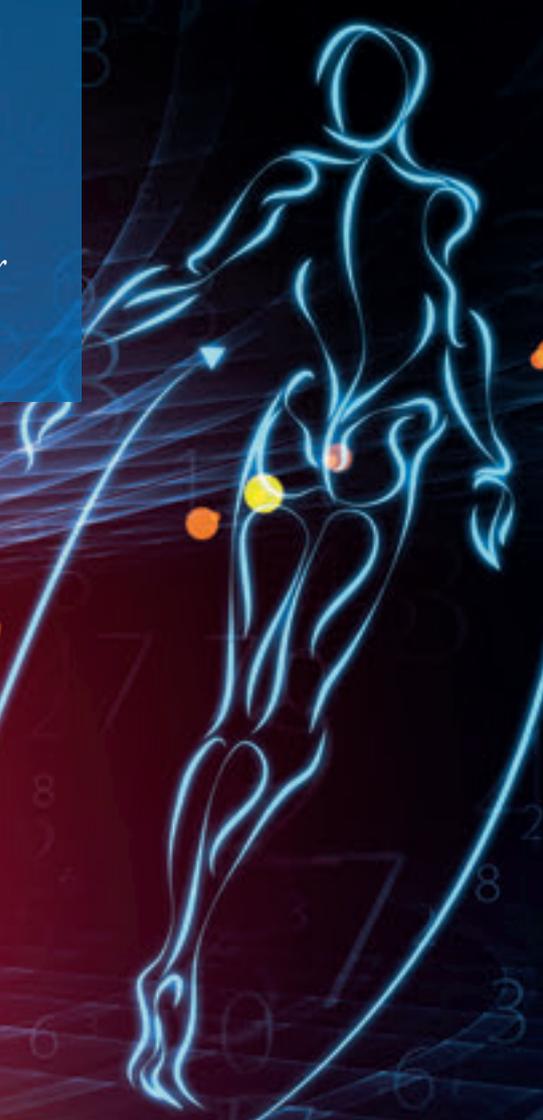
Es scheint also am besten, hochfliegende Urteile über Mögliches und Unmögliches im Rahmen der KI noch etwas aufzuschieben. Bis Maschinen den menschlichen Geist eingeholt haben, wird es noch dauern, ganz abgesehen davon, dass wir von vielen Aspekten dieses Geistes noch gar nicht wirklich wissen, wie sie überhaupt „funktionieren“, sodass wir sie den Maschinen beibringen könnten. In der Zwischenzeit gibt es viele spannende Technologieaspekte, bei denen KI den Menschen entlasten, unterstützen und in seiner Leistungsfähigkeit ergänzen kann. Zum ersten Mal in der Geschichte erwächst uns aus der Technologie nicht mehr nur ein etwas beschränkter Diener, sondern ein zunehmend mitdenkender Partner, der für uns u.a. Ereignisse und Trends vorhersieht, uns Material für wichtige Weichenstellungen aufbereitet und uns dort, wo wir es zulassen, durch selbstständige Entscheidungen Arbeit (aber nicht Verantwortung) abnimmt. Wie dies in der Praxis aussieht, davon soll auf den folgenden Seiten die Rede sein.

Ob KI zum Segen oder Fluch wird, entscheidet sich daran, wie wir die Frage beantworten, die unvergleichlich lapidar der Verhaltenswissenschaftler B. F. Skinner gestellt hat: „Die wirkliche Frage ist nicht, ob Maschinen denken können, sondern ob Menschen es tun.“



Der Mensch simuliert sich selbst

Mit der künstlichen Intelligenz dienen Maschinen nicht mehr nur der Erweiterung der körperlichen Fähigkeiten des Menschen – sie beginnen, ihm immer komplexere geistige Arbeiten abzunehmen.





In den vergangenen Jahrhunderten der Technologiesgeschichte war es das Ziel der Ingenieure, die Fähigkeiten des menschlichen Körpers extrem zu erweitern und dem Menschen neue Horizonte und Möglichkeiten zu erschließen. Die Anwendung physikalischer und chemischer Gesetze steigerte die Kraft der Zerstörung im Kriegswesen, vergrößerte den Bewegungsradius der Menschen, erhöhte die Bewegungsgeschwindigkeit dramatisch, eroberte den Luftraum als Reiseweg und den Weltraum als Forschungsgebiet. Zudem diente Technologie dazu, alltägliche und weniger alltägliche Aufgaben zu erleichtern und damit ein Höchstmaß an Bequemlichkeit zu erzeugen.

Physikalisches Hauptfundament der technischen Entwicklung war zunächst die Mechanik, ergänzt durch die Thermodynamik und später die Elektrodynamik und Elektronik. Als zweites Standbein des technischen Fortschritts trat die Chemie hinzu. Die „Zähmung“ von Naturprozessen und ihre Nutzbarmachung für den Menschen wurden im Lauf der Jahrhunderte immer weiter ausgedehnt und verfeinert. So ermöglichten etwa die Erkenntnisse der Wärmelehre über das Verhalten von Wasser beim Erhitzen eine industrielle Revolution: Dampfmaschinen setzten Fahrzeuge in Bewegung, erzeugten Energie und trieben Maschinen (etwa Spinnmaschinen und Webstühle) an, was erst die Errichtung von Großfabriken und damit die kostengünstige Massenfertigung von Waren und Gütern erlaubte. Der Gewinn, den die Menschheit daraus zog, ist gar nicht zu überschätzen.

Ähnlich umwälzend wirkte sich die Nutzung der Elektrizität aus. Und die Fortschritte in der chemischen Forschung brachten neue Materialien, Energiequellen wie Batterien und Raketentreibstoffe hervor. Das Ergebnis für die Menschheit: Ein noch vor zwei Jahrhunderten unvorstellbares Ausmaß an Bequemlichkeit, neuen Produkten, Reichtum, Zugang zu Ressourcen, Freiheit und erwei-

terten Möglichkeiten. Auch die Digitalisierung reiht sich in diese Erfolgsgeschichte ein. Auch sie dient der Beschleunigung der Prozesse, der Steigerung der Produktqualität und -vielfalt und der Ausweitung der Möglichkeiten.

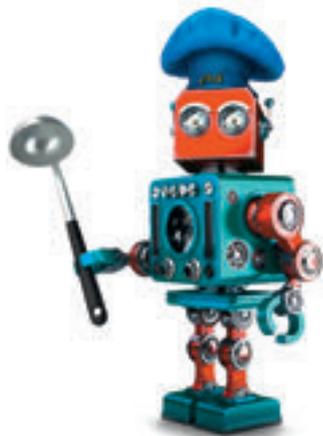
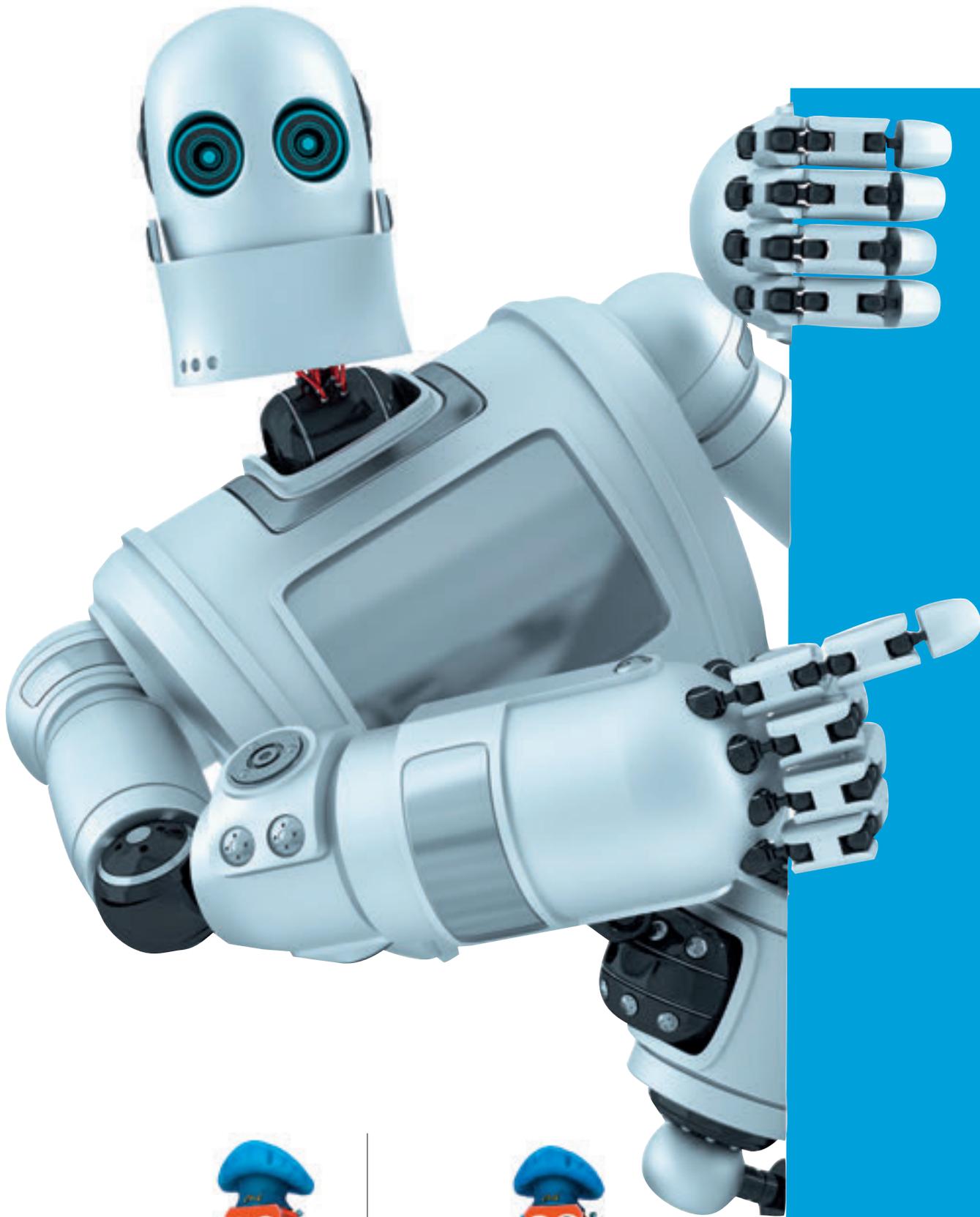
Allen Erzeugnissen der Technologie ist eines gemeinsam: Sie unterstützen den Menschen bei der Erweiterung seiner Handlungsoptionen und erlauben ihm, aus der Enge seiner unmittelbaren physischen und geistigen Umgebung auszubrechen und Neues hervorzu-bringen, zu erleben und zu erobern. Dabei bleiben sie jedoch stets willige Diener aus Metall oder Kunststoff, die wir per Knopf- und Tastendruck in Bewegung setzen. In vielen Einsatzzwecken nimmt die Technik nicht nur die Natur, sondern den Menschen selbst als Vorbild. So sind Roboter in Teilen menschlichen Gliedern nachempfunden, perfektionieren also beispielsweise die Greif-funktion der Hände. Andere maschinelle Tätigkeiten wiederum simulieren menschliche Handlungs- und Bewegungsmuster, etwa wenn sie mit für uns unerreichbarer Geschwindigkeit und Präzision Fäden automatisiert zu Kleidungsstücken verarbeiten.

Nachbilden und Simulieren bei gleichzeitiger Erweiterung der Fähigkeiten des Originals gehören von Anfang an zu den wichtigsten Charakteristiken technologischer Lösungen. Zunächst galt dies nur für Organe, besonders für die Sinnesorgane, wo optische Systeme das dem Menschen zugängliche Spektrum auf den gesamten Wellenlängenbereich der elektromagnetischen Strahlung erweiterten. Mit der Digitalisierung konnten erstmals Maschinen konstruiert werden, die geistige Prozesse simulierten. Taschenrechner und Computer, die die klaren Regeln der Mathematik – als Algorithmen bezeichnet – dazu nutzen, langwierige Rechenprozesse blitz-schnell und in beliebiger Perfektion zu erle-

digen, entlasten Menschen bei der Bewältigung von komplexen Aufgaben etwa im Rahmen wissenschaftlichen Modelle oder der Entwicklung technischer Lösungen.

Mit der künstlichen Intelligenz erreicht dieser Prozess nun eine neue Ebene, ohne dass sich an den grundsätzlichen Technologieprinzipien etwas Gravierendes geändert hat. Erstmals versetzt der Mensch Maschinen in die Lage, sich im Laufe ihres Einsatzes über den Zustand, in dem sie produziert wurden, hinauszuentwickeln. Traditionelle Maschinen führen nur Befehle aus, arbeiten Routinen herunter. Maschinen mit künstlicher Intelligenz sind so konstruiert, dass sie aus Erfahrung „lernen“, sich also selbst verbessern oder ihr Leistungsspektrum erweitern können. Vom reinen Handwerkszeug, dem der Mensch jeden Befehl eingeben muss, wandelt sich eine Maschine damit zu einem „mitdenkenden“ Partner, der dem Menschen so gegenüber tritt, dass er ihn als intelligentes Gegenüber erlebt, das ihm beispielsweise bei Planungsaufgaben selbstständig nützliche Daten aufbereitet, sie automatisch aktualisiert, mögliche Folgen von Entscheidungen durch schnelle Prognosen vor Augen führt und Teilprozesse eigenständig abwickelt.

KI lässt eine Maschine als Wesen erscheinen, das für die Aufgabe, für die es vorgesehen ist, die Tätigkeiten eines ganzen Assistenzstabes übernehmen kann – nur präziser und sehr viel schneller. Mit der Fortentwicklung von künstlich intelligenten Maschinen hat der Mensch einen Weg beschritten, auf dem er eine wachsende Zahl von Prozessen, die wir „geistig“ nennen, unter Ausnutzung von mathematischen Regelsystemen nachahmen lässt. Der Mensch simuliert sich selbst. Ob damit auch der Geist in die Maschine kommt, ist zweifelhaft. Andererseits: Wir wissen ja auch nicht wirklich, wie der Geist in den Menschenkörper kommt.



Die Maschine – so schlau wie der Mensch?

Maschinen bewegen Lasten, die kein Mensch auch nur verrücken kann. Sie überleben in Umgebungen, die biologisches Leben auf der Stelle auslöschen würden. Sie lösen Differentialgleichungen in weniger als einem Billionstel einer Sekunde. Werden sie den Menschen bald auch in Sachen Intelligenz in den Schatten stellen?

„In der Küche stieß der Frühstücksherd einen zischenden Seufzer aus und entließ aus seinem warmen Innern acht herrlich gebräunte Scheiben Toast, acht perfekte Spiegeleier, sechzehn Scheiben Speck, zwei Tassen Kaffee und zwei Gläser kühle Milch...

Winzige Robotmäuse kamen aus ihren Wandhöhlen gehuscht. Überall in den Räumen wimmelte es von kleinen Reinigungstieren ... Sie klopfen den Teppich ab, saugten sanft den verborgenen Staub heraus ... Wie geheimnisvolle Eindringlinge verschwanden sie wieder in ihren Nestern. Ihre roten elektrischen Augen erloschen. Das Haus war sauber.“

Diese Vision eines voll automatischen Zukunftshauses entstammt Ray Bradburys 1950 erschienenem Roman „Die Mars-Chroniken“. Das Haus bedient alle Bewohner – eine vierköpfige Familie – je nach deren individuellen Wünschen, öffnet Garagentore, kocht, reguliert Temperatur und Luftfeuchtigkeit – mit anderen Worten: Es ist ein Rundum-Wohlfühl-Automat. Aber eben ein Automat. Ist er intelligent?

Den Unterschied zwischen einem Niedrig-IQ-Automaten und einer intelligenten Maschine erahnt der Leser wenig später: Es stellt sich nämlich heraus, dass die Bewohner, während sie außer Haus waren, so wie alle anderen Bewohner der Stadt Opfer eines Atomschlags auf die Stadt wurden. Obwohl sie längst tot sind, verhält sich die Maschine „Haus“ so unintelligent wie Maschinen sind, die lediglich ausführen, wozu sie programmiert wurden: Sie spult ihre Routine ohne größeren Autonomiegrad herunter, ist nicht in der Lage, eine Situation aufgrund veränderter Daten neu zu beurteilen und daraufhin ihr Verhalten anzupassen. Das unterscheidet Bradburys Haus von einer intelligenten Maschine. Denn: Intelligenz, so sagt uns das Lexikon, ist die Fähigkeit des Menschen, „zu lernen, zu verstehen und auf Vernunft basierend Entscheidungen zu treffen“.

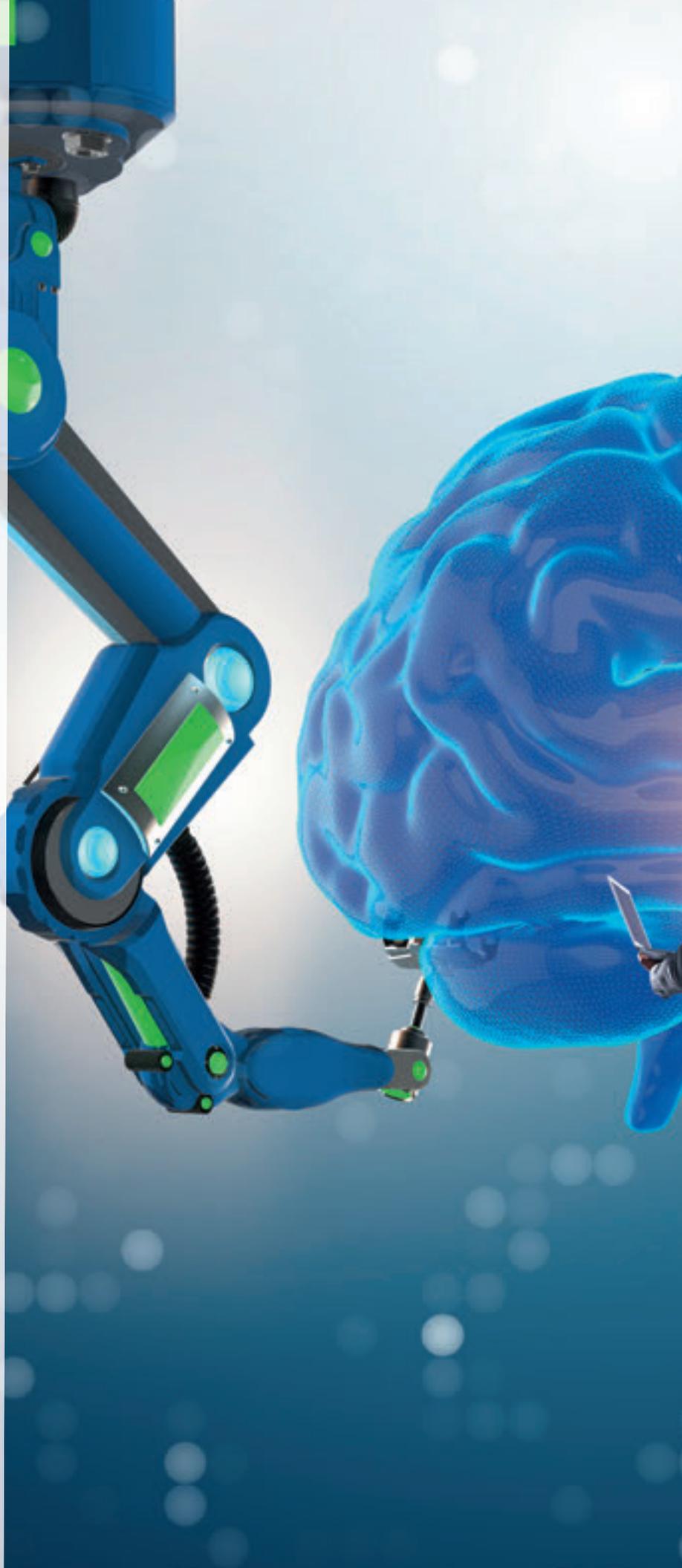


Eine ebenso stringente, allseits akzeptierte Definition von Künstlicher Intelligenz gibt es bisher nicht. KI-Enthusiast Ray Kurzweil liefert folgende Begriffsbestimmung: KI ist „die Kunst, Maschinen zu erschaffen, die Funktionen erfüllen, die, wenn sie von Menschen ausgeführt werden, Intelligenz voraussetzen.“ Die internationale Organisation für die Förderung der künstlichen Intelligenz („Association for the Advancement of Artificial Intelligence“) definiert KI als „das wissenschaftliche Verstehen der Mechanismen, die dem denkenden und intelligenten Verhalten zugrunde liegen, und deren Implementierung in Maschinen.“

Menschliche und künstliche Intelligenz

Das Problem dabei ist jedoch, dass all diese Definitionen Begriffe verwenden, die von der bewussten Selbstbeobachtung des Menschen ausgehen. Wenn wir Menschen beobachten, die intelligent handeln, umfasst das Handlungsschema ja nicht nur das Abwägen von Informationen und rationale Überlegen von Folgen der Handlungen (wie etwa beim Schachspielen), sondern eine Menge von emotionalen, irrationalen und oft genug auch den Menschen selbst unerklärlichen Aspekten und Motiven. Die Autobahn zu verlassen, weil der Verkehrsfunk oder das Navi einen Stau anzeigen, ist zweifellos eine intelligente Entscheidung, die ein Computer exakt genauso treffen würde. Sie zu verlassen, weil eine als schön empfundene Landschaft lockt, ist rational nachvollziehbar, und ein Computer wird diese Entscheidung ebenso treffen, wenn er zuvor mit den individuellen Vorlieben des Fahrers „gefüttert“ wurde. Spontan die Autobahn zu verlassen, einfach weil es „einem gerade danach ist“, ist letztendlich ebenfalls eine intelligente Entscheidung (mit einem nicht voll bewussten Motiv), aber eine, die kein Computer vorausberechnen oder nachvollziehen kann.

Generell wirft der Intelligenzbegriff viele philosophische Probleme auf, denn eine laut Definition intelligente Leistung einer Maschine muss nicht dasselbe beschreiben wie die gleiche Leistung, wenn sie von einem Menschen vollbracht wird: Addiert ein Mensch eine Kolonne von 30 Zahlen in zwei Minuten, ein Computer aber in Millionstel Sekunden, so hat dies zwar in beiden Fällen Merkmale von Intelligenz, aber niemand käme auf den





Gedanken, den Computer und den Menschen als gleich intelligent anzusehen – schon deshalb, weil beispielsweise ein rudimentärer Taschenrechner außer den vier Grundrechenarten nichts Intelligentes zuwege bringt.

Künstliche Intelligenz ist somit prinzipiell immer nur ein Teil dessen, was menschliche Intelligenz ausmacht. Das „wissenschaftliche Verstehen der Mechanismen, die dem denkenden und intelligenten Verhalten zugrunde liegen“ ist schon einmal begrenzt: Wir verstehen nicht wirklich im letzten Detail, was unserem Verhalten zugrunde liegt. Und das Übertragen der (begrenzten) Erkenntnis auf Maschinen geschieht letztendlich nur auf eine beherrschbare Weise: durch Algorithmen.

Algorithmen simulieren Intelligenz

Ein Algorithmus ist nichts anderes als ein eindeutig definierter Plan zur Lösung eines Problems, eine Vorschrift über eine Vorgehensweise, ein Rezept zum Erzielen eines gewünschten Ergebnisses. Für mathematisch formulierbare Probleme, wie sie typisch für die Ingenieurwissenschaften sind, wird das Rezept, also der Algorithmus, eine mathematische Form (Formel oder Gleichung) annehmen. Prinzipiell ist jedoch auch ein Backrezept ein Algorithmus.

Schon die charakteristischen Merkmale eines Algorithmus machen deutlich, dass menschliches Verhalten als ganzheitlicher Prozess nicht in jedem Punkt diese Eigenschaften aufweist, sondern sie oft sprengt. Zu den Definitionskriterien für einen Algorithmus gehören:

- Er muss eindeutig, also widerspruchsfrei sein.
- Er muss in allen Schritten auch tatsächlich ausführbar sein (jeder Teilschritt muss sich umsetzen lassen).
- Er muss aus einer endlichen Zahl von Schritten bestehen (das Problem also als eine endliche Aufgabe behandeln) und nach endlicher Zeit zu einem Ergebnis führen.
- Er muss bei gleichen Anfangsbedingungen immer zum gleichen Ergebnis kommen, sein „Verhalten“ muss also wohl definiert sein.

- Auch die einzelnen Prozessschritte des Algorithmus müssen eindeutig auseinander hervorgehen. Schritt und Folgeschritt müssen eindeutig definiert sein.

Ein derart festgelegtes System kann ganz sicher nur einen Teilbereich menschlichen Verhaltens abdecken – was aber für sehr viele Zwecke, die wir mit Maschinen verfolgen, durchaus ausreichend ist. Künstliche Intelligenz ist somit vielleicht am besten so zu fassen, dass sie den Teil menschlichen Verhaltens simulieren kann, der sich mithilfe von Algorithmen darstellen lässt. Die Intelligenz der Maschine ist immer lediglich eine Simulation von Intelligenz, wenn man die ganzheitliche Erfahrung von menschlicher Intelligenz zugrunde legt – die wir selbst ja nicht annähernd komplett verstehen. KI-Forscher sprechen daher, wenn sie genauer sein wollen, von der „Simulation einzelner kognitiver Prozesse“. Da aber auch bei allen kognitiven Prozessen ein großer Teil unbewusst abläuft, kommt man aus dem Problem, menschliche Begriffe auf Maschinen übertragen zu müssen, nicht heraus.

Für technische Zwecke ist diese Diskussion sicherlich akademisch. Doch in ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft ergeben sich umso mehr Fragen, je mehr Aufgaben wir an künstlich intelligente Systeme delegieren. So ist es nicht egal, ob ein autonomes Waffensystem als intelligent eingestuft und damit einem menschlichen Entscheider gleichgestellt wird. Ethische Fragen tauchen immer auf, wenn Maschinenhandeln menschlichem Handeln angenähert wird oder eigenständiger Teil menschlichen Handelns wird.

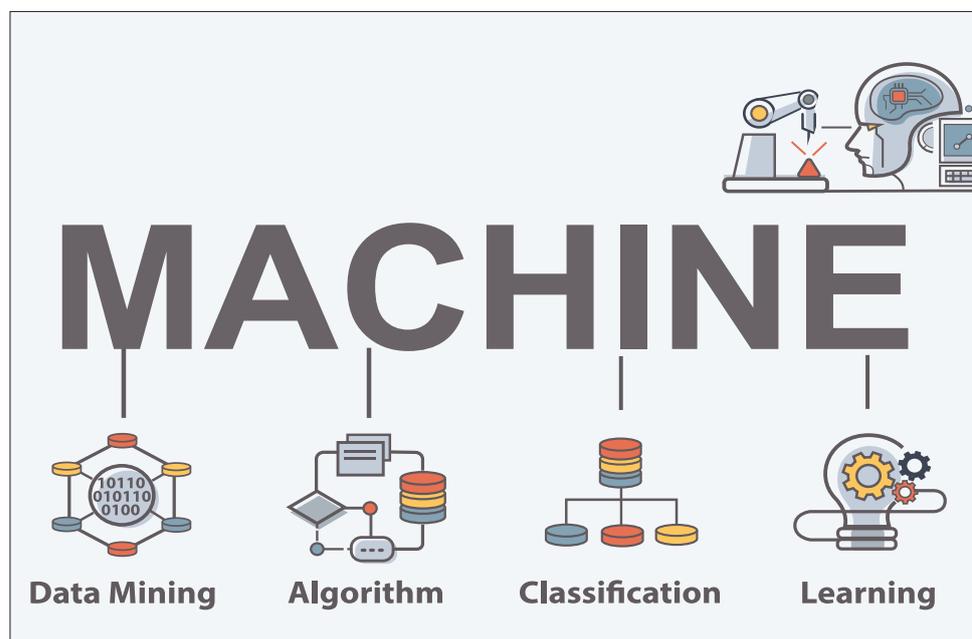
Maschinelle Autonomie

Der wohl wichtigste Aspekt von Intelligenz ist die Autonomie. Künstliche Intelligenz überdeckt eine gewaltige Bandbreite autonomen Verhaltens, die bei entsprechend breiter Auslegung bereits beginnt, wenn ein Toaster „selbsttätig“ bei einer bestimmten Brotbräune abschaltet oder eine Heizung die Temperatur per Thermostat regelt. Theoretisch endet das Autonomiespektrum dort, wo sie die Freiheit des Menschen erreicht.



Um den Autonomiegrad sinnvoll zu erfassen, unterscheiden KI-Forscher heute zwischen „starker“ und „schwacher“ KI. Unter starker KI versteht man eine heute noch unerreichbare Form von Maschinenintelligenz, die sich weitgehend auf der Höhe bestimmter kognitiver Fähigkeiten des Menschen bewegt, also völlig autonom beliebige komplexe Aufgaben lösen kann, vom selbstständigen Erlernen des Fliegens mit einem Jet bis hin zum Schreiben von eigenen Computerprogrammen.

Alles, was uns heute an maschineller Intelligenz begegnet, gehört der Kategorie „schwache KI“ an, verfügt daher nur über einen begrenzten Grad von Autonomie. Behält man dies im Kopf, so zeigt sich, wie weit diese Technologie schon in unseren Alltag eingebettet ist – und wie abhängig wir von ihr sind. Im weitesten Sinne verstanden ist (schwache) KI allgegenwärtig: Fast alle elektronischen Kommunikationssysteme und technischen Geräte nutzen Algorithmen. Längst verwenden wir Sprachassistenten, korrigieren automatisch die Grammatik in Officetexten, fahren mit Navigationssystemen in den Urlaub, machen den



Verkehr mit Assistenzsystemen in den Autos sicherer, finden Partner über Onlinebörsen, messen uns mit Computern in Brettspielen und Schach und so weiter.

Nicht was den Grad von Autonomie und Intelligenz angeht, sind heutige KI-Systeme mit dem Menschen vergleichbar, wohl aber hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit: Superrechner erledigen numerische Aufgaben in Sekundenbruchteilen, während ein Mensch dafür Jahre brauchen würde, sofern er sie überhaupt lösen könnte. Trotzdem ist klar, dass die große Zeit der KI erst noch bevorsteht, wenn die schwache KI (bei all ihrer Leistungsfähigkeit auf Spezialsektoren) immer stärker wird. Stärker wird sie umso mehr, je lernfähiger die Systeme sind: Selbstständiges Lernen erhöht die Autonomie, und je autonomer das System, desto stärker die KI.

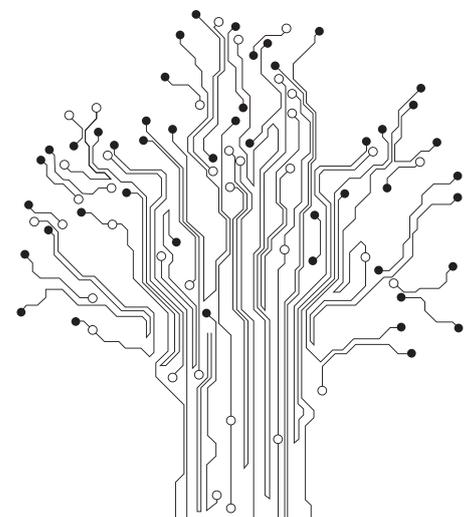
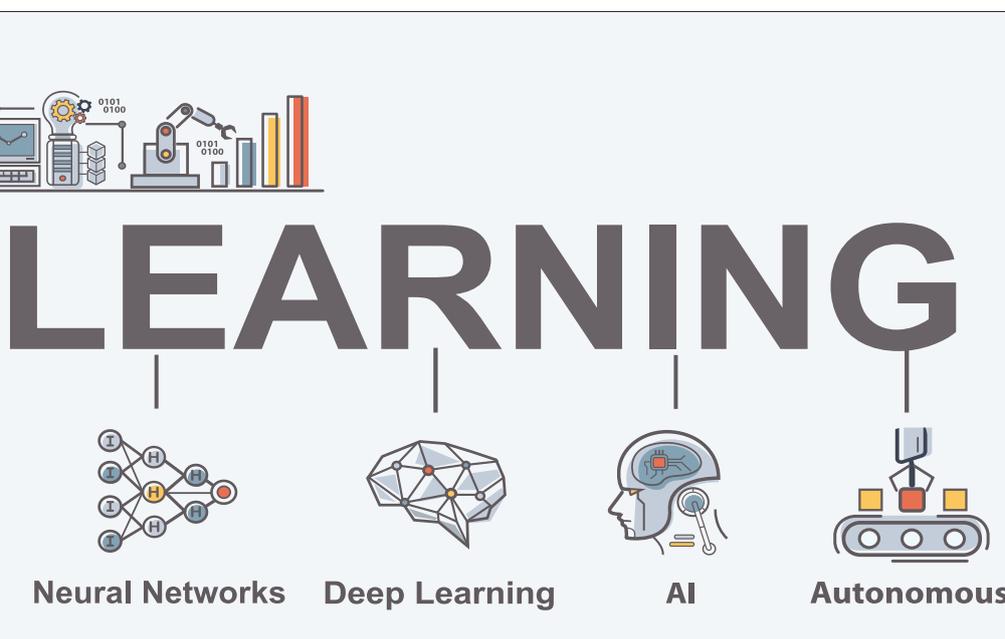
Um die Lernfähigkeit von Computern voranzutreiben, befassten sich schon die Pioniere der Technologie mit den logischen Prozessen im Gehirn. Es ging ihnen darum, die entsprechenden Abläufe technisch nachzuahmen. Ein wichtiger Aspekt der Lernfähigkeit moderner Maschinen ist daher das „neuronale Netz“. Der amerikanische KI-Forscher Marvin Minsky baute bereits 1951 eine nach diesem Prinzip konstruierte lernfähige Maschine, die aus einem Netzwerk von 40 „Neuronen“ bestand.

Vorbild Hirn: Künstliche neuronale Netze

Das Prinzip des neuronalen Netzes orientiert sich stark an der Hirntätigkeit. Biologische Neuronen sind über Synapsen miteinander verbunden, deren Aufgabe es ist, Signale zwischen den Zellen weiterzuleiten. Sind miteinander verbundene Neuronen gemeinsam

aktiv, verstärken sich die Synapsen, bei Inaktivität schwächen sie sich ab. Beim Lernprozess im Gehirn werden zahlreiche miteinander verknüpfte Zellen wiederholt aktiviert, sodass sich ihre Verbindung nach und nach weiter verstärkt. Künstliche Neuronale Netze (KNN) sind anhand dieses Vorbilds gestaltet und stellen einen sehr erfolgreichen Weg des maschinellen Lernens dar. Sie bestehen aus (abstrahierten) Neuronen, den Knoten oder Units des Netzes, die letztendlich mathematische Gleichungen sind, welche innerhalb eines Computerprogramms in Aktivität umgesetzt werden. Die Knoten sind in Schichten angeordnet und können Informationen (solche aus der Außenwelt oder von anderen Neuronen) aufnehmen, verarbeiten und entsprechend modifiziert an andere Neuronen weiterleiten oder als Rechenergebnis ausgeben.

Das einfachste Schema eines KNN besteht aus drei Schichten: der Eingangsschicht (Input-Neuronen), der Verarbeitungsschicht (Hidden-Neuronen, also verborgene Neuronen) und der Ausgabe-schicht (Output-Neuronen). Die Verbindungslinien zwischen den Neuronen werden als „Kanten bezeichnet und entsprechen den Axonen (Verbindungskanäle zwischen Neuronen) im Gehirn. Input-Neuronen nehmen Signale (z.B. Muster oder ein Bild) aus der Außenwelt wahr, leiten es über Kanten zu den verarbeitenden Hidden-Neuronen weiter, wo sie analysiert und die Ergebnisse (Informationen und Signale) an die Output-Neuronen gesandt werden. Dadurch, dass alle Neuronen untereinander vernetzt sind, kann jedes von ihnen als Input- und Outputneuron für seine Artgenossen dienen. Die Kanten bekommen dabei beim Training eine jeweils auf dem Ausgangswissen basierende Gewichtung, je nach der Bedeutung und Stärke, die die Verbindung haben soll. Je höher die Gewichtung, desto größer der Einfluss auf das





Ausgangssignal des Neurons. Beträgt das Gewicht null, gibt es keinen Einfluss auf die Nachbarneuronen, das Ergebnis wird „ignoriert“. Positive Gewichtung erzeugt einen erregenden, negative Gewichtung einen hemmenden Einfluss. Der jeweils aktuelle Wissensstand eines KNN ist in Form der Verbindungen und ihrer Gewichtung gespeichert. Ein (sehr vereinfachter) Lern- bzw. Trainingsprozess kann nun so aussehen, dass ein Inputmuster gemäß bestimmter Lernregeln mit dem vorhandenen Wissensmuster verglichen wird. Gibt es eine Übereinstimmung (Treffer), verstärkt sich die entsprechende Verbindung, bei Nichtübereinstimmung schwächt sie sich ab. Je nach den Ergebnissen des Prozesses verändern sich also die Gewichtungen im Netz. Da das Wissen in Form dieser Gewichtungen vorliegt, verändert sich bei jedem Lernprozess die Wissensbasis.

Auf diese Weise können künstliche neuronale Netze Input-Signale unterschiedlich interpretieren. Handelt es sich beim Input um Sprache (Wörter), so kann das System verschiedene Wortbedeutungen gegen-

einander abwägen und am Ende die am besten zum Kontext passende Interpretation ausgeben. Um unklare Fälle zu lösen, bekommt die Maschine beim Training menschliche Unterstützung (in Form von Feedback „richtig“ oder „falsch“). Allerdings gibt es auch selbstlernende KI-Systeme, die aus ihrem erworbenen Wissen eigenständig Schlüsse ziehen. Geht es beispielsweise um das Erlernen von Spielen, so führt ein häufiges Spielen der Maschine gegen sich selbst und der damit zusammenhängende Lernerfolg zu einer enormen Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Beide dieser auf KNN basierenden Verfahren sind Varianten des sogenannten maschinellen Lernens („Machine Learning“), neben dem es eine Reihe weiterer Lernmethoden gibt.

Deep Learning – das Lerngenie

Eine besonders erfolgreiche Untergruppe des Maschinenlernens ist das tiefe oder tiefgehende Lernen („Deep Learning“), das sich durch eine besonders hohe Komplexität der Hidden-Neuronen-Struktur auszeichnet: Zwischen Input- und Output-Schicht liegen zahlreiche Verarbeitungsschichten aus „Hidden-Neuronen“, die so ein „tiefes“ neuronales Netz erzeugen. Dadurch können beispielsweise mittels Big-Data-Software und großen Datenmengen – entsprechende Rechenleistung der Hardware vorausgesetzt – sehr anspruchsvolle Aufgaben bewältigt werden. Hierzu zählen Sprach-, Muster- und Gesichtserkennung, wie etwa Apples Siri, sowie Bildersuchmaschinen. Auch Chatbots (also Algorithmen

für die sprachbasierte Kommunikation zwischen Mensch und Maschine) verbessern ihre Leistungsfähigkeit durch Deep Learning.

Je komplexer das KNN, also je höher die Zahl der Neuronen, Schichten und Verbindungen, desto lernfähiger ist das Netz und desto höher ist seine Fähigkeit, Probleme zu lösen. Da die Zahl der Neuronen beliebig groß werden kann, ließe sich die Leistungsfähigkeit eines KNN theoretisch unbegrenzt steigern. Die Grenze, die sich hier in der Praxis ergibt, ist die Endlichkeit der Rechenleistung unserer Computer.

KNN sind aufgrund ihrer speziellen Fähigkeiten also besonders für die Sprach-, Muster-, Schrift- und Bilderkennung geeignet. Aber auch für die Steuerung von Prozessen sowie die Simulation von komplexen Vorgängen und die Erstellung von Prognosen werden sie bevorzugt eingesetzt.

Künstliche neuronale Netze sind eine Möglichkeit, KI-Systeme zu trainieren und lernfähig zu machen, aber nicht die einzige. Eine weitere populäre Lernmethode sind sogenannte „Evolutionäre Algorithmen“. Sie nehmen sich nicht das Gehirn zum Vorbild, sondern die biologische Evolution. In Analogie zum evolutionären Fortschritt werden dabei Generationen von Lösungsansätzen für ein Problem erzeugt, die quasi gegeneinander antreten und sich unter Evolutionsgesetzen wie Selektion und Mutation bewähren. Die Lösungsansätze werden jeweils bewertet, und die „stärksten“ in mutierter Form erneut auf das Problem angewendet. Viele Generationen erzielen so eine fortschreitende Entwicklung zu immer leistungsfähigeren Lösungen.

Auf dem Weg zur Superintelligenz

Intelligente, lernfähige Maschinen mit immer größerem Autonomiegrad sind die Zukunft der technischen Zivilisation. Mithilfe ungeheurer Mengen an Daten (beispielsweise ermittelt über Sensoren in allen technischen Geräten) und Big-Data-Analyse-Methoden, mit selbstlernenden Algorithmen sowie leistungsfähigen Simulationen und Prognoseinstrumenten wird eine Welt entstehen, die einen kaum zu überbietenden Vernetzungsgrad erreicht und auf höchste Effizienz getrimmt ist. Verkehr, Umweltschutz, Stadtentwicklung, Wissenschaft und Forschung, Polizei und Militär, Ressourceneffizienz,



*Er ist ein Automat.
Ist er intelligent?
... Intelligenz
ist die
Fähigkeit zu lernen,
und zu
verstehen . . .*

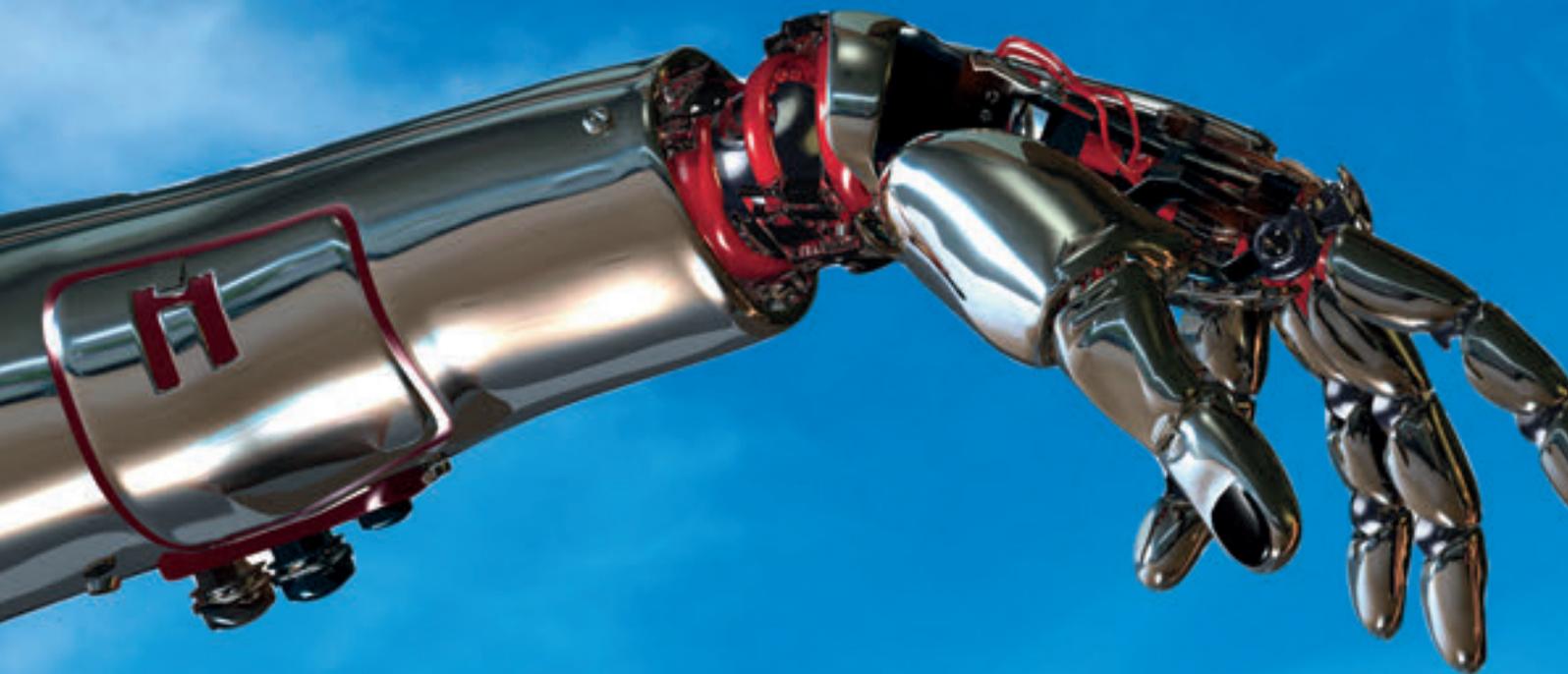
Medizin, Kommunikation, Energieversorgung, Produktion, Robotik, Wirtschaft, Bildungssystem – auf allen Ebenen wird KI unser Leben als Individuen und Gesellschaft verändern. Als Folge davon erhoffen sich KI-Forscher eine enorme Verbesserung der Lebensqualität für die gesamte Menschheit: sauberere Umwelt, mehr Produktivität und Effizienz in der Wirtschaft, gesünderes, längeres Leben durch KI-unterstützte Medizin und Landwirtschaft, mehr Wohlstand, verbesserte Kommunikation durch automatisierte Überwindung von Sprachgrenzen, sichere autonome Verkehrsmittel, intelligentes Energie- und Ressourcenmanagement und vieles mehr.

Grundlage dieser Vision ist eine stetige Höherentwicklung der KI von der Kategorie „schwach“ hin zur Kategorie „stark“. Je stärker sie wird, desto mehr gerät jedoch ihre extreme Steigerung ins Blickfeld der Forschung: Die sogenannte „Künstliche Superintelligenz“. Sie soll, so sehen es Forscher insbesondere aus dem Silicon Valley, auf verschiedenen Intelligenzsektoren die Leistungsfähigkeit des Menschen um ein Milliardenfaches übersteigen. Was dies in der Praxis bedeuten würde, ist in keiner Weise vorhersehbar – einerseits, weil wir gar nicht wissen können, was derartige Systeme bewirken würden, andererseits weil sich superintelligente Algorithmen selbst eigenständig verändern, umprogrammieren und in unbekannte Richtung weiterentwickeln. Wie immer in der Technologiesgeschichte werden wir es mit Chancen und Risiken zu tun bekommen, die wir heute noch nicht erahnen können.

Was wird diese superintelligenten Maschinen eigentlich noch wahrnehmbar von Menschen unterscheiden? Mit Sicherheit eines: Sie werden auf jeder Stufe so lange lernen, bis sie ihre Aufgabe perfekt lösen können, und dann zur nächsten weitergehen, der Mensch hingegen wird für immer fehlerhaft bleiben – eine Voraussetzung für Kreativität, Individualismus und die Erschaffung gänzlich neuer Situationen durch Denken out-of-the-box. Der Schriftsteller Ray Bradbury bringt auch dies auf den Punkt: „Dass Maschinen tatsächlich dem Menschen gleichwertig sind, werden wir erst dann wissen, wenn wir Maschinen haben, die nicht nur genauso schlau sind wie der Mensch, sondern auch genauso dumm.“

So kam der Grips in die Maschine

Eine kurze Geschichte der
künstlichen Intelligenz



Immer dann, wenn sich neue Technologiehypes in der breiten Öffentlichkeit etablieren, scheint es dem Laien so, als ob eine brandneue Erfindung praktisch aus heiterem Himmel über die Menschheit hereingebrochen sei. Doch bei näherer Betrachtung stellt sich heraus, dass da keine „Disruption“ aus dem Nichts entfesselt wurde, sondern eine lange Entwicklungslinie aus Ideen, Fleiß und Geld mit einem praktischen Durchbruch zu neuen technologischen Anwendungsfeldern geführt hat. Nicht anders ist es mit dem Thema des Jahrzehnts: „Digitalisierung“ und dessen Krönung: „Künstliche Intelligenz“.

Die Vorstellung von einer künstlichen Intelligenz (einem künstlichen Menschen) tauchte vereinzelt schon recht früh in der Geistesgeschichte auf, oft als Symbol für die Hybris des Menschen. Im Zeitalter der Industrialisierung nahmen diese Vorstellungen immer mehr die Form von Maschinen mit eigener geistiger Kapazität an. Gemeinsam ist so gut wie allen die Verbindung mit einem menschenähnlichen Körper, dem klassischen Bild eines Roboters. Der faszinierte Künstler bereits seit Ende des 19. Jahrhunderts und sorgte für eine Fülle von unterschiedlichen Variationen der Geschichte von der freundschaftlichen oder feindlichen Verbindung von Mensch und Maschine. Ein Beispiel ist der Blechmann aus dem „Zauberer von Oz“ von Lyman Frank Baum, ein Wesen mit menschlichen Eigenschaften auf der Suche nach einem Herzen. In Fritz Langs epochalem Film „Metropolis“ spielt der Maschinenmensch Maria eine entscheidende Rolle. Und in unzähligen Science-Fiction-Erzählungen und -Filmen gehören Roboter mit künstlicher Intelligenz zum beliebten Personal.

Frühzeit: bis 1955

Mitte des 20. Jahrhunderts beschäftigten sich immer mehr Naturwissenschaftler, Mathematiker und Philosophen mit dem Thema: „Können Maschinen denken?“ Der bekannteste von ihnen war wohl der britische Mathematiker und Informatikpionier Alan Turing. Er fragte sich: Wenn der Mensch ganz offensichtlich seine Entscheidungen auf der Basis von vorhandenen Informationen und logischen Überlegungen fällt, warum sollte dies nicht auch eine Maschine können? 1950 veröffentlichte Turing eine berühmt gewordene wissenschaftliche Arbeit, in der er diskutierte, wie sich intelligente Maschinen herstellen lassen und wie man ihre Intelligenz testen könnte. Er stellte hierfür ein eindeutiges Kriterium auf: Wenn sich ein Mensch mit einer Maschine austauschen kann, lässt sich ein Blindtest organisieren, in dem der Mensch nicht weiß, ob er sich mit seinesgleichen oder einem Computer unterhält. Kann die Versuchsperson im Blindtest die Antwort einer Maschine nicht von der eines Menschen unterscheiden, wird der Maschine Intelligenz zugesprochen. Sie hat dann mittels mathematischer Algorithmen das menschliche Verhalten perfekt imitiert.

Mitte des 20. Jahrhunderts waren Computer allerdings noch nicht leistungsfähig genug, als dass sie dazu hätten dienen können, Turings Thesen zu testen. Beispielsweise konnten die Rechner zwar Programmbefehle ausführen, sie aber nicht speichern. Sie rechneten befehlsgemäß, erinnerten sich aber nicht mehr daran, was sie gerechnet hatten. Auch die Rechengeschwindigkeit war noch zu gering, und der finanzielle Aufwand, Großcomputer zu unterhalten, schreckte von Experimenten ab.





Mittelalter: 1956 bis 1975

Mitte der 1950er-Jahre finanzierte die RAND Corporation einen KI-Machbarkeitstest. Grundlage dafür bildete das Programm „Logic Theorist“, das die Problemlösungsfähigkeiten des Menschen nachahmen sollte. Es gilt heute als erstes künstlich intelligentes System. 1956 wurde es erstmals einer großen Gruppe von Forschern unterschiedlichster Disziplinen vorgestellt, und zwar im Rahmen des Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence am Dartmouth College in Hanover im US-Bundesstaat New Hampshire. Auf dieser Veranstaltung führte der Informatiker John McCarthy (Erfinder der Programmiersprache LISP) offiziell den Begriff „Künstliche Intelligenz“ in den wissenschaftlichen Sprachgebrauch ein.

Die Dartmouth-Konferenz in Hanover überzeugte dank „Logic Theorist“ die Forscher und erwies sich als Katalysator für die Weiterentwicklung der KI. Grundlage dafür war eine rasante Steigerung der Leistungsfähigkeit der Rechenmaschinen, die zahlreicher, schneller, kleiner und preiswerter wurden und immer größere Speicherkapazität aufwiesen. Die Software, vor allem auch Lernalgorithmen, die den Computern Intelligenz ermöglichen, wurde immer ausgefeilter und ließ sich auf eine wachsende Zahl von konkreten Problemen anwenden. Dadurch wurde es möglich, immer neue und weiterreichende Demonstrationsmaschinen zu entwickeln.

Bekannt wurde in diesem Zusammenhang besonders das 1966 erstellte Programm „ELIZA“ des Informatikers Joseph Weizenbaum. Es sollte dazu dienen, nachzuweisen, dass Mensch und Maschine per natürlicher (also von Menschen gesprochener) Sprache miteinander kommunizieren können. Der Computer verwendete ein strukturiertes Wörterbuch und festgelegte Phrasen. Stellte ein Versuchsteilnehmer eine Frage, so verglich der Rechner Schlüsselwörter mit dem Lexikoninhalt und konnte durch das Aufsuchen von Synonymen und Oberbegriffen sinnvolle Antworten gestalten. Was der Computer nicht konnte: den Turingtest bestehen. Denn jeder Versuchsteilnehmer konnte bei entsprechender Gestaltung von Fragen sehr schnell herausfinden, dass ihm da kein Mensch Rede und Antwort stand.

In den folgenden Jahren wurden vor allem KI-Projekte zur Übersetzung von Sprachen und zur Umsetzung von gesprochenem Text in Schrift sowie – mit dem langfristig größten Erfolg – zur Steigerung der Datenprozessierungsgeschwindigkeit gefördert. Schnelle Fortschritte verführten zu übertriebenem Optimismus, was die Ziele Sprach- und Denkfähigkeiten angeht. So erklärte etwa Marvin Minsky, Kognitionsforscher und Entwickler des ersten die Neuronenstruktur des Menschen nachahmenden Computers SNARC, schon 1970: „Bereits in drei bis acht Jahren werden wir eine Maschine mit der allgemeinen Intelligenz eines Durchschnittsmenschen haben.“ Noch heute sind wir jedoch davon noch ein großes Stück entfernt.

Neuzeit: 1976 bis 1989

Die Erforschung der Einzelheiten intelligenten Handelns machten bald klar: KI verlangt nach einer Leistungsfähigkeit der Rechenmaschinen, die weit über das hinausging, was damals auch nur auf den Reißbrettern verfügbar war. Computer waren nicht einmal ansatzweise in der Lage, Daten in den erforderlichen Mengen zu speichern und schnell genug zu verarbeiten, um beispielsweise die Bedeutung von vielen Wörtern in den zahllosen möglichen Bedeutungskombinationen zu kennen – eine unerlässliche Voraussetzung für eine flüssige Kommunikation mit Menschen. Der Robotikspezialist Hans Moravec erkannte ganz realistisch, dass „Computer immer noch millionenfach zu schwach sind, um Intelligenz aufzuweisen“. Die Enttäuschung über das langsame Fortschreiten der Rechnertechnologie führte zu einem starken Einbruch bei der KI-Finanzierung, was die Entwicklung intelligenter Maschinen jahrelang verzögerte.

In den 1980er-Jahren führte eine Fülle von neuen Algorithmen zu verstärktem Interesse an der Entwicklung von KI-Systemen. John Hopfield und David Rumelhart machten „Deep-Learning“-Anwendungen populär, die es Computern erlaubten, aus Erfahrungen zu lernen.

Der Informatiker Edward Feigenbaum entwickelte die ersten sogenannten „Expertensysteme“, die den Entscheidungsprozess menschlicher Experten imitieren konnten. Auf der Basis von gespeichertem Expertenwissen können solche Systeme Laien in Problemsituationen wie ein menschlicher Experte beraten. Anwendung fand Feigenbaums Entwicklung besonders in der Industrie.

Moderne: 1990 bis 2019

Mit der rasanten Steigerung der Leistungsfähigkeit von Computern erlebte die Künstliche Intelligenz ab den 1990er-Jahren einen steilen Aufstieg, bei dem wichtige Meilensteine auf dem Weg zur ursprünglich von Turing anvisierten intelligenten Maschine erreicht wurden. Weltweites Aufsehen erregte 1997 der erste Sieg eines Computers über einen Menschen: Das von IBM entwickelte Schachprogramm „Deep Blue“



Alan Mathison Turing (1912–1954), britischer Mathematiker und Informatiker war einer der wichtigsten Pioniere, der Computerentwicklung. Seine theoretischen Arbeiten bereiteten die moderne KI-Technologie vor.



Joseph Weizenbaum (1923–2008), deutsch-amerikanischer Informatiker und Wissenschaftskritiker. Entwickler von Software zur Sprachkommunikation zwischen Mensch und Maschine.



Marvin Lee Minsky (1927–2016), amerikanischer KI-Forscher, Urheber des Begriffs „künstliche Intelligenz“ und Erfinder unterschiedlicher KI-Anwendungen.



Hans Peter Moravec (geb. 1948), österreichisch-kanadischer Robotikforscher. Entwickelte computer-gesteuerte Roboter an der Carnegie-Mellon-Universität in Pittsburgh und arbeitet an autonomen Robotiksystemen.



John McCarthy (1927–2011), amerikanischer Logiker und Informatiker. Entwickelte die Programmiersprache LISP und leistete zahlreiche theoretische und anwendungsorientierte Beiträge zur KI-Forschung.



Edward Albert Feigenbaum (geb. 1931), amerikanischer Informatiker, Erfinder der „Expertensystem“ und Pionier hinsichtlich der kommerziellen Nutzung von KI-Technologie.

schlug den amtierenden Schachweltmeister Garri Kasparow in einem regelgerechten Schachturnier. Welchen Fortschritt gegenüber der Anfangszeit der künstlichen Intelligenz Deep Blue verkörperte, lässt sich aus einer einzigen Zahl ermesen: Deep Blue war in der Lage, 200 Millionen mögliche Schachstellungen pro Sekunde vorauszuberechnen.

Neue Spracherkennungssoftware brachte um die selbe Zeit den KI-Zweig Sprachinterpretation ein großes Stück voran. Plötzlich war der Optimismus in Sachen intelligente Maschinen wieder da. Sogar menschliche Gefühle schienen für Computer kein Tabu mehr zu sein: Die US-Medienwissenschaftlerin Cynthia Breazeal entwickelte Ende der 1990er-Jahre den Roboter „Kismet“, der menschliche Emotionen erkennen und simulieren konnte.

Da sich Speicherkapazität und Rechengeschwindigkeit der Computer weiter explosionsartig erhöhten, stellten die KI-Systeme auf den Gebieten, in denen es auf schnellstes Abarbeiten von regelbasierten Prozessen ankommt, in den letzten Jahren immer

neue erstaunliche Rekorde auf. Der neue Deep Blue wurde das Programm AlphaGo von Google, das auf die Perfektion des Brettspiels Go spezialisiert ist. AlphaGo gewann 2017 ein Go-Match gegen den chinesischen Meister Ke Jie.

Mit seinem Superrechner „Watson“ machte IBM 2011 Furore, als er in der amerikanischen Rateshow Jeopardy gegen zwei menschliche Kandidaten antrat und gewann. Im selben Jahr brachte Apple den ersten virtuellen persönlichen Assistenten Siri auf den Markt, dessen Spracherkennungssoftware Englisch, Deutsch und Französisch „spricht“. Und 2018 erwiesen sich Softwaresysteme von Microsoft und Alibaba in einem Lese- und Textverständnistest der Stanford-Universität den menschlichen Probanden als ebenbürtig. Den Turing-Test bestehen also moderne KI-Systeme bereits.

Obwohl die Technologie von der Realisierung der kühnsten KI-Vorstellungen immer noch weit entfernt ist, gibt es durch die brachiale Anwendung schierer Rechenpower auf vielen Gebieten sprunghafte Fortschritte – beispielsweise bei der Entwicklung autonomer Systeme wie Autos, Lkw oder Drohnen. Zu verdanken ist dies den Big-Data-Systemen, die im Zusammenspiel mit fortschrittlichen Algorithmen in den verschiedensten Wirtschafts- und Industriebereichen für effiziente Lösungen sorgen. Wenn die Vergangenheit ein Anhaltspunkt ist, können wir uns beim Marsch in die Zukunft der „denkenden“ Maschinen auf manche Überraschung gefasst machen.

Vom Zeichen zum Wissen

Leben wir nun eigentlich in einer „datengetriebenen Informationsgesellschaft“? Oder in einer „informationsgetriebenen Wissensgesellschaft“? Sind die Grundlage unserer Statistiken Daten oder Informationen? Werden in der Schule Informationen oder Wissensinhalte vermittelt? Und vor allem: Was haben diese Begriffe miteinander zu tun?



Daten, Information, Wissen – diese Begriffe werden erstaunlich häufig als Synonyme verwendet oder unreflektiert miteinander verknüpft. Um zu verstehen, wie „die Welt in unseren Kopf kommt“ (Paul Feyerabend), ist es jedoch unerlässlich, sich die „geistige Arbeit“, die aus Daten Wissen macht, vor Augen zu führen. Was also sind Daten, wie unterscheidet sich davon die Information, und was hat Wissen damit zu tun? Im Prinzip sind Daten beliebige Zeichen oder Angaben, die ein Mensch als Symbol verstehen, nach Mustern durchsuchen und mit Bedeutung versehen kann. Das können beispielsweise Buchstaben und/oder Zahlen sein.

Erzeugt werden Daten durch Beobachten, Messen oder abstrakte Formulierung. Beispiele:

- Beobachtung: Nach jedem Sonnenaufgang öffnen sich die Blüten einer Pflanze.
- Messung: Nach ausgiebigen Regenfällen steigt der Pegel eines Flusses um drei Markierungsstriche an.
- Formulierung: Buchstaben in einem Text.

Daten können in strukturierter Form oder unstrukturiert vorliegen. Letzteres ist bei Texten in Notizbüchern, bei Bildern und Filmsequenzen der Fall. Strukturierte Daten sind dagegen solche, die in systematischer Form angelegt sind, beispielsweise als Tabelle. Die Ergebnisse von Messprozessen sind in aller Regel solche strukturiert hinterlegten Daten. Sie sind gut vergleichbar und eignen sich daher für alle Zwecke, die mit dem Systematisieren von Befunden zu tun haben, insbesondere für Wissenschaft und Technik. Daten an sich sind zunächst einmal ohne jeden Wert. Die Folge 12/31/2019 ist für einen Besucher aus dem Weltall, der sich noch nicht mit den Gegebenheiten der



```
elif operation == "MIRROR_X":
    mirror_mod.use_x = False
    mirror_mod.use_y = True
    mirror_mod.use_z = False
elif operation == "MIRROR_Z":
    mirror_mod.use_x = False
    mirror_mod.use_y = False
    mirror_mod.use_z = True

#selection - add back the deselected
mirror_ob.select= 1
modifier_ob.select=1
bpy.context.scene.objects.active = modifier_ob
print("Selected" + str(modifier_ob)) # modifier ob
mirror_ob.select = 0
```

menschlichen Zivilisation vertraut gemacht hat, nur eine Ansammlung von merkwürdigen Symbolen. Damit Daten von Nutzen sein können, müssen sie mit einer Bedeutung versehen sein. Es muss ein Kontext bekannt sein, in dem diese Zeichen Sinn ergeben. Machen die Daten in einem Kontext Sinn, sind sie zu einer Information geworden. Informationen sind also mit Bedeutung veredelte Daten. Für intelligente Wesen nutzbar werden Informationen dann, wenn sie durch rationales Denken miteinander verknüpft, also zueinander in Beziehung gesetzt werden. Das Ergebnis dieser denkerischen Arbeit ist Wissen.

Meist spricht man von einem linearen Zusammenhang zwischen den drei Begriffen Daten, Information, Wissen: Daten sind der Rohstoff der Wissensgenerierung. Sie werden gesammelt, zusammengefasst, geordnet und analysiert. Werden sie mit Bedeutung angereichert, spricht man von Informationen, und die werden durch Denken zur Wissenserzeugung benutzt. Auf der Basis dieses Wissens fällen rationale Menschen ihre Entscheidungen.

Betrachtet man den Prozess genauer, so lässt sich erkennen, dass es ganz so einfach nicht ist. Denn: Daten interpretieren sich nicht von selbst oder geben gar eine bestimmte Deutung vor. Damit Zeichen eine Bedeutung erhalten können, muss ein Kontextrahmen existieren, in dem sie interpretiert werden können. Dieser Rahmen ist aber immer eingebettet in ein vorgegebenes „Weltbild“ oder eine Verständnisebene. Diese ist aber das Ergebnis von Wissen. Daten erzeugen also nicht auf unschuldige Weise Informationen und anschließend Wissen, sondern um sie zu Informationen verarbeiten zu können, verwendet der Mensch bereits vorhandenes Wissen. „Reine Fakten“ existieren nicht. Alle Daten werden zu Informationen, indem der Mensch sie in seinen Wissensrahmen einordnet, beispielsweise durch Vergleich mit seinem bisherigen

Wissen als neu, bekannt, richtig, falsch und so weiter beurteilt.

Am zuvor genannten Beispiel 12/31/2019 lässt sich der Prozess der Wissensgenerierung leicht nachvollziehen. Ist der Kontext nicht vorhanden, ist die Zeichenfolge ein komplettes Rätsel. Der Besucher aus dem Weltall, der keine Information über das systematisierte Wissen der Menschheit zu den Himmelsereignissen hat, steht ihr verständnislos gegenüber.

Für uns Menschen ist die Lage dagegen wesentlich erfolversprechender. Ein erster Kontext basiert auf dem Wissen: Dies sind Ziffern und Zeichen, die jeweils für einen bestimmten Wert stehen oder eine bestimmte Funktion haben. Ziffernkombinationen sind durch Schrägstriche getrennt, was jeweils zwischen den Strichen steht, muss als Einheit bewertet und zueinander in Beziehung gesetzt werden. Um das gesamte Wissenspotenzial zu nutzen, das in der Zeichenfolge steckt, muss nun eine erstaunlich große Menge an Wissen über Mathematik und die Zeitrechnung aus dem Wissensspeicher abgerufen werden: Vier Ziffern am Ende bezeichnen gemäß unserer international gültigen Skala wohl ein Jahr, also wird es sich bei der Folge um ein Kalenderdatum handeln. Mathematische Basis der entsprechenden Interpretation ist das Zehnersystem.

Es gibt zwölf Monate mit je maximal 31 Tagen. Die erste Doppelziffer muss also den Monat, die zweite den Tag angeben. Da der Monat zuerst genannt wird, stammt die Angabe höchstwahrscheinlich aus einer angelsächsischen Publikation.

Damit ist bereits viel verwertbares Wissen erzeugt worden, das weiter genutzt werden kann, indem es mit anderen Wissenssegmenten kombiniert wird: An diesem Tag feiert man weltweit Silvester. Es ist mit alkoholisierten Menschen zu rechnen sowie mit verstärkten Polizeikontrollen auf den Straßen. Auf der Nordhalbkugel herrscht Winter, es empfiehlt sich also, warme Kleidung zu tragen. Der Folgetag ist der erste Tag des neuen Jahres, traditionell ein Feiertag...

Der gesamte Prozess der Wissenserzeugung beginnt und endet somit im menschlichen Geist. Ohne ihn gäbe es nicht einmal so etwas wie Daten. Und: Wissen ist das Ergebnis einer Intelligenzleistung. Ob es sich dabei um menschliche oder künstliche Intelligenz handelt, macht keinen prinzipiellen Unterschied. Damit Intelligenz Wissen generiert, muss eine Ebene ins Spiel kommen, über die nur der Mensch verfügt: Bedeutung. Sie muss der Mensch auf KI-Systeme übertragen, wenn sie ihm eine Hilfe sein sollen.



Künstliche Intelligenz: Basis für zeitgemäßes Wissensmanagement

Wir leben in einer zunehmend digitalisierten Welt. Gadgets wie Sprachassistenten, Navigationsgeräte, Streamingdienste oder Apps auf den unterschiedlichen Devices haben sich nahtlos in unseren privaten und beruflichen Alltag integriert. Dabei produziert, konsumiert und speichert jede einzelne Person oder jedes Unternehmen große Mengen an Daten. Doch die Herausforderung liegt nicht mehr in der Speicherung, sondern in der sinnvollen Kombination und Interpretation.

Von Daniel Fallmann

Unternehmen speichern heute nur wenige Daten strukturiert. Der Großteil ist unstrukturiert in Netzlaufwerken, Cloud-Speichern, E-Mail-Archiven oder Fachanwendungen vorhanden. Daher fällt es zunehmend schwerer den Überblick zu behalten und benötigte Informationen herauszufiltern. Um diese Herausforderung zu meistern, gibt es neuerdings leistungsfähige Lösungen wie die sogenannten „Insight Engines“ (deutsch etwa „Erkenntnismaschinen“), die in der Lage sind, aus den verfügbaren Daten Informationen zu filtern, aufzubereiten und dem Nutzer zur Verfügung zu stellen.

Insight Engines führen alle Informationen aus den im Unternehmen vorhandenen unterschiedlichen Datenquellen zusammen. Neben Maschinen- und Sensordaten können auch E-Mail-Programme, Datenbanken, Archive, CAD-Anwendungen, das Intranet oder Fachanwendungen mittels Konnektoren angebunden werden. Eine rasche Integration in die bestehende IT-Infrastruktur ist durch das Appliance-Konzept (Software und Hardware) ohne zeit- und kostenintensive Projekte möglich. Nach der Integration in die IT-



Zusammenspiel von Daten, Informationen und Wissen mit einer Insight Engine.

Infrastruktur und die Anbindung der Datenquellen erfolgt die Indizierung der vorhandenen Informationen. Diese werden analysiert, Zusammenhänge hergestellt und in einem Index erfasst, ohne dass dabei Kopien angefertigt werden. Bei Recherchen greift eine Insight Engine immer auf die ursprünglichen Datenquellen zurück, extrahiert die relevanten und kontextbezogenen Fakten und stellt sie dem Anwender als Ergebnisse in interaktiven Trefferlisten oder in Dashboards zur Verfügung.

Insight Engines bilden somit die zentrale Basis für zeitgemäßes Wissensmanagement, denn sie nutzen auf künstlicher Intelligenz basierende Technologien, um ressourceneffizient relevante Informationen bereitzustellen. So kommen unter anderem Deep Learning und neuronale Netze zum Einsatz. Damit ist die Insight Engine imstande, aus der Vergangenheit zu lernen. Sie analysiert die vorhandenen Informationen und interpretiert basierend auf „ihren Erfahrungen“ neu hinzugekommene Informationen.

Der Einsatz von Natural Language Processing (NLP) und Natural Language Question Answering (NLQA), beides Technologien zur maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache, bewirkt, dass Suchabfragen in natürlicher Sprache verstanden werden. Der Nutzer stellt einfach eine Frage und erhält jene Antworten, die für ihn relevant sind, kontextspezifisch angereichert mit Informationen und übersichtlich in personalisierten Dashboards angezeigt. Diese individuelle Darstellung ergibt sich neben der Fragestellung auch aus den Zugriffsrechten einzelner Nutzer, die bei jeder einzelnen Abfrage direkt an der Datenquelle überprüft werden. Damit wird die Insight Engine zum effektiven Tool für das gesamte Unternehmen beispielsweise im Kundenservice, im Personalwesen oder in der Produktion.

Mannigfaltige Einsatzgebiete

Kunden haben heute hohe Ansprüche und wollen innerhalb kürzester Zeit Antworten auf ihre Anfragen. Damit die Kommunikation reibungslos abläuft, ist es wichtig, dass Anfragen schnell zu den entsprechenden Sachbearbeitern gelangen. Insight Engines bieten dafür Integrationsmöglichkeiten, zum Beispiel in ein Ticketing-System (also eine Bearbeitungssoftware für



Anfragen), um den Kundenservice zu unterstützen. Bereits bei der Erstellung eines Tickets wird basierend auf den eingegebenen Metadaten automatisch eine Suche gestartet und werden mögliche Lösungen proaktiv dem Ticketersteller angezeigt. Dank der übersichtlichen Darstellung ist eine rasche Navigation durch die Lösungsvorschläge möglich. Damit können Kundenanfragen oft auch erledigt werden, ohne ein neues Ticket zu erstellen, da die Antwort bereits im System vorhanden ist und die Insight Engine dies erkannt hat. Dem Sachbearbeiter bleibt dadurch mehr Zeit für anspruchsvollere Fälle.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit stellt das Indizieren von FAQs (häufig gestellte Fragen) dar: Die Insight Engine extrahiert dabei Themen sowie Fakten aus der Webseite und stellt bei der Eingabe eines Suchbegriffs die relevanten Fragen und Antworten als Suchergebnis dar.

Insight Engines eignen sich ebenso für die automatisierte Klassifizierung und Zuteilung von Dokumenten. Unterlagen gelangen via Brief, Social Media, E-Mail etc. und in den verschiedensten Formaten (PDF, Microsoft-Office-Dokument etc.) ins Unternehmen. Durch die Heterogenität der Formate und Datenquellen gestaltet sich die Zuteilung an die zuständigen Mitarbeiter und Abteilungen oft schwierig. Dieser Prozess kann durch den Einsatz einer Insight Engine vereinfacht und die Mitarbeiter damit entlastet werden. Aus den erhaltenen beziehungsweise gescannten Unterlagen extrahiert und analysiert die Insight Engine bestimmte Informationen, gleicht sie mit bereits bestehenden Dokumenten ab (Deep Learning und Machine Learning) und leitet diese an den entsprechenden Mitarbeiter oder die Fachabteilung weiter. Falsch zugewiesene Unterlagen können manuell korrigiert werden. Diese Änderung in der Zuteilung „lernt“ auch die Insight Engine und berücksichtigt sie in Zukunft. Je länger das System im Ein-

satz ist, desto mehr lernt es und umso präziser erfolgt die künftige Zuteilung.

Auch im Personalwesen halten zunehmend Methoden der künstlichen Intelligenz Einzug, um beispielsweise vorhandenes Know-how im Unternehmen zu finden. Denn es kommt immer seltener vor, dass Menschen ihren erlernten Beruf bei demselben Arbeitgeber bis zum Ende ihrer beruflichen Laufbahn ausüben. Arbeitgeberwechsel, Umschulungen und Fortbildungen sind fester Bestandteil des Arbeitslebens. Daher finden sich in Unternehmen oft interessante, ungewöhnliche Werdegänge und Kompetenzen. Mithilfe einer Insight Engine ist es ganz rasch und gezielt möglich, jene Personen innerhalb des Unternehmens ausfindig zu machen, die gerade geforderte Ansprüche erfüllen. Zusätzliche Informationen über Fortbildungen, Beteiligungen an internationalen Projekten etc. geben Auskunft über die individuellen Qualifikationen und werden als ergänzende Information zur Verfügung gestellt.

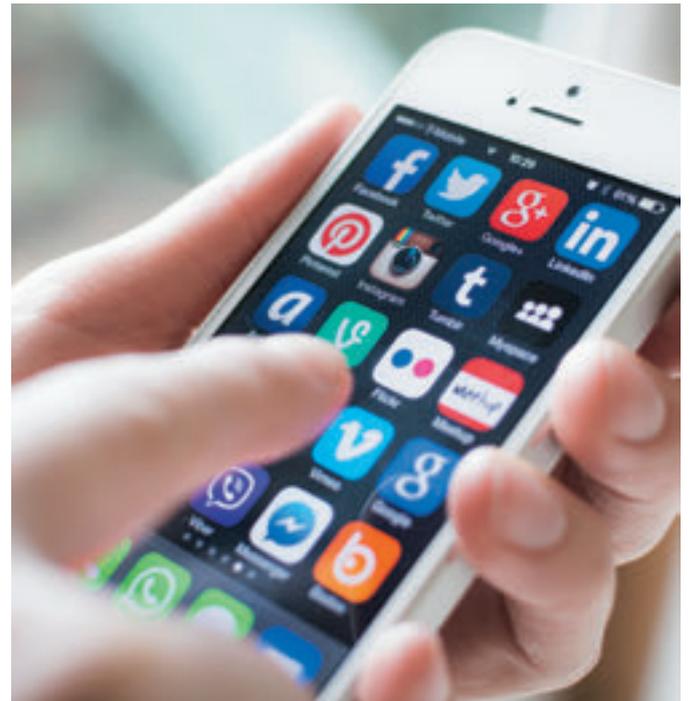
Vorausschauende Wartung und digitale Zwillinge

Die intelligente Vernetzung von Maschinen und Komponenten ist aktuell in vielen Unternehmen ganz weit nach oben auf der To-do-Liste gerückt. Im Rahmen von Predictive Maintenance (vorausschauende Wartung) werden Produktionsdaten gesammelt und nach Auffälligkeiten mit dem Ziel analysiert, Ausfälle von Maschinen zu vermeiden. Wird etwa mittels Predictive Maintenance eine mögliche Schwachstelle in einem verbauten Bauteil identifiziert, erhält der Verantwortliche entsprechend seiner Rolle und Befugnisse relevante Informationen aus den unterschiedlichen Datenquellen bereitgestellt. Konstruktionspläne, Dokumentationen, Ersatzteillisten etc. sowie weitere Informationen etwa zu Lieferanten oder Bestellhäufigkeiten stehen damit auf Knopfdruck zur Verfügung. Gerade im Produktionsbereich bieten „Digital Twins“ eine zukunftsweisende Methode, bestehende Abläufe auf eine neue Stufe zu heben. Damit ist gemeint, dass physische Produkte, Systeme, aber auch Prozesse, als Software-Repräsentation auf digitaler Ebene gespiegelt werden. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning lassen sich auf diese Weise neue Abläufe simulieren oder bestehende optimieren ohne Veränderungen in der realen Welt.

Der Einsatz von Insight Engines ist nicht auf einzelne Fachbereiche, Branchen oder Anwendungsfälle reduziert. Je nach Rolle und Bedürfnissen der einzelnen Wirtschaftszweige, Abteilungen und Anwender werden die Ergebnisse sowie die Darstellungsweise individuell angepasst, um die Mitarbeiter bei ihrer täglichen Arbeit bestmöglich zu unterstützen. So können das vorhandene Unternehmenswissen ideal genutzt, neue Geschäftsprozesse entwickelt und bestehende optimiert werden. Zahlreiche Unternehmen aus

Luftfahrt, Telekommunikation, Banken und Versicherungen haben diese Technologie bereits im Einsatz.

Daniel Fallmann ist CEO der Mindbreeze GmbH in Linz/Österreich Wissensprozess.png





Künstliche Intelligenz in der Praxis





Bitte nicht stören-Fahrer schläft

Mithilfe von künstlicher Intelligenz werden die Ingenieure in den nächsten Jahrzehnten ein engmaschiges Netz komfortabler und meist autonomer Mobilitätssysteme schaffen.

Mario V. verkauft in einem Autohaus in einer süddeutschen Kleinstadt Pkw eines großen japanischen Herstellers. Seit 24 Jahren arbeitet er für das Unternehmen. Er kennt die Wünsche der Kunden und kann die Veränderungen in ihrem Kaufverhalten gut beurteilen. Kopfschüttelnd deutet er auf einen Pkw der unteren Mittelklasse auf dem Gebrauchtwagengelände, direkt neben dem Neuwagen-Showroom. „Den werden wir einfach nicht los.“, stöhnt er. „Ein Basismodell, ohne jedes Assistenzsystem. Sechs Jahre alt. Kauft heute kein Mensch mehr. Alle Kunden wollen heute Intelligenz im Auto.“

„Intelligenz im Auto“: Hier wird die Grauzone sichtbar, die den Begriff Intelligenz umgibt. Wann ist ein System intelligent? Wer möchte, kann auch einen Wasserkocher, der sich selbsttätig ausschaltet, wenn das Wasser 100 Grad Celsius erreicht hat, als intelligent bezeichnen. Bei modernen Pkw sprechen wir allgemein von Intelligenz, seit Sensoren und Computer unter der Haube vereint sind und mit Algorithmen arbeiten. Sensorik misst Parameter wie Temperatur, Abstände, Reifendruck oder den Grad der Benetzung eines Scheibensektors, hinzu kommen GPS-gestützte Positions- und Geschwindigkeitsbestimmungen. Der Bordcomputer errechnet daraus Kennwerte (Distanz zu Hindernissen, Regenmenge etc.) und setzt entweder automatisch bestimmte Funktionen in Kraft oder gibt dem Fahrer entsprechende Hinweise oder Anleitungen. Geo-Fencing, also die Erzeugung eines „geografischen Zauns“ um ein Fahrzeug, Gebäude oder Gelände gestattet es beispielsweise Fahrdiensten, ihre Fahrzeuge gegen Diebstahl abzusichern: Beim Überschreiten eines festgelegten Radius um den Ausgangsstandort wird eine Benachrichtigung an das Unternehmen gesendet oder das Fahrzeug zum Stehenbleiben veranlasst.

Durch in Fahrzeuge integrierte Sensoren (davon gibt es viele hundert in jedem Pkw) erzeugte Informationen werden bereits heute mit künstlicher Intelligenz verarbeitet und ermöglichen damit neue Sicherheits-, Kommunikations-, Entertainment- und Fahrkomfortfunktionen. Das daraus resultierende Fahrerlebnis unterscheidet sich grundlegend von dem der vordigitalen Zeit.

Je mehr die Kombination von Sensor, Chip und Computer auf Algorithmen zurückgreift, desto mehr lässt sich von künstlicher Intelligenz sprechen. Damit werden künftig unsere bekannten und sich rasant vermehrenden Assistenzsysteme immer weiter verbessert und vor allem: immer stärker proaktiv handelnd werden. So wird es bald „normal“

sein, dass ein Pkw automatisch Hindernisse erkennt, identifiziert und umfährt, ohne dass der Fahrer eingreifen muss. Notwendigkeiten oder auch nur mögliche Wünsche, die sich aus der aktuellen Fahrsituation ergeben, werden vom Fahrzeugcomputer erkannt und lösen entsprechende Reaktionen aus – bis zu dem Versprechen mancher Hersteller, die Stimmung des Fahrers anhand seiner Lenkbewegungen automatisch erkennen zu können und anschließend entweder mäßigend auf Zeichen von Aufregung zu reagieren (klassische Musik, Massagebewegungen des Sitzes etc.) – oder aufmunternd bei Anzeichen von Müdigkeit (anregende Musik oder Hinweise auf eine nötige Pause). KI-Systeme beobachten zunehmend den Menschen hinterm Steuer, erstellen ein digitales Modell („Zwilling“) von ihm und stellen sich so selbstlernend auf seine individuelle Fahrweise und Wesensart ein. Ingenieure träumen von der Möglichkeit, die Gedanken des Fahrers oder der Fahrerin zu erkennen und mittels KI das Fahrzeug proaktiv zu steuern.

Intelligente städtische Infrastruktur

Menschliche Unsicherheitsfaktoren wie Müdigkeit, Stress oder Alkoholkonsum beeinflussen die Sicherheit in dieser Vision nicht mehr. Vielmehr könnte es den Autoherstellern vermehrt darum gehen, das Fahrzeuginnere so auszustatten, dass die Fahrzeit sinnvoll und angenehm genutzt werden kann: zum Arbeiten, Schlafen oder zur Unterhaltung. Aus einem Transportfahrzeug wird so ein ganz neuer Lebensraum, der entsprechend gestaltet werden kann. Unterstützt werden muss dies durch einen Austausch zwischen Mensch und Fahrzeug. Weiterentwicklungen heutiger Sprachassistenten können ihre Funktionen durch Einbeziehen von Daten wie Mimik, Sprechtonalität, Gestiken und anderen individuellen Merkmalen noch enorm erweitern und so den fahrenden Computern immer detailliertere Informationen bereitstellen.

Selbstverständlich lässt sich mit künstlich intelligenten Systemen auch das Massentransportwesen revolutionieren. Schon heute sind beispielsweise Systeme im Einsatz, die über Sensoren den Zügen den Zustand der Gleise melden und sie mit Stellwerk, Weichen und anderen Infrastrukturelementen kommunizieren lassen. Störungen können zudem proaktiv vermieden werden, indem eine immer verfeinere Sensorik den Zustand kritischer Teile und Systeme überwacht und rechtzeitig Wartungsanweisungen ausarbeitet.

Proaktive Systeme sind abhängig von Echtzeitinformationen. Das bedeutet in einem ständig wechselnden Verkehrsumfeld, dass KI-Technologie zu jedem Zeitpunkt in Echtzeit ermittelte Verkehrslageübersichten und Karten benötigt, was wiederum kontinuierliche Kommunikation zwischen der Elektronik von Fahrzeugen, Verkehrsleitsystemen und anderen relevanten Informationsquellen erfordert. Künstliche Intelligenz integriert, wenn es nach den Vorstellungen von Mobilitätsexperten geht, Fahrzeuge darüber hinaus mit der KI-gestützten Umgebung von Smart Cities der Zukunft, wobei die automatische Kommunikation der Fahrzeuge untereinander und mit den verschiedenen Elementen des Internets der Dinge eine entscheidende Rolle spielt. Big-Data-Systeme suchen freie Parkplätze oder Stromtankstellen,

koordinieren den Individual- mit dem öffentlichen Nahverkehr sowie Sharing-Fahrzeugen und Taxis, optimieren den Verkehrsfluss bei jedem Verkehrsaufkommen, jeder Wetterlage und allen Störvorgängen, organisieren Mautsysteme, steuern die Logistik- und Verkehrsleitsysteme und so weiter. Die Vision ist eine dynamisch optimierte Mobilitätsinfrastruktur, die Ökonomie, Ökologie und Bürgerforderungen kundenfreundlich austariert. Diese schöne neue Welt der autonomen Mobilität dürfte jedoch noch einige Jahrzehnte zur Verwirklichung benötigen.

Autonom in der Luft ...

In der dritten Dimension, wo die Freiheit leider doch nicht grenzenlos ist, sind autonome, von KI dominierte Systeme bereits erheblich weiter. Militärs testen Drohnen, die sich unabhängig von menschlicher Kontrolle im feindlichen Luftraum bewegen, Radar unterfliegen, Angreifern ausweichen und sich Ziele nach Prioritätsvorgaben selbst suchen. Im öffentlichen Bereich dürften autonome Drohnen bald folgen. Damit die Fluggeräte jedoch auch in engen Innenstädten in niedrigen Höhen operieren können – ob als Beobachtungs- oder als Transportmittel, beispielsweise für logistische Zwecke –, müssen sie mit den unterschiedlichsten unvorhergesehenen Situationen klar kommen, insbesondere mit plötzlich auftauchenden Fußgängern oder anderen Fahrzeugen. GPS plus digitales Kartenmaterial reicht dafür nicht aus.

Weltweit arbeiten Entwickler an KI-Methoden, die den Drohnen erlauben, ohne Rückgriff auf menschliche Kontrolle zu navigieren. Ein Beispiel hierfür ist das DroNet-System von Forschern der Universität Zürich. Der Clou: Die intelligenten Fluggeräte lernen von denen, die das Navigieren schon beherrschen: den anderen Verkehrsteilnehmern wie Autos, Radfahrer oder Fußgängern. Grundlage des DroNet-Algorithmus sind Daten, die eine Kamera an Bord der Drohne liefert. Sie beobachtet das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und beurteilt die jeweilige Situation anhand von erlernten Verhaltensmustern. Hindernisse lassen sich damit rechtzeitig erkennen, wobei der Algorithmus nicht nur um feste Gebäude, Ampeln oder Verkehrsschilder herumnavigiert, sondern auch die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit unvorhersehbaren Objekten bestimmt und gemäß dieser Analyse wenn nötig Ausweichmanöver einleitet. DroNet reduziert auch einfach die Geschwindigkeit, um Zusammenstöße zu vermeiden.





Als Lernsystem fungiert ein Deep Neural Network, das Daten aus Fahrten von Autos und Fahrrädern „gefüttert“ bekommt, die sich sicher und den Verkehrsregeln entsprechend in Stadtgebieten bewegen. Allerdings sind sowohl die technischen als auch die organisatorischen Hürden auf dem Weg zur Alltagstauglichkeit des Systems derzeit noch erheblich.

Für die verschiedensten Zwecke befinden sich Schwarmtechnologien für den koordinierten Flug zahlreicher Drohnen in Entwicklung. Intelligente Algorithmen sorgen dafür, dass die Fluggeräte nicht kollidieren und sowohl als individuelle als auch kollektive Systeme arbeiten können. Im militärischen Umfeld können damit komplexe Aufklärungsaufgaben ohne Gefahr für Menschen durchgeführt oder Luftabwehrsysteme ausgespäht oder irreführt werden.

... autonom im Wasser

KI revolutioniert nicht nur den Land- und Luftverkehr, sondern in gleicher Weise auch die Seefahrt. Wieder sind die Streitkräfte Vorreiter: Alle großen Militärmächte arbeiten an den unterschiedlichsten Systemen autonomer Über- und Unterwasserfahrzeuge, die selbstständig navigieren, Freund und Feind auseinanderhalten und sowohl über als auch unter der Wasseroberfläche Objekte und Bewegungen ausspionieren sollen.

Die zivile Schifffahrt schickt sich an nachzuziehen. So arbeiten beispielsweise die beiden Konzerne Rolls-Royce und Intel gemeinsam an Konzepten für autonome Schiffe, die Mitte der 2020er-Jahre einsatzfähig sein sollen. Große Frachter, die mit entsprechend leistungsfähigen Sensoren ausgestattet sind, werden dann weltweit unterwegs sein. Die beiden Unternehmen setzen auf

ein System aus computergesteuerten und -überwachten Kameras und Lidar- und Radarsensoren, das die Umgebung nach Hindernissen wie Schiffen oder Bojen absucht und entsprechende Navigationsentscheidungen trifft. Wenn es darum geht, Maßnahmen einzuleiten, die über die Navigation hinausgehen, also etwa ein neues Ziel anzulaufen, das zuvor nicht vorgesehen war, kann ein Flottenführer an Land mit dem Frachter über Sprachbefehle und Bildschirme kommunizieren.

Die hochentwickelten, lernfähigen Systeme können insbesondere da eine Crew ersetzen, wo höchste Präzision erforderlich ist und daher zahlreiche Mannschaftsmitglieder zusammenarbeiten müssten, also vor allem bei Anlegevorgängen in engen, unübersichtlichen Häfen oder bei widrigen Witterungsverhältnissen.

Bei allen autonomen Systemen ergibt sich ein Problem: Die Technik ist schneller als die Politik. Es fehlt nach wie vor an verbindlichen allgemeingültigen Regeln für den sicheren Betrieb solcher Fahrzeuge. Auf die Regulierer warten daher in den nächsten Jahren mindestens ebenso große Herausforderungen wie auf die Ingenieure.

Auf Du und Du mit Kollege Roboter

Produktionsprozesse und Lieferketten sollen mithilfe von künstlicher Intelligenz effizienter gestaltet werden. Ziel ist die autonome Supply Chain.



In ferner Urzeit nutzte der Mensch seine Umgebung, indem er das von der Natur zur Verfügung Gestellte quasi von der Hand in den Mund nutzte. Erst seit er die Gegenstände, die er vorfindet, durch intelligentes Handeln verändert und seinen Wünschen und Bedürfnissen entsprechend gestaltet, gibt es auf der Erde ein produzierendes Gewerbe. Und schon vom ersten Tag an dienen vom Menschen entwickelte Verfahren und Technologien im Dienst der Produktion und ihrer logistischen Unterstützung denselben klaren Zielen: Verbesserung der Effizienz und Produktivität der Produktionsinstrumente, Sicherstellung von Qualitätsniveaus und Verringerung der Anforderungen an den produzierenden Menschen.

Fertigungs-, Verfahrens- und Energietechnik ermöglichten insbesondere seit den industriellen Revolutionen ab dem Beginn des 18. Jahrhunderts eine unübersehbare Entwicklungsfolge an neuen Werkstoffen, effizienten Produktionsprozessen und wirksamen Energiequellen. Dampfmaschine, Elektrizität, fossile Energien und Kernkraft, Fertigungsbänder und Massenproduktion sind nur einige besonders markante Wegmarken dieser Entwicklung.

Mit der Digitalisierung hat eine weitere industrielle Revolution ihren Anfang genommen, die dabei ist, alle Bereiche des Produktionsprozesses umzugestalten. Die Energietechnik profitiert von erneuerbaren Energien, die Fertigungstechnik von additiver Produktion (3D-Druck), neue Werkstoffe im Verbundbereich und neue Arbeitsmethoden wie die Kollaboration von Mensch und Maschine auf engem Raum verändern unsere Produktion. Dabei wachsen Fertigung und Logistik immer mehr zu einer Einheit zusammen, die nicht mehr aus Herstellung, Lieferkette und Handel besteht, sondern immer mehr zu einem Wertschöpfungsnetzwerk wird, in dem alle Elemente miteinander verzahnt sind und sich gegenseitig bedingen. Künstliche Intelligenz, Machine Learning, Deep Learning – sie sind als Gipfel der Digitalisierung die großen Treiber und Enabler dieses Prozesses. Sie sind dabei, Produkt-

eigenschaften, Dienstleistungen sowie Produktions- und Arbeitsprozesse grundlegend neu auszurichten. Instrumente wie Lernfähigkeit, intelligente Algorithmen, autonomes und proaktives Handeln und Big-Data-gestützte Prognosen sollen – so die Vision der Ingenieure – zu einer hocheffizienten, stets bedarfsgerechten und nachhaltigen Wertschöpfung führen.

Zu den unzähligen Einzelimpulsen, die KI speziell der Fertigung bereitstellt, gehören die vorausschauende Wartung/Instandhaltung (bekannter unter der englischen Bezeichnung Predictive Maintenance, PM) und lernfähige Industrieroboter.

Optimierte Instandhaltung

Ein typischer PM-Prozess dient der Verhinderung von Ausfallzeiten in Fertigungsanlagen: Überall dort, wo mit häufigeren Problemen zu rechnen ist, die nichts mit menschlichen Missgriffen wie Planungs- oder Bedienfehlern zu tun haben, kann sich PM lohnen. Dazu müssen entsprechend aussagefähige Daten von Sensoren innerhalb (eventuell auch außerhalb) der Produktionsanlage gesammelt werden. Algorithmen werden dann dazu genutzt, aus diesen Daten sowie zusätzlichen Informationen wie Herstellerhinweisen, Verschleißmodellen und Erfahrungsprotokollen ein Ausfallrisiko für bestimmte Teile oder Geräte abzuleiten und Wartungsempfehlungen zu geben. Aus der menschlichen Erfahrung müssen entsprechende Systeme lernen, wie die optimale Balance zwischen zu kurzen und zu langen Wartungsintervallen aussieht.

Mithilfe von Sensoren und Analysewerkzeugen kann etwa das Zerbrechen eines Metallträgers vorhergesagt werden. Dann ergeht etwa eine solche Wartungsanweisung: „Träger XY erreicht in 10 Stunden seine Verschleißobergrenze und wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent ausfallen. Ersetzen Sie den Träger während des Materialzuführungsschritts A in 8 Stunden, da dann die geringste Stillstandszeit vorliegt.“ Verfügbarkeit und Produktivität der Maschinen lassen sich so signifikant verbessern.

In der Regel sind heutige Fertigungsprozesse nicht komplett autonom organisiert, daher spielt der Mensch, der beispielsweise für Überwachung und



Reporting noch unersetzlich ist, nach wie vor eine große Rolle. Dass eine Produktionsanlage völlig selbstständig ihre eigene Instandhaltung regelt, wird noch für einige Zeit eine Vision bleiben.

Roboter mit hohem IQ

Industrieroboter sind mittlerweile schon recht intelligente Gesellen. Sie führen (oft durchaus sehr komplexe) Routineprozesse mit unübertroffener Zuverlässigkeit, Präzision und Geschwindigkeit aus. Dort, wo Menschen unersetzlich sind, wird den Robotern, die mit ihnen zusammenarbeiten, am meisten an Können abverlangt. Bei der Mensch-Roboter-Kollaboration assistiert der Roboter dem Menschen, ergänzt seine Fähigkeiten und nimmt ihm belastende Arbeiten ab – etwa Über-Kopf-Arbeiten, das Agieren in gefährlichen Umgebungen oder das Heben schwerer Lasten. Auch in der Belieferung der Arbeitsplätze in der Produktion kommen autonome, kollaborative Roboter zum Einsatz. In der Fabrik der Zukunft werden manuelle und automatisierte Arbeitsplätze nahtlos (also insbesondere ohne Schutzzäune etc.) miteinander verbunden sein.

Moderne, in die digitale Infrastruktur der Fertigungsanlage integrierte Industrieroboter sind mit intelligenter Steuerungstechnik, leistungsfähiger Sensorik und intelligenten Softwareinstrumenten (zu denen immer mehr KI-Elemente

gehören) ausgestattet, die eine weitgehende Automatisierung der Produktionsprozesse unter Einbeziehung der menschlichen Kollegen ermöglichen. Roboter mit KI unterscheiden sich von den seit Jahrzehnten bekannten Vorläufern dadurch, dass sie lernfähig sind und selbstständig Entscheidungen treffen. Sie passen sich flexibel an Veränderungen an und ermitteln selbst, welche Vorgehensweise bei einer konkreten komplexen Aufgabe optimal ist. Die dabei durch Feedbacksysteme registrierten „Erfahrungen“ werden zum Lerninput, der die Fähigkeiten des Roboters sukzessive weiter verbessert. So kann beispielsweise unterschiedliches Ausgangsmaterial je nach Aufgabenstellung behandelt werden, wobei entsprechende Effizienzvorgaben eingehalten werden, um die stets gewünschte Minimierung des Materialverbrauchs zu gewährleisten. Überall fließen hier nicht nur während der Trainingszeit der Maschine erlernte Verhaltensmuster ein, sondern auch die jeweils aktuellen Erfahrungswerte.

In einem außergewöhnlichen Versuchsaufbau zur Lernfähigkeit von Maschinen ließen das Unternehmen Google und die Universität von Kalifornien in Berkeley im Jahr 2016 zwei Monate lang 14 Roboter insgesamt über 800 000 Greifversuche an verschiedenen Alltagsgegenständen ausführen. Das Besondere: Die Roboter konnten nicht wie sonst üblich entsprechend reichhaltiges Vorwissen wie hinterlegte 3D-Modelle oder CAD-Daten verwenden, sie traten sozusagen „blank“ in den Lernprozess ein. Einziger Input waren Informationen ihrer Kameras. Die Roboter hatten die Aufgabe, so lange mit den unterschiedlichsten Grifftechniken herumzuspielen, bis sie den richtigen Griff gefunden hatten. Mit jedem Greifversuch

trainierten sie ihre neuronalen Netze, speicherten die Ergebnisse als Erfahrungen ab und verwendeten diese wieder, um das Greifverhalten zu verbessern. So wuchs der Erfahrungsschatz ständig weiter an. Das Ergebnis: Durch reines Ausprobieren erwarben die Maschinen relativ schnell eine überraschend hohe Zuverlässigkeit: Die Fehlerquote lag bei nur 10 bis 20 Prozent.

Künftig werden kognitive Roboter ihre Umgebung in großer Detailfülle wahrnehmen und ihre Aktionen intelligent planen – in Zusammenarbeit mit Kollege Mensch oder auch völlig autonom. Digitales Hirn für Supply Chain und Autonome Transportsysteme werden bereits heute in der Logistik getestet. So bewegte sich etwa kürzlich im Rahmen eines Pilotprojekts ein kleiner KI-gesteuerter Paketroboter des Dienstleisters Hermes durch die Stadt Hamburg. Begrenzt wurde seine Fähigkeit nur durch die mangelnde Netzabdeckung für den Mobilfunk in der Hansestadt. Hier zeigt sich eine Seite des Einsatzes von KI-Systemen, die häufig übersehen wird:



Grundvoraussetzung dafür, dass Technologien wie künstlich intelligente Roboterkurier flächendeckend zum Einsatz kommen können, ist ein lückenlos verfügbares leistungsfähiges Mobilfunknetz. Dass es damit in Deutschland nach wie vor nicht zum Besten bestellt ist, ist inzwischen kein Geheimnis mehr.

In der Intralogistik, also innerhalb begrenzter Gelände, ist autonome Transporttechnik schon weitgehend angekommen. KI sorgt zunehmend dafür, dass sich diese Fahrzeuge clever verhalten. Sie erkennen beispielsweise Staus ihrer Artgenossen, die sich an einem bestimmten Hochregal oder einer Rampe angesammelt haben, und umfahren das Hindernis auf einer mit einem Algorithmus errechneten Ausweichroute. Dies erhöht Effizienz und Flexibilität im Lager beträchtlich.

Der Technologievorreiter Amazon ermittelt mittels KI die für die jeweilige Ware optimale Verpackungsgröße. Dabei lernt die Software aus den gemachten Erfahrungen und verbessert damit ihre Algorithmen ständig.

Amazon nutzt KI auch für ein weiteres Einsatzgebiet, das besonders große Zukunftserwartungen weckt: die Bedarfsplanung. Aufgrund von Hintergrundinformationen wie regionaler und saisonaler Nachfrage, aber auch eigener Analysen anhand bisheriger Erfahrungen optimiert das System völlig selbstständig die Lager- und Bestellmengen. Durch permanentes Lernen verbessert sich der Planungserfolg immer weiter.

Für solche Prognoseverfahren wird KI in wachsendem Ausmaß herangezogen. Die lernfähigen Systeme behalten alle für den gewünschten Zweck relevanten Größen (Bedarfe, Lagermengen, Produktionsmengen, Wetterdaten, politische Rahmenbedingungen, gesetzliche Vorgaben, Wettbewerbskennzahlen usw.) im Auge und leiten daraus Handlungsoptionen ab. Dabei kann auch der Erfahrungsschatz der menschlichen Mitarbeiter mit einfließen. Insbesondere bei unvorhersehbaren oder außerordentlich komplexen Situationen liefert die Technologie wertvolle Entscheidungshilfen. Dies versetzt Unternehmen in die Lage, ihre Supply Chain zu optimieren, das Bestandsmanagement zu verbessern und die Planungsqualität (etwa für Absatzzahlen) zu steigern. Ob Produktion oder Logistik: KI-Systeme werden bald zum zentralen Element eines fortschrittlichen Risikomanagements werden, das alle operativen Unternehmensprozesse optimieren hilft.





KI-Antrieb für die Logistik

Katharina Geutebrück leitet die internationale Logistik-Abteilung bei der Geutebrück mbH, einem internationalen Logistikdienstleister für hochkomplexe Video- und Logistikprojekte. Sie ist in der Geschäftsführung der Geutebrück mbH und ist für die KI-Technologie in der Logistik zuständig.

tec4u: Frau Geutebrück, Sie befassen sich mit der intelligenten Verknüpfung von Daten mit Video-Bildern. Wie beurteilen Sie die gegenwärtige Bedeutung der Künstlichen Intelligenz für die Logistikindustrie?

Katharina Geutebrück: Ich glaube, KI ist derzeit die vielversprechendste Zukunftstechnologie im Werkzeugkasten aller Sektoren der Logistik. Wenn man sich die Bedingungen des operativen Geschäfts in den verschiedenen Branchen unserer Wirtschaft ansieht, stellt man fest, dass die Logistikindustrie wie kaum ein anderes Segment von Unwägbarkeiten geprägt ist. Marktveränderungen, politische Einflüsse, neue Technologien und Geschäftsmodelle, Wandel in Verbraucherverhalten und Bevölkerungsstruktur: Logistiker, die abends zu Bett gehen, wissen – etwas überspitzt formuliert – nicht, unter welchen neuen Vorzeichen sie am Morgen aufstehen. Hinzu kommt, dass auch die Alltagsprozesse besonders anspruchsvolle Volatilitätsfaktoren mit sich bringen: Transporte werden durch Einflüsse wie Wetterbedingungen, Baustellen, Infrastrukturmängel und so weiter beeinflusst. Touren- und Dispositionierungen werden durch stark wechselnde Aus-



lastungs- beziehungsweise Kapazitätsanforderungen kompliziert. Im Paketdienst erfordern immer größere Volumina und zunehmende Individualisierungsfor-derungen Möglichkeiten zu komplexen Pickprozessen, zu höchster Transparenz und intelligenten Track-und Trace-Technologien. Ich könnte noch viele andere Unsicherheiten aufzählen, gemeinsam ist allen: Es besteht ein großer – und weiter stark wachsender – Bedarf an Fähigkeiten zu Echtzeitreaktion, Prognostik und Automatisierung. Ohne Künstliche Intelligenz, insbesondere unter Nutzung der Möglichkeiten von Machine Learning und Deep Learning, stößt die Logistik, einschließlich der Intralogistik, bald an un-überwindliche Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Von zunehmender Bedeutung ist KI auch für den Sektor Security: Die Kombination von Videokameras mit KI-Software zur Gesichtserkennung oder Gelände-, Güter- und Fahrzeugüberwachung verschafft den Unternehmen ein erheblich gesteigertes Sicherheitsniveau.

tec4u: Könnten Sie dies etwas konkretisieren? Wie muss man sich das in der Praxis vorstellen?

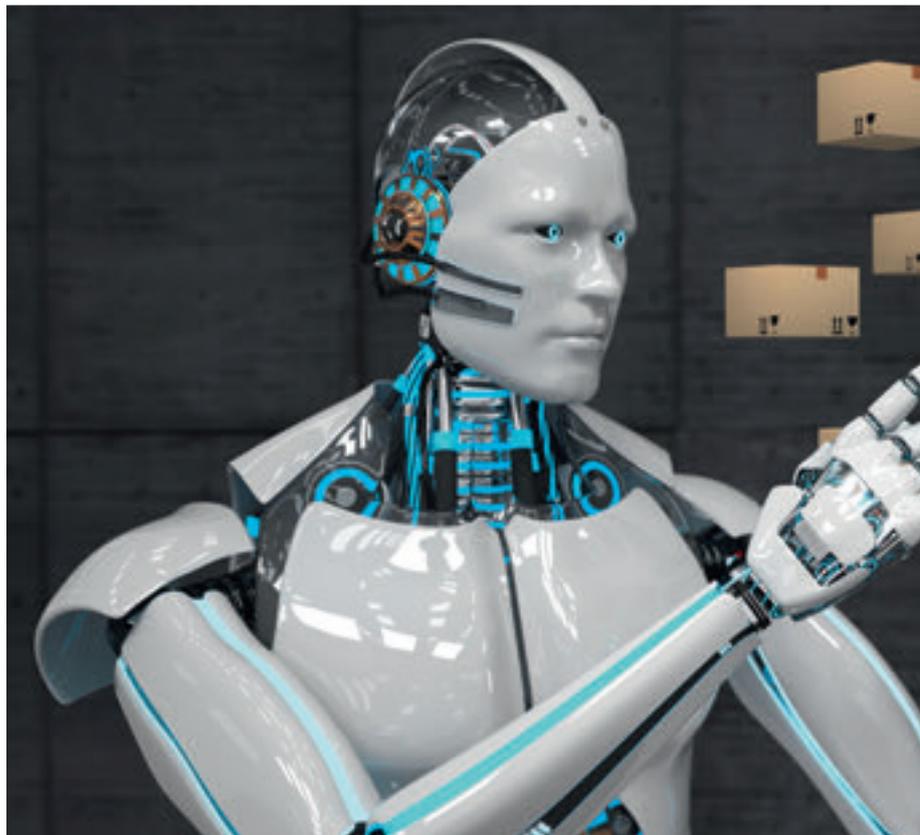
Katharina Geutebrück: Ein Beispiel: Es geht immer dringlicher darum, das Firmengelände gegen Einbruch, Vandalismus oder Schädigung abzusichern. Mithilfe von intelligenten Visualisierungslösungen sind wir bereits heute in der Lage, das Hofmanagement beispielsweise von Speditionen zu automatisieren, gerade auch vor dem Hintergrund des Sicherheitsaspekts. Das sieht dann konkret so aus: Das Gelände wird mit Videokameras beobachtet, die durch eine hochentwickelte Steuerungssoftware untereinander und mit den Businesssystemen des Betriebs vernetzt sind. In Kombination mit den Daten aus der Unternehmenssoftware identifizieren diese Systeme selbstständig autorisierte und nicht autorisierte Zutritte oder Zufahrten. Die verschiedenen Zugänge des Geländes werden durch Kameras abgesichert, die die Kennzeichen aller ein- und ausfahrenden Fahrzeuge automatisch erfassen und mit Black-White-Listen abgleichen. Der Status von beladenen Fahrzeugen kann so ebenfalls dokumentiert werden, was für die Klärung eventueller Haftungsfragen entscheidend ist: Anzahl, Zustand und Art von Gütern werden am Wareneingang visuell dokumentiert. Bei Unregelmäßigkeiten zeigt ein schneller, per Barcode und ERP-Schnittstelle durchgeführter Abgleich des Bildes mit dem im Businesssystem abgelegten Sollzustand, ob Anzahl und Zustand der Waren den Vorgaben entsprechen. Übrigens lassen sich diese Lösungen gleichermaßen für die Suche nach fehlgelagerter oder falsch verladender Ware nutzen. Die Kombination von Daten aus der internen Businesssoftware und Videobildern ermöglicht es, anhand von Scan-Daten oder anderen Merkmalen den Weg der Ware automatisch zu dokumentieren. So ist jederzeit erkennbar, auf welchem Stellplatz sie zwischengelagert wird oder zu welchem Lieferzielort sie beim Warenausgang

verladen wurde. Mit der Integration von künstlicher Intelligenz lassen sich diese Prozesse künftig proaktiv gestalten: Die falsche Platzierung eines Gegenstands auf einem Band kann beispielsweise in Echtzeit erkannt, bewertet und gemeldet werden, so dass ein Eingreifen möglich ist, bevor es zu unliebsamen Folgen kommt.

tec4u: Nun verbindet der Laie mit dem Begriff KI ja sehr häufig Zukunftsszenarien wie autonome Flugzeuge, Schiffe und Landfahrzeuge. Wie sehen denn realistische Technologien im Bereich der Logistik derzeit aus?

Katharina Geutebrück: Also der völlig autonome Lkw, der sich selbst belädt und auf optimierter Route automatisch seine Ziele anfährt, dürfte noch für eine ganze Weile Zukunftsmusik bleiben. Da gibt es einfach zu viele Einflussgrößen, die beherrscht werden müssen. Es existieren zwar bereits einsatzfähige autonome Fahrzeuge, aber die werden noch lange nicht auf unseren Innenstadtverkehr losgelassen werden können. Allerdings lassen sich immer leistungsfähigere, auf KI-Technologie basierende Assistenzsysteme für den traditionellen LKW vorstellen, die von Deep-Learning-Lösungen profitieren. Im Bereich Sicherheit etwa können intelligente Kameras und Ultraschallsensoren Menschen und Hindernisse erfassen, beim LKW automatisch Reaktionen auslösen und so den Transportverkehr sicherer machen. Zudem lassen sich Wartungspläne optimieren, wenn nicht starr nach Werksangaben vorgegangen, sondern die jeweils individuelle Fahrzeugsituation berücksichtigt wird. Dazu messen Sensoren Verschleißparameter, Temperatur, Öldruck und so weiter, während eine Software daraus Prognosen für die passenden Wartungsintervalle ermittelt. Ähnliches gilt für die Routenplanung und -optimierung: Big-Data-Anwendungen könnten Informationen und Prognosen beispielsweise über Wetterverhältnisse, Verkehrssituationen und den aktuellen Fahrzeugzustand dazu nutzen, Touren zu beschleunigen und die Fahrer zu entlasten.

tec4u: Ein gewichtiger Engpass für eine agile Logistik ist ja der Sektor Warenumschlag. Die zu bewältigenden Volumina erhöhen sich kontinuierlich. Das Sortieren, Laden und Zustellen der Packstücke gestaltet sich nicht zuletzt auch aufgrund der wachsenden





Verbraucheransprüche immer komplexer. Manuelle Prozesse sind aber oft ineffizient, fehleranfällig und kostenintensiv. Wo kann da KI helfen?

Katharina Geutebrück: Da sehe ich ein hervorragendes Anwendungsfeld für Deep-Learning-Systeme. Deren Stärke ist ja, Muster und Regeln zu erkennen. Besonders wichtig ist hier das Erkennen von Bildern, deren Inhalte keinen oder zumindest keinen bekannten Regeln unterliegen. Nehmen wir als Beispiel für die Logistik Bilder mit Paketen. Ein neuronales Netz kann mit Basisinformationen aus Big-Data-Systemen präpariert werden, zum Beispiel mit Bildern von großen, kleinen, braunen, grünen, runden, viereckigen usw. Päckchen. In der Lernphase meldet eine Feedbackschleife zurück, ob das System ein erfasstes Paket erkannt hat oder nicht. Durch diesen Lernprozess verbessert sich die Trefferwahrscheinlichkeit immer weiter. Die Kombination von Bildverarbeitung und Deep Learning könnte schon bald das Kommissionieren, das Erkennen von Beschädigungen und die Qualitätskontrolle übernehmen. Nicht zuletzt wird Deep Learning in der Zukunft datenbasierte Prognosen über die Volumentwicklung der Warennachfrage auf dem Markt – also etwa Bedarfsspitzen und -flauten – liefern und so Lagerengpässe oder Leerstand drastisch reduzieren. Und schließlich lassen sich durch lernfähige Systeme die Laufwege in den Logistikzentren verkürzen und Pickrouten optimieren. Wie eine KI-unterstützte Intralogistik der Zukunft aussehen kann, zeigt übrigens ein Experiment am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML. Dort führten 50 intelligente und miteinander vernetzte Fahrzeuge autonom Transporte von einem Hochregallager zu Arbeitsstationen aus. Dabei koordinierten sie sich selbstständig und dezentral. Der Schwarm vergrößerte oder verkleinerte sich je nach Arbeitsanfall und -aufgabe.

tec4u: Mensch und Maschine werden künftig also auch in der Logistik zu einem eingespielten Team?

Katharina Geutebrück: Ja. Die Logistik wird zunehmend durch KI und darauf basierende Mensch-Maschine-Kollaboration geprägt. Zunächst werden KI-Maschinen den Menschen einfach Routinearbeiten abnehmen. Dann werden sie Entscheidungshilfen geben, etwa indem sie Alternativen durchrechnen und die Auswirkungen präsentieren. Erst im Zeitalter der Super-KI werden Maschinen weitgehende Entscheidungsbefugnis bekommen. So weit sind wir momentan aber noch nicht.

Intelligente Wege zu intelligenter Technologie

Der Weg in die Welt der künstlichen Intelligenz beginnt für jedes Unternehmen mit einer Investition. Wenn es sich lohnt, ist es eine Investition in die Zukunft. Ein Unternehmen, das in die Digitalisierung investiert, investiert in die Zukunft. In Lübeck-Travelmünde. Über die Umsetzung seiner Digitalisierungsstrategie sprach er mit dem Experten Karl Prussky.

tec4u: Herr Prussky, PostNord Deutschland ist ein relativ junges und daher noch überschaubares Unternehmen. Da liegt man wohl nicht falsch in der Annahme, dass reine Freude am Hype nicht die Triebfeder Ihrer Digitalisierungsanstrengungen ist?

Charles Prussky: Wir sind in der Tat noch überschaubar. 2009 gegründet, beschäftigen wir heute ungefähr 100 Mitarbeiter. Unser Geschäftsfeld sind Lösungen für Kommunikation, E-Commerce, Distribution und Logistik. Für Transportaufgaben im Raum Nordeuropa arbeiten wir mit geleasteten Trailern, die mit Zugfahrzeugen von Partnerunternehmen bewegt werden. Selbstverständlich setzen wir bei unserer Größe nur auf Methoden und Technologien, die unmittelbar unserem Alltagsgeschäft dienen und sich direkt durch Effizienz- und Kostenvorteile auszahlen. Wie die allermeisten mittelständischen Unternehmen können wir es uns nicht leisten, spekulativ auf Hypothesen zu setzen und abzuwarten, ob sich daraus etwas Vorteilhaftes ergibt oder nicht. Der Entschluss, uns um digitale Lösungen für unser Unternehmen zu kümmern, entstand aus dem Wunsch heraus, all unsere Geschäftsprozesse so schlank wie irgend möglich zu gestalten. Wir haben also damit begonnen, unsere Prozesse genau unter die Lupe zu nehmen und zu überlegen, wie wir ihre Effizienz verbessern können, indem wir moderne Technologie nutzen – sprich: indem wir Prozesse digitalisieren.



tec4u: Sie sagen: „Wir haben begonnen...“ – Können Sie das etwas genauer beschreiben? Waren Sie als Geschäftsführer der Treiber des Projekts?

Charles Prussky: Ich war der Initiator, aber es war von Anfang an klar, dass eine Strategie, bei der der Chef in einsamer Entscheidung Technologien durchdrückt, nicht zielführend ist. Ich habe eine kleine Kompetenzgruppe ins Leben gerufen, die sich alle zwei Wochen traf, um ihre Beobachtungen und Gedanken über Möglichkeiten der digitalen Prozessoptimierung auszutauschen. Zu dieser Runde gehörten außer mir ein Experte aus dem operativen Business, ein IT-Fachmann und ein Mitarbeiter mit weitreichender Projekterfahrung – damit waren alle wichtigen Kompetenzebenen an dem Austausch beteiligt. Als Geschäftsführer protokollierte ich die Inhalte der Gespräche und muss natürlich am Ende die Entscheidungen treffen und verantworten. Bei den Meetings werden Prozessineffizienzen zur Sprache gebracht und Ideen für alternative Wege entwickelt. Schon bei den ersten Gesprächssitzungen haben wir uns gleichzeitig überlegt, wie wir den Kreis der Kreativen über unsere Vierergruppe hinaus erweitern könnten. So entstand die Idee eines Intranets, in dem jeder Mitarbeiter Gedanken und Vorschläge öffentlich machen kann. Ohne großen Aufwand und mithilfe eines Auszubildenden haben wir diese Idee schnell umgesetzt, so dass der Informationsfluss aus dem gesamten Mitarbeiterstamm gebündelt ist und zu Verbesserungen führen kann.

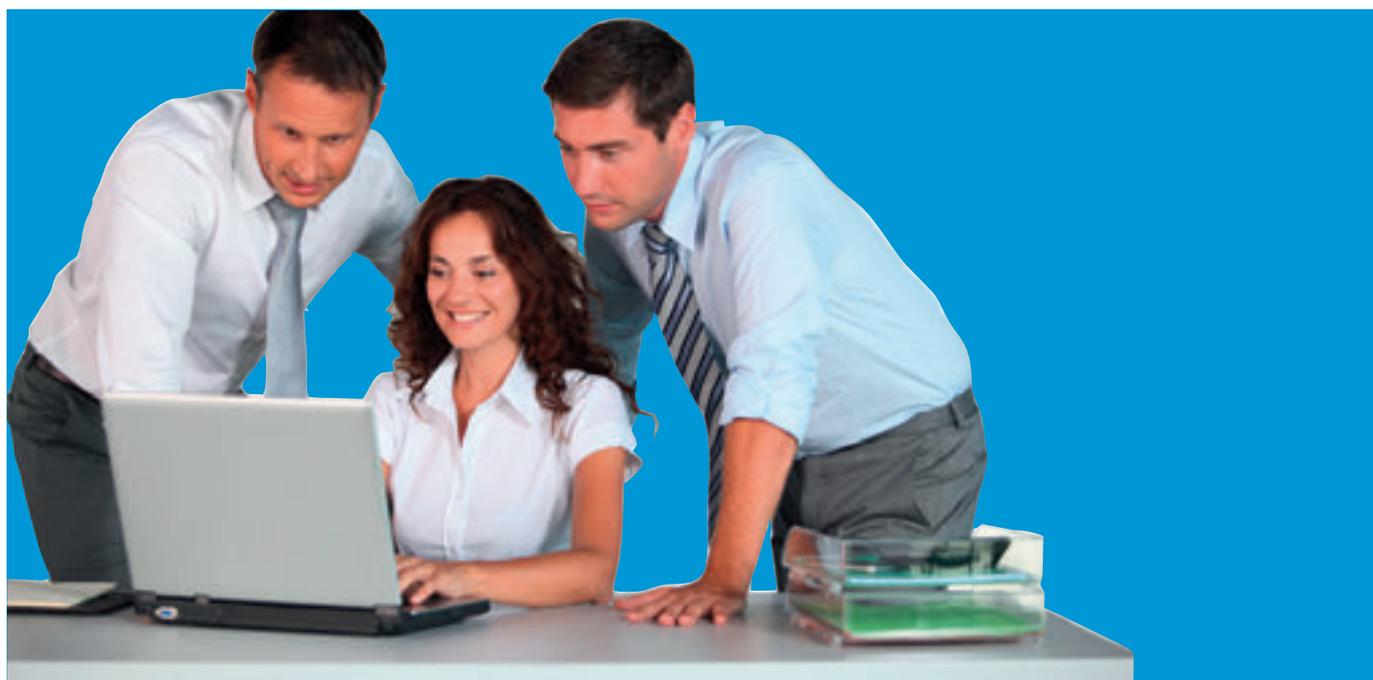
tec4u: Könnten Sie einige Beispiele für Prozessoptimierungen nennen, die Sie auf diesen Wegen umgesetzt haben?

Charles Prussky: Unser erstes Digitalisierungsprojekt diente der Reduzierung des Anteils der papiergebundenen Prozesse. Im Transportbereich lag dieser Anteil zu diesem Zeitpunkt bei mehr als 50 Prozent. Durch die Einführung digitaler

Verfahren, also beispielsweise Scanner, Excel-Anwendungen und elektronische Archivierungssysteme, gelang es uns, die Zahl der Papiermappen um rund die Hälfte zu verringern. Damit ist nicht nur eine Reduzierung des Papierverbrauchs verbunden, sondern auch ein spürbarer Zeit- und Effizienzgewinn sowie eine verringerte Fehleranfälligkeit. Ein weiteres Beispiel ist die Einführung einer neuen Telefonanlage. Die Anregung dazu kam von unseren Sachbearbeitern. Sie gaben uns den Hinweis, dass sie sich unnötigen Aufwand sparen würden, wenn das System nach Aufruf der Telefonnummer etwa eines Kunden selbstständig die angezeigte Ziffernfolge anwählt, anstatt dass jeder Mitarbeiter selbst auf die Tasten drücken muss. Wenige Sekunden Zeitersparnis machen sich bei vielen Dutzend Anrufen und mehreren Dutzend Mitarbeitern in der Summe durchaus bemerkbar.

tec4u: Welche der inzwischen eingeführten digitalen Lösungen hat für Sie denn das größte Zukunftspotenzial?

Charles Prussky: Das ist nicht die eine Lösung, sondern ein Bündel von Maßnahmen zur Umstellung analoger in elektronische Vorgänge. Der Hauptnutzen ist die Eliminierung der meisten Brüche im Datenfluss. Wir haben uns beispielsweise bewusst gemacht, wie viele Vorgänge zwischen der Registrierung eines Fahr-





zeugs am Tor und dem Be- und Entladen an der Rampe ablaufen. Die Minuten, ja, Sekunden, die wir auf diesem Weg einsparen, summieren sich über Tage, Wochen und Monate zu erstaunlichen Größen, die entsprechende Kosten verursachen. Ein wichtiges Digitalisierungsthema war beispielsweise die EDI-Anbindung. Wir hatten ursprünglich für fast jeden unserer Kunden eine separate EDI-Lösung im Einsatz. Das konnte unsere IT-Abteilung einfach nicht mehr stemmen. Heute ist EDI in eine Standardlösung eingebunden, alle Prozesse laufen nun per Kundenlabel und EDI-Schnittstelle in unsere IT. Über Excel werden Daten wie die am Tor registrierte Fahrzeugnummer, der Standort des Fahrzeugs und Anzahl der entladenen Kartons etc. prozessiert. Da unsere Kunden großen Wert auf die Absicherung der Waren legen, haben wir heute eine lückenlose GPS-Trailer-Überwachung und effiziente Telematiksysteme implementiert. In Verbindung mit einer Transportmanagementlösung, in der jedes Fahrzeug angemeldet ist, lassen sich weitere Zeitgewinne erzielen. Wenn die erhobenen Daten etwa eine Vorhersage für den Zeitpunkt des Eintreffens eines Fahrzeugs am Tor erlauben, kann man sich am Gate und an der Rampe bereits vorbereiten, was die Abfertigung erheblich beschleunigt und effizienter gestaltet. Unabhängig vom einzelnen Vorgang erlaubt dies auch eine weit verbesserte Beherrschung von Schwankungen bei den Aufträgen, also der Kapazitätsplanung – es kommt durchaus vor, dass an einem Tag 45 Fahrzeuge im Einsatz sind und am nächsten nur 15. All das führt nicht nur zu einer Prozessoptimierung bei uns, sondern auch zu einer stark verbesserten Servicequalität für unsere Kunden – und somit zu einer höheren Kundenzufriedenheit.

tec4u: Kann man die Effizienzgewinne durch Digitalisierung denn auch in Euro und Cent beziffern?

Charles Prussky: Das ist nicht immer in beliebiger Tiefe möglich. Oft funktioniert es aber schon. So können Sie etwa beim eingangs erwähnten Beispiel der Papiereinsparung leicht die Summe errechnen, die durch den Wegfall der Papier- und Aktenkosten eingespart wurden. Wir haben bei einigen solcher Optimierungsschritte natürlich Kosteneinsparungen erzielt und überlegen, einen Teil davon an unsere Mitarbeiter weiterzugeben. Wir könnten uns vorstellen, dass das gut ankommen und die Motivation der Kolleginnen und Kollegen, in diesem Sinne weiterzuarbeiten, nochmals steigern würde. Zudem würde so greifbarer, was Digitalisierung konkret bewirkt.

tec4u: Und wie wird es künftig bei PostNord Deutschland in dieser Hinsicht weiter gehen?

Charles Prussky: Ich bin mit dem Weg, den wir beschritten haben, zufrieden. Wir sehen die Vorteile digitaler Lösungen für unsere Prozesswelt. Unser Verfahren, uns zweimal im Monat zu treffen, Bilanz zu ziehen und neue Digitalisierungsfelder zu erschließen, werden wir in jedem Fall beibehalten. Ich sehe noch weiteres Potenzial für die Zukunft, und es wird die Zeit kommen, wo künstliche Intelligenz eine führende Rolle spielt. Da wird es sich vermehrt um verbesserte Prognosen, proaktive Prozesse und Sicherheitsaspekte drehen. Wir gehen darauf zu, machen aber einen Schritt nach dem anderen. Big-Bang-Verfechter sind wir nicht.

Die selbstlernende Zivilisation

Technologien aus dem Werkzeugkasten der Künstlichen Intelligenz werden nach dem Willen der Ingenieure nicht nur unsere Mobilitätskonzepte und unsere Wertschöpfungsketten revolutionieren, sondern auch unsere Gesellschaft in eine smarte Zivilisation integrieren.



KI und Gesundheitswesen

Sensoren, Apps, Algorithmen, Big Data, Cloud, lernfähige Systeme – ein immer unübersichtlicher werdender Technologieschatz hält in allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft Einzug. Autonome Maschinen und Geräte, lernende Roboter, Prognoseinstrumente und proaktiv handelnde Systeme aller Art lassen sich für eine unbegrenzte Vielfalt von Einsatzgebieten heranziehen. Basis dafür ist eine flächendeckende leistungsfähige IT- und Kommunikationsinfrastruktur, die die Vernetzung beliebig vieler Gegenstände und eine jederzeit und überall abrufbare Echtzeitkommunikation ermöglicht. Unter dieser – nicht gerade trivialen und angesichts des schwachen Ist-Zustands in Deutschland problematischen – Voraussetzung werden sich unser Alltag und alle Ebenen unserer Lebensumstände in den nächsten Jahrzehnten drastisch verändern. Einige Schlaglichter machen das Potenzial von KI für die nahe Zukunft deutlich.

Im Bereich der Medizin denkt man im Zusammenhang mit KI häufig an lernfähige Systeme, die sich auf Patienten einstellen, vom Operations- bis zum Pflegeroboter. Auch die bildgebenden Verfahren profitieren von der Mustererkennung mit KI, indem Diagnosen vereinfacht und beschleunigt werden können. Intelligente nicht-invasive Untersuchungstechniken – etwa mit Minisensoren – helfen ebenfalls dabei, Krankheiten früh zu erkennen. Und da vernetzte KI-Systeme ihren Wissensbestand an jedem Ort jederzeit zur Verfügung stellen können, entfallen langwierige Konsultationen oder Datenaustauschprozesse.

Verschiedene Kooperationen von KI-Unternehmen und Pharmakonzernen machen Hoffnung auf eine Beschleunigung der Arzneimittelentwicklung, wo derzeit für ein neues Medikament bis zu 15 Jahre zu veranschlagen sind. IBMs Watson for Drug Delivery ist so ein KI-System, das diesen Zeitraum drastisch verkürzen soll, indem es große Mengen an genetischen und klinischen Daten durchsucht. Es nutzt u.a. die natürliche Sprachverarbeitung, um Millionen von Seiten zu lesen und die kontextuelle Bedeutung in der Forschung zu verstehen. Erste Einsätze verliefen bereits positiv. So gelang mit Watson-Hilfe in nur wenigen Monaten die Identifikation von bestimmten Proteinen, die mit dem Auftreten von amyotropher Lateralsklerose (ALS) in Verbindung gebracht werden können, einer äußerst schweren degenerativen Erkrankung des Nervensystems.

Das Pharmaunternehmen GlaxoSmithKline glaubt, dass die Zeit, die das Unternehmen braucht, um eine Krankheit ins Visier zu nehmen und dann ein Molekül dafür zu finden, von fünfenehalb Jahren auf nur ein Jahr reduziert werden könnte.

Insgesamt sind Medikamentenentwicklung und Medizintechnik nur zwei Beispiele für die vielen erfolgversprechenden KI-Tummelplätze. Doch die Vorteile der neuen Technologie reichen weit darüber hinaus und betreffen die Problemzonen unseres gesamten Gesundheitswesens. „Der Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Medizin könnte helfen, schwere Krankheiten früher zu erkennen, Millionen von Menschen besser zu therapieren – und allein in Europa die prognostizierten Gesundheits- und Folgekosten binnen zehn Jahren um eine dreistellige Milliardensumme zu senken.“ Dies ist die positive Botschaft einer Studie des Beratungs- und Forschungsunternehmens PricewaterhouseCoopers (PwC).

Die PwC-Studie konzentrierte sich auf drei besonders verbreitete Krankheitsbilder: Fettleibigkeit bei Kindern, Demenz und Brustkrebs. Beim Thema Übergewicht zeigen erste klinische Studien, dass sich mithilfe künstlicher Intelligenz womöglich schon aus den Gesundheitsdaten von Zweijährigen ablesen lässt, welche Kinder einem besonders hohen Risiko ausgesetzt sind, später an Fettleibigkeit zu leiden. Diese Erkenntnisse könnten es ermöglichen, das Problem sehr viel früher anzugehen als das heute der Fall ist. Bei Demenzerkrankungen werden die meisten Fälle frühestens diagnostiziert, wenn entsprechende kognitive Veränderungen feststellbar sind. Dank künstlicher Intelligenz dürften Diagnosen häufig schon auf Basis regulärer Vorsorgeuntersuchungen möglich werden. Eine klinische Studie aus den Niederlanden zeigt, dass sich KI-Verfahren mit herkömmlichen Diagnosemethoden wie der Magnetresonanztomografie kombinieren lassen. Auf diese Weise wurden Alzheimer-Erkrankungen in einem sehr frühen Stadium mit einer Genauigkeit von 82 bis 90 Prozent festgestellt. Beim Thema Brustkrebs ist besonders bemerkenswert, dass bisherige Forschungen nicht nur bei der Diagnose, sondern auch bei der Therapie auf enorme Fortschritte hindeuten. So war künstliche Intelligenz bei einer Pilotstudie in der Lage, mit mehr als 70-prozentiger Genauigkeit vorherzusagen, wie

eine Patientin auf zwei herkömmliche Chemotherapie-Verfahren reagieren würde. Angesichts der enormen Verbreitung von Brustkrebs geht die PwC-Untersuchung davon aus, dass der Einsatz von KI immense Kostensenkungen für das Gesundheitssystem brächte. So könnten über die nächsten zehn Jahre kumuliert schätzungsweise 74 Milliarden Euro eingespart werden. Beim Thema Fettleibigkeit beziffert PwC das Einsparpotenzial sogar grob auf 90 Milliarden Euro, bei der Demenz sind es etwas acht Milliarden.

KI in der Energieversorgung

In dem diversifizierten und dezentral organisierten Energienetz, das das Ergebnis der Energiewende sein soll, ist ein hoher Komplexitätsgrad mit der Forderung nach höchster Versorgungsqualität zu kombinieren – ein perfektes Anwendungsfeld für KI-Technologie. Durch die Verarbeitung großer Datenmengen unter Einbeziehung von Sekundärinformationen lässt sich mit KI ein solch heterogenes Energienetz aus vielen verschiedenen Erzeugungsanlagen koordinieren und auf den Bedarf abstimmen.





- Öffentliche Verwaltung und Bildung: E-Government, elektronische Bildungsangebote, Katastrophenschutz
- Gesundheitswesen: E-Health, M-Health, verbundene medizinische Geräte
- Gebäudemanagement: Gebäudeautomatisierung im Bereich Klima, Licht, Sicherheit
- Mobilität: adaptive Verkehrslenkung/Signalsteuerung, Parkraum-Management, nachfragegesteuertes (Maut-) Gebührenmanagement
- Infrastruktur: Sensor-Netzwerke,
- Wasserversorgung und Recycling: Digitales Wasser- und Abwasser-Management, Plattformen für Ressourcenkoordinierung
- Kommunikation: schnelles Internet (5G-Netzwerkabdeckung), freie WLAN-Angebote, Ultra-Breitband-Versorgung
- Energieversorgung: Smart Grids, Smart Meters, intelligente Energiespeicherung
- Bürgerservices: ökologische Mobilitätsangebote, Plattformen für ehrenamtliches Engagement, Smart Lifestyle
- Sicherheit: Überwachung, Biometrie, Verbrechenvorhersage

Die Aufgabe: Wetterdaten (Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit usw.) müssen mit den Parametern der regionalen Energieerzeugung kombiniert werden, so dass deren Leistung entsprechend geregelt, mit Speichertechnologien vernetzt und mit dem prognostizierten Verbrauch abgestimmt werden kann. Big-Data-Technologie zur Echtzeitverarbeitung großer Datenmengen und KI-Prognoseinstrumente sind hier das Mittel der Wahl.

Auch innerhalb von Gebäuden bietet KI Chancen: Intelligente Software kann die Heizungs- und Klimaanlage proaktiv regeln und damit den Verbrauch spürbar senken.

Keine Smart City ohne KI

Die Stadt von Morgen wird smart sein. Das bedeutet: Immer mehr Objekte wie Gebäude, Verkehrs-, Logistik- und Energieversorgungseinrichtungen und Fahrzeuge werden über das Internet vernetzt sein und auf Informationen aus ihrer Umgebung reagieren können. Basis dafür ist eine intensive Nutzung von KI-Systemen. Die Marktforscher von Frost & Sullivan haben in einer Studie die wichtigsten Einsatzgebiete von KI im urbanen Bereich herausgearbeitet:

Smart-City-Lösungen auf KI-Basis werden laut dieser Studie derzeit vor allem von großen IT-Unternehmen wie Google, IBM und Microsoft entwickelt. Zu erwarten ist aber eine Welle von neuen Playern auf diesem Gebiet. Schließlich geht es um einen riesigen Markt, dessen Volumen Frost & Sullivan bis 2025 auf über zwei Billionen US-Dollar beziffert. Der Aufwand, Städte in Bestandteile eines Internets der Dinge zu verwandeln, ist in der Tat hoch. Allein eine intelligente Verkehrsführung muss Computer-lesbare Verkehrszeichen, Interaktion mit menschlichen Verkehrsreglern, mit Sensoren gespickte Straßenbeläge, Fahrzeuge und Gebäude und viele andere Elemente mehr enthalten.

Am Ende sollen Städte zu selbstlernenden und sich automatisch entwickelnden urbanen Einheiten werden. Und diese wiederum sollen das Skelett für eine globale, sich selbst intelligent steuernde Zivilisation darstellen.

Mit Industrie 4.0 Beute machen

Subscription-Geschäftsmodelle können die technologischen Möglichkeiten von Industrie 4.0 in langfristigen unternehmerischen Erfolg überführen

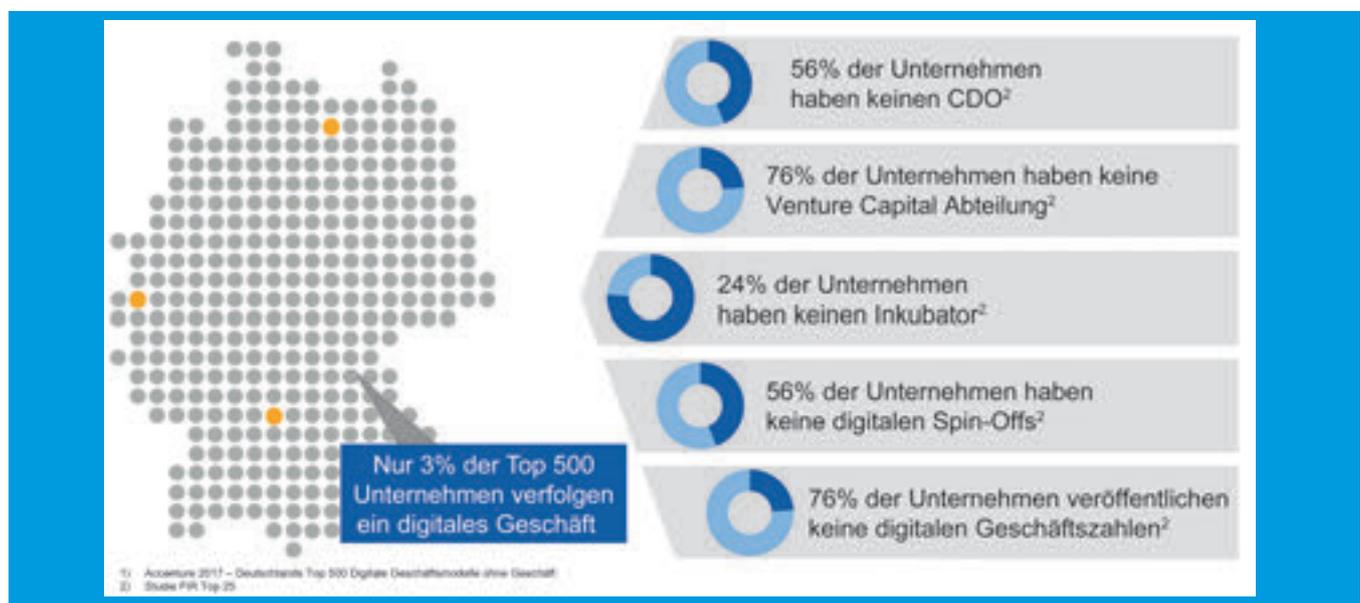
Von Dr.-Ing. Philipp Jussen

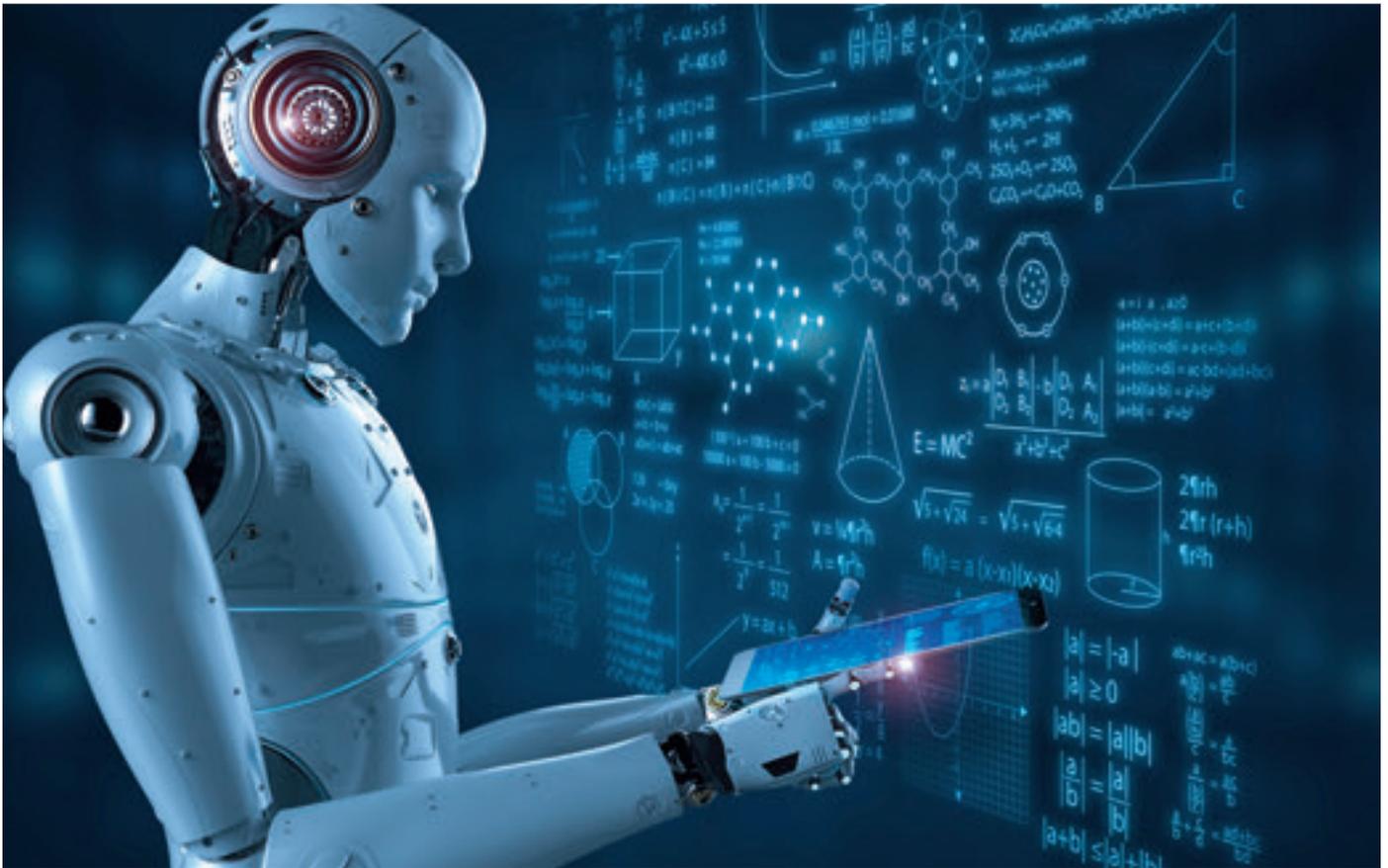
Bereichsleiter Dienstleistungsmanagement am FIR an der RWTH Aachen und Managing Director Center Smart Services

Durch die Durchdringung der physischen Welt mit Informations- und Telekommunikationstechnologien stehen vermehrt und massenhaft Daten zur Verfügung. Diese Daten sind der Rohstoff für neue Leistungen, indem Sie dabei helfen die Zusammenhänge in der realen Welt immer besser quantitativ abzubilden und zu verstehen. Auf Basis dieser Daten lassen sich Logistikketten optimieren, Maschinen gezielter einstellen oder Ausfälle vorhersagen. Die Möglichkeiten des permanenten Lernens und Verbesserns gilt es in neue Geschäftsmodelle zu übersetzen. Ziel dieser neuen Form von Geschäftsmodellen ist es nicht mehr, dem Kunden einzelne Produkte oder Services zu verkaufen, sondern ihm den Zugang zu einer sich ständig verbessernden Leistung zu bieten. Diese Form von Geschäftsmodellen, meist verbunden mit einem Erlösmodell, das dem Kunden diesen Zugang auf Basis regelmäßiger Zahlungen gewährt, wird als Subscription-Geschäftsmodell bezeichnet. Basierend auf einem nie dagewesenen Kundenverständnis, ermöglicht durch Massendaten und einer radikalen Kundenorientierung, schaffen diese Geschäftsmodelle langfristige dynamische Kundenbeziehungen. Beispiele aus dem Consumer-Bereich, wie diese Geschäftsmodelle bran-

Seit der Einführung des Begriffs „Industrie 4.0“ wird das Thema international in Wirtschaft und Forschung in zahlreichen Initiativen und Projekten behandelt. Enorme wirtschaftliche Potenziale wurden in diversen Studien beziffert, um den revolutionären Charakter dieser Entwicklung zu unterstreichen.

Tatsächlich lässt sich weder auf volkswirtschaftlicher noch auf unternehmensspezifischer Ebene ein signifikanter Beitrag von Industrie 4.0 nachweisen. Digitale Umsätze sind in den Geschäftsberichten deutscher Unternehmen und insbesondere in der produzierenden Industrie praktisch nicht nachweisbar. Trotz aller Marketingbemühungen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus sich als digitale Vorreiter zu positionieren, verkauft die deutsche Industrie nach wie vor überwiegend Produkte, Maschinen, Anlagen und klassische After-Sales-Services. Eine echte Innovation oder gar Transformation dieser klassischen Geschäftsmodelle ist bisher nicht erkennbar.





chenprägend wirken, sind zahlreich. Anbieter wie Netflix oder Spotify ermöglichen eine vollkommen neue Form des Konsums von Filmen, Serien und Musik. Anstatt zu versuchen, einzelne Filme, Serien oder CDs über einen definierten Kanal (Kino, TV-Sender, Musikgeschäft) zum Kunden zu pushen, stellen die Anbieter dem Kunden ihre Leistung unabhängig von Zeit, Ort und Medium zur Verfügung. Im Gegensatz zu etablierten Anbietern (Filmproduktionsgesellschaften, TV-Sendern), die die Reaktion auf ihr Angebot im besten Fall aus Fragebogenstudien oder Verkaufszahlen ablesen können, erhalten Anbieter wie Netflix ein vielfach detailliertes Verständnis des Verhaltens und der Bedürfnisse der Kunden. Jeder Kunde ist zu jedem Zeitpunkt der Nutzung beobachtbar und damit analysierbar. Dabei nutzen die Anbieter diese Informationen, um ihre Leistung kontinuierlich und vor allem schnell zu verbessern. Diese Transformation lässt sich ebenfalls für Branchen beobachten, wo das physische Produkt ein wesentlicher Bestandteil der Leistung ist. Hersteller von Wärmetechnik wie Vaillant oder Viessmann gehen dazu über, ihren Kunden Wärmeleistung anstelle von Heizkörpern zu verkaufen. Nahezu jeder große Automobilhersteller experimentiert aktuell mit Subscription-Geschäftsmodellen. Subscription-Geschäftsmodelle ermöglichen dem Kunden gegen eine monatliche Zahlung den Zugriff auf eine ganze Flotte an Fahrzeugen, teilweise mit unbegrenzten Wechselmöglichkeiten zwischen den

einzelnen Fahrzeugen. Zulassung, Wartung oder Service ist im Angebot enthalten. Der Anbieter hat seinerseits jederzeit das Recht, das Fahrzeug zwecks Service oder aus einem beliebigen Grund auszutauschen. Die Fahrzeuge, welche sich im Besitz des Anbieters bzw. Herstellers befinden, sind miteinander vernetzt. Das Nutzungsverhalten des Kunden wird so vollständig transparent. Ebenso können dem Kunden neue digitale Leistungen rund um seine Mobilitätsbedürfnisse angeboten werden.

Erfolgreiche Anbieter im Maschinen- und Anlagenbau gibt es auch: BOGE, Hersteller von Druckluftkompressoren, bietet seinen Kunden gegen eine tägliche Gebühr den Zugang zu einem Optimierungstool. Dieses analysiert das Verhalten der Kompressoren und liefert Erkenntnisse zur Leistungs- bzw. Effizienzsteigerung. Für den Kunden ist die permanente Optimierung aufgrund der verhältnismäßig hohen Betriebs- bzw. Energiekosten von Kompressoren von großem Interesse. Das erfolgreiche Angebot von Subscription-Modellen gelingt langfristig nur durch eine echte Transformation der bestehenden Geschäftsmodelle; mithin ein Grund, warum etablierten Anbietern die Umstellung besonders schwerfällt. Nahezu jeder Aspekt eines Unternehmens ist für das Angebot von Subscription-Geschäftsmodellen zu hinterfragen. Die Umstellung ist dabei weitaus größer, als lediglich eine Anpassung des Erlösmodells. Zunächst setzen Subscription-Geschäftsmodelle die datenmäßige Erfassung des Kundenverhaltens voraus. Hierzu sind ein vernetztes physisches Produkt sowie eine entsprechende technische Infrastruktur zur Integration verschiedener Datenquellen unabdingbar. Mit der Gestaltung von Subscription-Geschäftsmodellen und der Organisation zur Erbringung dieser Geschäftsmodelle befasst sich das FIR an der RWTH Aachen.

<https://www.accenture.com/de-de/top500-2018>

<https://www.cnet.com/roadshow/news/2018-new-car-subscription-service-guide-buying-leasing>

Lernen aus Daten

IoT-Plattformen für die system übergreifende Datennutzung

Von Jörg Hoffmann, stv. Bereichsleiter Informationsmanagement am FIR an der RWTH Aachen

Die Verfügbarkeit von Daten in Unternehmen ist in den vergangenen Jahren stark angestiegen und wird aufgrund der vernetzten Digitalisierung immer weiterwachsen. Unternehmensintern werden Daten in verschiedensten Abteilungen für die verschiedensten Prozesse in unterschiedlichsten Formaten und Qualitäten erzeugt: Klickdaten im Marketing, Testdaten in der Entwicklung, Maschinendaten in der Produktion oder Kundennutzungsdaten der eigenen Produkte und Services. Die Verwertung der Daten beschränkt sich heute oft auf abteilungsinterne Fälle. Das liegt daran, dass andere Abteilungen weder Transparenz über verfügbare Daten haben noch diese erhalten. Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, dass einige Anwendungssysteme eine übergreifende Datennutzung nicht zulassen, weil sie Daten in proprietären Formaten anbieten. Unternehmen fehlen damit die Voraussetzungen für optimierte Prozesse, moderne Kundenkommunikation und durchgängig datenbasierte Services. Es muss daher eine unternehmenseinheitliche Strukturierung der Datenverwaltung geschaffen werden.

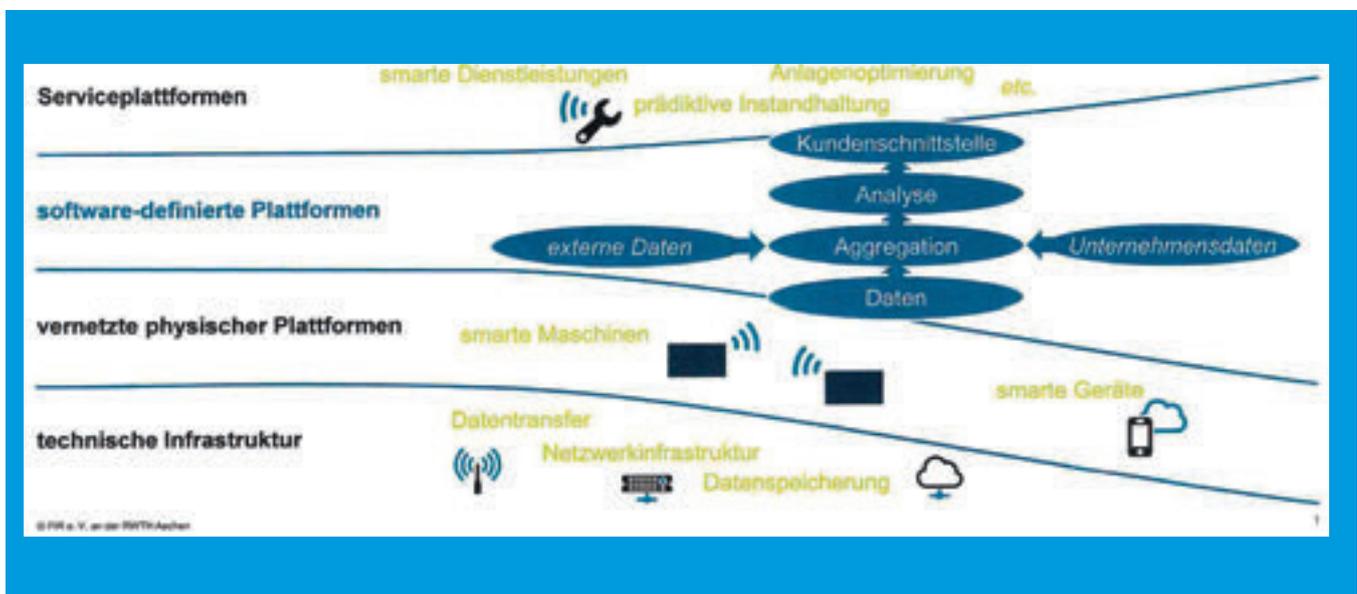
Strukturierung von Unternehmensdaten

Technologisch gesehen entstehen Unternehmensdaten auf verschiedenen Ebenen. Sie können etwa von Maschinen oder Menschen in Anwendungssystemen erzeugt und für interne Entscheidungsprozesse genutzt oder Kunden in Form von Services angeboten werden. Um diese verschiedenen Ebenen zu strukturieren, wurden vom Arbeitskreis Smart Service Welt der acatech – der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften – vier Ebenen definiert (siehe Abbildung 1).

Auf unterster Ebene befindet sich die technische Infrastruktur, um Datentransfer und -speicherung sowie die Anbindung an das Internet und Unternehmensnetzwerk zu realisieren. Die darüber liegende Schicht beinhaltet die Datengenerierung beispielsweise durch smarte Maschinen und Geräte, die als vernetzte physische Plattformen bezeichnet werden. Software-definierte Plattformen nehmen diese Daten auf, aggregieren und analysieren sie und stellen sie als Informationen zur Verfügung. Dabei wird auch auf externe Datenbestände zurückgegriffen. Serviceplattformen bilden dann die Schnittstelle zum Kunden, über die Unternehmen auf Basis der generierten Informationen smarte Dienstleistungen anbieten. Die letzten beiden Ebenen sind von struktureller Natur und zeigen, wie Daten durchgängig von der Erzeugung über die Verarbeitung zur Nutzung im Unternehmen und durch den Kunden verarbeitet werden können.

IoT-Plattformen

Unternehmen arbeiten heute noch selten mit Software-definierten Plattformen. Das ist darin begründet, dass die notwendige Software erst seit wenigen Jahren verfügbar und daher auch unbekannt ist: IoT-



Vier Ebenen der Smart-Service-Welt (eigene Darstellung)

Plattformen können die Schicht zwischen smarten Geräten und Maschinen sowie vorhandenen Unternehmensdaten bilden. Einige Anbieter von IoT-Plattformen sind in Abbildung 2 aufgeführt.

IoT-Plattformen umfassen folgende Funktionen: Sie besitzen vielfältige Schnittstellen-Bibliotheken gängiger Formate – von UPC UA bis zu generischen Webservices. Sie können verschiedene Datenbanken anschließen, um Daten zu speichern und zu verwalten. IoT-Plattformen haben ein breites Angebot an Analysemethoden, die bis zu komplexen Machine-Learning-Algorithmen reichen. Fast alle IoT-Plattformen bieten darüber hinaus einfache Editoren für Apps. Dabei handelt es sich nicht unbedingt um Apps für das Smartphone, sondern eher um die Darstellung von Informationen in Form von Dashboards oder um Apps, mit denen Maschinen bedient werden. Ergänzt werden diese Kernfunktionen um IT-Sicherheitsfunktionen, die Schnittstellen und enthaltene Datenbestände schützen. Außerdem bieten IoT-Plattformen offene Entwicklungsumgebungen, die sowohl von klassischen Softwareentwicklern genutzt werden können, als auch von „normalen“ Anwendern. Letztere können durch sogenannte No-Code-Umgebungen mit grafischen Elementen einfache Programmierungen vornehmen.

Auswahl und Einführung von IoT-Plattformen in Unternehmen

Um IoT-Plattformen zum Zweck der verbesserten Datennutzung im Unternehmen einzuführen, bedarf es einiger Vorarbeit: Unternehmen müssen zuerst Ziele festlegen, die sie mit der Plattformeinführung verfolgen, diese sollten über Anwendungsfälle detailliert werden. In diesen Anwendungsfällen wird

beispielsweise beschrieben, wie Daten aus der Produktion zur Produktionsoptimierung genutzt werden können. Auf Basis der Anwendungsfälle erfolgt eine Ist-Betrachtung der aktuell vorhandenen Geräte, Maschinen und Anwendungen. Dies identifiziert eventuelle Lücken oder notwendige Veränderungen, die Voraussetzung für den effektiven Einsatz einer IoT-Plattform sind. Bei der Auswahl von konkreten Softwareprodukten werden aus diesen Anwendungsfällen notwendige Funktionsblöcke der IoT-Plattform herausgearbeitet. Erst dann kann über eine IT-Marktrecherche eine Vorauswahl an Plattformen getroffen werden. Bei Bedarf werden die aussichtsreichsten Anbieter zu einer Systempräsentation eingeladen, in der alle anhand derselben Anwendungsfälle ihre Lösung vorstellen, um eine gute Vergleichbarkeit zu garantieren. Auf Kosten-Nutzen-Basis wird daraufhin eine Entscheidung gefällt. Anschließend empfiehlt es sich, die IoT-Plattform nach dem Konzept des Minimal-Viable-Products zu implementieren. Statt einer umfangreichen, lang andauernden Implementierung wird mit schnell zu erreichenden, einfachen Ergebnissen gearbeitet. Dies hilft dabei, die Funktionalität der Plattform besser zu verstehen und schneller Erfahrungen zu sammeln. Zudem liefern schon die ersten Ergebnisse direkten Nutzen für das Unternehmen.

Aus Daten lernen – mit IoT-Plattformen

Der Einsatz von IoT-Plattformen ist ein moderner Weg, um aus den vielfältigen Unternehmensdaten zu lernen und datenbasiert Entscheidungen zu treffen. Unternehmen optimieren so ihre Prozesse und generieren neues Geschäft mit ihren Kunden. Nicht zuletzt helfen IoT-Plattformen dabei, allen Mitarbeitern den Zugang zu Daten und ihrer Auswertung zu geben. Statt langwieriger Excel-Exporte arbeiten sie mit Live-Daten und können ihre Ergebnisse anderen Mitarbeitern zeitnah zur Verfügung stellen.

Das FIR an der RWTH Aachen führt Marktstudien zu IoT-Plattformen durch und verfügt über umfangreiche Erfahrungen bei der Begleitung von Konzept, Auswahl und Implementierung.

Literatur

Smart Service Welt 2015. Abschlussbericht. Acatech
Forrester Wave 2016. IoT-Softwareplattformen. Forrester.com
Krause et al. 2017. IoT-Plattformen für das Internet der Dinge. Fraunhofer Verlag
Hoffmann 2018. Informationssystem-Architekturen produzierender Unternehmen bei software-definierten Plattformen. Apprimus Verlag



Übersicht über einige wichtige IoT-Plattform-Anbieter (eigene Darstellung)

Hocheffiziente Low-Cost-Montage von Elektro- fahrzeugen

Neue Fertigungsverfahren ermöglichen eine bedarfs- und kostenoptimierte Serienfertigung des e.GO Life.

Von Maike Schrickel, David Hedderich und Volker Lücken

Die 2015 im Umfeld des RWTH Aachen Campus gegründete e.GO Mobile AG greift auf ein großes Partnernetzwerk aus Wissenschaft und Wirtschaft zurück, um mit neuesten Entwicklungs- und Produktionsmethoden Elektromobilität schon heute erlebbar und bezahlbar zu machen und eine kontinuierliche Integration innovativer Ansätze zu verwirklichen. Der viersitzige e.GO Life ist nun das erste Fahrzeug, das mit Hilfe dieser agilen Entwicklungsmethoden und unter Verwendung neuester Industrie 4.0-Technologien ab März 2019 am Aachener Standort in Serie produziert wird.

Um eine schnelle und kostengünstige Entwicklung des e.GO Life zu garantieren, steht die agile Produktentwicklung im Vordergrund. Angelehnt an die modernen Entwicklungsprozesse der Softwareindustrie werden dabei nun auch physische Produktänderungen im Rahmen von kurzzyklischen Produktiterationen agil umgesetzt, und in Anlehnung an das Scrum-Verfahren in Sprints realisiert. Dieser Ansatz ermöglicht somit eine stetige Adaption an veränderte Rahmenbedingungen und trägt insbesondere der rapiden Veränderung des Technologieumfeldes des Fahrzeugs Rechnung. Als Ausgangspunkt für die Entwicklung dienen User Stories, die den Lösungsraum für Innovationen gezielt an den Kundenanforderungen ausrichten. Durch diese Integration in den iterativen Fahrzeugentwicklungsprozess

wird das Fahrzeug intensiver auf die Wünsche und realen Nutzungsabsichten der Kunden ausgerichtet. Neben einer Erhöhung der Mehrwerte für die Kunden werden zudem die Entwicklungszeiten bis zur Marktreife reduziert. Außerdem lässt sich auf diese Weise der Trend hin zu einer immer stärkeren und schnelllebigeren Fragmentierung in kundenindividuelle Fahrzeugkonfigurationen aufgrund von regions- und nutzungsspezifischen Anforderungen adressieren.

Eine Adaption hin zu agilen Prozessen fand, neben der Entwicklung, auch in der Produktion des e.GO Life statt. Kostenintensive und starre Produktionssysteme können zukünftigen Anforderungen der Automobilproduktion nicht gerecht werden und erfordern neue Ansätze für eine kostenreduzierte und damit wirtschaftliche Fertigung von Elektrofahrzeugen in dezentralen Wertschöpfungsstrukturen. Um auch in der Produktion in kürzeren Schritten auf die Produktänderungen reagieren zu können, ist eine hohe IT-Transparenz und eine flexible Anpassung der Produktionsstrukturen notwendig. Deshalb wurde bei der e.GO Mobile AG eine durchgängige IT-Systemarchitektur etabliert, damit alle beteiligten Fachbereiche auf einem Datenbestand redundanzfrei arbeiten können. Die Datenaufnahme und -analyse dient neben der Überwachung von produktionsbezogenen Kennzahlen und Zustandsdaten vor allem der Anomalie-Detektion und der Identifikation von Produktivitätspotenzialen. Dies geschieht unter Zuhilfenahme spezifischer Analyseverfahren und Algorithmen, unter anderem auch aus dem Feld der künstlichen Intelligenz. Die flexible Anpassung der Produktionsstrukturen ist vor allem durch eine investitionsarme Montage umsetzbar, die zudem in einem skalierbaren Produktionsnetzwerk einfach erweitert werden kann. Der Verzicht auf ein Presswerk für den Karosseriebau, auf die Lackiererei und auf ein fixiertes Montagefließband sind Zeugnisse dieser Ansätze. Um bei den flexiblen Montagestruk-



turen auch in Zukunft voranzugehen, wurde das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Forschungsprojekt LoCoMo initiiert, welches die e.GO Mobile AG in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern umsetzt. Dieses befasst sich in vier Säulen mit der flexiblen Low-Cost-Montage. Als erste Säule steht eine zukünftige Automatisierung des e.GO-Life-Chassis im Rahmen der Produktion im Mittelpunkt. Hierbei wird das Fahrzeug befähigt, ab einem bestimmten Fertigungsstand eigenständig durch eine intelligent gesteuerte und optimierte Inselfertigung in der Montage zu fahren. Als weiterer Schwerpunkt werden im Projekt Ansätze realisiert, Montagevorrichtungen automatisch aus Konstruktionszeichnungen abzuleiten und eine auch kurzfristig angepasste Herstellung dieser spezifischen Vorrichtungskomponenten durch additive Fertigungsverfahren umzusetzen. Der dritte Schwerpunkt des Projekts beschäftigt sich mit dem Einsatz weiterer additiv gefertigter Elemente, um Toleranzen – beispielsweise zur Ausrichtung der Türen – direkt auszugleichen und somit kostenintensive und hoch-iterative Positionsüberprüfungen in der Montage aufzubrechen. Als vierte Säule hat sich das Konsortium die Erforschung der flexiblen Low-Cost-Montagestrukturen im Gesamtverbund und der damit in Verbindung stehenden notwendigen Echtzeit-Steuerungslogik gesetzt. Im Kontext der „Maschinen mit Köpfchen“ gilt es insbesondere, diese übergreifende Produktionsoptimierung unter kontinuierlicher Integration neuartiger Ansätze auszunutzen und im Hinblick auf diese Low-Cost-Montage mit umzusetzen.

Die Inselfertigung als Produktions- und Montagestruktur kann hierfür, insbesondere in Verbindung mit selbstfahrenden Chassis in Produktion und Montage, auch eine Basis darstellen, um eine Adaption und Flexibilisierung im Hinblick auf die Komplexität und Variantenvielfalt zu ermöglichen. In heutigen konventionellen Fahrzeugendmontagen werden maximal verschiedene Derivate eines Fahrzeugtyps auf einer Produktionslinie gefertigt. Um diese höhere Flexibilität zu erreichen, ist es erstrebenswert, dass für einen hochdiversen Teil der Fertigungslinie auf variantenspezifische Montageinseln gewechselt wird, während das Basisfahrzeug vorab weiterhin in einer klassischen Fertigungslinie montiert wird. Diese Montageinseln werden durch das selbstfahrende Chassis je nach Fahrzeugkonfiguration in unterschiedlicher Reihenfolge automatisiert angefahren. Auf diese Weise kann auf Produktänderungen und Konfigurationspräferenzen leichter reagiert und Investitionen hinsichtlich der Produktionsinfrastruktur wie z.B. Montagebänder reduziert werden.



Nach Fertigstellung des Basisfahrzeugs, bestehend aus Chassis und vollständigem elektrischem Antriebsstrang, auf der nun verkürzten Produktionslinie wird der e.GO Life temporär mit einer Steuer- und Kommunikationseinheit sowie zwei Laserscannern ausgestattet. Über die lokale Wahrnehmung des Chassis durch die Laserscanner-Sensorik wird das Umfeld mit kartiert, wobei sich Hindernisse erkennen lassen. In Zusammenarbeit mit der zentralen Echtzeit-Steuerungslogik wird dann eine übergreifende und teilweise KI-gestützte Fertigungsoptimierung



vorgenommen und das Fahrzeug zu den variantenspezifischen Montageinseln gesteuert. Diese Umfelderkennung kann weiterhin durch eine Fusion mit Kameras, welche als Teil der Infrastruktur der Fertigungslinie installiert werden, ergänzt oder fusioniert werden. Durch die Ansätze der automatisierten Chassis und weiterer im Fokus der Forschung befindlicher Low-Cost-Montageverfahren ergeben sich in der Endmontage vollkommen neue Möglichkeiten zur bedarfsorientierten Optimierung der Fahrzeugfertigung. Diese ermöglichen es, die

bereits umgesetzten agilen und kostenoptimierenden Verfahren im Rahmen der Entwicklung und Fertigung des e.GO Life auch zukünftig weiterzuführen, und die vielfältigen aus der Forschung resultierenden Ansätze kontinuierlich in die Serienfertigung sowie alle Unternehmensprozesse zu integrieren.



KI schafft Wissen, Wissen schafft Erfolg

*Daniel Fallmann ist Gründer und Geschäftsführer der Mindbreeze GmbH, einem Anbieter von Software für das Wissensmanagement in Unternehmen. **tec4u** sprach mit ihm über die Möglichkeiten, die die KI-Technologie modernen Unternehmen eröffnen kann.*



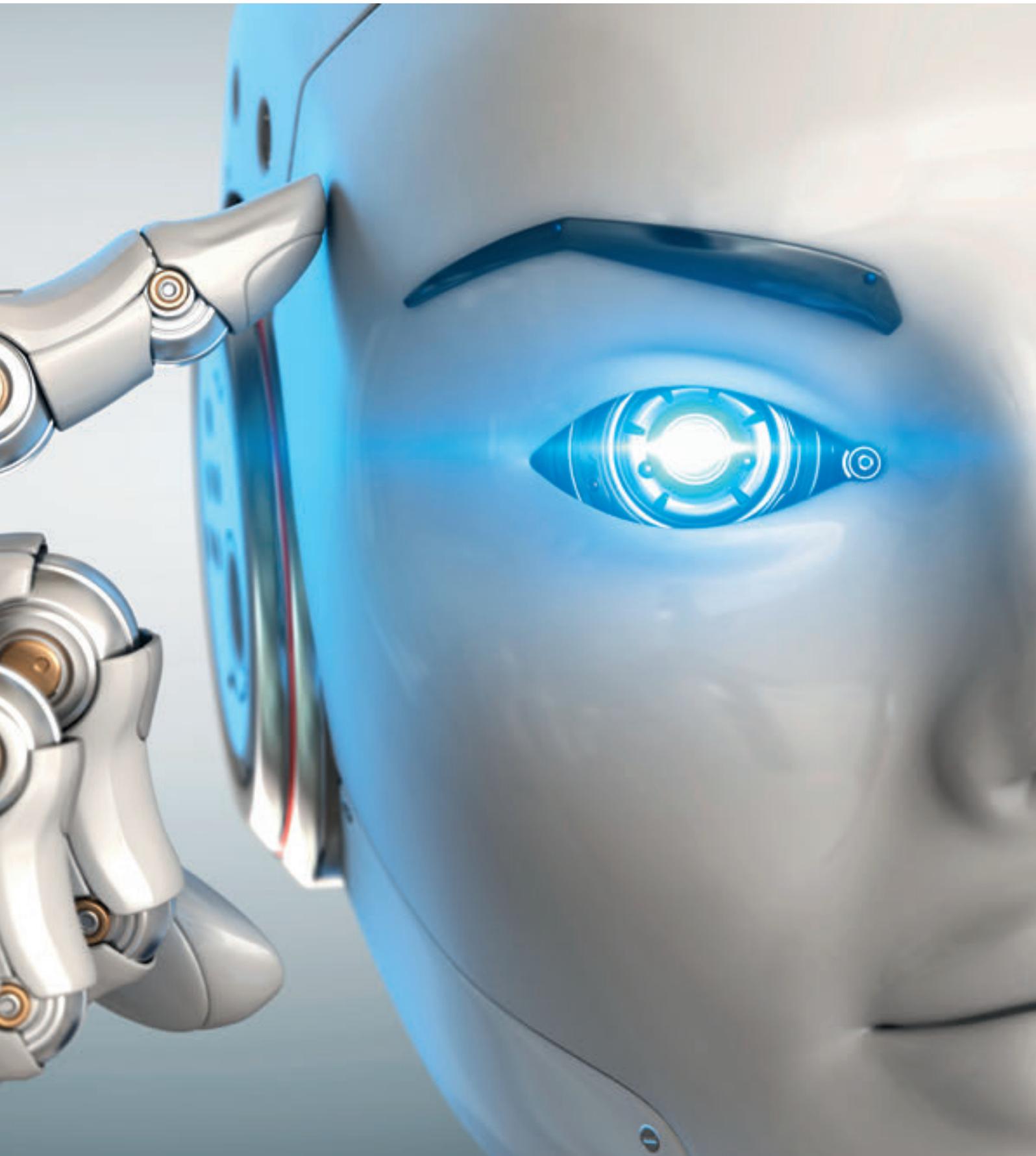
tec4u: Herr Fallmann, wie kann sich denn Künstliche Intelligenz heute in den Unternehmen schon nützlich machen?

Daniel Fallmann: Unternehmen sind ja ständig daran interessiert, ihre Geschäftsprozesse zu optimieren. Dazu nutzen sie seit Jahren verschiedenste Softwaretools wie Business Intelligence, Analytics etc. Durch die verfügbaren KI-Technologien tritt nun ein Wandel ein: Es geht nicht mehr nur darum, die Effizienz der Geschäftsprozesse ständig zu verbessern, sondern immer mehr darum, die Geschäftsprozesse zu transformieren – und mit ihnen das ganze Unternehmen. Das bedeutet, dass am Ende nicht einfach mehr Effizienz in den bestehenden Abläufen entsteht, sondern dass ganz neue Prozessoptionen zur Verfügung stehen, die das im Unternehmen schlummernde Wissen erwecken können, um völlig neue Möglichkeiten, Handlungsoptionen und Erfolgsstrategien zu schaffen. KI kann nämlich die in Hunderten von Anwendungen hochgradig verstreut im Unternehmen lagernden Informationen sammeln, analysieren, verknüpfen und für jeden speziellen Zweck intelligent aufbereiten. Am Ende verfügen die Mitarbeiter über ein Wissensarsenal, das einen Kreativitäts-Quantensprung ermöglicht, wenn es intelligent eingesetzt wird.

tec4u: Können Sie das durch ein Beispiel etwas konkretisieren?

Daniel Fallmann: Ein Beispiel wäre das intelligente Management des Informationsflusses ins Unternehmen – Stichwort Kundenservice. Die Ansprüche der Kunden sind über die Jahre hinweg immer weiter gestiegen. Sie wollen eine rasche Bearbeitung und natürlich vor allem eine schnelle Lösung für ihr Problem. Nehmen wir an, Sie hätten ein Problem mit einem Produkt. Das Erste, das Sie wahrscheinlich tun werden, ist auf der Website des Anbieters zu recherchieren, ob es bereits Aufzeichnungen gibt, die das Problem in Sekundenschnelle lösen. Wenn Sie nicht fündig werden, kontaktieren Sie im zweiten Schritt das Support-Team und bitten um Unterstützung. Das Support-Team weiß im besten Fall eine rasche Lösung. Manchmal ist aber selbst das beste Support-Team überfragt. Also wird die Anfrage weitergeleitet, bis jemand eine Antwort parat hat. Dies bedeutet einen enormen Koordinationsaufwand für das Unternehmen und natürlich lange Wartezeiten für den Kunden. Mithilfe von KI vereinfacht sich dieser Prozess und die vom Kunden gestellte Frage kann rasch und ordnungsgemäß beantwortet werden. Der Kunde formuliert sein Anliegen im Suchfeld auf der Website. Vorhandene Beiträge auf der Website werden proaktiv analysiert und ähnliche Fragen beziehungsweise Antworten als mögliche Lösungen schon direkt während dem Erstellen einer neuen Anfrage zur Verfügung gestellt. Dadurch müssen weniger Anfragen an den Support Desk des Unternehmens gestellt werden und klassische Anliegen und Probleme können sofort und unkompliziert bereits auf der Webseite beantwortet werden. Sollte für eine Anfrage keine Lösung gefunden werden, kann diese aufgrund der automatischen Zuteilung zum zuständigen Fachbereich deutlich effizienter bearbeitet werden.

tec4u: Neben der Automatisierung von Informationsflüssen lässt sich also mittels KI Wissen gezielt veredeln und an jeweils autorisierte Mitarbeiter verteilen?



Daniel Fallmann: Ganz genau. Und dies ist für die Unternehmen von immenser Bedeutung. Die KI-Lösung verschafft sich aus den einschlägigen Quellen die auf jeden Mitarbeiter zugeschnittenen Autorisierungen beziehungsweise Wissensanforderungen für seinen Aufgabenbereich. Damit lässt sich zum einen sicherstellen, dass nur Mitarbeiter mit den entsprechenden Berechtigungen Zugang zu kritischen Informationen bekommen, zum anderen bekommt jeder genau die Informationen, die er braucht oder wünscht. Nehmen Sie als Beispiel einen Fertigungsbetrieb, der komplexe Bauteile verarbeitet. Für eine Bewertung soll eine detaillierte Sicht auf ein bestimmtes Bauteil generiert und dargestellt werden. Die KI-Software stellt aus unzähligen strukturierten und unstrukturierten Datenquellen diese Darstellung zusammen. Dazu gehören beispielsweise Fotos, technische Datentabellen, Wartungsunterlagen, Betriebsanleitungen, Memos im pdf-Format und so weiter. Das Ergebnis ist eine digitale Repräsentation des Gegenstands, ein „Digital Twin“. Weil es sich aber um ein sensibles Bauteil handelt, ist die Darstellung von unternehmenskritischer Bedeutung. Die KI-Lösung sorgt nun dafür, dass jeder Mitarbeiter, der Zugang zu dieser Darstellung erhält, nur so viel zu sehen bekommt, wie er aufgrund seiner Berechtigungen

sehen darf. Und er darf nur all das sehen, was aus Datenquellen stammt, für die er eine Autorisierung hat. KI behält also bei der Erarbeitung und Darstellung des digitalen Zwillinges ununterbrochen den Überblick über die komplexen Zugangsberechtigungen. Das erlaubt eine hoch effiziente Kollaboration ohne Sicherheitsprobleme oder Kompetenzüberschreitungen.

tec4u: Wissen wird in der genau passenden Dosierung an die genau passenden Nutzer geleitet, und das in der für jede Aufgabe genau passenden Aufbereitungsqualität. Das klingt nach einem Produktivitätsturbo.

Daniel Fallmann: Dieser Turbo wird in der Zukunft noch eine enorme Leistungssteigerung erfahren, nämlich wenn die Generierung und Präsentation von Wissen bereits proaktiv erfolgt. Statt dass ein Mitarbeiter Zeit mit dem Suchen nach allen für einen Arbeitsschritt relevanten Informationen in Datenbanken, Archiven, Textdokumenten, E-Mails etc. verbringen muss, wird ihm das notwendige Wissen bedarfsgerecht aufbereitet zum passenden Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Sie kann die Prozessschritte jeweils mitverfolgen und konsequent proaktiv die dafür aller Wahrscheinlichkeit nach benötigten Informationen aufsuchen, strukturieren und aufbereiten, sodass der Nutzer zum richtigen Zeitpunkt über die optimale Wissensbasis verfügt – auch hier wieder unter Beachtung aller Autorisierungen und Sicherheitsregelungen. In Verbindung mit einem Kalender lassen sich auf ähnliche Weise auch die für ein bestimmtes Meeting benötigten Unterlagen zeitgenau zusammenstellen. Der Produktivitätssprung, der hiermit einhergeht, wird den Unternehmen künftig einen Innovations- und Kreativitätsschub mitgeben, der sie im Wettbewerb spürbar stärkt. KI ist damit ein unverzichtbarer Erfolgsfaktor, unabhängig von der Branche des betreffenden Unternehmens.



Wissens- gesellschaft mit beschränkter Haftung

Künstliche Intelligenz ist ein entscheidendes Werkzeug für die Schaffung und das Management einer modernen Wissensgesellschaft. Doch kann sie die Gefahren und Probleme einer solchen Zivilisation nicht aus der Welt schaffen.

Während des 30-jährigen Kriegs waren astrologische Berechnungen nicht selten ein bestimmender Faktor bei der Planung von Schlachten. Johannes Kepler erstellte in dieser Zeit Horoskope für den böhmischen Feldherrn Albrecht von Wallenstein, die dessen Vorgehen entscheidend beeinflussen sollen. Und dies, obwohl Kepler selbst davor warnte, das Horoskop als zementiertes Wissen anzusehen: Die menschliche Freiheit habe immer ein gewichtiges Wort mitzureden.

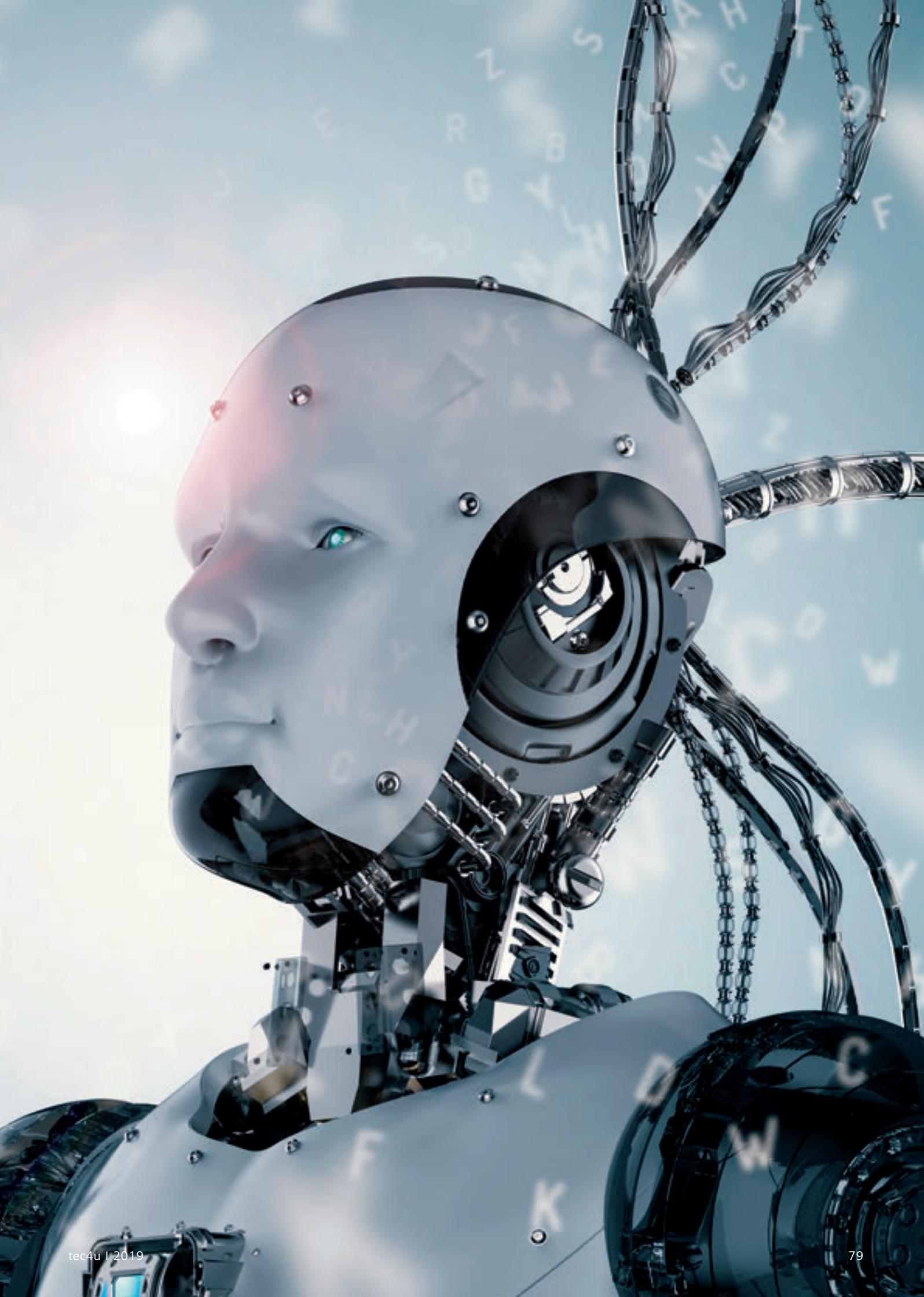
Vierhundert Jahre später ist die Astrologie – zumindest offiziell – aus der Politik verschwunden. Entscheidungen werden – zumindest offiziell – auf akzeptiertes Wissen oder fundierte Prognosen gestützt. Von digitalisierten Prozessen versprechen sich Experten eine verbesserte Wissensbasis für die wichtigen Weichenstellungen und KI soll hier einen weiteren Schub erzeugen: Am Anfang stehen Daten. Aus ihnen gewinnen Algorithmen Informationen und erzeugen durch Kombination mit anderer relevanter Information Wissen. Dies ist der Weg, auf dem Künstliche Intelligenz unsere Gesellschaft in eine Wissensgesellschaft transformieren wird.

Dabei geht es nicht allein um das Erzeugen von Wissen, für das KI-Systeme ein entscheidendes Instrument darstellen. KI wird zunehmend dazu beitragen, dass dieses Wissen in genau zum Kontext passender Form

und Fülle, in genau der optimalen Aufbereitung für alle befugten Adressaten zu jedem gewünschten Zeitpunkt und an jedem beliebigen Ort verfügbar ist. Gesichertes Wissen soll auf dem Fundament eines solchen intelligenten Wissensmanagements die Basis jeder gesellschaftlichen Entscheidung und Aktivität liefern und so Unvorgesehenes möglichst beherrschbar machen und Planungsaktionen optimieren.

Die Grundzüge einer Wissensgesellschaft, bei der laut Lexikon „individuelles und kollektives Wissen und seine Organisation vermehrt zur Grundlage des sozialen und ökonomischen sowie des medialen Zusammenlebens werden“, sind bereits heute zu erkennen. Per Smartphone stehen beispielsweise jederzeit umfassende Informationen über die Sehenswürdigkeiten einer Stadt zur Verfügung und erleichtern die Auswahl von Zielen, die Zerstreung oder Bildung versprechen. Unternehmen sind in der Lage, anhand von Daten über Verbraucherverhalten, Wirtschaftsentwicklung und historische Abverkaufsverläufe eine recht präzise Produktionsplanung für das Weihnachtsgeschäft aufzustellen. Und Regierungen nutzen aus Big-Data-Analysen gewonnenes faktisches und prognostisches Wissen dazu, langfristig wirksame Maßnahmen einzuleiten – etwa in den Bereichen Umwelt und Klima, innere und äußere Sicherheit oder Technologieförderung.

Der kanadische Soziologe Nico Stehr erklärt die Ursache für diese Entwicklung unserer Gesellschaft so: „Dass unsere derzeitigen entwickelten Industriegesellschaften als moderne Wissensgesellschaften bezeichnet werden können, liegt ... am unbestreitbaren Vordringen der modernen Wissenschaft und Technik in alle gesellschaftlichen Lebensbereiche und Institutionen.“ Dies wird beispielsweise daran deutlich, dass in der klassischen Industriegesellschaft die Wirtschaft von reinen Produktionsprozessen dominiert wird. In der im



Entstehen begriffenen Wissensgesellschaft nehmen dagegen wissensbasierte Prozesse, Branchen und Geschäftsmodelle einen wachsenden Raum ein: Grundlagenforschung, Marktforschung, Design, Entwicklung, Vertrieb und Logistik, Marketing, Kunden- und Beratungsservices, Management und so weiter.

Durch die Vernetzung per Internet ist Wissen grundsätzlich jedermann zugänglich, und jeder Mensch kann selbst zur Vermehrung des kollektiven Wissensschatzes beitragen, wie etwa das Projekt Wikipedia demonstriert. Künftig wird das gesamte Wissen der Gesellschaft zur Gänze digitalisiert verfügbar sein, wobei das Auffinden bestimmter Inhalte mittels Suchmaschinen immer zielgenauer und detaillierter wird. KI-Systeme tragen entscheidend dazu bei, dies in der Zukunft noch drastisch zu verbessern. Doch sowohl Wikipedia als auch Suchmaschinen sind nur so vertrauenswürdig wie die jeweiligen Quellen und Autoren. Wege zur Manipulation sind genügend vorhanden, was die Frage nach einer Qualitätssicherung für die Basis der Wissensgesellschaft aufwirft.

Kein Geist im Rechner

Die Frage ist: Wie viel besser werden unsere wissensbasierten Entscheidungen werden, wenn KI immer mehr zur tragenden Säule unserer gesellschaftlichen Prozesse wird? Wenn KI so smart ist: Sollte dann in Zukunft ein gigantisches „KI-Wesen“ entstehen, das alles Wissen der Welt enthält und damit alle Entscheidungen trifft? Würde die Menschheit dadurch erfolgreicher, der Einzelne glücklicher?

Bei der Beantwortung dieser Fragen sind zwei Betrachtungsebenen von Bedeutung: eine technische und eine inhaltliche.

Technisch ist zu hinterfragen, ob wir wirklich sicher sind, dass Algorithmen und Computer so perfekt arbeiten, wie wir das normalerweise annehmen. Die Einflussnahme durch Cyberkriminelle, die die Infrastruktur angreifen, lahmlegen oder zerstören, ist eine gewaltige Gefahr, deren sich die Regierungen und Unternehmen erst in den letzten Jahren ausreichend bewusst geworden sind. Eine Smart City oder ein großräumiges Smart Grid wird mehr oder weniger komplett am Tropf einer digitalen Infrastruktur hängen. Jede Beeinflussung durch Manipulation oder direkten Cyberangriff hätte dramatische Folgen, weit über regionale Ereignisse hinaus.

Doch es sind nicht nur kriminelle Eingriffe, die uns als Gesellschaft wachsam gegenüber einem allzu großen Vertrauen



in die Technologie machen sollten. Die Komplexität der unzähligen Softwarebausteine mächtiger KI-Lösungen könnte zu einem weiteren Problem werden. Es gibt keine Garantie, dass eine aufgabenbezogene KI-Lösung, die ja letztendlich ein Softwarepaket darstellt, von allen Rechenmaschinen mit ihren jeweils unterschiedlichen Betriebssystemen, Middlewaresystemen und so weiter auch auf identische Weise prozessiert wird und dann gleiche Ergebnisse liefert. Dass hier tatsächlich ein Problem liegt, zeigen Erfahrungen mit komplexen Klimamodellen. Unterschiedliche Großrechner, die ein und dasselbe Klimamodell mit identischen Ausgangswerten rechneten, warfen bei einem Test am Ende erstaunlich unterschiedliche Vorhersagen aus. Die Ursache lag offenbar in den unterschiedlichen Compilern und verwendeten Bibliotheken, aber auch in einer verschiedenen Handhabung von Optimierungsschritten und einem Rest nicht erklärbarer Gründe.

Das Kreuz mit dem Wissen

Während ein entsprechend hoher technischer und organisatorischer Aufwand diese Probleme in den Griff bekommen könnte, sind Gefahren durch inhaltliche Gesichtspunkte kaum ganz auszuschalten. Ausgangspunkt für die kommenden Herausforderungen ist die Frage, was denn nun Wissen eigentlich ist. „Wissen“, ein Gebilde aus sogenannten Fakten, aber auch Interpretationen, Theorien und Regeln, hängt mit „Gewissheit“ zusammen, und spätestens hier wird es kompliziert. Wie viel Gewissheit steckt im Wissen?

Daniel Fallmann, Gründer und Geschäftsführer des KI-Spezialisten Mindbreeze, sieht daher auch in der Bewertung des Wahrheitsgehalts von Inhalten eine große Herausforderung: „Ein enorm wichtiges Problem der Wissensgesellschaft ist es, unabhängiges von interessengesteuertem Wissen zu unterscheiden. Es ist sehr häufig schwer, die grundlegenden Fakten von der Story zu trennen, die uns von interessierter Seite (Politik,

Unternehmen, NGOs etc.) erzählt wird. Wo enden die Fakten, wo beginnt ihre Interpretation? KI-Systeme, die für die Wissenserzeugung trainiert werden, können nur so objektiv sein wie das Basiswissen, das ihnen antrainiert worden ist. Wenn sie mit unverifizierten Fakten gefüttert werden, werden sie falsche oder tendenziöse Informationen liefern. Hier werden wir in der Zukunft den Aufstieg eines neuen Geschäftsmodells erleben: eine Dienstleistungsbranche für die Verifizierung von Informationen. Viele Start-ups werden auf diesem Sektor Services anbieten. Und eines ist sicher: Ihre Lösungen werden allerhand an künstlicher Intelligenz nutzen.“

Wie aber soll jeweils „Wahrheit“ festgestellt und festgelegt werden? Vor Jahrzehnten gab es eine Art „Gatekeeper“ für anerkanntes Wissen, eine allseits akzeptierte Institution, die für Objektivität und Unabhängigkeit stand: der Brockhaus. Wer dort einen Begriff nachschlug, konnte sicher sein, dass alle Inhalte akribisch anhand der Quellen überprüft wurden. Im Zeitalter des Internet, wo unzählige Autoren Informationen auf den Marktplatz der Ideen werfen, gibt es keinen verlässlichen Hüter des Wissens mehr.

Selbst wissenschaftliche Fakten sind immer nur eine Momentaufnahme, sie können jeden Tag durch eine umstürzende Theorie verändert, ja ins Gegenteil verkehrt werden: Einsteins Relativitätstheorie machte Schluss mit der Absolutheit und Unendlichkeit von Raum und Zeit, die seit Newton den unhinterfragten Wissensschatz der Gelehrten bildeten. Und die Quantentheorie stellte das Konzept einer objektiv vorhandenen, unabhängig vom Beobachter existierenden Realität „da draußen“ grundsätzlich in Frage. Die Konsequenz ist eindeutig: Gewissheit ist eine unerreichbare Näherung, und wer diese Näherung als Absolutheit setzt, ist nicht nur unwissenschaftlich, sondern gefährlich: Er wird nämlich dazu neigen, von allen Mitmenschen zu verlangen, sich der ewigen Wahrheit zu beugen.

Genau dies würde eine KI-Maschine aber tun: Wenn alle Informationen gesammelt und analysiert sind, entsteht im digitalen Hirn eine zementierte Wirklichkeit, die entsprechendes Handeln auslöst –

es sei denn, es sind Schwellenwerte vorgesehen, ab denen das Handeln untersagt ist. Und dies, das Einbauen von Schwellen, zeigt, worum es bei der Akzeptanz der grundsätzlich segensreichen KI geht: Der Mensch muss der bestimmende Akteur bleiben. Er fällt die letzte Entscheidung, er legt fest, was KI soll oder darf und was nicht.

Jenseits der harten Naturwissenschaften wird das Problem der Verifizierung von Wissen noch gravierender. Oft liegt die Wahrheit nämlich im Auge des Betrachters – immer dann zumindest, wenn wir von den reinen Fakten zu ihrer Interpretation übergehen. Dass ein Krieg faktisch ist, also nach übereinstimmender Beobachtung der Beteiligten stattgefunden hat, ist unstrittig Teil des historischen Wissenskanons. Aber aus welchen Motiven die Kriegsparteien handelten (ein wichtiger Baustein für die Klärung von Verantwortung), ist unter Historikern möglicherweise umstritten, weil die Dokumente kein klares Bild ergeben. Unterschiedliche ideologische Lager werden daher einen jeweils eigenen Wissenskanon anlegen und den der Gegenseite als Lüge, Fake News oder Ähnliches bezeichnen. Da das zugrundeliegende Wissen lückenhaft ist, lässt sich eine endgültige Entscheidung über wahr oder falsch gar nicht treffen und es ist eine spezielle Herausforderung an ein entsprechendes Wissensmanagement, hiermit umgehen zu lernen.

Eine umfassende Lösung für die Probleme einer komplett digitalisierten Kultur und Zivilisation ist nicht in Sicht, vielleicht nicht einmal möglich. Die Unsicherheit und Unvorhersagbarkeit wird nicht aus der Welt zu schaffen sein. Für viele Menschen könnte darin aber mehr Trost als Enttäuschung liegen.



Der Wettlauf um die KI-Poleposition

Da KI ein enormes Transformationspotenzial bietet, hat ein Rennen um die führenden Positionen in diesem High-Tech-Bereich begonnen.

Die Experten sind sich einig: Künstliche Intelligenz ist DIE Schlüsseltechnologie des digitalen Zeitalters. Analysten von PricewaterhouseCoopers schätzen, dass KI 2030 15,7 Billionen Dollar zum globalen Sozialprodukt beisteuern wird. Sie wird sämtliche Ebenen von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik beeinflussen und transformieren – von der Bildung über die Wirtschaftsprozesse bis hin zu Polizei und Militär. Dies bedeutet: Wer KI beherrscht, hat Macht, wer hinterherhinkt, das Nachsehen. Kein Wunder, dass die Nationen der Welt sich ganz bewusst in einem Wettlauf sehen, der ihr künftiges Gewicht im Konzert der Wirtschaftsmächte entscheidend mitbestimmt. Immer wieder fühlen Experten den Staaten den KI-Puls, um zu ergründen, wie die Ausgangsbedingungen heute sind und wie die Zukunftsperspektiven aussehen. Konsens ist derzeit, dass die USA in Führung liegen, China schnell aufholt und Europa Gefahr läuft, abgehängt zu werden. Zwar gibt es immer wieder optimistische Statements zu den Aussichten der Europäer, doch angesichts der Erfahrungen bei der Digitalisierung ist Skepsis sicher nicht verkehrt: Insgesamt wirken sie etwas bemüht und beginnen allzu auffällig mit „Wenn“: „Wenn Europa ...“, „Wenn wir in Deutschland ...“ Diese „Wenns“ kennen wir seit vielen Jahren und in dieser Zeit sind die Schlüsseltechnologien der Digitalisierung in den USA und Asien geschaffen worden, weder in Deutschland noch in Europa.

Es gibt viele Kriterien, nach denen Experten Rankings zum Technologiestand ermitteln, Anzahl und Qualität der Veröffentlichungen zu KI, Zahl der Unternehmen, die sich auf diesem Feld engagieren, Umfang von umgesetzten Projekten und so weiter. Überall zeigt sich das bekannte Muster: Die USA führen vor China und Europa.

So beobachtet etwa Christian Stöcker, Professor an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg (HAW): „Die wichtigste KI-Konferenz der USA heißt NIPS, das steht für Neural Information Processing Systems. Zur NIPS 2017 wurden 3240 Paper eingereicht, davon wurden 679 akzeptiert. 91 stammten von Google und seiner Tochter Deepmind, weitere 40 von Autoren, die für Microsoft arbeiten. Unter den 57 Institutionen, die mehr als fünf Paper auf der Tagung unterbrachten, sind fünf europäische – und keine deutsche. ... Vielleicht reichen deutsche Forscher ihre KI-Arbeiten ja lieber bei einer großen europäischen Konferenz ein? Wie der International Conference on Machine Learning (ICML), die 2018 in Stockholm stattfand? 58 Institutionen kamen dort auf mehr als fünf angenommene Beiträge – und darunter sind immerhin zwei

Deutsche: das Max-Planck-Institut für intelligente Systeme und die Universität Tübingen. Zusammen kommen sie auf 21 Beiträge. Das ist beachtlich – genau so viel wie die Gesamtzahl der erfolgreichen Einreichungen von Facebook-Mitarbeitern. Zählt man alle Google-Paper bei der Tagung zusammen, kommt man auf 82. Das sind 13 Prozent aller erfolgreichen Einreichungen.“

Daraus wird nicht nur die Größenordnung des Abstands deutlich, sondern auch ein prinzipieller Unterschied: Während in den USA die Unternehmen den Bereich dominieren, sind es in Deutschland Forschungsinstitute. Entsprechend näher ist die KI-Forschung in den USA an der marktgerechten Umsetzung von Ideen. Das zeigt sich besonders, wenn man die Start-up-Szenen vergleicht: Forscher des Analystenhauses CB Insights ermittelten kürzlich die weltweit hundert erfolgversprechendsten Jungunternehmen im Bereich KI. Das Ergebnis dürfte den Deutschland-Optimisten zu denken geben: Unter den besten 100 waren satte 76 aus den USA, 8 aus China, jeweils 4 aus Großbritannien und Israel, 3 aus Kanada, 2 aus Japan und jeweils eines aus Taiwan, Frankreich und Spanien. Deutschland? Fehlanzeige. KI-Überflieger im Reich der Mitte? Was China angeht, sollte man sich von dieser Statistik nicht täuschen lassen: Das Land marschiert mit Riesenschritten in die KI-Zukunft – schwerpunktmäßig auf der Basis seiner großen Staatskonzerne. Die Regierung hat das Ziel ausgegeben, China bis 2030 zum Hauptzentrum für Forschung und Implementierung von KI zu machen. Eine wachsende Zahl von Fachleuten hält es für wahrscheinlich, dass dieses Vorhaben gelingen könnte. So sieht etwa der ehemalige Google-Chef in China, Kai-Fu Lee, das Land vor allem deshalb auf der Siegerstraße, weil es mehr oder weniger ohne hemmende Faktoren vorgehen kann: Die Chinesen seien daran gewöhnt, ihre Daten bedenkenlos und ohne Forderungen

nach Privatsphäre zur Verfügung zu stellen. Bei 800 Millionen Smartphone-Nutzern kommen somit riesige Datenmengen zusammen – eine perfekte Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von KI-Systemen.

Professor Martin Ruskowski, Leiter des Forschungsbereichs Innovative Fabrikssysteme am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern, weist auf unterschiedliche Schwerpunkte bei der Entwicklung von KI-Technologie in den diversen Regionen hin: „Während die USA sich besonders auf die Themen Rechenplattformen sowie Consumertechnik und soziale Medien konzentrieren, liegt der Fokus in China auf Sektoren, die für den Sicherheitsbereich entscheidend sind, wie etwa Sprach- und Bilderkennung. Hier in Europa geht es schwerpunktmäßig um Anwendungen für die Produktion und den Dienstleistungssektor sowie die Bereiche Medizin und Gesundheitswesen. Dabei greifen wir auf weltweit entwickelte Basistechnologien zurück und setzen darauf Lösungen auf, die einen Mehrwert für die Lebenswirklichkeit der Menschen bewirken.“

Ein sportlich-friedlicher Wettlauf dürfte das Thema in Zukunft jedoch kaum bleiben. Insbesondere China ist dabei, KI zur Durchsetzung politischer und militärischer Ziele einzusetzen. So verfolgt man beispielsweise im Westen die Philosophie, Waffensysteme mittels KI nur insoweit autonom zu machen, dass die letzte Entscheidung über den Einsatz tödlicher Gewalt von Menschen getroffen werden muss. In China dagegen wird ganz offen die Entwicklung vollständig autonomen Kriegsgeräts vorangetrieben. Strategen planen dort autonome U-Boote, die gegnerische Flotten völlig eigenständig angreifen und vernichten können, ohne dass Kontakt zu Menschen in einem Stützpunkt bestehen muss.

Hier wird deutlich, dass es Dimensionen der KI-Technologie gibt, die ohne internationale Abstimmung brandgefährlich wer-

den können. Wie jede technische Entwicklung hat auch KI ihre dunkle Seite.

KI zur Volkskontrolle

Ein besonders abstoßendes Beispiel für die Anwendungsmöglichkeiten der künstlichen Intelligenz lässt sich derzeit in China beobachten. Die dortige Führung verwendet die Technologie, um das chinesische Volk zu kontrollieren und zu steuern. So wurde in verschiedenen Pilotprojekten ein System getestet, das sämtliche Daten von Bürgern sammelt und mittels Big-Data-Technologie analysiert. Aufgrund dieser Informationen wurde ein Bewertungsinstrument geschaffen, mit dem das Bürgerverhalten nach staatlichen Kriterien belohnt oder bestraft werden kann. Verkehrsverstöße, Mietrückstände, Beteiligung an Demonstrationen – dies sind nur wenige der vielen möglichen Minuspunkte, die Chinesen sich aufladen können. Bei der Stellenbesetzung, Kreditvergabe und so weiter wirkt sich eine schlechte „Benotung“ dann zum Schaden des Bewerbers aus. Im Jahr 2020 soll dieses System allgemein eingeführt werden.

Nicht nur Big Data hilft bei der totalitären Bespitzelung der Bevölkerung: Mittels selbstlernender Systeme zur Personenerkennung erreicht die permanente Überwachung aller Aktivitäten der Bürger apokalyptische Ausmaße. 2020 sollen 600 Millionen intelligente Kameras alle Bürger auf Schritt und Tritt im Visier haben. Schon heute kann die Technologie Erfolge feiern: Durch ein Gesichtserkennungssystem war die Polizei in der Lage, einen Gesuchten unter den 60.000 Besuchern eines Popkonzerts aufzufinden. Kein Wunder, dass Miao Wei, Leiter des Ministeriums für Industrie- und Informationstechnologie, stolz auf den hohen Stand der KI-Technologie in China verweist: „Rein technisch gesehen liegen wir bei der Entwicklung von künstlicher Intelligenz noch hinter Industrieländern wie den USA zurück. Doch in Bereichen wie Spracherkennung, Haltungs- und Gesichtserkennung stehen wir schon an vorderster Front der Welt.“

Unter den vielen autoritären Regimen dieser Welt wird diese Form der Nutzung künstlicher Intelligenz sicher begeisterte Nachahmer finden.



„Die Fehlerhaftigkeit ist unsere Stärke“

Über die Unterschiede zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz, über Stärken und Schwächen der Welt der Algorithmen und über die Vorteile mangelnder Perfektion sprach tec4 mit dem Neurowissenschaftler, Biochemiker und Publizisten Henning Beck.

tec4u: Herr Beck, wie lautet denn Ihre Antwort auf die absolute Muss-Frage in jedem Interview über KI: Werden die Maschinen mit ihrer künstlichen Intelligenz einst den Menschen überholen und dann beherrschen?

Henning Beck: Überholen: Ja und nein. Beherrschen: Nein.

tec4u: Das müssen wir noch vertiefen. Beginnen wir mit dem Überholen. Was meinen Sie mit ja, was mit nein?

Henning Beck: Es gibt einige Aspekte der Intelligenz, bei denen uns die Maschinen durchaus überholen werden. Und das ist so, weil wir es so wollen und es dafür einen Markt gibt. Computer haben eine Fähigkeit, die uns abgeht: die totale Perfektion, wenn das Ziel ist, Muster in großen Datensätzen zu erkennen. Sie beherrschen Regeln perfekt und lösen damit Probleme.

Wenn die Regeln statisch und klar sind, sind uns Maschinen schnell überlegen. Die künstliche Intelligenz ist aber immer noch eine reine Datenverarbeitung auf Grundlage von Regeln und Vorschriften, die menschliche Programmierer festlegen. Diese Datenverarbeitung geschieht mit hoher Geschwindigkeit und Präzision. Unser Gehirn kann mit dieser Rasanz und Unfehlbarkeit nicht mithalten, hier sind wir also zum Teil bereits überholt und werden weiter abgehängt werden. Aber: Auch ein extrem fortgeschrittenes KI-System, eine sogenannte Superintelligenz, wird die Menschheit nicht beherrschen. Denn diese Art Intelligenz, also Regeln fehlerfrei zu erkennen und anzuwenden, ist noch lange nicht in der Lage, auch selbstständig zu planen. Maschinen können nicht aus dem Regelsystem herauspringen, das wir für sie entworfen haben. Sie sind eben nicht wie der Ingenieur in der Lage, Abläufe und Regeln zu hinterfragen und ein Problem völlig neu zu denken, mit anderen Worten: selbstständig kreativ zu sein, ohne das Ergebnis der kreativen Handlung immer vorausberechnen oder vorhersagen zu können. Maschinen perfektionieren Vorhandenes, während Ingenieure Neues erfinden. Von großer Bedeutung ist dabei auch die Zusammenarbeit zwischen Menschen. Wir sind am Ende die Besseren, weil wir kreativ und kooperativ arbeiten können. Der Goldstandard für das Denken ist nach wie vor das menschliche Gehirn.



tec4u: Dann ist also die Angst, dass uns Maschinen einst beherrschen werden, völlig unbegründet?

Henning Beck: Es mag philosophisch gesehen nicht völlig ausgeschlossen sein, dass intelligente Maschinen eines Tages so viel Eigenleben entwickeln, dass sie dem Menschen zur ernsthaften Konkurrenz werden. Aber das ist mehr Fiction als Science. Denn derzeit sehe ich weder konzeptionell noch technologisch einen Weg zu diesem Ziel. Und vor allem: Es hängt doch alles davon ab, ob wir eine solche Entwicklung wirklich wollen. Der Mensch stellt die Regeln auf, nach denen die Maschinen sich richten. Wer würde eine Unterjochungsmaschine entwickeln, die ihn in Existenznot bringt? Wer würde sie finanzieren? Und wo wäre ein Markt dafür, der Profit verspricht?

tec4u: Das klingt, als seien auch künstlich intelligente Maschinen nicht viel mehr als exzellente Taschenrechner. Warum sprechen wir denn dann überhaupt von Intelligenz?

Henning Beck: Das ist ein wichtiger Gesichtspunkt. Der Taschenrechnervergleich ist vom Prinzip her gar nicht falsch. Durch „Rechnen“, also das Ausnutzen von Algorithmen, die Regeln abarbeiten, können Computer hervorragende Leistungen hinsichtlich der Navigation in unübersichtlich komplexen Welten wie Bahnverbindungen, Verkehrsflüssen oder Börsenaktivitäten erzielen. Aber sie sind, wie gesagt, nicht selbstständig, entwickeln keine Kreativität und keine inneren Antriebe. Im Prinzip gibt es im Moment überhaupt keine Art von „künstlicher Intelligenz“, sondern bloß menschliche Intelligenz, die sich in Computerprogrammen verbirgt. Der Begriff der „künstlichen Intelligenz“ ist ein super Marketinggag, aber letztendlich doch bloße Statistik. Menschen verhelfen Maschinen zu einer simulierten Intelligenz, aber sie können ihnen keine Attribute wie Neugier, Stolz, Kreativität etc. vermitteln, weil es keinen Algorithmus gibt, der dies leisten könnte. Es gibt keine perfekten Regeln, mit denen man Neugier gleichsam herberechnen kann.

tec4u: Dann scheint es so, als ob die Begriffe, die wir im Zusammenhang mit der künstlichen Intelligenz in den Mund nehmen, zu sehr an unseren menschlichen Fähigkeiten orientiert sind.

Henning Beck: Eindeutig. Intelligenz allein ist ja schon ein vielschichtiger Begriff, bei dem das, was Computer können, also das Erkennen von Mustern und Berechnen von Trends aus riesigen Datenmengen, nur eine Teilmenge darstellt.



Lernen, verstehen, planen ... all diese Begriffe, die wir im Zusammenhang mit der Beschreibung von KI-Systemen verwenden, sind unserer menschlichen Selbsterfahrung entnommen. Oft sind sie gar nicht scharf zu definieren: Wo fängt bewusstes Planen an, wo hört algorithmenbasierte Planungsvorbereitung auf? Was unterscheidet unser Verstehen von Zusammenhängen von der datenbasierten Aufbereitung aller vernetzten Aspekte der gleichen Situation? Was passiert, wenn unser Gehirn lernt, was heißt Lernen bei einem Computer? Es sind letztlich einfach nur Marketingbegriffe, die Fähigkeiten suggerieren, die in Wahrheit nur wir Menschen haben und letztlich das voraussetzen, was wir Bewusstsein nennen. Sie alle sind bei uns Menschen das Ergebnis von vielen, zum Teil noch gar nicht im letzten Detail verstandenen Gehirnaktivitäten, nicht nur einer regelbasierten „Intelligenzanwendung“.

tec4u: Beschränktheit in Perfektion auf der Maschinenseite, Unbegrenztheit mit Fehleranfälligkeit beim Menschen?

Henning Beck: So könnte man sagen, ja. Aber das führt, wenn wir uns selbst beobachten, sofort zu einem Minderwertigkeitsgefühl: Was? Wir sind fehlbar? Niemand will weniger als perfekt sein. Gerade das aber, unsere Fehlerhaftigkeit, ist unsere Stärke. Sie ermöglicht es uns, out of the box zu denken, neue Perspektiven einzunehmen, uns und unsere alten Denkpfade zu hinterfragen und damit Neues zu entdecken. Menschliches Denken beruht auf Fehlertoleranz, maschinelle Intelligenz auf Effizienz und Perfektion. Bewusstsein kann vermutlich nur aus ersterer Variante erwachsen, Letztere kann nicht aus dem Rad der Regeln heraustreten und geistiges Neuland beschreiten. Maschinen, so wie sie momentan arbeiten, machen zwar nie einen Fehler, haben aber auch nie eine gute Idee.

tec4u: Dann ist also unser Streben nach Perfektion und Fehlerlosigkeit der Kreativität eher abträglich?

Henning Beck: So ist es. Uns wird eingeredet, dass wir nur durch größte Effizienz in den Denkprozessen vorankommen. Das ist fatal, denn gerade der Verzicht auf die Unfehlbarkeit ermöglicht ein Neudenken: Wo Perfektion herrscht, herrscht Stillstand. Denn wenn alles perfekt ist, wohin sollst du dann noch schreiten? Fortschritt verträgt sich nicht mit der Endstation Perfektion, und mit der Sucht nach Fehlerlosigkeit, Schnelligkeit und Effizienz im Denken versuchen wir ironischerweise den Maschinen ähnlicher zu werden, menschliche Intelligenz also der künstlichen anzunähern statt umgekehrt. Die Gefahr ist nicht, dass die Maschinen uns überflügeln, sondern dass wir die Maschinen unterflügeln.

tec4u: Von uns Deutschen sagt man ja manchmal, uns sei die Innovationskraft abhandengekommen. Ist da vielleicht etwas dran? Schließlich gelten wir ja auch als notorisch perfektionistisches Volk.

Henning Beck: Ich denke, dass da etwas dran ist. Dass wir wenig Toleranz gegenüber Fehlerhaftigkeit haben, sieht man daran, wie in Deutschland Unternehmer behandelt werden, die mit einem Geschäft

erst einmal gescheitert sind. Sie haben wenig Chancen, wieder auf die Beine zu kommen. Banken verweigern Kredite, in der Kollegenwelt werden sie gemieden. Im Silicon Valley habe ich das Gegenteil erfahren: Dort wird manchem Unternehmer, der bereits mit Ideen gescheitert, zugestanden, daraus lernen zu können. Sie haben Erfahrungen gesammelt, die anderen Start-ups von Nutzen sein können. Es ist kein Zufall, dass in einem solchen Umfeld ständig neue Ideen zum Vorschein kommen. 90 Prozent davon sind vielleicht nicht zu realisieren. Aber unter den restlichen 10 Prozent kann das nächste „große Ding“ sein, das die Menschheit bereichert. Und oft auch die Erfinder und ihre Unternehmen bereichert.

tec4u: Womit ein Bogen geschlagen wäre von der Neurowissenschaft über technische Innovation zu Wirtschaft und Wohlstand. Herr Beck, wir bedanken uns für das Gespräch über dieses spannende Thema.



METROPOLITAN CITIES

Designing Ecosystems for Innovation

Von Dr. Gerhard Gudergan und Denis Krechting,
Metropolitan Cities GmbH und FIR an der RWTH Aachen

Durch die Vernetzung und Mobilisierung von geografisch verteilten Orten soll eine europäische Modellmetropole mit einzigartigem Charakter entstehen. Dies haben sich zahlreiche Unternehmen, Forschungseinrichtungen und die öffentliche Hand für die Entwicklung der fünftgrößten Metropolregion Europas, der Metropolregion Rhein-Ruhr, zum Ziel gesetzt und die Initiative METROPOLITAN CITIES ins Leben gerufen. Ausgehend vom Potenzial von über 12 Mio. Einwohnern, etwa 400.000 Studierenden, den meisten Start-up-Gründungen in der Republik, etablierten Konzernen und High-Tech-Start-ups, wurde eine einzigartige Vision für METROPOLITAN CITIES formuliert: die Abschaffung aller innovations- und mobilitätsbehindernder Barrieren. Die Region soll sich verhalten und entwickeln wie „ein großes Ganzes“. Ökosysteme für Innovationen sollen forciert werden und Innovationen sollen unmittelbar in der Region umgesetzt und erprobt werden. Dass dies funktionieren kann, soll anhand der Bewerbung der Metropolregion Rhein-Ruhr um die Olympischen und Paralympischen Spiele 2032 demonstriert werden.

Die Region der Zukunft: Digital vernetzt und nachhaltig

METROPOLITAN CITIES setzt dort an, wo man jeden Tag den Bedarf an Innovation vor Ort spüren

kann. Die Metropolregion Rhein-Ruhr ist besonders dicht besiedelt. In der Staustatistik nimmt sie einen Spitzenplatz ein und man muss gar nicht erst auf die Grenzwerte von CO₂, NO_x oder SO_x zu schauen, um zu erkennen, dass etwas geändert werden muss. Viele Themen können unmittelbar angegangen werden, deshalb konzentriert sich METROPOLITAN CITIES auf eben diese Themen und leitet daraus Handlungsfelder ab. So sollte ein großer Teil der Fahrten in den Städten so bald wie möglich emissionsfrei erfolgen, um Fahrverbote zu vermeiden. In stadtnahen Bereichen sollten mehr Menschen mit weniger Fahrzeugen bewegt werden können, um Staus und Parkplatznot zu reduzieren.

Auf dem Weg zur nachhaltig vernetzten Metropolregion sind allerdings zahlreiche Hürden zu nehmen. Unsere heutigen Mobilitätsangebote, Straßen und Trassen sind überlastet und können prinzipbedingt nur noch eingeschränkt die wachsenden Personen- und Güterströme aufnehmen. Anforderungen an saubere Städte fordern saubere Antriebskonzepte, wie Wasserstoff oder Elektro, deren Erfolg wiederum vom Ausbau der dafür nötigen Infrastrukturen abhängt. Die Verfügbarkeit von schneller und nahtloser Konnektivität ist noch kein Selbstverständnis und bremst auch in der Metropolregion Rhein-Ruhr eine schnelle Weiterentwicklung. Die Städte und Kommunen sind im Laufe der Jahrhunderte gewachsen. Quartiere und Gebäude, die durch neue Mobilitätsformen vernetzt sind und flexibel nutzbaren Raum für Leben und Arbeiten bieten, befinden sich noch in der Konzeptphase. Die Aktivitäten der Städte und Kommunen zielen auf die wesentlichen Schwerpunkte, könnten jedoch durch eine stärkere Abstimmung weitaus mehr Schlagkraft gewinnen. Für METROPOLITAN CITIES ist es deshalb bedeutsam, die Vielzahl der Optionen in eine konvergente Entwicklungsstrategie zu integrieren.

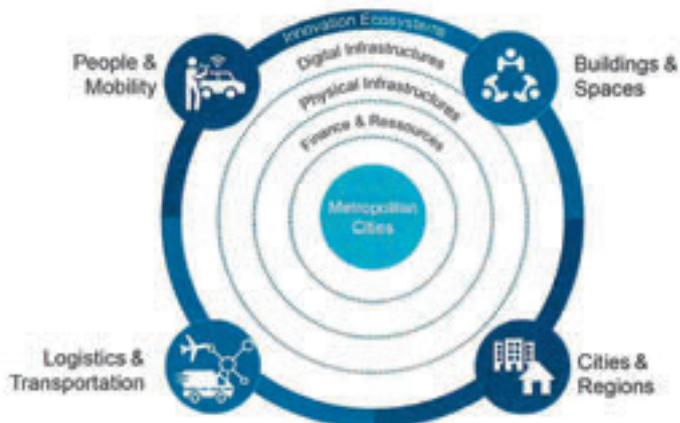
METROPOLITAN CITIES als Gemeinschaftsaufgabe

Das Ziel von METROPOLITAN CITIES besteht darin, ein ökonomisch und ökologisch sinnvolles Zukunftskonzept für durch Digitalisierung und neue Mobilitätsformen vernetzte Metropolregionen von morgen zu entwickeln und umzusetzen. Dies kann nur als eine Gemeinschaftsaufgabe verschiedenster Anspruchsgruppen und Beteiligter verstanden werden. Software- und Logistikindustrie, Fahrzeughersteller, produzierende Unternehmen, Stadtplaner und -verwaltungen, Versorgungsunternehmen, Telekommunikationsunternehmen und Netzbetreiber, Handelsunternehmen sowie Bürger erhalten mit METROPOLITAN CITIES eine Plattform, auf der sie agil und in Konsortien schnell zu ersten Prototypen, marktfähigen Angeboten und sogar neuen Unternehmensgründungen gelangen.

Ein bereits erfolgreich gelebtes Modell für die Umsetzung dieser Gemeinschaftsaufgabe sind die Partnerschaften, wie sie auf dem RWTH Aachen Campus realisiert werden. Unternehmen wie die jetzt zur Deutschen Post DHL gehörende Streetscooter GmbH oder die e.GO Mobile AG wurden dort gegründet und zu erfolgreichen Unternehmen ausgebaut. METROPOLITAN CITIES folgt diesem Modell. Auf dem RWTH Aachen Campus werden wesentliche Handlungsfelder von METROPOLITAN CITIES in Centern durch die METROPOLITAN CITIES GmbH vorangetrieben und synchronisiert. Durch die Kooperation mit der Rhein Ruhr City GmbH entsteht so ein leistungsfähiger Verbund, der zum einen die Plattform für die Entwicklung innovativer Lösungen ermöglicht und von renommierten Instituten der RWTH Aachen und weiterer Hochschulen profitiert, und zum anderen mit einem jährlichen Kongress den hochkarätigen Austausch zwischen Unternehmen, Forschung und Gesellschaft ermöglicht.

Acht Handlungsfelder zur Erreichung der Ziele von METROPOLITAN CITIES

METROPOLITAN CITIES umfasst insgesamt acht ineinandergreifende Handlungsfelder, die alle relevanten Ansprüche der Vision von METROPOLITAN CITIES adressieren und den Ordnungsrahmen bilden. METROPOLITAN CITIES versteht sich hierbei als Think Tank und insbesondere als Umsetzungsmotor für Vordenker und Akteure, die gemeinsam handeln wollen, um die Roadmaps für die unterschiedlichen Handlungsfelder auszugestalten und zu realisieren.



Acht Handlungsfelder von METROPOLITAN CITIES

People & Mobility

Nicht endenwollende Staus behindern die Mobilität in der Metropolregion Rhein-Ruhr signifikant. Schon jetzt können hier einzelne Interessengruppen durch konkretes Handeln einen wirkungsvollen Lösungsbeitrag leisten. Arbeitgeber können Mitarbeiter beim Umstieg auf emissionsfreie Fahrzeuge unterstützen und kostenlose Lademöglichkeiten bieten. Der fahrplanmäßige ÖPNV kann durch Elektrokleinbusse ergänzt werden, um mehr individuellen Verkehr zu bündeln und das ÖPNV-Angebot besser auszulasten. Etablierte Unternehmen, Start-ups und der öffentliche Sektor erhalten Möglichkeiten, sich neu zu positionieren.

Logistics & Transportation

Der steigende Bedarf nach On-Demand-Lösungen verpflichtet die Metropolregion Rhein-Ruhr, Logistikkonzepte neu zu denken. Prozesse und Formen der Arbeit verändern sich signifikant. Neue Lösungen müssen für die sogenannte letzte Meile entwickelt werden. Technisch können bereits heute Zustellfahrzeuge die Arbeit im Zustelldienst entlasten, indem sie synchron mit diesem autonom weiterfahren, während die Zustellung bis zum Briefkasten erfolgt. Die Weiterentwicklung emissionsfreier Transportmittel, wird in METROPOLITAN CITIES deshalb genauso fokussiert, wie intelligente, autonome Systeme, die ein neues Produktivitätsniveau ermöglichen.



Buildings & Spaces

Durch die digitale Vernetzung von Bestands- und Neubauten mit weiteren Systemen strebt METROPOLITAN CITIES die Neudefinition der Rolle von Gebäuden und Quartieren in zukünftigen Mobilitäts- und Logistikkonzepten an. So können beispielsweise bestehende Park&Ride-Parkplätze und Parkhäuser für Pendler und Besucher ausgebaut und über ein On-Demand-Angebot mit elektrischen Kleinbussen angebunden werden. Parken von Individualfahrzeugen und Umsteigen in Kleinbusse wird damit komfortabler als die Fahrt mit dem eigenen Fahrzeug in die Innenstadt.

Cities & Regions

Die Städte, Gemeinden und deren übergeordnete Verbände tragen mit ihren Handlungen und Regelungen dazu bei, dass sich die Wirtschaft nach den Prinzipien von Markt und Wettbewerb erfolgreich entwickeln kann. Die Städte und Gemeinden stellen heute schon Raum für die Infrastruktur und die Versorgung zur Verfügung, beispielsweise für den Ausbau von Ladesäulen. Sie bilden den Rahmen für zukünftige Verkehrs- und Mobilitätslösungen und stellen durch pragmatische Entscheidungen sicher, dass Teststrecken und Korridore für autonome Transport- und Mobilitätslösungen sich heute schon in der Entwicklung befinden.

Die Olympischen Spiele 2032 als Vision

Die Entwicklungen werden begleitet von der Bewerbung der Metropolregion Rhein-Ruhr um die Olympischen und Paralympischen Spiele 2032. Damit wird der Prozess des gemeinsamen Wachstums und des Zusammenwachsens dieser Region wesentlich beschleunigt. Nordrhein-Westfalen bietet mit bereits heute 80 % der notwendigen Sportstätten und einer existierenden Infrastruktur sehr gute Voraussetzungen für die Durchführung der Olympischen und Paralympischen Spiele. Die entsprechend notwendige Vernetzung von Einrichtungen und Infrastrukturen wird im Rahmen von METROPOLITAN CITIES nicht zur einmaligen Aufgabe, sondern sie wird Teil einer signifikant nachhaltig angelegten und auf Innovation ausgerichteten Entwicklungsstrategie für



eine Metropolregion. Dabei befindet sich ein Großteil der Anlagen in einem sehr guten Zustand und ist zumeist in privatwirtschaftlicher Hand, was ein großer Vorteil ist, da die Betreiber fortlaufend in die Infrastruktur investieren, um diese zukunftsfähig zu halten.

Ein Kongress als Kristallisationspunkt der Aktivitäten

METROPOLITAN CITIES findet jährlich der gleichnamige Kongress statt. Der Auftakt erfolgte im Juli 2018 unter der Schirmherrschaft des Ministerpräsidenten des Landes Nordrhein-Westfalen, Armin Laschet. In über 45 hochkarätigen Vorträgen aus Politik, Industrie und Wissenschaft sowie neun Workshops wurden Zukunftstrends diskutiert und konkrete Lösungsansätze erarbeitet. Zahlreiche Vorstände aus DAX-Konzernen trugen genauso wie der Bundesminister für Wirtschaft und Energie, Peter Altmaier, dazu bei, die Initiative zu unterstützen. Start-ups hatten die Möglichkeit, sich vorzustellen und Investoren zu treffen. In diesem Jahr wird die Veranstaltungsreihe am 16. und 17. Juli 2019 in Aachen vorgesetzt. Aktuelle Informationen zum Kongress befinden sich unter <https://www.mc2032.de>



Kongress METROPOLITAN CITIES im Jahr 2018



Urban Mobility Concepts



e.GO



#eGOMobileAG

www.e-go-mobile.com