

Jörg Eberspächer  
Thomas Götz

Herausgeber

# **Maschinen entscheiden**

**- vom Cognitive Computing zu autonomen Systemen -**



**MÜNCHNER KREIS**

Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung  
Supranational Association for Communications Research

## **Impressum**

### Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Joerg Eberspächer  
Technische Universität München  
Kommunikationsnetze  
Arcisstr. 21  
80333 München  
joerg.eberspaecher@tum.de

Dr. Thomas Götz  
IBM Deutschland GmbH  
Gorch-Fock-Str. 453229  
Bonnthomas.goetz@de.ibm.com

### Reihenherausgeber:

Münchner Kreis – Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung e.V.  
Tal 16  
80331 München  
www.muenchner-kreis.de  
office@muenchner-kreis.de

### Redaktion:

Dipl.-Phys. Volker Gehrling  
Münchner Kreis – Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung e.V.  
v.gehrling@muenchner-kreis.de

### Druck:

Knecht-Druck, München

ISBN 978-3-944837-07-9

Die vorliegende Produktion ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Zustimmung des Münchner Kreises urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

## Vorwort

Im Zuge der digitalen Transformation fast sämtlicher Lebensbereiche und der rasant steigenden Vernetzung des „Internet of Things“ beschleunigt sich die Übertragung von immer mehr Entscheidungskompetenzen von Menschen auf Maschinen (z.B. in der medizinischen Diagnostik, Industrieautomatisierung und Robotik, oder bei autonomen (Luft-)Fahrzeugen), einhergehend mit steigender gesellschaftlicher Aufmerksamkeit und Akzeptanz. Es gibt kaum ein Feld der IKT, in dem die rasante Digitalisierung, der technologische Fortschritt und die Exploration neuer Anwendungsfelder sowohl Chancen als auch Risiken vergleichbar kritischer Größe und Tragweite mit sich bringen. In den nächsten fünf Jahren ist mit einem noch stärkeren Evolutionsschub hin zu noch größerer Autonomie der Maschinen zu rechnen, basierend auf weiteren Durchbrüchen im „Cognitive Computing“ und Erfahrungen aus Pilotprojekten und Produkten unterschiedlicher Anwendungsbereiche.

Der MÜNCHNER KREIS hat dieses herausfordernde Thema in einer Fachkonferenz aufgegriffen. Ziel der Konferenz zusammen mit Experten aus Industrie und Wissenschaft war neben einer Darstellung des aktuellen Standes der Technologie und der Anwendungen eine differenzierte Diskussion der damit verbundenen Herausforderungen und Chancen. Es sollten auch mögliche Wege zur positiven und verantwortungsbewussten Gestaltung des neuen Verhältnisses von Mensch und Maschine aufgezeigt werden. In thematisch fokussierten Workshops wurden, angeregt durch Impulsvorträge, über die Implikationen kognitiver und autonomer Systeme in dem betreffenden Anwendungssektor berichtet und diskutiert.

Der vorliegende Tagungsband enthält die Vorträge und die überarbeiteten Mitschriften der Diskussionen. Leider konnten nicht zu allen Vorträgen dokumentierende Texte aufgenommen werden. Es wurden deshalb die entsprechenden Vortragsfolien verwendet. Sollten sich dazu Fragen ergeben sind die jeweiligen Autoren sicher gerne bereit diese zu beantworten, die Adressen finden Sie in der Anlage. Allen Referenten und Diskutanten sowie allen, die zum Gelingen der Konferenz und zur Erstellung dieses Buches beigetragen haben, gilt unser herzlicher Dank!

Jörg Eberspächer

Thomas Götz

**Inhalt**

<b>1 Begrüßung und Einführung</b>	<b>5</b>
Prof. Dr. Jörg Eberspächer, Technische Universität München und MÜNCHNER KREIS	
<b>2 Autonomie und Kognition für menschenzentrierte Robotik</b>	<b>12</b>
Prof. Dr. Alin Albu-Schäffer, DLR, Wessling	
<b>3 Technologie und Evolution kognitiver und autonomer Systeme</b>	<b>27</b>
Dirk Wittkopp, IBM Deutschland Research & Development GmbH, Böblingen	
<b>4 Mensch, Maschine und die Zukunft der Industriearbeit</b>	<b>46</b>
Dr. Constanze Kurz, IG Metall, Frankfurt	
<b>5 Kognitive Systeme für Diagnose und Therapie</b>	<b>53</b>
Bernhard Calmer, Siemens AG, Erlangen	
<b>6 Von Fahrerassistenzsystemen zum autonomen Fahren - ein langer, steiniger Weg?</b>	<b>61</b>
Eberhard Zeeb, Daimler AG, Stuttgart	
<b>7 Was ändert sich für uns durch automatisiertes Fahren?</b>	<b>71</b>
Reinhold Hamann, Robert Bosch GmbH, Heilbronn	
<b>8 Wege zur positiven und verantwortungsbewussten Gestaltung des neuen Verhältnisses von Mensch und autonomer Maschine</b>	<b>77</b>
Prof. Dr. Klaus Mainzer, Technische Universität München	
<b>9 Wirtschaftliche, unternehmerische und gesellschaftliche Potentiale für Wertschöpfung durch autonome Systeme</b>	<b>94</b>
Axel Freyberg, A.T. Kearney, Berlin	
<b>10 Kognitive Systeme als Steuerung für Diagnose und Therapie – ein Beispiel aus der Tinnitusforschung</b>	<b>104</b>
Winfried Schlee, Universitätsklinik Regensburg Rüdiger Pryss, Universität Ulm	
<b>11 Podiumsdiskussion</b>	<b>114</b>
Prof. Dr. Jörg Eberspächer, Technische Universität München Dr. Thomas Götz, IBM Deutschland GmbH, Böblingen	
<b>12 Abschluss</b>	<b>130</b>
Prof. Dr. Michael Dowling, MÜNCHNER KREIS und Universität Regensburg	

Anhang

Liste der Referenten und Moderatoren

## 1 Begrüßung

Prof. Dr. Jörg Eberspächer, Technische Universität München und MÜNCHNER KREIS

Guten Morgen, meine Damen und Herren. Herzlich willkommen zu unserer Fachkonferenz „Maschinen entscheiden – vom Cognitive Computing zu autonomen Systemen. Vielleicht haben Sie es heute auch schon in der Zeitung oder online gelesen: in etwa einer halben Stunde koppelt das Minilabor „Philae“ von der Raumsonde Rosetta ab, die jetzt gerade seit einigen Tagen oder Wochen um den Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko kreist. Ein unglaublicher, ja sensationeller Erfolg der Raumfahrt – und deutsche Ingenieure und deutsche Technologie sind maßgeblich daran beteiligt. Wir alle sind gespannt, was in den nächsten Stunden passiert und der „Lander“ auch wirklich weich landet und dann anschließend Informationen über den Kometen und über de Ursprung des Weltalls sendet.

Warum sage ich das? Wenn man liest, was da abgeht in 500 Mio. km Entfernung, dann fragt man sich natürlich, wer entscheidet eigentlich da über das Abkoppeln des Landers, über die Abstiegs- und die Landephase? Ist es der Mensch? Ist es diese Maschine da in der Ferne, die wegen der Laufzeit der Signale nicht direkt online gesteuert werden kann? Nun, wir wissen, dass schlaue Menschen im Vorhinein und auch während der Mission mit ebenso schlaun Algorithmen und Bahnen berechnet und vor allem das Gerät konstruiert und gebaut haben. Auf der anderen Seite geschieht bei derartigen Missionen schon sehr viel autonom.

**Ein komplexes Thema!**

MÜNCHNER KREIS 

- **Maschine**
  - Was ist eine Maschine? Ist der Mensch auch so etwas wie eine Maschine?
- **Entscheidungen**
  - Wie kommen sie zustande? Wer trägt die Verantwortung?
- **Kognition**
  - Menschliche und Technische Wahrnehmung; Sensorik
- **Computing**
  - Informationsverarbeitung, Big Data, Intelligente Algorithmen, Lernen
- **Autonomes System**
  - Selbstorganisation, Selbststeuerung

**Interdisziplinäres Thema:**  
**Technik, Ökonomie, Sozialwissenschaften, Biologie, Psychologie, Philosophie...**

1

Bild 1

Damit sind wir mitten in unserem Thema (Bild 1). Dieses Thema ist schon sehr komplex, denn jeder Begriff, der in der Überschrift auftaucht, regt an zum Nachdenken. „Maschine“ – was ist überhaupt eine Maschine? Und manche sagen: der Mensch ist eigentlich auch so etwas Ähnliches wie eine, allerdings sehr komplexe und intelligente, Maschine. Oder doch nicht? „Entscheidungen“ – unser wichtigstes Wort heute. Wie kommen Entscheidungen zustande? Welche Verantwortung ist damit verbunden? Als Drittes „Kognition“. Damit sind gemeint die Wahrnehmung, insbesondere auch die technische Wahrnehmung und die

Umsetzung der wahrgenommenen Signale in Aktionen, insbesondere nämlich mit Hilfe der Informationsverarbeitung. Und die Informationsverarbeitung bedeutet dann schlaue Algorithmen, lernende Verfahren, die Fähigkeit, große Datenmengen zu verarbeiten (Big Data) usw. Schließlich der Begriff „Autonomes System“. Autonomie bedeutet Selbstorganisation, Selbststeuerung. Diese Aspekte sind sehr interdisziplinär.

MÜNCHNER KREIS 

**Nicht ganz neu...**

- Automaten
- Selbsttätige Regelung
- Selbstheilende und selbstorganisierende Systeme
- Künstliche Intelligenz
- Lernende Systeme
- ...

**Aber die rasanten Fortschritte der Technologien  
lassen die Visionen allmählich Realität werden...**

2

Bild 2

Ist das jetzt alles völlig neu (Bild 2)? Natürlich nicht. Wir reden und forschen seit Jahrzehnten über Automaten, über selbsttätige Regelungen, über selbstheilende Systeme, über Künstliche Intelligenz (KI) und über lernende Systeme. Aber dank der Technologiefortschritte, sprich: durch die extreme Steigerung der Rechenleistung und die Beherrschung komplexer Softwarelösungen werden gewisse Visionen allmählich Realität.

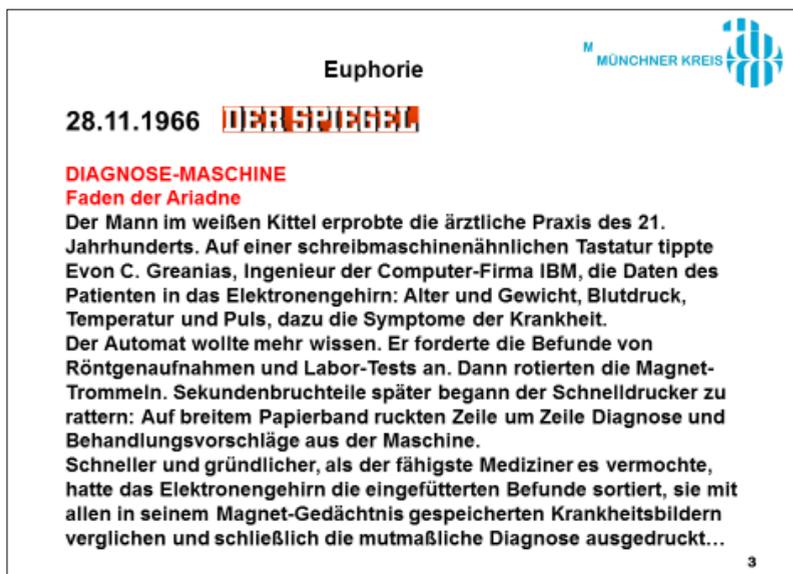


Bild 3

Die Anregung zu dieser Veranstaltung kam von IBM – vielen Dank an Dr. Thomas Götz aus unserem Forschungsausschuss! Herr Wittkopp von IBM wird nachher den zweiten Eröffnungsvortrag halten. Hier sehen Sie eine Meldung aus dem „SPIEGEL“ von 1966 (Bild 3).

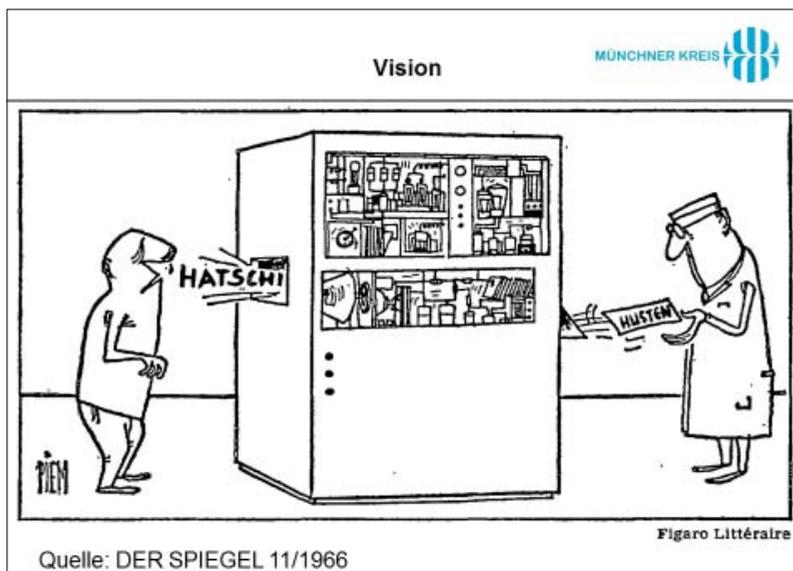


Bild 4

Da geht es auch schon um die Unterstützung der Medizin durch Computer (Bild 4). Und letztlich steht da: „Auf breitem Papierband ruckten Zeile um Zeile Diagnose und Behandlungsvorschläge aus der Maschine. Schneller und gründlicher als der fähigste Mediziner das

vermochte“. Das 1966! Eine tolle Vision! Aber es wurde dann nicht ganz so schnell Realität... Illustriert war der Artikel mit dieser Karikatur. Sensorik, ein großer Computer und dann kommt hinten die Diagnose raus. Darüber werden wir heute noch reden!



Bild 5

Mit dem Thema verbinden sich natürlich auch große Hoffnungen. Z.B. das selbstfahrende Automobil (Bild 5). Sie denken alle natürlich an das Google-Auto, aber ich kann Ihnen sagen, das haben wir von der TU München schon vor einigen Jahren zusammen mit dem KIT Karlsruhe gemacht, auch wenn wir nicht durch Städte gefahren sind. Auch die deutschen Automobilfirmen lassen Autos autonom fahren. Wann diese in die Serie gehen – darüber wird heute zu reden sein.

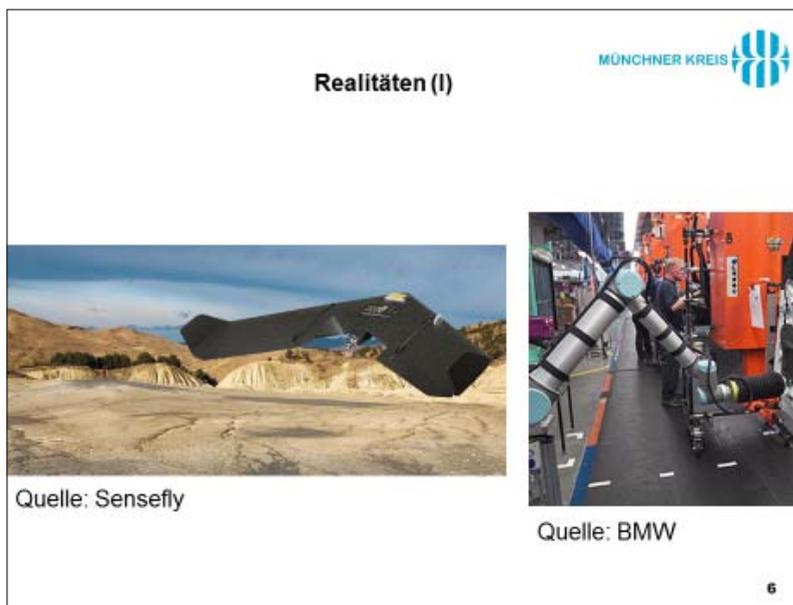


Bild 6

Und dann gibt es Realitäten (Bild 6). Nicht nur in der Produktion, wo die Industrieroboter nicht mehr wegzudenken sind. Einer unserer heutigen Gastredner baut und vertreibt erfolgreich Drohnen für zivile Anwendungen.

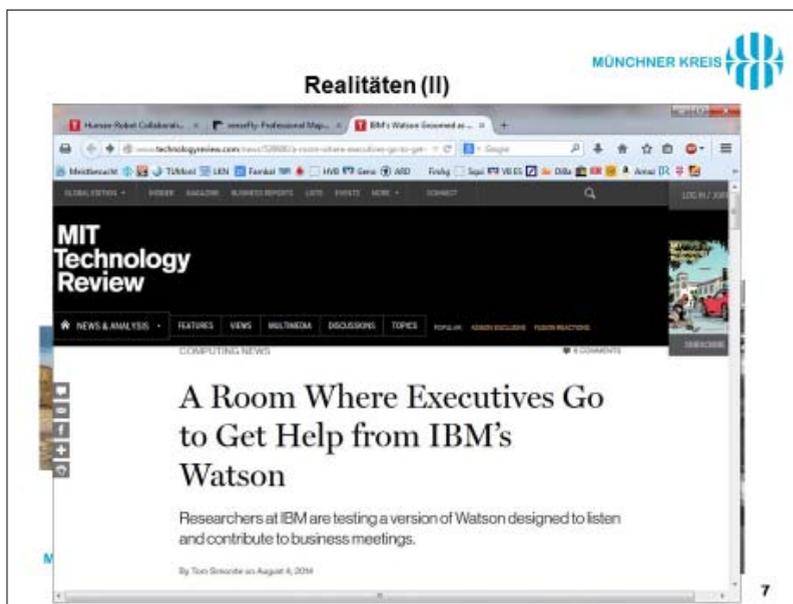


Bild 7

Und nochmal zu IBM (Bild 7): Der Artikel in der MIT Technology Review ist überschrieben: „A Room Where Executives Go to Get Help from IBM’s Watson“. Die Manager kriegen da Entscheidungshilfe vom Intelligenen Rechner „Watson“!



Bild 8

Es gibt natürlich auch Ängste (Bild 8): „Ist er (der Roboter) besser als wir?“ Viele von uns fragen sich: Wie geht das weiter? Was haben wir Menschen dann noch zu tun und welche Gefahren drohen uns? All das wird uns heute bewegen!



Bild 9

Lassen Sie mich noch kurz in die Agenda einführen (Bild 9). Wir haben zwei Plenarvorträge heute Morgen und verzweigen dann in sektorspezifische, branchenspezifische Workshops. In jedem Workshop gibt es zwei Impulsvorträge zum Initiieren und Stimulieren der Diskussionen.

Ich möchte noch auf zwei Dinge hinweisen. Zum einen, der Workshop Sicherheit befasst sich nicht mit Informationssicherheit. Das hat manche verwirrt, vor allem, weil wir in der englischen Version das Wort Security verwendet haben. Das ist falsch. Safety wäre vielleicht besser. Die Diskussionen werden dann nach der Mittagspause von den Moderatoren zusammengefasst, so dass auch die, die jetzt nicht in dem betreffenden Workshop waren, ein bisschen mitkriegen, was dort diskutiert wurde. Dann haben wir noch einmal zwei Plenarvorträge, zu den Aspekten „Mensch und Maschine“, auch zur Frage der Verantwortung und dann werden schließlich die wichtigen ökonomischen Aspekte behandelt, bevor wir in der Abschlussdiskussion Ihnen die Gelegenheit zur Diskussion über das gesamte Themenspektrum geben.

Gehen wir in medias res. Ich möchte Herrn Professor Alin Albu-Schäffer vorstellen. Herr Albu-Schäffer ist Direktor am Institut für Robotik und Mechatronik im deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen und gleichzeitig Lehrstuhlinhaber an der TU München. Ich darf sagen, dass Sie und Ihr Institut seit vielen Jahren an Raumfahrtmissionen beteiligt sind. Man braucht im Weltraum ja weitgehend autonome Systeme, weil es sich ja oft um unbemannte Missionen handelt; ähnlich wie heute bei „Rosetta“. Aber Sie sind auch terrestrisch aktiv, wie wir sehen werden. Ich freue mich auf Ihren Vortrag!

## 2 Autonomie und Kognition für menschenzentrierte Robotik

Prof. Dr. Alin Albu-Schäffer, DLR, Wessling

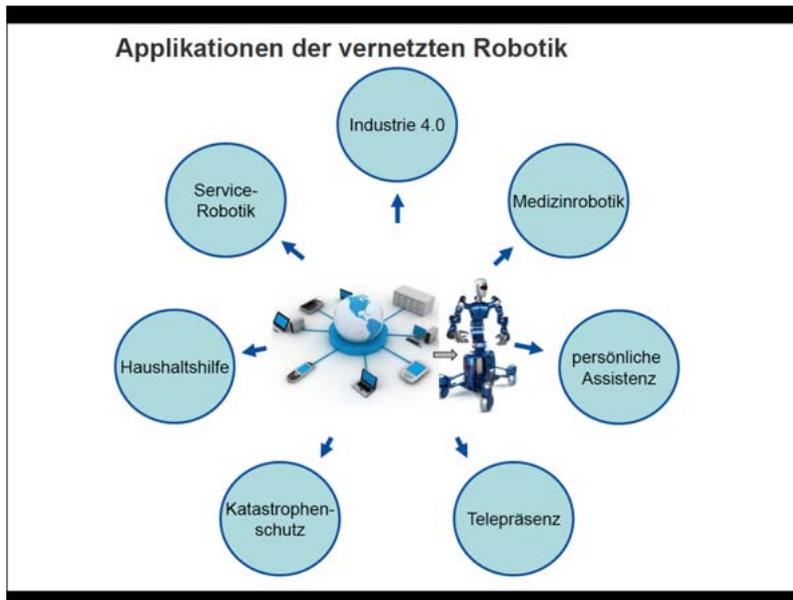
### Roboter – „Boten“ aus der digitalen Welt

Die digitale, voll vernetzte Welt sichert zunächst die Allgegenwärtigkeit von Daten und Informationen

The diagram illustrates a robot acting as a messenger. On the left, a globe is surrounded by various digital devices (laptop, smartphone, tablet, server rack), representing the digital world. An arrow points from this digital world to a blue humanoid robot. From the robot, three arrows point to three different physical world scenarios: a factory labeled 'Fabrik 4.0', a group of people, and a wind turbine labeled 'Umwelt'.

Roboter könne eine Schlüsselrolle spielen, als universell wirkende Agenten aus der digitalen in die physikalische Welt

The DLR logo is located at the bottom left. Below the text is a satellite image of Earth.



4

## Feinfühlige Leichtbauroborik

Grundlegende Forschungsarbeit des DLR

Forschungsprojekt „Justin“

Drei Generationen von Leichtbaurobotern

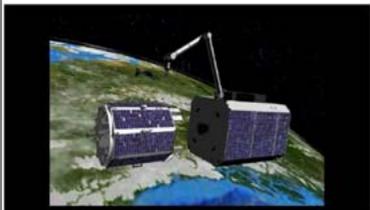


1995                      1999                      2003

Grundlagen-Forschung



## Raumfahrt-Robotik als Technologientreiber



## Soft Robotics

Paradigmenwechsel in der Robotik:  
 von groß, starr, absolut genau  
 zu Leichtbau, nachgiebig, feinfühlig  
 Dafür haben wir den Begriff "Soft Robotics"  
 Geprägt

EURON Tech-Transfer Award 2011



programmierbare Steifigkeit und Dämpfung



Schwerkraftkompensation

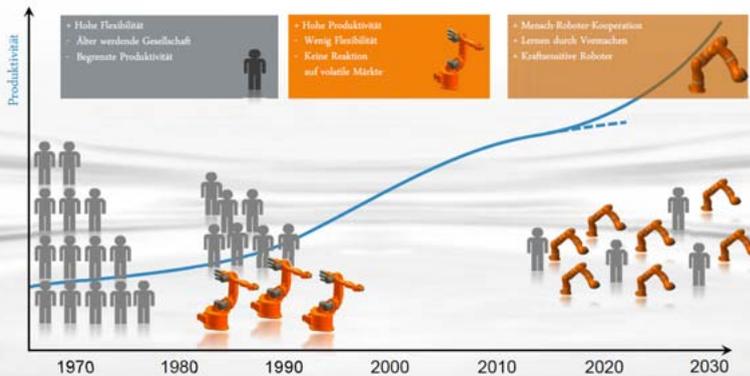


sichere Roboter

Herausforderungen | Entwicklungsoptionen | Ganzheitliches Produktionssystem | Mensch-Roboter-Kooperation | Robot Farming | Ausblick

### Evolution der Automobil-Produktion: Quo vadis?

Von der Handarbeit zur Mensch-Roboter-Kooperation





Herausforderungen | **Entwicklungsoperationen** | Geschäftliches Produktionssystem | Mensch-Roboter-Kooperation | Robot Farming | Ausblick

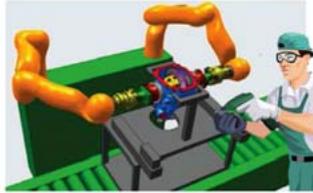
### Kooperation und Technologietransfer seit 2006

Es wurden zahlreiche Hightech-Arbeitsplätze durch die Technologie und über Spin-off Firmengründungen geschaffen

Die Fotografie zeigt eine KUKA-Exposition in einem Messestand. Zwei große, orangefarbene Industrieroboterarme sind im Vordergrund zu sehen. Im Hintergrund sind Besucher, die an einem Informationsstand mit Computern und Monitoren stehen. Die KUKA-Logo und der Slogan 'creating a new world' sind auf der Wand des Messestands zu sehen.

## Fabrikautomation der Zukunft – Fabrik 4.0 und Robotik

Produktionsassistent

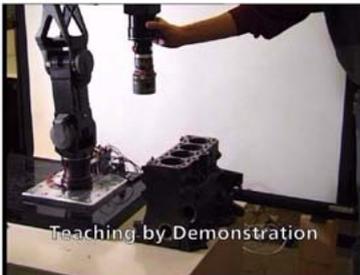


Skalierbares Produktionskonzept  
Menschen und Roboter interagieren direkt  
Mobile Manipulation – keine Förderbänder – volle Flexibilität



## Produktionsassistent

(2000)



Forschung

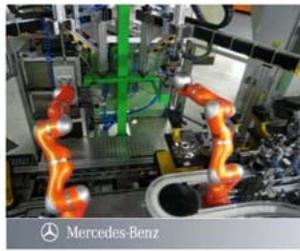
(2007)



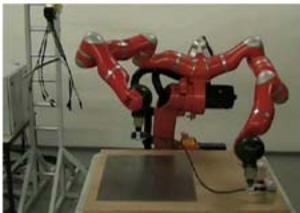
Produkt nach Technologietransfer



## Technology Transfer zu KUKA und Daimler



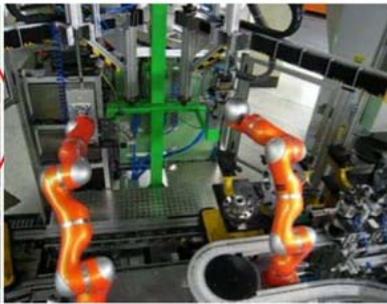
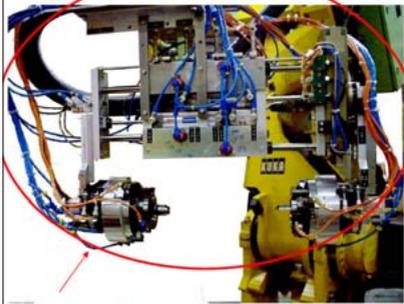
Mehr als 500.000 Automatikgetriebe wurden bereits in Stuttgart aufgebaut



Strategische Partnerschaft KUKA-Daimler-DLR bezüglich Mensch-Roboter-Interaktion in der Automobilfertigung



## Getriebemontage bei Daimler



Frühere Lösungen mit Spezialgreifer

- Produktion 2009 gestartet – erste 24/7 Applikation mit dem LBR
- Produktion ohne Schutzzäune, Menschen können direkt mit dem Roboter interagieren



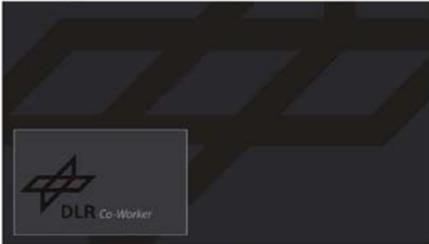
## Intuitive, Hands-on Roboterprogrammierung

Integration der "Soft Robotics" features in einer konsistenten, einheitlichen Bedienerchnittstelle



Wie lässt sich das iPhone-Konzept auf Roboter Übertragen?

Wie macht man die Vielzahl der Betriebsmodi intuitiv bedienbar für die Nutzer?



X-Box – KINECT zur Detektion und Interaktion mit dem Menschen



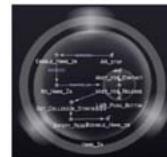
## Beasty – interaktive Roboterprogrammierung



Programmierung



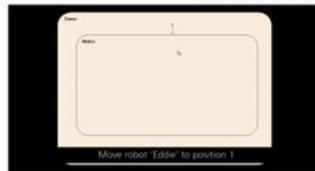
Interaktion



Fähigkeits-Library



Autonome Planung



Dynamische Programmierung



Folie 15



## Assistenzrobotik

Sicherer, geschickter und intuitiv programmierbarer Roboterassistent



Entwicklung neuer anthropomorpher Systeme

Nachgiebige, sichere Mensch-Roboterinteraktion

Produktionsassistent



persönlicher Assistent



Robot

Echtzeit-Perzeption, Planung und KI

Intuitive, einfache Programmierung für „Laien“

Interaktion basierend auf Kraft- und Bildinformation

Dienstleistungsassistent



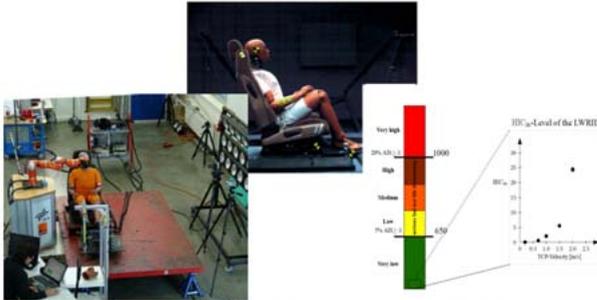
Wie kann man Sicherheit gewährleisten, ohne die Performanz massiv einzuschränken?

ISO – Standardisierung in der Robotersicherheit

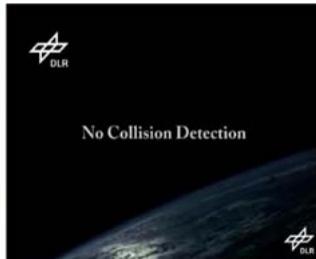


## Wie kann man Sicherheit gewährleisten, ohne die Performance massiv einzuschränken?

ISO – Standardisierung in der Robotersicherheit



Erste standardisierte Crash-Tests in der Robotik



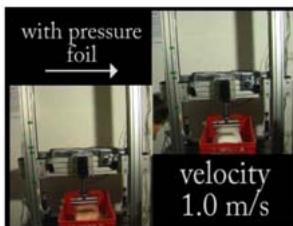
## Das "Verletzungshandbuch in der Robotik"

### Gegeben

- Werkzeuggeometrie
- Robotergergewicht
- betroffener Körperteil

- Welche Verletzung finden bei welcher Geschwindigkeit statt?
- Wie schnell darf der Roboter noch fahren um noch sicher für den Menschen zu sein?

⇒ Sicherheitszertifizierung kommerzieller Roboter

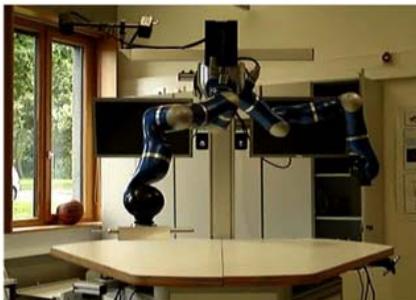


## Safe Motion Unit - Software

In der digitalen Fabrik sind alle relevanten Daten online verfügbar:

- CAD Werkstücke
- Roboterdaten
- Arbeitsplatzdaten
- Biomechanische Datenbank

Roboter fährt immer mit der sicheren Geschwindigkeit



DLR-Ausgründung – Kastanienbaum GmbH – vertreten mit einem Stand in der Ausstellung



## Applikationen

### Virtuelle Montageüberprüfung



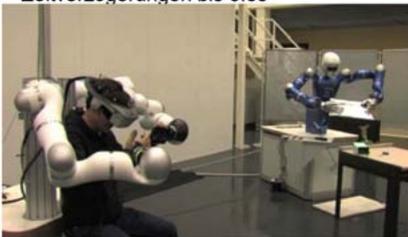
2 Leichtbauroboter  
als kraftreflektierende  
Eingabegeräte



## Applikationen

### Telemanipulation mit Krafrückgabe

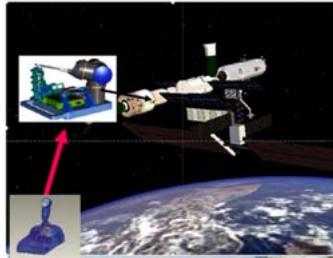
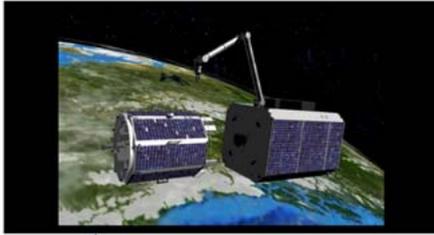
- Fernsteuerung über Internet weltweit möglich falls schnelle Internetverbindungen vorhanden
- Effektives Arbeiten möglich, für Zeitverzögerungen bis 0.8s



## Applikation der Technologie im Weltraum

ROKVISS auf der Raumstation 2004 - 2011

Fernsteuerung von Roboter von der Erde aus in jedem Orbit  
sogar aus privatem Haushalt möglich



[www.dlr.de](http://www.dlr.de) - Chart 25

## Fernsteuerung mit Krafrückkopplung – eine Schlüssel-technologie

Gleiche Technologie in der:

- Raumfahrt
- Chirurgie
- Durchbruch ist auch in der Wartung von Atom- und Off-Shore-Anlagen erwartet



Roboter für minimal invasive Chirurgie



Wartung und Reparatur von Industrieanlagen

## Tele-Manipulation mit Gehirnschnittstellen oder EMG Signale

Die Zukunft der Fernsteuerung:

- verteilte Autonomie
- natürliche Schnittstellen (EMG, Gehirn)

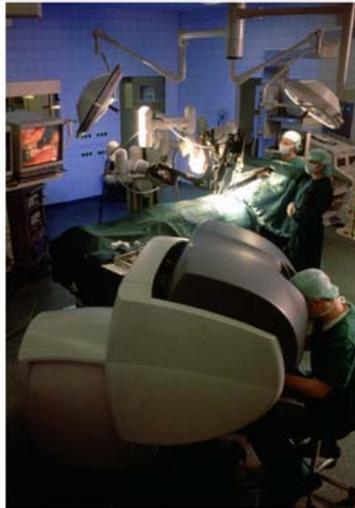


Grasp reliability independent of arm/wrist position/orientation

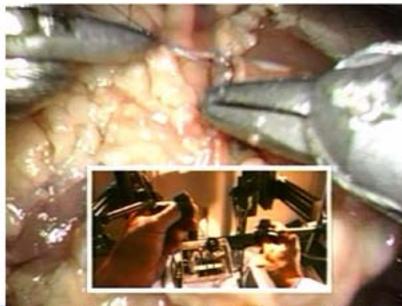


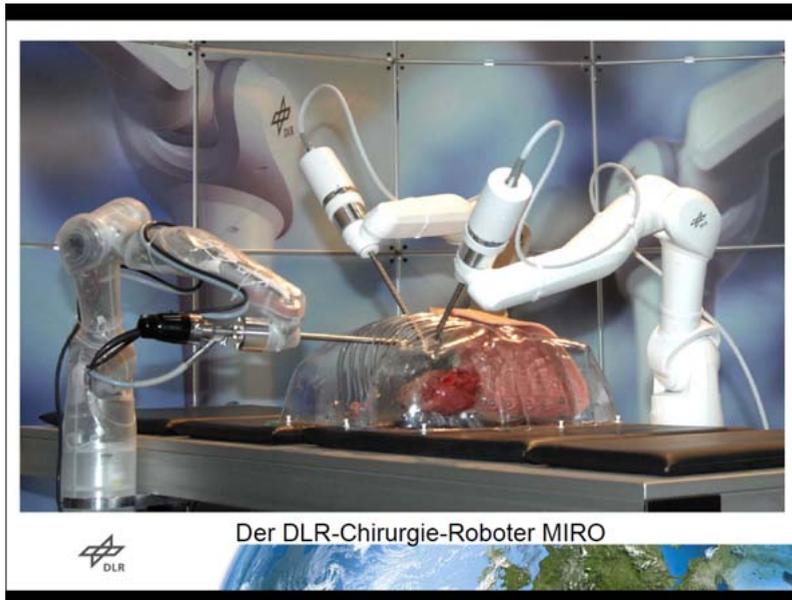
naturevideo

Zusammen mit der Brown University/USA, 2011



Da Vinci  
Telepräsenz  
In der Chirurgie





## Medizinrobotik

### Das MIROSURGE System



- nachgiebige geregelte Leichtbauarme
- Operation mit Krafrückkopplung
- verteilte Autonomie



The image shows a person operating the MIROSURGE system in a laboratory setting. The person is seated at a desk, looking at a computer monitor. The system consists of a table with a pig model and a robotic arm. The background is a blue and white wall with a large image of a pig's head. The DLR logo is visible in the bottom left corner.

## Grundlage der Therapie des Schlaganfalls ist die Neuroplastizität des Gehirns



Artemed



© 2013 Artemed SE

Seite 30

## Für „kurative“ Gangroboter besteht aus klinischer Perspektive noch erhebliches Entwicklungspotenzial



Artemed



### „Kurative“ Gangroboter für Einsatz bei Schlaganfallpatienten

Verbesserung **Stationärer** Lokomat:

- Noch physiologischeres Gangbild
- einfacheres, intuitiveres Handling mit kürzeren Set-Up Zeiten
- Steuerung mit einem Therapeuten (ggf. Einsatz im Rahmen von Gruppentherapien)
- geringeres Eigengewicht und Größe
- geringe Kosten um den Kauf von mehr als einem Gerät zu ermöglichen (bzw. großzügigerer Einsatz in Krankenhäusern)

**Mobiler** Lokomat als Weiterentwicklung (inkl. Balance Kontrolle)

Analog für Armroboter

© 2013 Artemed SE

Seite 31

### 3 Technologie und Evolution kognitiver und autonomer Systeme

Dirk Wittkopp, IBM Deutschland Research & Development GmbH, Böblingen

Vielen Dank für die Einführung. Ich freue mich sehr, als Mitglied des Münchner Kreises auf dieser interessanten Konferenz heute sprechen zu dürfen. Im Anschluss an meine Vorredner möchte ich im Folgenden eine andere Perspektive des Themas „Kognitive Systeme“ aufgreifen, nämlich die Datenverarbeitung auf der Serverseite. Ein wenig kommen wir damit wieder zurück auf die vorherige Diskussion über künstliche Intelligenz.

Bevor ich in das Thema einsteige, sei ein kurzer Rückblick erlaubt.

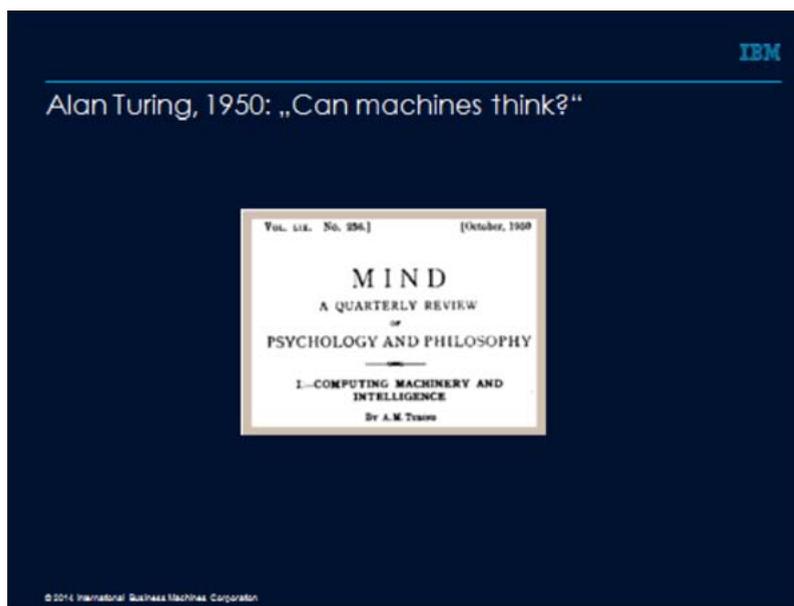


Bild 1

Die Informatiker unter Ihnen werden sich an Alan Turing erinnern, der in einem sehr interessanten Aufsatz aus dem Jahr 1950 die Frage stellte: Können Maschinen denken (Bild 1)? Dieser Artikel war Ausgangspunkt einer langen Diskussion in der Informatik und in der Gesellschaft, mit vielen Facetten bis hin zu ethischen und philosophischen Fragen. Turing hat zudem ein Experiment entworfen, bei dem ein Mensch und ein künstliches System von einem Beobachter befragt werden ohne diese zu sehen. Die Fragen werden zudem nicht gesprochen, sondern als Text formuliert und auch so beantwortet, damit die Maschine nicht durch Äußerlichkeiten erkennbar ist. Der Beobachter muss rein aufgrund der Antworten entscheiden, ob er mit dem Menschen oder der Maschine spricht. Wenn er die Maschine nicht als solche erkennen kann, gilt sie als intelligentes System. Die vorherrschende Meinung in der Wissenschaft ist, dass wir es bis heute noch nicht geschafft haben, ein System zu bauen, das diesen Test besteht, auch wenn es vereinzelt behauptet wurde.

Man hat allerdings durchaus schon Systeme entwickelt, die immerhin 30-40% der Beobachter eines Turing-Tests überzeugt haben, mit einem Menschen zu sprechen, aber eben nicht die Mehrheit der Beobachter.

Um uns der Aufgabe anzunähern, müssen wir das zu lösende Problem etwas reduzieren und schrittweise vorgehen. IBM arbeitet dazu unter anderem mit sogenannten Grand Challenges. An eine aus dem Jahr 1997 werden Sie sich sicher erinnern: IBM Deep Blue gegen Kasparov. Wenn wir noch keine Maschinen bauen können, die wirklich denken, können wir zunächst eine bauen, die gegen einen amtierenden Schachweltmeister gewinnt? Wie Sie wissen, war das Projekt erfolgreich.

1997: Can machines play chess?

On May 11, 1997, an IBM computer called IBM Deep Blue beat the world chess champion after a six-game match.

It was the classic plot line of man vs. machine.

Behind the contest, however, was important computer science, pushing forward the ability of computers to handle the kinds of complex calculations needed in many fields of science.

© 2014 International Business Machines Corporation

Bild 2

Aus heutiger Sicht war das ein relativ einfaches Problem (Bild 2). Ein Schachbrett hat eine feste Zahl an Feldern und Figuren, sowie sehr überschaubare Regeln. Neben den Regeln muss ein wenig Taktik für einen Schachcomputer programmiert werden. Aber letzten Endes brauchte man einfach eine Menge Rechen-Power, so dass möglichst viele denkbare Züge im Voraus berechnet werden konnten. Dabei mussten nur wenige - und ausschließlich strukturierte - Daten verarbeitet werden.



Bild 3

Unser heutiges Problem ist ein anderes. „Big Data“ ist ein aktuelles Schlüsselthema in Industrie und Forschung (Bild 3). Erst vor kurzem haben wir auch im MÜNCHNER KREIS eine Konferenz dazu veranstaltet. Dabei geht es um die Vielzahl an verfügbaren Daten, zum einen aus den klassischen Unternehmensanwendungen, zum anderen aber vor allem aus den neuen Quellen wie dem Internet der Dinge, aus Sensorik, vielleicht auch aus der Robotik, aus der mobilen Welt, oder aus dem Social Web. Dabei sind 80 % dieser heutigen Daten unstrukturiert. Vieles davon ist Text oder Sprache und Bild.

Wie kann man nun ein möglichst intelligentes System entwickeln, das uns hilft, mit dieser Informationsflut umzugehen und zu besseren Entscheidungen zu kommen?

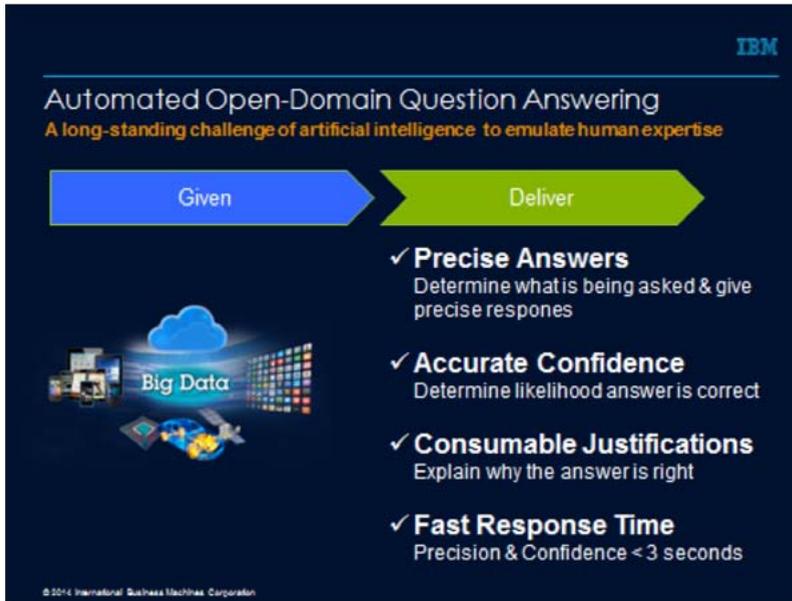


Bild 4

Das Problem ist in der Tat eine sehr hoch gesteckte Herausforderung auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (Bild 4). Gegeben ist die große Zahl Daten, im einfachen Fall zunächst Text. Gewünscht sind genaue Antworten auf eine gestellte Frage. Eine Trefferliste von Textstellen aus einer Schlüsselwortsuche, wie es heutige Suchmaschinen liefern, ist nicht ausreichend. Wir bewegen uns also auf dem Gebiet des sogenannten „Open-Domain Question Answering“.

Zusätzlich zur Antwort soll das System auch eine Wahrscheinlichkeit für die Korrektheit der Antwort angeben. Idealerweise sollte das System die Antwort auch begründen können, also den Weg aufzeigen, wie es zu dieser Antwort gekommen ist. Und natürlich soll das Ganze in einer vernünftigen Zeit ablaufen, die wir üblicherweise im Alltag im Rahmen einer zu treffenden Entscheidung zur Verfügung haben.

Open-Domain Question Answering ist ein sehr anspruchsvolles Problem für Computer, denn Sprache ist mehrdeutig, Sprache ist ungenau. Darüber hinaus ist z.B. Wortwitz und Ironie zu berücksichtigen, von Dialekten und individueller Aussprache einmal ganz abgesehen.

The slide is titled "Grand Challenge" and features the IBM logo in the top right corner. It outlines a challenge to build a system that can digest unstructured information and answer open questions. A central image shows a Jeopardy! game board with a question about William Howard Taft. The text on the slide includes:

**Grand Challenge**

Proof point: Build a system that wins an open question game: Jeopardy!

Can we build a system that

- "digests" large amounts of unstructured information (especially text)
- and then answers open questions based on this data?

TUESDAY November 04  
**THE SUPREME COURT**  
 AFTER WASHINGTON & FDR, HE IS, PERHAPS FITTINGLY, THE PRESIDENT WHO APPOINTED THE MOST SUPREME COURT JUSTICES  
**WHO IS WILLIAM HOWARD TAFT?**

There is no way to program such a system in the traditional way.  
**It will have to learn!**

© 2014 International Business Machines Corporation

Bild 5

Wie kann man sich diesem Problem annähern (Bild 5)? Ähnlich wie bei dem Schachspiel gegen Kasparow kamen meine Kollegen bei IBM im Jahr 2009 auf die Idee, eine Grand Challenge zu definieren. Wie beim Schachspiel bot sich auch für Open-Domain Question Answering ein Spiel an: die in den USA extrem beliebte Spielshow „Jeopardy!“. Dabei müssen die gestellten Fragen frei beantwortet werden. Es gibt keine sogenannten Multiple-Choice Hilfen „Antwort a, b, c oder d“.

Es ist offensichtlich, dass man diese Antwort nicht über eine einfache Stichwortsuche wie im klassischen Google finden kann. Natürlich ist es auch nicht möglich, ein solches System mit klassischer Programmierung auf alle Fragen vorzubereiten. Meinen Kollegen war relativ schnell klar: so ein System muss selbständig lernen!



Bild 6

Die Entwicklung eines Computers für die Teilnahme an Jeopardy! hat fast drei Jahre gedauert (Bild 6). Im Februar 2011 trat IBM Watson gegen die beiden All-Time-Champions an - den, der die meisten Spiele gewonnen hat und den, der das meiste Geld gewonnen hat. Beide sind faszinierende Profis für Jeopardy!. Als Menschen können wir mit Open-Domain Question Answering im Prinzip sehr gut umgehen. Unser Gehirn arbeitet assoziativ und sehr schnell. Schon während eine Frage vorgelesen oder ein Statement gesprochen wird, entwickeln wir eine erste Vorstellung der möglichen Antworten. Allerdings braucht es ein enormes lexikalisches Wissen und jahrelange Übung, um bei Jeopardy! so gut zu werden, wie die beiden Champions.

Was sind die besonderen Eigenschaften eines solchen Systems? Es war wie schon gesagt völlig klar, dass Watson ein lernendes System sein muss (Bild 7). Es war auch klar, dass es natürliche Sprache verstehen muss, um direkt in der Spielschow agieren zu können. Und es muss seine Antworten auf eine neue Art und Weise generieren, die wir bisher nicht in der Form entwickelt hatten, nämlich über die Erstellung und Bewertung von Hypothesen.

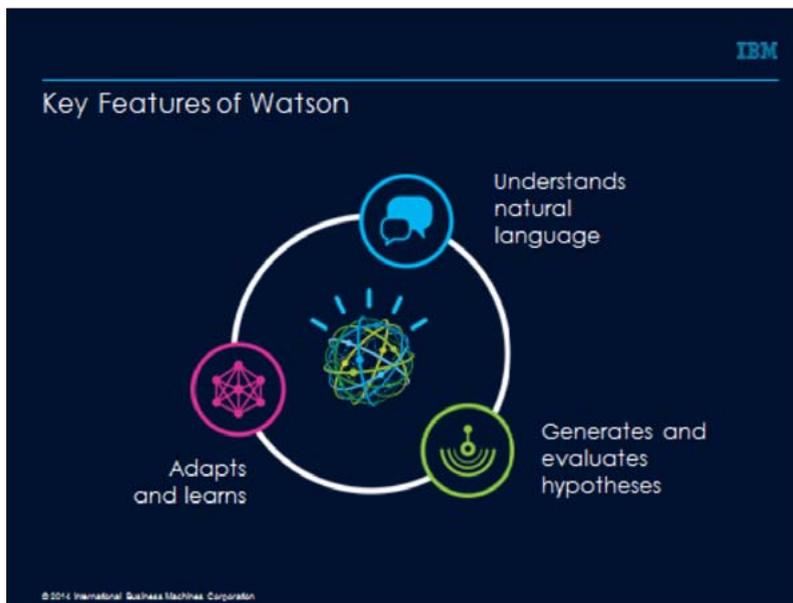


Bild 7

Das folgende Bild 8 zeigt, wie Watson lernt.

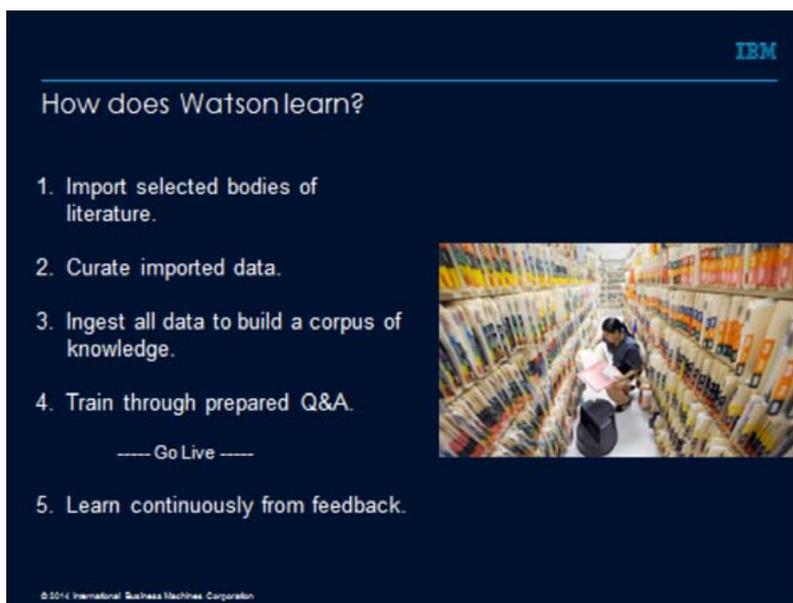


Bild 8

Zuerst wird der für den jeweiligen Einsatz notwendige Informationssatz bestimmt. Für das Jeopardy!-Spiel war das allgemeines lexikalisches Wissen, also Zeitungen, Bücher, die geeignet schienen, typische Jeopardy! Fragekategorien mit Textstellen zu hinterlegen. Im zweiten Schritt werden die importierten Daten noch einmal durchgesehen und aussortiert.

Einiges Material aus den eingelesenen Quellen mag z.B. überholt sein. Es geht darum, möglichst verlässliche Daten in den Daten-Pool zu übernehmen. Der Schritt kann übersprungen werden, wodurch die Antworten des Systems später weniger präzise ausfallen oder die Suche nach der korrekten Antwort länger dauern könnte. Diese beiden ersten Schritte erfordern die manuelle Arbeit eines Informations-Experten. In einem dritten Schritt wird die gesamte ausgewählte Textmenge in Watson importiert und vorverarbeitet. Watson erstellt dabei Meta-Daten z.B. über erkannte Personen und Dinge, oder auch Verbindungen zwischen Elementen. Die Metadaten werden in einem kognitiven Modell abgelegt. Dieser Schritt funktioniert voll automatisiert. Watson „liest“ dabei große Mengen an Text in wenigen Sekunden.

Danach geht es ans Training, im Fall von Jeopardy! einfach mit einem Frage-Antwort Spiel unter Verwendung alter Jeopardy!-Fragen. Watson antwortet basierend auf dem bisher Gelernten und bekommt Feedback über die richtigen und falschen Antworten. Für Jeopardy! wurde Watson viele Monate trainiert, mit erheblichem manuellem Aufwand bei der Verbesserung des Modells. Nach diesem vierten Schritt geht das System live. Für ein kognitives System muss man sich diesen Moment vorstellen wie bei uns Menschen der erste Tag bei der Arbeit nach der Ausbildung. Die theoretische Ausbildung ist abgeschlossen, nun kommt die Praxis, in der weiter aus Feedback gelernt wird.

Im Folgenden zeige ich, wie Watson zu einer Antwort kommt (Bild 9).

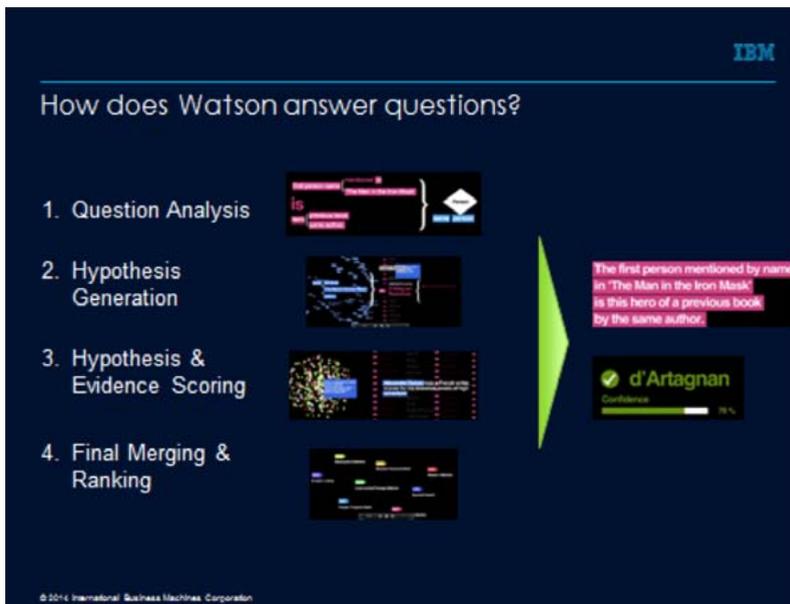


Bild 9

Zunächst wird die gestellte Frage in ihre einzelnen Elemente zerlegt. Das ist soweit Stand der Technik. Schritt zwei ist die entscheidende Innovation bei Watson: Basierend auf dem gelernten Modell und der Fragekategorie werden Hypothesen erstellt. Dabei wird zunächst festgelegt, welche Art von Antwort offenbar erwartet wird, also z.B. eine Person, eine Stadt, ein Medikament, usw. Entsprechend werden in einem ersten Suchlauf eine große Zahl möglicher Antworten, also Hypothesen, generiert. Watson hat mit ca. 200 Hypothesen

gearbeitet. Es ist natürlich von entscheidender Bedeutung, in diesem Schritt wenigstens so viele Hypothesen zu erstellen, dass die korrekte Antwort darin enthalten ist.

Danach erfolgt die eigentliche Massendaten-Verarbeitung. Dabei wird jede Hypothese unter Verwendung vieler einzelner Algorithmen gegen alle Quelltexte getestet. Stimmt der Zeitbezug? Stimmt der Ort? Stimmt der Verwandtschaftsgrad? Jeder einzelne Analyseschritt liefert Ergebnisse, die im nächsten Schritt zusammengefasst und bewertet werden. Es wird eine Gesamtwahrscheinlichkeit für jede Hypothese berechnet.

Bei Jeopardy! hat Watson danach entschieden, ob die Wahrscheinlichkeit der bestbewerteten Antwort ausreicht, um basierend auf Spielstand und Taktik zu antworten oder nicht.

Was stand an Hardware dahinter? Watson für Jeopardy! ein kommerziell verfügbarer Rechner, ein IBM POWER System (Bild 10).

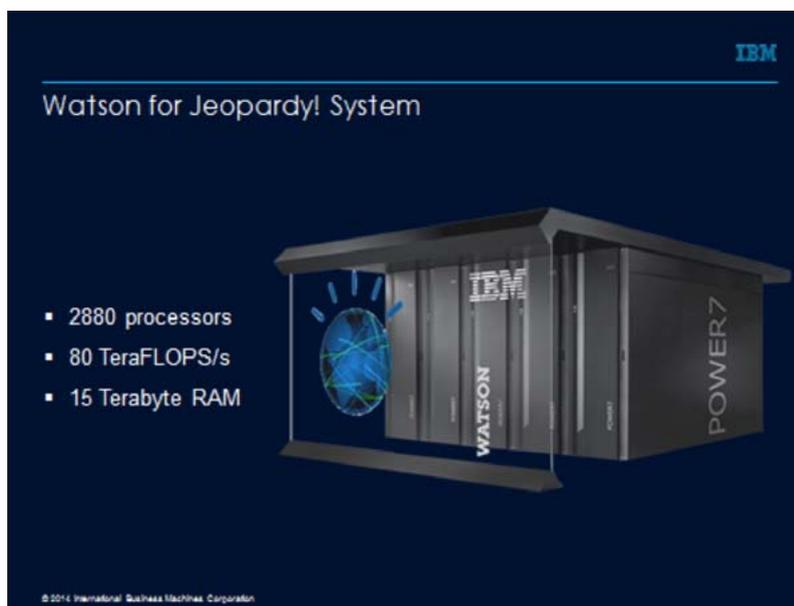


Bild 10

Um in weniger als drei Sekunden antworten zu können, war eine gewisse Ausbaustufe mit parallel arbeitenden Prozessoren und Speicher notwendig, wie das Bild 10 zeigt.

Bemerkenswert ist sicher, dass Watson für Jeopardy! als ein sogenanntes „In-Memory-System“ aufgebaut war, wie es heute vielfach in der Industrie diskutiert wird. Alle Daten waren für das Spiel im Hauptspeicher, weil die notwendigen Antwortzeiten keinen Zugriff auf Daten auf Festplatten erlauben würden. Daten gar aus dem Web abzurufen, wäre schon gar nicht möglich und auch nicht erlaubt gewesen. Watson musste mit dem gelernten Wissen ohne jede weitere Hilfe für seine Antworten auskommen.

Was haben wir seitdem gemacht? Wo stehen wir in der weiteren Entwicklung? Wir haben an verschiedenen Aspekten gearbeitet, wie im folgenden Bild 11 aufgezeigt wird.

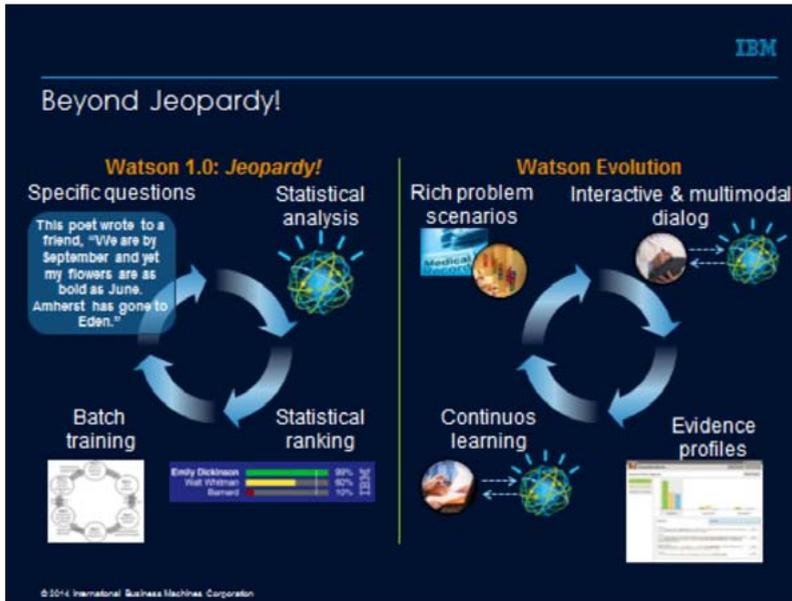
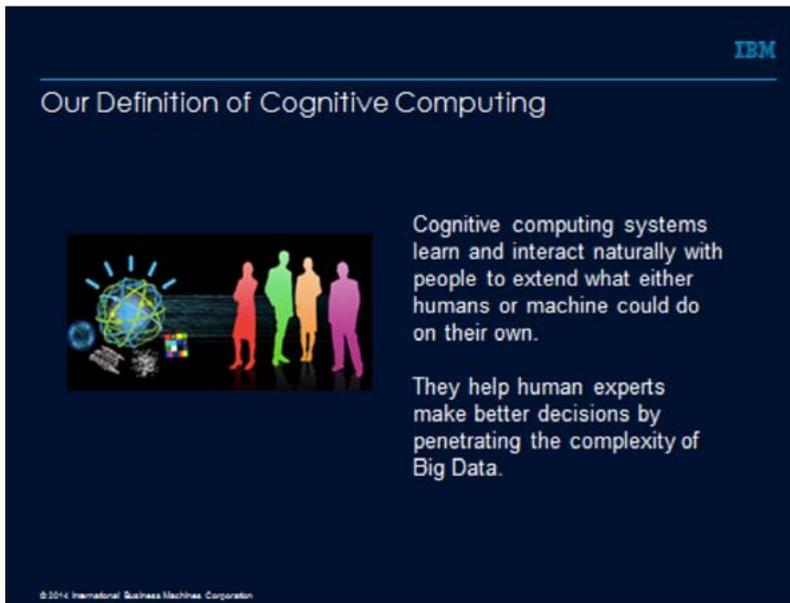


Bild 11

Die gestellte Frage für Watson 1.0 war ein einzelnes Statement. Die erstellte Antwort ebenfalls. Trainiert wurde durch IBM Research Experten über Nacht mit einigem manuellen Aufwand.

In den letzten Jahren haben wir daran gearbeitet, als Eingabe nicht nur ein Statement, sondern eine Situationsbeschreibung - eine Patientenakte, eine Fallbeschreibung, ein Versicherungsfall, eine etwas komplexere Situation - zu verwenden. Außerdem haben wir einen Dialog mit Rückfragen des Systems zwecks besserem Verständnis entwickelt. Dabei erkennt Watson nach einer ersten Analyse, dass sich die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Antwort mit bestimmten Daten erhöhen ließe und fragt entsprechend nach. Beispielsweise könnte Watson im Healthcare-Einsatz fragen, ob der Patient auch Kopfschmerzen hat und seine Antwort entsprechend anpassen. Desweiteren haben wir Watson beigebracht, seine Antwort mit Fakten aus den Quell-Dokumenten untermauern zu können.

Schließlich haben wir den Lernvorgang weiter automatisiert. Wir sind also jetzt bereit, Watson nicht nur in Spielshows einzusetzen, sondern es als neuartiges kognitives System in Anwendung zu bringen. Das folgende Bild 12 beschreibt dafür unsere Definition von Cognitive Computing.



The slide features the IBM logo in the top right corner. The title 'Our Definition of Cognitive Computing' is centered at the top. Below the title is an illustration of four stylized human figures in red, green, yellow, and purple, standing next to a glowing blue and white network of nodes and lines. To the right of the illustration, there are two paragraphs of text. At the bottom left of the slide, there is a small copyright notice: '© 2014 International Business Machines Corporation'.

IBM

## Our Definition of Cognitive Computing

Cognitive computing systems learn and interact naturally with people to extend what either humans or machine could do on their own.

They help human experts make better decisions by penetrating the complexity of Big Data.

© 2014 International Business Machines Corporation

Bild 12

Ein solches System ersetzt nicht den Menschen. Es geht auch nicht wie im Turing-Test darum, ein System zu entwickeln, bei dem die Maschine nicht mehr als solche erkennbar ist. Ein kognitives System nach unserem Verständnis soll uns helfen, mit der Komplexität der heutigen Welt, geprägt durch Big Data, umgehen zu können, sowie Entscheidungen auf Fakten basierend objektiv und schnell treffen zu können. Das System ist ein Hilfsmittel, wie früher ein Taschenrechner oder ein heutiger PC, nur dass es weit mehr Daten und Fakten in seine Antworten einbeziehen kann, als es uns als Menschen jemals möglich wäre.

Was unterscheidet so ein System von den bisherigen? Das nächste Bild 13 vergleicht kognitive Systeme mit den bisherigen programmierbaren Systemen.

IBM

## Cognitive systems expand the problems we can address



**Programmatic Systems**

- Leverage traditional data sources
- Follow pre-defined rules (programs)
- Provide the same output to all users



**Cognitive Systems**

- Are taught, not programmed.
- Learn and improve based on experience
- Interpret sensory and non-traditional data
- Relate to each of us as individuals
- Allow us to expand and scale our own thinking

Bild 13

Im klassischen programmierten System werden vordefinierte Modelle, Ontologien oder Wissensprozesse modelliert. Die Modelle haben eine gewisse Variabilität. Aber letzten Endes sind die klassischen Systeme für vordefinierte Situationen programmiert. Wenn sie auf eine neue Situation treffen, die nicht vorher programmiert war oder die das Modell nicht vorsieht, wird das Programm in eine Fehlersituation laufen.

Für diese Art programmierter Systeme und endlicher Modelle ist die Welt von heute vielfach zu komplex geworden. Es lässt sich einfach nicht mehr alles vorhersehen oder vordefinieren. Situationen ändern sich zu schnell. Neue Varianten tauchen auf. Neue Produkte sind zu berücksichtigen. Der Änderungsaufwand für programmierte Systeme ist entsprechend hoch. Lernende Systeme dagegen stellen sich auf neue Bedingungen flexibler ein. Natürlich sind die beiden Ansätze, klassische Programmierung und kognitives System, auch gut kombinierbar.

Wie vorher angesprochen, ergänzen sich Menschen und kognitive Systeme. Das folgende Bild 14 zeigt Varianten dieser Beziehungen.

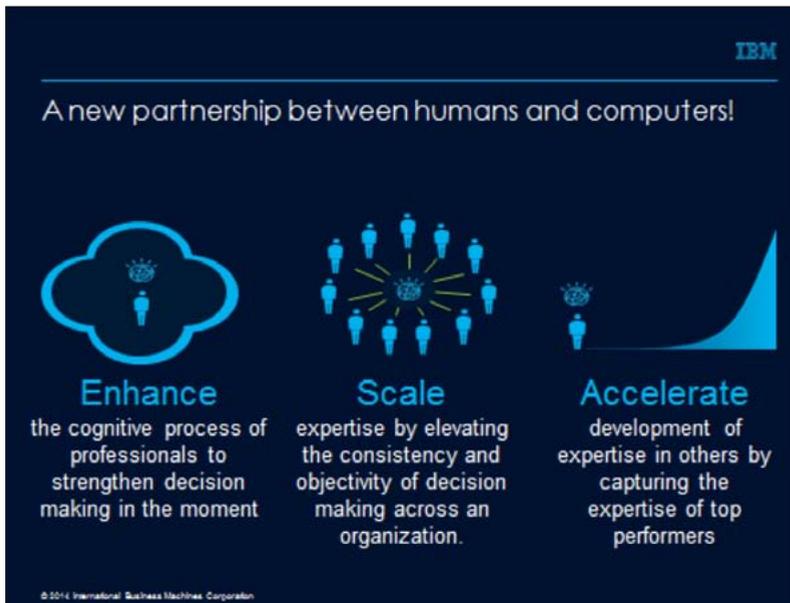


Bild 14

Zunächst erweitern diese Systeme unsere eigenen kognitiven Prozesse. Ein Arzt, um bei dem Beispiel Medizin zu bleiben, hat eine begrenzte Zahl an Stunden pro Jahr zur Weiterbildung. 40 Stunden pro Jahr sind schon ein guter Wert. Wieviel kann man in 40 Stunden lernen? Wie viele Journale zum eigenen Fachgebiet kann man zusätzlich lesen. Bleibt dann noch Zeit für die Ausbildung in benachbarten Gebieten? Als Menschen haben wir keine Chance, die ständig neu erstellten Informationen aufzunehmen. Ein kognitives System dagegen „liest“ für uns, erschließt uns so ein breiteres Wissen und ermöglicht uns somit bessere Entscheidungen.

Darüber hinaus gibt es einen Skalierungsfaktor bei der Verwendung eines kognitiven Systems zusammen mit anderen Benutzern. Das System wird von allen trainiert und gibt allen sein Wissen weiter. Es ermöglicht so auch größere Objektivität über die einzelnen Benutzer hinweg, sowie konsistentere Entscheidungen. Ein kognitives System lässt sich auch als Ausbilder zur schnelleren Verbreitung von Wissen verwenden. Dafür wird es von Experten trainiert und von Lernenden verwendet.

Wenn wir noch ein Stück weiter in die Zukunft blicken, werden weitere Eigenschaften kognitiver Systeme interessant, die das folgende Bild 15 zeigt.

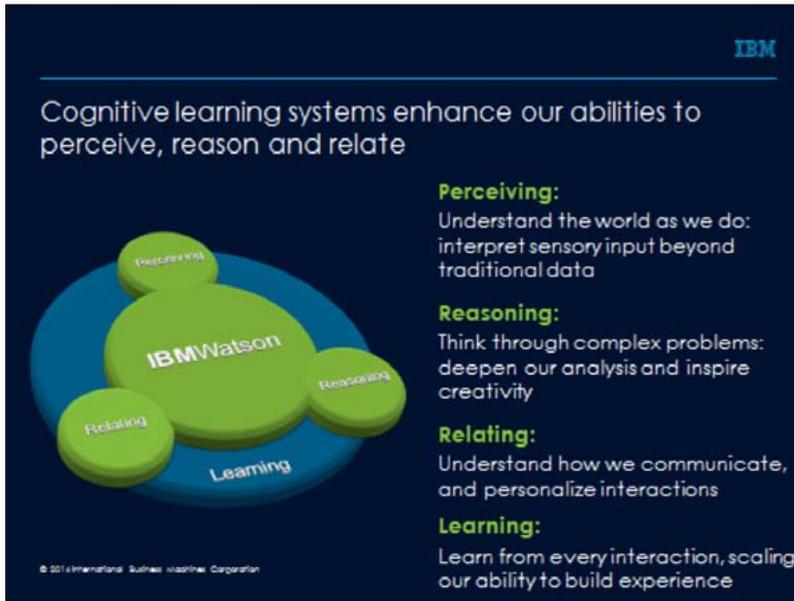


Bild 15

„Perceiving“ steht für die verschiedenen Sinne. Unsere heutigen Systeme arbeiten vor allem mit Text, gesprochen oder geschrieben. Aber natürlich soll ein solches System irgendwann auch Bilder verarbeiten. Es muss also sehen können. Vielleicht soll es auch fühlen, schmecken oder riechen können. Letztlich sollte ein kognitives System die Welt so erfahren können, wie wir als Menschen, damit es ein möglichst vollständiges Bild der jeweiligen Situation erhält, um daraus für und die richtigen Antworten abzuleiten.

„Relating“ bezeichnet die Eigenschaft eines kognitiven Systems, einen Bezug zum einzelnen Benutzer herzustellen und sich im Dialog entsprechend zu verhalten. Zum Beispiel könnte es den Wissensstand des jeweiligen Benutzers erkennen und seine Antworten entsprechend einfacher oder anspruchsvoller gestalten.

„Learning“ in diesem Kontext bedeutet, dass das System nicht nur aus jeder Interaktion Fachwissen ableitet, sondern auch seine Benutzer besser kennen lernt.

Das folgende Bild 16 zeigt einige konkrete Forschungsthemen in den eben genannten Bereichen.

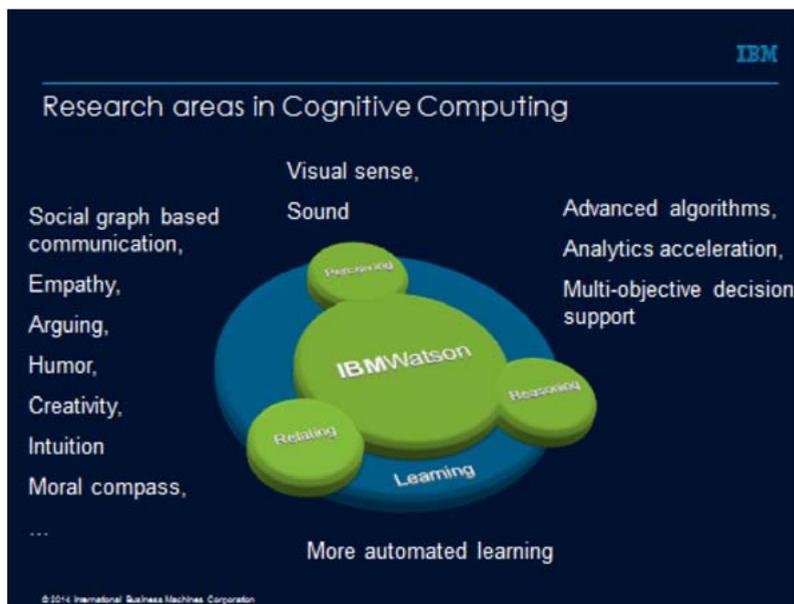


Bild 16

Im Sinne von „Perceiving“ wird zusätzlich an der Erkennung von Sprache auch an der Interpretation von Geräuschen gearbeitet.

Die Forschungsthemen auf dem Gebiet „Relating“ sind sehr neu und durchaus schwierig, wobei es bereits interessante Ansätze gibt. „Social graph based communication“ steht für ein reales Forschungsprojekt System U bei IBM. Dabei analysieren wir Texte von einzelnen Personen, z.B. Twitter Feeds, Facebook-Einträge, oder Emails, und erstellen aufgrund des Schreibstils und der Wortwahl ein relativ ausgeprägtes persönliches Profil. Erste Ergebnisse zeigen, dass sich mit nicht mehr als 200 Tweets oder wenigen Emails bereits brauchbare Profile erstellen lassen. Anhand des psychologischen Profils, kann ein kognitives System auf den jeweiligen Menschen gezielter zugehen, z.B. introvertierte und extrovertierte Benutzer unterschiedlich ansprechen. Als Menschen tun wir das ganz natürlich. Wir schätzen unser Gegenüber ein und passen unsere Wortwahl entsprechend an.

Ein weiteres reales Projekt ist „Arguing“, bei dem ein kognitives System nicht nur einen Dialog mit dem Benutzer führt, sondern einen Diskurs. Das System widerspricht, argumentiert, und fordert zu unterschiedlichen Sichtweisen auf. Weit schwieriger in der Entwicklung und noch sehr in den Kinderschuhen sind Themen wie Empathie, Humor, Kreativität oder Intuition. Die weitere Forschung wird zeigen, wie weit die Entwicklung solcher Eigenschaften bei kognitiven Systemen gehen kann, und wo vielleicht die Grenzen liegen.

Auf dem Gebiet „Reasoning“ wird neben besseren Algorithmen auch an komplizierteren Entscheidungshilfen gearbeitet. Selbst bei einfachen Entscheidungen wie z.B. beim Kauf eines Smart Phones sind verschiedene Parameter abzuwägen und zu priorisieren. Dabei können sich Zielkonflikte ergeben, wie z.B. beim Smart Phone ein hochauflösender Bildschirm bei niedrigem Stromverbrauch. Ein kognitives System kann solche mehrdimensionalen Entscheidungen mit uns erarbeiten.

Auch auf der Hardwareseite gibt es große Forschungsaufgaben. Das folgende Bild 17 zeigt einen neuronalen Chip der Version 2014, den wir bei IBM erst vor kurzem auf den Markt gebracht haben.

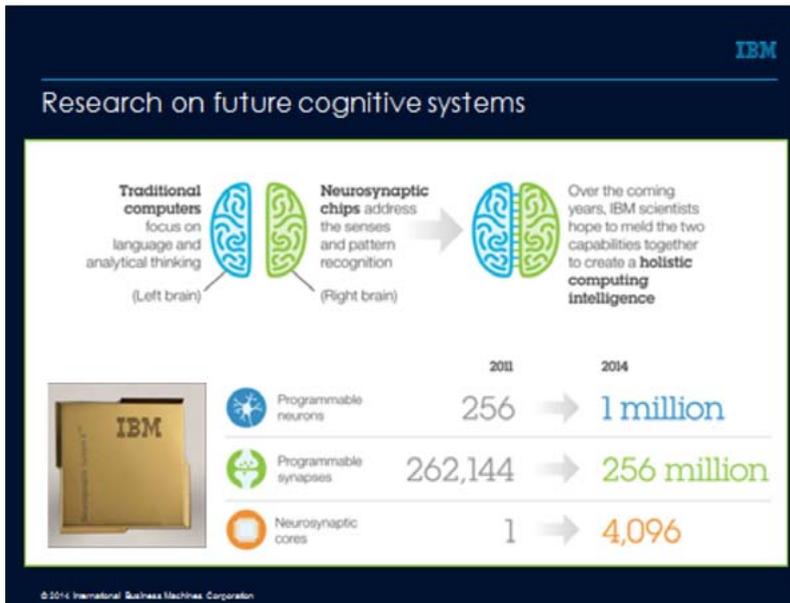


Bild 17

Gegenüber der Version aus dem Jahr 2011 konnten wir die Anzahl Neuronen und Synapsen dramatisch erhöhen. Dieser Chip ist programmierbar und eignet sich z.B. für Anwendungen wie Mustererkennung. Dieser Chip steht beispielhaft für die Weiterentwicklung von traditionellen Systemen zu neurosynoptischen Systemen, die nicht mehr nach dem klassischen Von-Neumann-Prinzip arbeiten, wie alle unsere Systeme heute. Heutige Systeme müssen Daten aus den verschiedenen Speichern in die Recheneinheit holen, verarbeiten und zurückspeichern. In Zeiten von „Big Data“ werden wir in Zukunft mehr Daten-zentrische Computer-Architekturen entwickeln, die das Speichern und verarbeiten von Daten enger integrieren. Assoziativ arbeitende Chips, wie der hier vorgestellte, können dabei ebenfalls eine wichtige Rolle spielen.

Das nächste Bild 18 zeigt einen letzten Blick in die Zukunft.

IBM

## A society of cognitive systems interacting with humans

Various Cognitive Systems and Humans will interact and collaborate:

- Human to Cognitive System
- Cognitive System to Cognitive System
- Human to Human

© 2014 International Business Machines Corporation

Bild 18

Da wir mit kognitiven Systemen, z.B. über natürliche Sprache agieren, können sich diese Systeme natürlich auch gegenseitig unterhalten. Dabei sind kognitive Systeme denkbar, die für ein bestimmtes Fachgebiet trainiert wurden und sich zusätzliche Einsichten von Systemen holen, die auf benachbarte Fachgebiete spezialisiert sind. Natürlich sind wir als menschliche Experten ebenfalls Teil dieses Dialogs, so dass letztlich ein Netz von kognitiven Systemen und menschlichen Experten Fragen bearbeiten könnte. Das wird eine interessante Dynamik ergeben und uns noch einige interessante Forschungsaufgaben bieten.



Bild 19

Zurück zu den heutigen Anforderungen (Bild 19). Kognitive Systeme lassen sich in einer Vielzahl von Anwendungsgebieten vorstellen. Einige Beispiele aus der Medizin hatte ich genannt. Aber auch das Finanzwesen, intelligente Städte, Sicherheitssysteme und vieles mehr können von den neuen Ansätzen profitieren. Im Prinzip kann man kognitive Systeme eigentlich in allen Anwendungsgebieten der IT einsetzen.

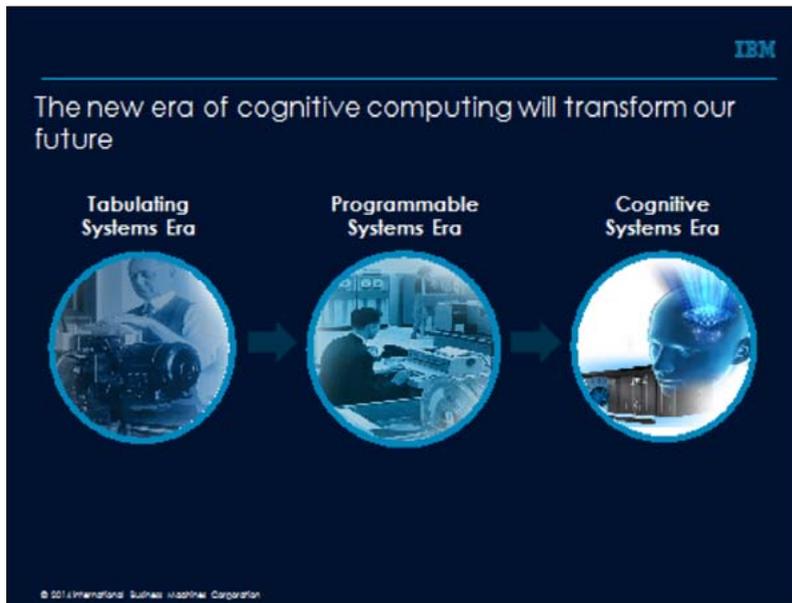


Bild 20

Wir haben also ein enormes Feld an zukünftigen Entwicklungen vor uns (Bild 20). Ich hoffe, Sie stimmen mir nach meiner kurzen Einführung in dieses Thema zu, dass es berechtigt ist, nach der Entwicklung erster mechanischer Rechner und den programmierten Systemen, von einer neuen Ära von Computing reden, der Ära der kognitiven Systeme.

## 4 Mensch, Maschine und die Zukunft der Industriearbeit

Dr. Constanze Kurz, IG Metall, Frankfurt

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



### Mensch, Maschine und die Zukunft der Industriearbeit

**Fachkonferenz Münchner Kreis  
„Maschinen entscheiden – vom Cognitive Computing zu autonomen Systemen“  
am 12.11.2014 in München**

**ARBEIT!  
SICHER UND FAIR!**

Eine Kampagne  
für IG Metall

Dr. Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



### Ausgangssituation

**Beschäftigung: Macht Digitalisierung arbeitslos?**

Wie bereits in den 80er Jahren heißt es auch heute wieder, dass Algorithmen, Computer und Maschinen die Arbeit übernehmen. Deutungshoheit im aktuellen Diskurs haben die pessimistischen Szenarien.

**Technology Review**



**Computer machen die Arbeit. Was machen wir?**

Risiko von bis zu 45 Prozent Arbeitsplatzabbau in den nächsten 20 Jahre

**Bring on the personal trainers**

Probability that computerization will lead to job losses within the next two decades, 2013 (Dworkin)

Job	Probability
Recreational therapists	0.003
Dentists	0.004
Athletic trainers	0.007
Clergy	0.008
Chemical engineers	0.02
Editors	0.06
Firefighters	0.17
Actors	0.17
Health technologists	0.40
Economists	0.43
Word processors and typists	0.81
Real estate sales agents	0.86
Technical writers	0.89
Retail salespersons	0.92
Accountants and auditors	0.94
Telemarketers	0.99

Source: "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?" by C.Frey and M.Osborne (2013)

**Arbeit: Mensch und Computer – aber wo bleibt der Mensch?**

Im Unterschied zur Debatte in den 80er Jahren heißt es heute nicht Mensch oder Computer, sondern Mensch und Computer. Fest steht: Die Arbeitsteilung zwischen Maschinen und Menschen wird sich grundlegend ändern. Was heißt das für die Beschäftigten und die Anforderungs- und Aufgabenstrukturen der Arbeit?




**Wirtschaft: Alles scheint möglich – aber wer kann es umsetzen?**

„Mit Industrie 4.0 ist ein zusätzliches Wachstum am Standort Deutschland in Höhe von durchschnittlich 1,7 Prozent pro Jahr und Branche möglich.“ (IAO/ BITKOM)

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



## These 1

Mit der digitalen Transformation ist nicht das Ende der Industriearbeit angebrochen. Sie birgt indes erhebliche Veränderungspotenziale für die Industriearbeit. Damit ändert sich auch das Agendasetting für Arbeitspolitik & Arbeitsgestaltung (neue Themen, Risiken, Chancen).



ARBEIT:  
SICHER UND FAIR!  
Eine Kampagne  
der IG Metall

3

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

## Trend: Mehr und engere Mensch-Maschine-Interaktionen in der digitalisierten Produktion – im „kleinen“

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



Roboter werden aus ihren Käfigen geholt und kooperieren mit den Werkern

heute

morgen

übermorgen?



Die neue Generation von Leichtbaurobotern arbeitet als Assistenzsystem mit dem Beschäftigten „hautnah“ zusammen. Die Grenzen zwischen menschlicher und maschineller Arbeit werden durchlässiger

4

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit



### Wandlungstendenzen der Arbeit

GEMEINSAM FÜR EIN GUTES LEBEN

Dimensionen	Industriearbeit 4.0
Arbeitsinhalte	Integration neuer IT-, Multimedia-, Cloud-Technologien, Assistenzsysteme; mehr Kooperation, Interaktion Wechsel virtuelle/ reale Arbeitswelten
Qualifikationsanforderungen	komplexer, interdisziplinärer, mehr Problemlösung (Requalifizierung) zugleich Tendenz zur Vereinfachung von Tätigkeiten (Dequalifizierung)
Qualifizierung/ Weiterbildung	mehr & beständige Qualifizierungsaktivitäten on the job auf Basis neuer Lerntechnologien
Datenschutz	neue Möglichkeiten der Erhebung, Verarbeitung und Nutzung von Personendaten & Nutzerprofilen (Match mit Technologiedaten)
Arbeitszeit/ Arbeitsort	erheblich flexibler
Leistung in Echtzeit	Verdichtung, Entlastung von Routinetätigkeiten; mehr Selbststeuerung, mehr indirekte Steuerung

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

## Ergebnisse aktuelle Befragung (Fraunhofer IAO/ inogenics)

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



Die Einführung von Industrie 4.0 erfordert vom Produktionsmitarbeiter folgende Kompetenzen:



Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



### These 2

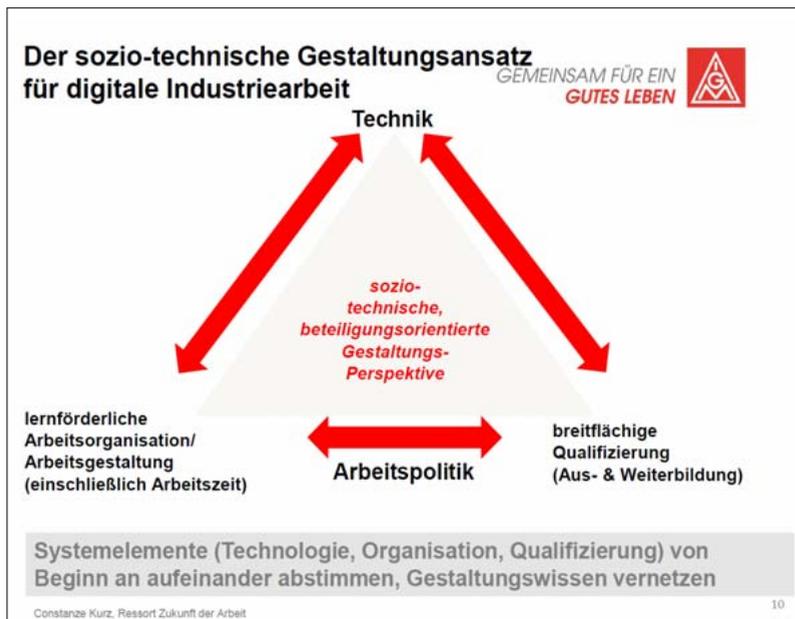
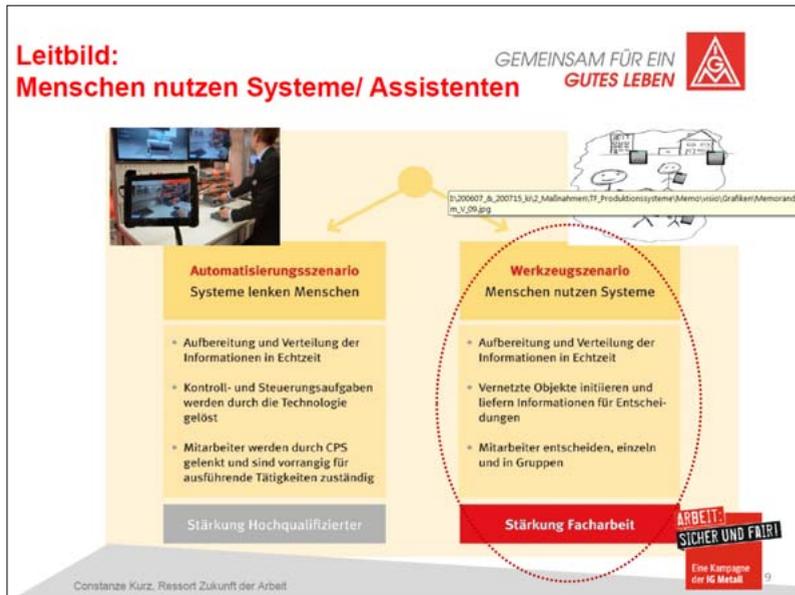
**Völlig unklar ist, wie System- und Aufgabenbeherrschung bei steigendem Digitalisierungsgrad im Arbeitsprozess gesichert und die Interaktivität zwischen menschlichen Aktionsteilen und Organisationssystemen optimal abgestimmt werden kann. Die Herausforderungen einer Digitalisierung der Industrie brauchen eine humanorientierte Arbeitspolitik, die menschliches Arbeitshandeln konzeptionell & praktisch einschließt (statt passive Objekte)**



**ARBEIT:  
SICHER UND FAIR!**  
Eine Kampagne  
der IG Metall

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

8



## Entscheidungsalternativen bei der Gestaltung von Mensch-Maschine Interaktionen

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



### Menschen nutzen Systeme

### Systeme lenken Menschen

Arbeitsinhalt	Interessante Zuschnitte von Aufgaben bei Einflussmöglichkeiten auf Gestaltung & Ziele	Enge Zuschnitte von Aufgaben bei einem hohen Grad an Standardisierung/ Fremdsteuerung
Arbeitsorganisation	Chancen erweiterter Zusammenarbeit mit vereinbarten Zielen und Beteiligung	Hohe Verantwortung bei geringen Handlungsspielräumen
Vernetzung	Beeinflussbarkeit von Standards und der Zusammenarbeit in einem transparenten Zusammenhang	Vorgabe enger Standards bei nicht vorhandener Transparenz im Kontext der Vernetzung und der Verwendung von Wissen
Automation	Entlastung von belastenden und inhaltlich nicht attraktiven Tätigkeiten	Automationsziel: Menschleere Fabrik
Qualifizierung/ Kompetenzen	Verknüpfung arbeitsplatznahes Lernen mit übergreifender Kompetenzentwicklung	Ausschließlich Qualifizierung on the job
Daten	Zugang zu Informationen und Wissen für Problemlösungen; Trennung Personen-, Technoliedaten	Nutzung der Daten zur Kontrolle von Verhalten und Leistung



Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

11

## Was wir für eine echte Priorität des Menschen brauchen

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



- **Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse** zu möglichen gesundheitsschädlichen Folgen der neuen Generation von Assistenten & Arbeiten in Echtzeit
- **Modellierung von lernförderlichen Assistenzsystemen, Wissensdiensten**
- **Industrie 4.0-Labore**, in denen „gute Arbeit“ modelliert, realitätsnah mit Akteuren getestet und optimiert werden kann
- **Konzepte der Autonomie, Vernetzung und Selbstorganisation** sowohl für Menschen & Maschinen als auch für die Interaktion zwischen beiden
- Konzepte und Werkzeuge, die **informationelle Selbstbestimmung/ Datensicherheit** sicherstellen
- AO-Maßnahmen, die **Zugangsbarrieren für Angelernte absenken** und sie in CPPS-Vorhaben einbeziehen.
- Use Cases für **Schwerbehinderte**, in denen auf Basis von CPPS-Lösungen neue Unterstützungsmöglichkeiten greifbar gemacht werden

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit



12

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



### These 3

Wissensbasierte digitale Systeme werden nur dann zukunftsfähig sein, wenn sie als hybride sozio-technische Konstellationen verstanden, geplant und umgesetzt werden. Es geht also nicht darum, zu fragen, was die Maschinen alles können, sondern darum zu fragen, was sie nicht können



ARBEIT:  
SICHER UND FAIR!  
Eine Kampagne  
der IG Metall

Constanze Kurz, Ressort Zukunft der Arbeit

13

GEMEINSAM FÜR EIN  
GUTES LEBEN



Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!



Kontakt:

Ressort Zukunft der Arbeit

[constanze.kurz@igmetall.de](mailto:constanze.kurz@igmetall.de)

069-6693-2265



ARBEIT:  
SICHER UND FAIR!  
Eine Kampagne  
der IG Metall

14

## 5 Kognitive Systeme für Diagnose und Therapie

Bernhard Calmer, Siemens AG, Erlangen



Maschinen entscheiden – vom Cognitive Computing zu autonomen Systemen

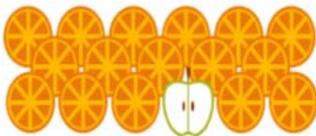
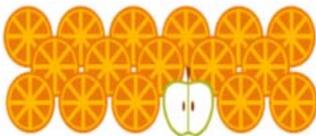
### Kognitive Systeme für Diagnose und Therapie

Demotiviert © Siemens AG 2014. All rights reserved.



### Trends in der Medizin

Von Standard-Behandlung zu personalisierter Medizin      Höhere Effizienz auf einem höheren Qualitätsniveau



Nachhaltig bezahlbare Preise für erstklassige Behandlung



Demotiviert © Siemens AG 2014  
Page 2      12 Nov. 2014      Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Nachfrage nach höherer klinischer Effizienz

Von großen Datenmengen an Bildern... ...zu medizinisch relevanten Informationen

Image Analytics

- Wie gut ist die Herzfunktion?
- Wie kontrahiert das Herz?
- Schließt die Herzklappe ordentlich?
- Wie groß müsste ein Klappen-Implantat sein?
- Wie fließt das Blut?
- Wie viel Gewebe ist geschädigt?

**Image Analytics extrahiert die medizinisch bedeutsamen Informationen aus den Bildern**

Unrestricted © Siemens AG 2014  
Page 3 12.Nov. 2014

- Wang et al. ICB 2010  
- Cella et al. Circulation 2013  
- Noack et al. Annals Cardiothorac. Surgery, 2013

Berhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Erweiterung des klinischen Nutzens von medizinischen Bildern

**Medizinische Bilder & Analyse**

+

**Digitale Modelle**

**Medizinischer Nutzen**

**Zusätzliche diagnostische Informationen**  
*Non-Invasiv, bildbasierte funktionale Messungen*

**Behandlungsentscheidung und -planung**  
*Verbesserte Patientenauswahl, optimierte Behandlungen*

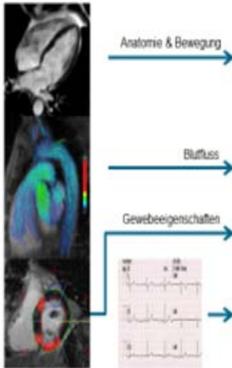
Unrestricted © Siemens AG 2014  
Page 4 12.Nov. 2014

Berhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Bildbasierte Modelle helfen bei individuellen Therapieentscheidungen

Von medizinisch relevanten Informationen... ...zu Patientenauswahl, Therapie-Optimierung und Heilungsprognosen

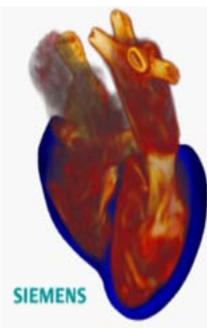


Anatomie & Bewegung

Blutfluss

Gewebeeigenschaften

Elektrische Zelleigenschaften



SIEMENS

- Ist die Behandlung für den Patienten geeignet?
- Abwarten oder eingreifen?
- Reparieren oder ersetzen?
- Was ist das Ergebnis einer Behandlung?
- Wie kann man die Behandlung optimieren?

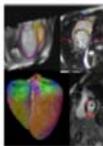
**Digitale Modelle bieten neue bildbasierte Anwendungen über die Radiologie hinaus**

Unrestricted © Siemens AG 2014  
Page 5 12 Nov. 2014 Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

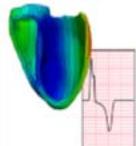
## Neue Technologie: Siemens Generative Computational Modeling Platform

**Anatomie**  
Geometrie, Narben und Muskelfasern aus Bildern



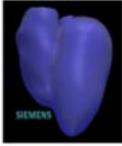
**Bilder**

**Elektrophysiologie**  
Elektrische Potenziale berechnen



**EKG, Katheter**

**Biomechanik**  
Gewebe mechanik berechnen



**Bilder, Elastographie**

**Blutkreislauf**  
Blutfluss und Randbedingungen berechnen



**Fluss, Druck**

➤ Modulare Plattform für diverse medizinische Anwendungen: CRT, Herzklappenersatz, Operationsplanung...

➤ Bildgebung als Grundlage für die Modellierung

**Neue klinische Lösungen zur Unterstützung von Therapie-Entscheidungen und -Planung**

- O. Zetting et al, Data-Driven Estimation of Cardiac Electrical Diffusivity from 12-Lead ECG Signals, MA, 2014  
- D. Neumann et al, Robust Image-based Estimation of Cardiac Tissue Parameters and their Uncertainty, MICCAI 2014  
- S. Rapaka et al, LBM-EP: Lattice-Boltzmann Method for Fast Cardiac Electrophysiology Simulation from 3D Images, MICCAI, 2012

Unrestricted © Siemens AG 2014  
Page 6 12 Nov. 2014 Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Eine konkrete Anwendung: Resynchronisationstherapie bei Herzinsuffizienz

Herzversagen in USA: 6 Millionen Menschen<sup>[1]</sup>

Kardiale Resynchronisationstherapie: etablierte Behandlung (130.000 Patienten p.a. in USA)<sup>[1]</sup>

30% von *Non-Respondern* → Möglichkeit der Kostenreduktion durch digitale Modelle

**Medizinische Herausforderungen:**

Bei **wem** funktioniert es?

**Wo** ist die optimale Elektrodenplatzierung?

**Wie** sieht das optimale Stimulationsmuster aus?

**Bedarf an innovativen bildbasierten digitalen Modellen für verbesserte Patientenauswahl, CRT Planung und Führung**

Unveröffentlicht © Siemens AG 2014  
 Numbers for USA Market - [1]2013 ESC Guidelines  
 Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT  
 Page 7 12 Nov. 2014

**SIEMENS**

## Kann man das Ergebnis der Behandlung vorhersagen? Patientenspezifische virtuelle CRT basierend auf Bildern

**1. Patientenspezifische Anatomie**

**2. Karte der Herzmuskel Fasern**

**3. Patientenspezifische Elektrophysiologie**

**4. Patientenspezifische Elektromechanik**

**5. Virtuelle CRT und Patientenauswahl**

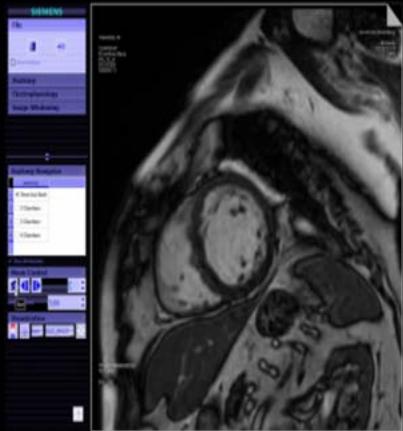
Zielgerichteter Eingriff

Unveröffentlicht © Siemens AG 2014  
 Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT  
 Page 8 12 Nov. 2014

**SIEMENS**

## Schritt 1: Personalisierung der Anatomie

- Segmentierung der Herzkammer



The screenshot shows a Siemens software interface on the left with various toolbars and a central MRI scan on the right. The scan displays a cross-section of a heart with a segmented chamber. The interface includes a 'SIEMENS' logo at the top, a 'Patient' dropdown menu, and several tool icons at the bottom.

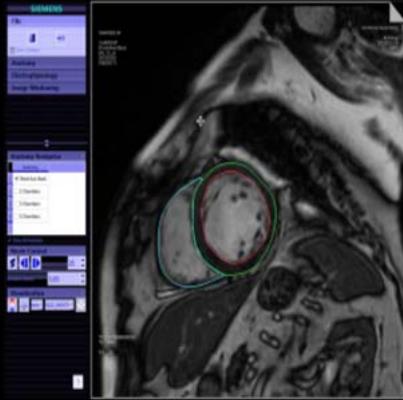
Data Courtesy of University Heidelberg  
© Siemens AG 2014  
Page 5 12 Nov. 2014

Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Schritt 2: Anpassung der Herzmuskelfasern

- Herzmuskelfaser-Modell wird auf die Patientenanatomie übertragen



The screenshot shows the same Siemens software interface as in Step 1, but with a green and red heart muscle fiber model overlaid on the segmented heart chamber in the MRI scan. The interface elements are identical to the previous step.

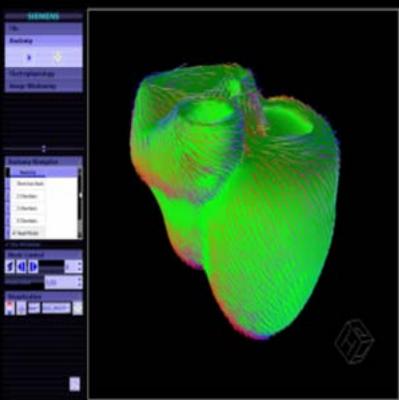
Data Courtesy of University Heidelberg  
© Siemens AG 2014  
Page 10 12 Nov. 2014

Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

### Schritt 3: Personalisierung der Elektrophysiologie

- Basierend auf pre-CRT Elektrokardiogramm



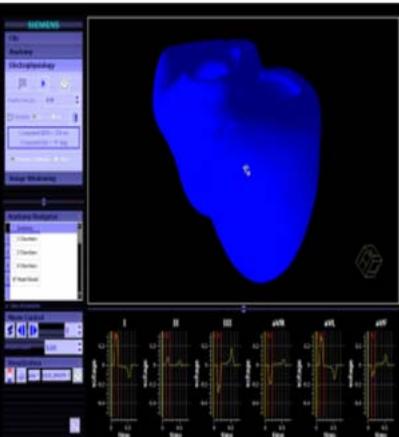
Data Courtesy of University Heidelberg  
 Downloaded © Siemens AG 2014  
 Page 11 12 Nov. 2014

Berhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

### Schritt 4: Virtuelle CRT

- Standardprotokoll
- Modell sagt Therapieergebnis vorher  
→ Verschlechterung!



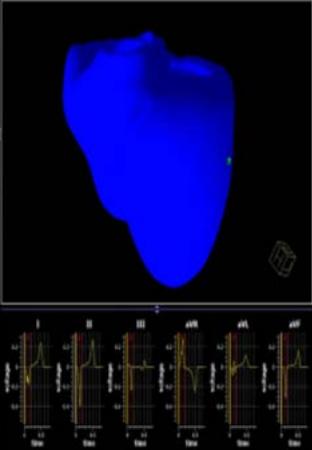
Data Courtesy of University Heidelberg



## Schritt 5: Virtuelle CRT

- Zweites Protokoll
- Modell sagt Therapieresultat vorher  
→ Relevante Verbesserung!





Data Courtesy of University Heidelberg

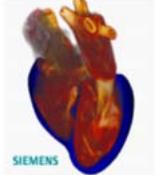
Unveröffentlicht © Siemens AG 2014  
Page 13      12 Nov. 2014      Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT



## Take Home Message

### Schritte in Richtung effizienter bildbasierter, personalisierter Medizin

1. Image Analytics: Effiziente, umfassende und reproduzierbare Bildquantifizierung
  - Screening, Krankheitsfrüherkennung und akkurate Diagnose
  
2. Bildbasierte Modellierung: Computergestützte Methoden mit Vorhersagekraft
  - Maßgeschneiderte Therapie für den individuellen Patienten
  - Abschätzung von Behandlungserfolg, Risiken und Nebenwirkungen
  - Therapieauswahl und Planung

**Potential zur Maximierung des Therapieerfolgs und Minimierung der Kosten**

Unveröffentlicht © Siemens AG 2014  
Page 14      12 Nov. 2014      Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Kontakt

**Dr. Olivier Ecabert**  
Head of Research Group  
CT RTC ICV IMA-DE

San-Carlos-Str. 7  
91058 Erlangen, Germany

Phone: +49 (9131) 7-21352  
[olivier.ecabert@siemens.com](mailto:olivier.ecabert@siemens.com)

**Bernhard Calmer**  
Head of Business Development  
Healthcare IT

RC-DE HC CX-HS BD  
Hadersberg 1  
84427 St. Wolfgang, Germany

Phone: +49 (8085) 17 111  
[bernhard.calmer@siemens.com](mailto:bernhard.calmer@siemens.com)

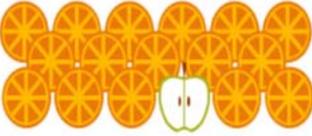
[siemens.com/answers](http://siemens.com/answers)

Unveröffentlicht © Siemens AG 2014  
Page 16 12.Nov. 2014 Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

**SIEMENS**

## Trends in der Medizin

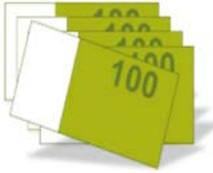
Von Standard-Behandlung zu personalisierter Medizin



Höhere Effizienz auf einem höheren Qualitätsniveau



**Nachhaltig bezahlbare Preise für erstklassige Behandlung**



Unveröffentlicht © Siemens AG 2014  
Page 2 12.Nov. 2014 Bernhard Calmer / Business Development Healthcare IT

## 6 Von Fahrerassistenzsystemen zum autonomen Fahren – ein langer, steiniger Weg?

Eberhard Zeeb, Daimler AG, Stuttgart



**DAIMLER**

**Mercedes-Benz Intelligent Drive heute**

**PRE-SAFE<sup>®</sup> PLUS**  
Aktiver Totwinkel-Assistent

**360°-Kamera**

**Aktiver Park-Assistent**

**PRE-SAFE<sup>®</sup> Impuls**

**ATTENTION ASSIST**

**COLLISION PREVENTION ASSIST**

**Aktiver Spurhalte-Assistent**

**BAS PLUS** mit Kreuzungs-Assistent

**Adaptiver Fernlicht-Assistent PLUS**

**PRE-SAFE<sup>®</sup> Bremse** mit Fußgängererkennung und Stadtbremsfunktion

**Nachsicht-Assistent PLUS** mit Spiegelfunktion

**DISTRONIC PLUS** mit Lenk-Assistent

**DAIMLER**

**PRE-SAFE<sup>®</sup> Brake mit Fußgängererkennung und Stadtbremsfunktion**

**Spürliche Parkung**

**BAS PLUS bei unvermeidbarer Fahrerreaktion: situationsgerechte Verstärkung der Bremsung bis hin zur Vollbremsung**

**PRE-SAFE<sup>®</sup> Brake bei ausbleibender Fahrerreaktion: autonome Bremsung**

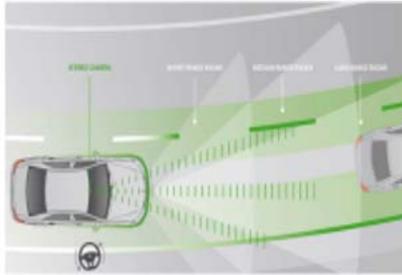
**Erkennung von Fußgängern im Bereich vor dem Fahrzeug**

- Erkennung von Fußgängern und langsamer fahrenden, anhaltenden und stehenden Fahrzeugen im „Fahrschlauch“ durch Fusion der Radar- und Kameradaten
- Bei Fahrerreaktion: situationsgerechte Verstärkung der Bremsung bis hin zur Vollbremsung
- Fehlende Fahrerreaktion: autonome Bremsung zur Kollisionsvermeidung oder -schwereminderung
- Fußgängererkennung und Stadtbremsfunktion: 7 - 72 km/h; Kollisionsvermeidung bis über 50 km/h

4

## DAIMLER

### DISTRONIC PLUS mit Lenkassistent und Stop&Go-Pilot



Kombinierte Längs- und Querverführung von 0 bis 200 km/h

- Querverführung durch Lenkeingriffe und Anpassung des Lenkmoments, auch in Kurven
- Fahrspurerkennung auf Basis von Markierungen und umgebenden Fahrzeugen
- Erkennung über Stereokamera und Radarsensoren

5

## DAIMLER

### Future Truck: Autonomer Autobahn-Pilot

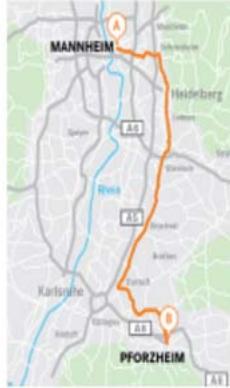


## DAIMLER

### S500 Intelligent Drive: Autonome Langstreckenfahrt auf den Spuren von Bertha- Benz

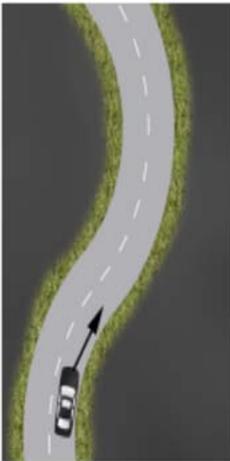


- Serien S 500 mit allen in Serie verfügbaren Bremsassistsystemen
- Genaue Umgebungskarte
- Zusätzliche seriennahe Sensorik (Radar, Kamera) für Objekterkennung, Ampelerkennung und Lokalisierung



## DAIMLER

### Überlandfahrt



Wenige Verkehrsteilnehmer, freier Blick, eigene Spur



## DAIMLER

### Fußgänger



## DAIMLER

Gibt es schon „echte“ autonome Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen?

*Nein !*

- Alle Serienfahrzeuge sind teilautomatisiert, d.h. die Verantwortung bleibt uneingeschränkt beim Fahrer
- Alle Versuchsfahrzeuge fahren mit einem Sicherheitsfahrer, der das System überwacht und geg. übersteuern oder abschalten kann/muss.



## DAIMLER

### Zentrale Herausforderung Sicherheit

Fast alle Unfälle werden durch menschliche Fehler verursacht.

Menschen machen viel mehr richtig als falsch.

Sicherheitssysteme unterstützen den Fahrer und helfen in Gefahrensituationen

Jetzt müssen wir die Dinge automatisieren, die Menschen i.d.R. richtig machen

*Auf deutschen Autobahnen ereignet sich alle 7,5 Millionen km ein schwerer Unfall*

*Autonome Fahrzeugsysteme müssen 7,5 Millionen km ohne Fehler fahren.*

## DAIMLER

## Verantwortungsübergang vom Fahrer zum Fahrzeug(-hersteller)



## DAIMLER

## Entwicklungsrichtungen für Autonome Fahrzeugfunktionen

## Autonome Funktionen für Serienfahrzeuge



## Autonome Shuttle-, Car-Sharing und Sonderfahrzeuge



## DAIMLER

## Kollisionsvermeidung ist Pflicht!



... aber abhängig

- vom Wetter,
- den Straßenverhältnissen,
- dem Umgebungsverkehr

extrem herausfordernd!

## DAIMLER

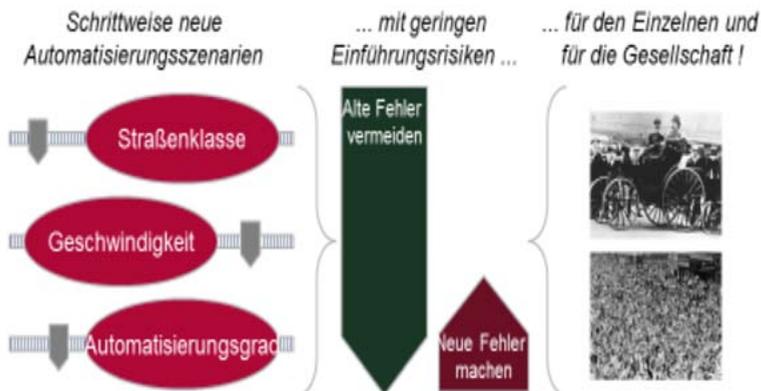
## Ausweg: Schritt für Schritt zum automatisierten Fahren

	Niedrige Eigengeschwindigkeit	Hohe Eigengeschwindigkeit
Strukturiertes Verkehrsumfeld	Stau 	Autobahnfahrt 
Chaotisches Verkehrsumfeld	Parken, Manövrieren 	Stadt- und Landstraßenfahrt 

Dazu kommen Witterungsabhängigkeiten und Tag/Nacht-Unterschiede

## DAIMLER

## Einführungsrisiko minimieren



## DAIMLER

## Hürden auf dem Weg zum autonomen Fahren





## 7 Was ändert sich für uns durch automatisiertes Fahren?

Reinhold Hamann, Robert Bosch GmbH, Heilbronn

**Münchner Kreis: Maschinen entscheiden 12.11.2014**



**Was ändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?**  
Einladung in die Vision des selbstverständlichen Automatisierten Fahrens

Dr.-Ing. Reinhold Hamann

G40Pz40-Hamann | 12.11.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Veränderung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.



**BOSCH**

**Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?**

**Voraussetzung**  
Automatisierte Fahrzeuge funktionieren in großen Stückzahlen. Der Fahrer ist nicht mehr verantwortlich für die Fahraufgabe.



**Einladung in die zukünftige Welt der Flotten Automatisierter Fahrzeuge**

Diese Präsentation setzt gedanklich voraus, dass alle technischen, juristischen, ... Probleme auf dem Weg zum Automatisierten Fahren gelöst sind. An der Überwindung dieser Hürden beteiligt sich Bosch mit großem Engagement und verkennet nicht, dass das Ziel erst in vielen Jahren erreicht sein wird.

2

G40Pz40-Hamann | 12.11.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Veränderung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.



**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Automatisiertes Fahren: Gesellschaftliche Vorteile

<b>Weniger Stau</b>	Weniger Staus und geringere Wartezeiten an Kreuzungen und Ampeln → <b>80 % Verbesserung im Verkehrsfluss<sup>1</sup></b>
<b>Geringerer Kraftstoffverbrauch</b>	Synchronisierter Verkehrsfluss → <b>8 % bis 13 % geringerer Kraftstoffverbrauch<sup>2</sup></b>
<b>Zuwachs an Produktivität</b>	Verkehrszeiten werden produktiv → <b>56 Minuten pro Tag befreit für anderer Tätigkeiten (US)<sup>3</sup></b>
<b>Demokratisierung der Mobilität</b>	Segment > 60 wächst 50 % schneller als die Gesamtbevölkerung → <b>Die Alters-Bandbreite an mobilen Menschen wächst</b>
<b>Sicherheitsgewinn</b>	Reduzierte Unfallrate im Straßenverkehr → <b>90 % Reduktion von 1.2 Mio weltweiten Verkehrstoten<sup>4</sup></b>

3

<sup>1</sup> Shalaby, Bekar, Dongen, Li, and Zhou (2012), Impact of Cooperative Adaptive Cruise Control on Freeway Traffic Flow, 51<sup>st</sup> Annual Meeting of TRB, Washington, 14-18 Jan. 2012; <sup>2</sup>Frederick, Frank, Patten, One Hand at a Time, 10/14/04, June 20; <sup>3</sup>U.S. Department of Transportation, Highway Safety Administration (2011), Report # FHWA-11-022; <sup>4</sup>Wagner, Brian (2011), Leave the Driving to Americans, Smartcar, 28.02.2011.


**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Muss automatisiertes Fahren teuer sein?

Wie möchten Sie gefahren werden?

- Komfortabel
- Defensiv

Was charakterisiert ein Automatisiertes Fahrzeug?

- Kein Lenkrad, keine Pedale
- Geringe Motorleistung
- Keine Niederquerschnittstreifen/Superfahrwerke, ...
- 24/7 im Einsatz
- Kompensation der Kosten für die Funktionalität des Automatisierten Fahrens durch funktionale Reduktion in anderen Bereichen
- Kostengünstiger Betrieb: keine Parkgebühren, geringerer Energieverbrauch, ...

Zukünftige Mobilität mit automatisierten Fahrzeugen ist kostengünstiger als heutige Mobilität.

4

GDP/AG-Herzsch 1 © 11.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten. Auch top; jede Verfügung, Verbreitung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.


**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Wer bezahlt Ihre Mobilität beim Einkaufen?

Internet-Suchdienst und Lieferant registrieren, dass Sie sich für die Ware X interessieren.

- Lieferant hat Interesse, dass Sie kaufen.
- Lieferant bietet Suchdienst-Erfolgsprämie



#### Ware ist standardisiert

- Suchdienst und Lieferant haben kommerzielles Interesse, dass Sie kaufen
- Warum sollten Sie für die Lieferung bezahlen? „Google Shopping Express“



#### Ware ist nicht standardisiert oder Vor-Ort-Kauf ist emotional erwünscht

- Suchdienst und Lieferant haben kommerzielles Interesse, dass Sie ins Geschäft kommen
- Warum sollten Sie für die Lieferung bezahlen? → „Individuelle Kaffeeahrt“



Mobilität beim Einkaufen wird nicht direkt vom Käufer bezahlt!

5

© 2014 Robert Bosch GmbH. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Vervielfältigung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.



**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Folgen für die Automobilindustrie

Die Benutzung der Flotten Automatisierter Fahrzeuge ist so komfortabel und preisgünstig, dass Sie auf Ihr privates Fahrzeug verzichten

Das Image dieser Fahrzeuge ist weit weg von Image unserer heutigen Fahrzeuge (dynamisch, fahrerzentriert, ...)

Vieles, was OEMs in ihre Marke investiert haben, verliert an Wert

Viele Funktionen/ Komponenten, die OEM und Tier 1 entwickelt haben, finden keinen Markt mehr

Wenn diese Fahrzeuge 24/7 in Betrieb sind, brauche ich für die gleiche Mobilitätsaufgabe 80 % weniger Fahrzeuge<sup>1</sup>

Fahrzeugindustrie steckt riesige Summen in Automatisiertes Fahren, um weniger Fahrzeuge zu verkaufen und das Image ihrer Marken zu gefährden?

<sup>1</sup>Mark, Carlo (2016), MIT SmartFuture Mobility Project, Multiple reports

6

© 2014 Robert Bosch GmbH. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Vervielfältigung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.



**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Wer verdient am automatisierten Fahren?

- Was tun Sie im Auto, wenn Sie nicht mehr fahren?  
Solange wir nicht gebeamt werden können, ist das vor allem langweilig
- Wie kann man mit dem sich langweilenden Fahrzeug-Insassen Geschäft machen?
- Zu Konsum im Fahrzeug verleiten: Filme/Zeitschriften runterladen, ...
- Zu Käufen am Wegesrand verleiten
- **Annahme:** Vielfahrer gibt 10 € pro Woche im Fahrzeug aus  
→ In 10 Jahren Fahrzeugleben sind somit > 5 000 € Umsatz entstanden.  
Das ist mehr Umsatz, als beim Tier 1 an den AD-Komponenten pro Fahrzeug



Fahrzeugindustrie steckt riesige Summen in Automatisiertes Fahren, und profitiert nur eingeschränkt an den entstehenden Umsätzen. Sind diese Umsätze noch in Deutschland?

7

G4DFU-AG-Hannover | 12.11.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Vervielfältigung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.


**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Auswirkung auf Infrastruktur

- Automatisierte Fahrzeugflotten brauchen keinen Parkraum
  - in Ihrer Garage
  - vor Ihrem Haus
  - im Parkhaus des Supermarkts
- Haben Sie schon Ideen, welches Hobby Sie künftig in Ihrer Garage betreiben? Mit den Kindern eine Segeljolle bauen?
- Können Sie sich vorstellen, wie schön Ihre Straße aussieht, wenn keine Autos dort parken?



Automatisiertes Fahren hat Auswirkungen auf die Infrastruktur und damit auf das Aussehen unserer Städte. Wird die Infrastruktur kostengünstiger?

8

G4DFU-AG-Hannover | 12.11.2014 | © Robert Bosch GmbH 2014. Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Vervielfältigung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.


**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Wo geschieht der Durchbruch?

- Viele Voraussetzungen notwendig
  - Fahrzeugtechnik
  - Hochpräzise, aktuelle Kartendaten
  - Legislative
  - Infrastruktur
    - Verkehrswege
    - Datenübertragung
  - ...



Gewinnt die Region (Land, Erdteil)

> die alles gründlich löst?

Oder

> die mutig ausprobiert?

(u. U. unter speziellem staatlichen Schutz: Haftungsrecht, Infrastruktur, Datenschutz, ...)

9

© 2014 Robert Bosch GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Auch nach jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.



**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Wer sind die Gewinner?

- Ex-Fahrer:
  - mehr Zeit
  - weniger Stress
  - Sicherer
  - Preisgünstiger
- Gesellschaft: sicherer, Energieersparnis, ...
- OEM, Tier1: Umsatz und Imagegewinn durch neue Funktionalitäten
- Unternehmen mit cleveren Folgegeschäften der neuen Funktionalität
  - Geschäft mit dem sich langweilenden Ex-Fahrer
  - Empfänger und Verwerter der Datenflut aus Automatisierten Fahrzeugen
  - Unternehmen, dem interessierte Kunden gebracht werden
  - ...
- Regionen, die Vorteile der Automatisierten Fahrzeuge gezielt aufgreifen
- Revolution in Logistik!?



10

© 2014 Robert Bosch GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Auch nach jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsverletzungen.



**BOSCH**

## Was verändert sich für uns durch Automatisiertes Fahren?

### Zusammenfassung



- Was ändert sich, wenn Automatisiertes Fahren wirklich ein Massenphänomen wird?
  - Das Fahrzeug ändert sich umfassend, Fahrzeugmarken müssen ihr Image ändern
  - Mobilität wird kostengünstiger
  - Es entstehen neue Geschäftsmodelle
    - Mobilität wird z. T. nicht mehr vom Nutzer bezahlt
    - Umsatz mit dem sich langweilenden Ex-Fahrer
    - ...
  - Unsere Städte werden anders aussehen
  - ...

Nur wenn wir die Welt der Automatisierten Fahrzeuge durchdenken, stellen wir auf dem Weg dahin die richtigen Weichen



## **8 Wege zur positiven und verantwortungsbewussten Gestaltung des neuen Verhältnisses von Mensch und autonomer Maschine**

Prof. Dr. Klaus Mainzer, Technische Universität München

Ich bedanke mich zunächst für die freundliche Einladung zum MÜNCHNER KREIS. Dieser Name erinnert mich als Philosoph und Mathematiker an den Wiener Kreis – eine fachübergreifende Vereinigung von Ingenieuren, Mathematikern, Philosophen, Natur- und Sozialwissenschaftlern, die Anfang des 20. Jahrhunderts in der damaligen Weltmetropole Wien das technisch-wissenschaftliche Weltbild maßgeblich mitbegründet haben. Im Bund mit der Industrie und wichtigen IT-Firmen bedenken Sie die Grundlagen der modernen durch Technik, Wirtschaft und Wissenschaft geprägten Gesellschaft.

Daher sprechen wir heute über die Zukunft des Verhältnisses von Mensch und autonomen Maschinen, den Perspektiven verantwortungsbewusster Technikgestaltung. Auf dem Hintergrund meiner fachübergreifenden Arbeit über Grundlagen der Robotik, künstlichen Intelligenz, aber auch des Internets, will ich so vorgehen, dass ich zunächst kurz die Entwicklung vom programmierten zum autonomen Roboter illustriere, dann von IT Netzwerken zu autonomen Infrastrukturen und schließlich zu autonomen Systemen und Big Data komme. Zu all diesen Themen haben Sie heute schon einiges gehört und diskutiert. Ich will jetzt versuchen, das Ganze noch einmal zusammenzuführen, zunächst also

### **Vom programmierten zum autonomen Roboter**

Ein klassischer Industrieroboter muss vorprogrammiert werden. Alles, was er überhaupt von seiner Umwelt registrieren kann, muss in einer Computersprache repräsentiert sein. Das ist auf dem Bild 1 mit prädikativen Ausdrücken für die Stellung einer Kugel und einer Tasse auf einem Tisch angedeutet. Wenn sich dann der Roboter bewegt und seine Position ändert, dann müssen diese formalen Daten „abgedated“ werden.

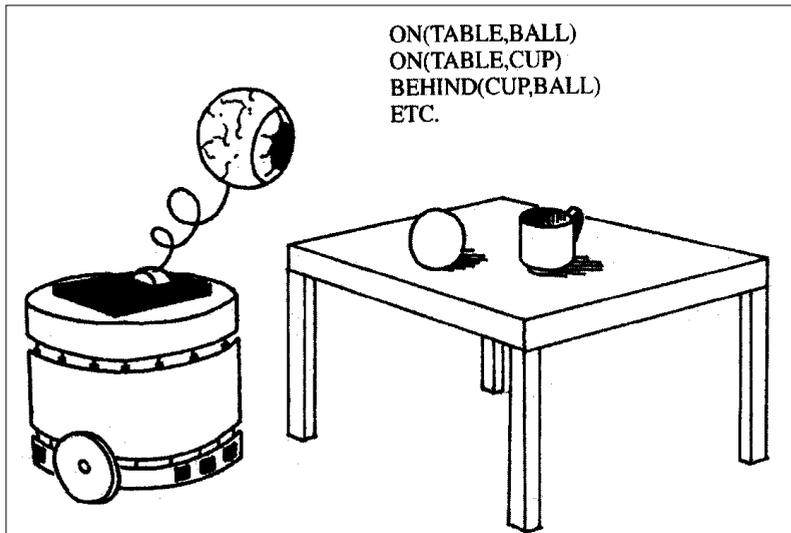


Bild 1: Programmierter Roboter

(Cartoon von I. Follath in Pfeifer/Scheier 2001, S. 68)

Wenn wir uns in der Natur umschauen, bei uns selber oder anderen Tieren, geschieht das anders. Diese Organismen brauchen keine symbolische Repräsentation. Interaktion mit der Umwelt wird unmittelbar über Sensorik geregelt. Signale werden also unmittelbar über die Sinnesorgane aufgenommen und führen zu Handlungen und Entscheidungen. Das nennt man in der Kognitionswissenschaft heute „Embodied Mind“, was so viel heißt wie verkörperte Kognition: Der menschliche Körper mit seinen Sensoren, Nervensystemen und dem Gehirn ist für menschliche Kognition maßgebend.

Dass die symbolische Repräsentation keine Garantie für rationales Entscheiden ist, sieht man bei dem „armen“ Kollegen in diesem Cartoon Bild 2: Versunken in seine Formelwelt verschüttet er eine Flüssigkeit. Demgegenüber hat der kleine Junge auf dem Fahrrad im Bild links, instinktiv würden wir sagen, unmittelbaren Kontakt sensorisch und körperlich mit einer kleinen Schnecke aufgenommen, die auf die Fahrbahn kriecht. Man hat sogar den Eindruck, dass eine Art mentaler und emotionaler Beziehung zwischen Junge und Schnecke aufgebaut wird. Blitzschnell entscheidet sich der Junge und fährt um das kleine Tier herum.

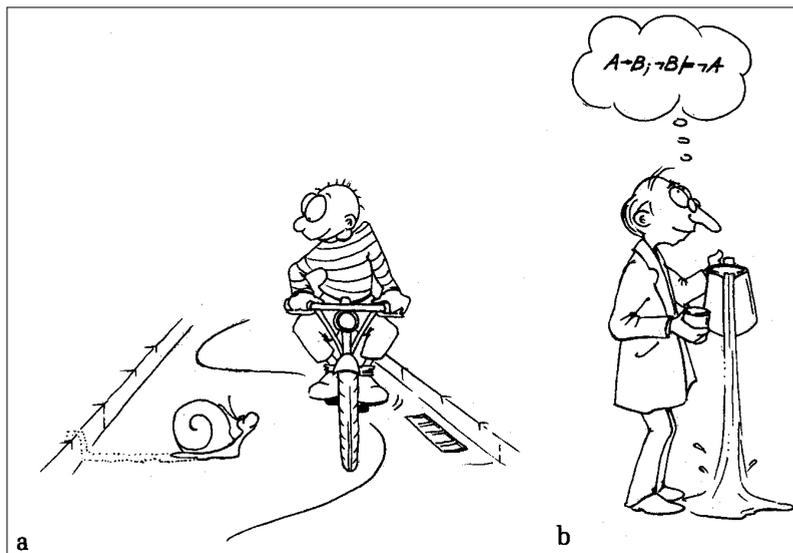


Bild 2: Körperliche versus symbolische Intelligenz  
(Cartoon von I. Follath in Pfeifer/Scheier 2001, S. 285)

In den Kognitionswissenschaften unterscheidet man daher auch zwischen formalem und körperlichem Handeln. Typisches Beispiel für formales Handeln ist das Schachspiel (Bild 3). Jede Position ist eindeutig repräsentierbar, auch symbolisch, und kann beliebig reproduziert werden.

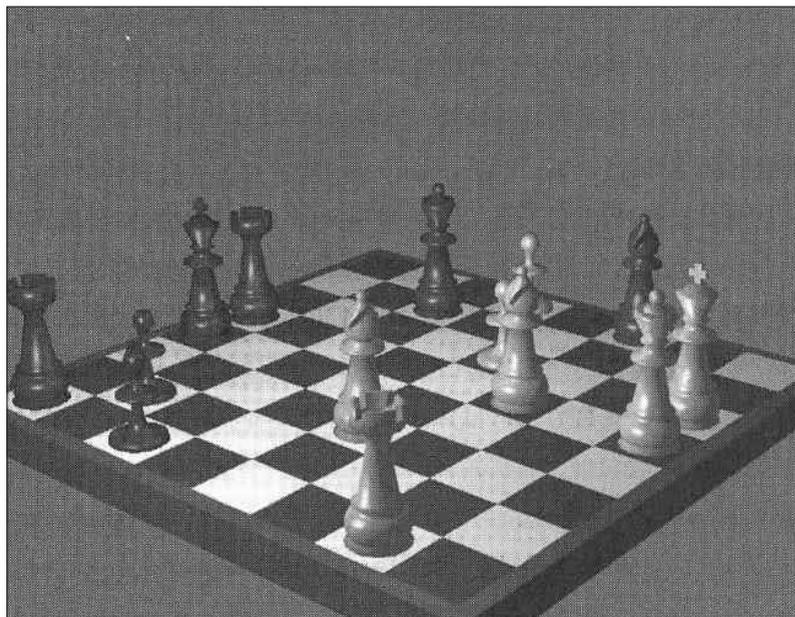


Bild 3

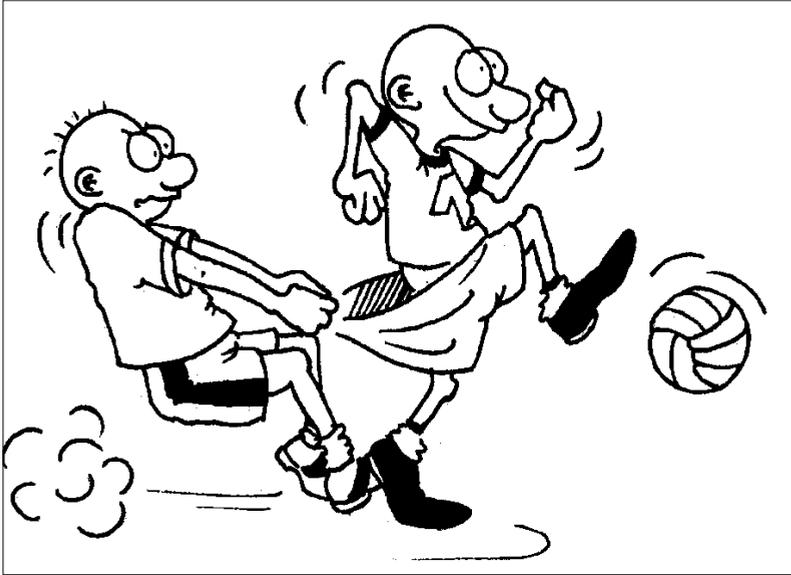


Bild 4: Symbolische und körperliche Intelligenz  
(Cartoon von I. Follath in Pfeifer/Scheier 2001, S. 61)

Ganz anders beim Fußball (Bild 4). Da gibt es bekanntlich zwar auch Regeln, aber aufgrund der ungeheuer vielen Freiheitsgrade und der körperlichen Interaktion lässt sich eine Position nie identisch reproduzieren. Also wieder Embodied Mind und Embodied Action. Was wir heute in der Robotik beobachten, ist der Trend zu humanoiden Robotern, die als Partner von Menschen agieren sollen. Damit wurde vor einigen Jahren auch an der TU München begonnen. Man sieht im Bild 5 eine Küchenzeile aufgebaut. Ein Roboter agiert in der Küche, ergreift Utensilien, reagiert auf Hindernisse und löst selbstständig vorgegebene Aufgaben.

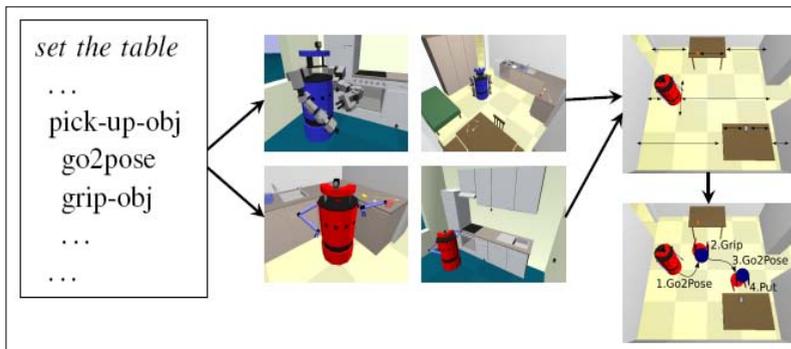


Bild 5: Autonomer Roboter in Küchenumgebung (CoTeSys)

Da gibt es natürlich auch Programmierungen. Das sind Subprogramme. Aber Entscheidungen kann dieser Roboter in jeder veränderten Situation bis zu einem gewissen Grad selbstständig treffen. Das hat durchaus Ähnlichkeit mit uns. Natürlich haben wir auch vorprogrammierte Programme in uns, sei es genetischer Art oder Programme, die wir im Laufe der Jugend gelernt haben. Auf was ich hinauswill, ist das Folgende: Diese Art von

Robotik, die wir eben gesehen haben, obwohl sie interagierend mit dem Menschen arbeitet, baut weiterhin auf Programmen auf, d.h. Verhalten ist schon vorprogrammiert. Aber in einer Klasse von Programmen kann sich der Roboter mit Wahrscheinlichkeitsabschätzungen (Bild 6) passend für die jeweilige Situation entscheiden.

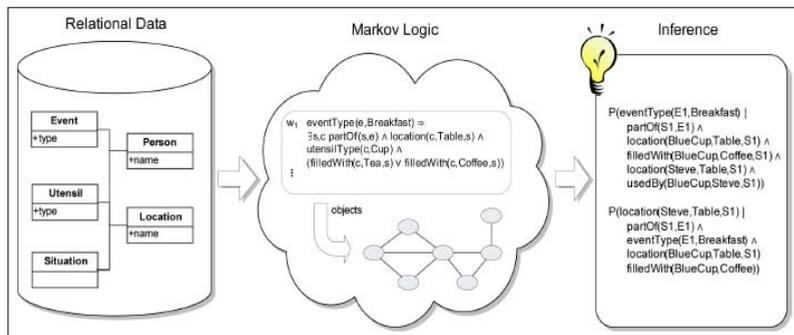


Bild 6: Roboter benutzt Wahrscheinlichkeitslogik (Markov-Logik) für autonome Entscheidungen (CoTeSys)

Was wir heute im Human Brain Project erleben, ist eine ganz andere Strategie. Und das sollte man auch von Seiten der Industrie ernst nehmen und das Zukunftspotential bedenken: Gemeint ist die Forschungsorientierung am Gehirn, das aus hochkomplexen neuronalen Systemen besteht. Technische neuronale Netze mit Lernalgorithmen kennt man schon seit vielen Jahren (Bild 6). Danach werden synaptische Verbindungen durch Zahlengewichte modelliert, die durch Algorithmen verändert werden, um z.B. Mustererkennung zu realisieren.

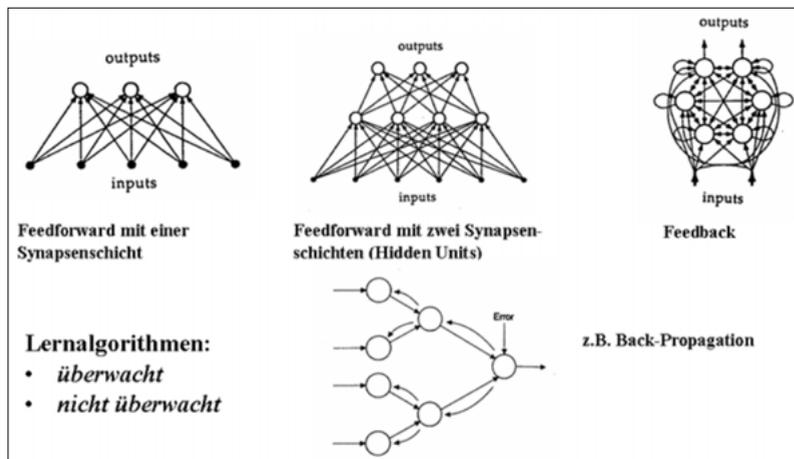


Bild 6: Neuronale Netzarchitekturen mit Lernalgorithmen

Tatsächlich werden aber bisher diese technischen Modelle nur auf Computern simuliert. Neu wäre der Nachbau von Neuronen und Synapsen in neuromorphen Computern wie das biologische Vorbild. Zudem Milliarden von Neuronen, die wechselwirken und Verschaltungskreise

bilden. Diese Verschaltungskreise – so viel wissen wir bereits aus der Neuropsychologie - sind mit kognitiven und mentalen Zuständen wie Wahrnehmen, Denken, Fühlen und Bewusstsein verbunden.

Wir haben erste Anwendungen in der Forschung im sogenannten Brain Reading. Dabei erkennen Algorithmen in den Verschaltungsmustern des Gehirns die jeweiligen kognitiven Zustände, ob z.B. jemand einen Baum oder ein Auto betrachtet. Wenn die Daten solcher Verschaltungsmuster in einer Datenbank gespeichert und kombiniert werden, könnten nicht nur das Automobil oder der Baum alleine, sondern auch das kombinierte Bild des Automobils vor dem Baum erstellt werden.

Aber das ist alles noch im Kommen. Jedenfalls ist es die große Vision des Human Brain Project, solche technischen Systeme dann auch zu bauen. Sie wissen, dass das Human Brain Project von Ingenieuren, Mathematikern und Informatiker dominiert wird, also denjenigen, die etwas bauen wollen, weniger von den Neurowissenschaftlern und den Psychologen, die das biologische Gehirn „nur“ verstehen und modellieren wollen. Es wird sich im Experiment zeigen müssen, ob die technischen Konstruktionen tatsächlich die mentalen und kognitiven Leistungen des menschlichen Gehirns erzeugen. Vielleicht werden es auch nur Teilergebnisse sein, die dennoch bedeutsam sein können und zu Durchbrüchen der Technik führen.

Warum solche neuromorphen Computer für die Industrie so interessant sein könnten, führt uns zu einer Schlüsselfrage der Digitalisierung in der Zukunft. Das ist die Energiefrage, die sich zu einer Belastung bei exponentiell zunehmender Digitalisierung unserer Zivilisation erweist. Wenn Sie sich vorstellen, dass wir heute zwar bereits im Prinzip den Datenverkehr im Gehirn simulieren könnten. Wir brauchen dazu aber Großrechner, mindestens so groß wie der Leibniz-Rechner in München, während unser biologisches Gehirn mit der Energie einer Glühlampe auskommt.

Die Evolution ist also sehr spannend. In der Evolution wurden Netzwerke zunächst durch Nervensysteme und Gehirne in Organismen realisiert. In der Technik setzten wir auf programmgesteuerte Computer mit exponentiell wachsender Rechenpower und Energiebedarf. Damit sind wir mittlerweile bei Superrechnern, Laptops und Smartphones angelangt, die in globalen Netzwerken wie dem Internet verbunden sind. Die Frage ist, bis zu welchem Grad kognitive und intelligente Funktionen in globalen Netzwerken wie dem Internet realisiert werden können. Damit sind wir beim nächsten Abschnitt:

### **Von IT Netzwerken zu autonomen Infrastrukturen**

In der Evolution gibt es einen Vorläufer globaler Intelligenz in komplexen Systemen vieler Agenten. Gemeint ist die Schwarmintelligenz von Insektenpopulationen. Dort ist die gesamte Population intelligenter als das einzelne Tier, weil sie zusammen mehr leisten können als ein einzelnes Tier. Man denke an Ameisennester mit ihren komplexen Verkehrs- und Transportwegen oder die raffinierten Termitentürme mit eigenen Belüftungssystemen, Brutkammern und Vorratslagern. Die Biologen bezeichnen daher solche Populationen mit Schwarmintelligenz als Superorganismen, d.h. der ganze Schwarm agiert wie ein einziger Organismus.

So etwas sieht man nun auch in der Technik mit den globalen Netzwerken sich anbahnen. Diese Entwicklung beginnt schon mit dem klassischen Internet. Wenn Sie an die Router Dynamik des Internets denken, so ist das nicht mehr eine Festschaltung vom Sender zum

Empfänger wie früher bei einem Telefonnetz. Vielmehr sucht sich ein Datenpaket je nach Belastung lokaler Router Knoten den Weg zu seinem Zielort, so dass dieser Weg im Einzelnen nie vorausgesagt werden kann.

Was wir jetzt erleben, gelegentlich auch die zweite digitale Revolution genannt, ist das Internet der Dinge. Das heißt, dass jetzt nicht nur Menschen miteinander über Computernetze kommunizieren, sondern die Dinge selbst. Das klingt geradezu philosophisch. Aber wie Sie alle hier wissen, ist das tatsächlich schon weitgehend realisiert: Objekte und Gegenstände sind mit RFID Chips, Kommunikationsschnittstellen und Sensoren ausgestattet, um damit untereinander Daten auszutauschen. Die IT Netzwerke sind nicht länger von der physischen Infrastruktur separiert. Sie wachsen vielmehr mit der Infrastruktur wie ein Nervensystem im Organismus zusammen, sei es bei den Automobilen, bei den Robotern, in Flugzeugen oder aber in der Infrastruktur unserer Häuser.

Das nächste Bild 7 zeigt die Evolution von autonomen Infrastrukturen bis zu unserem heutigen Internet der Dinge. Angefangen hat das mit den Airbags in unseren Automobilen, die erste Beispiele für eingebettete Systeme waren, die selbstständig – quasi wie Organe in einem Organismus - auf äußere Signale reagieren. Schließlich ging die Entwicklung weiter mit autonomen Verkehrssystemen bis zu Smart Cities.

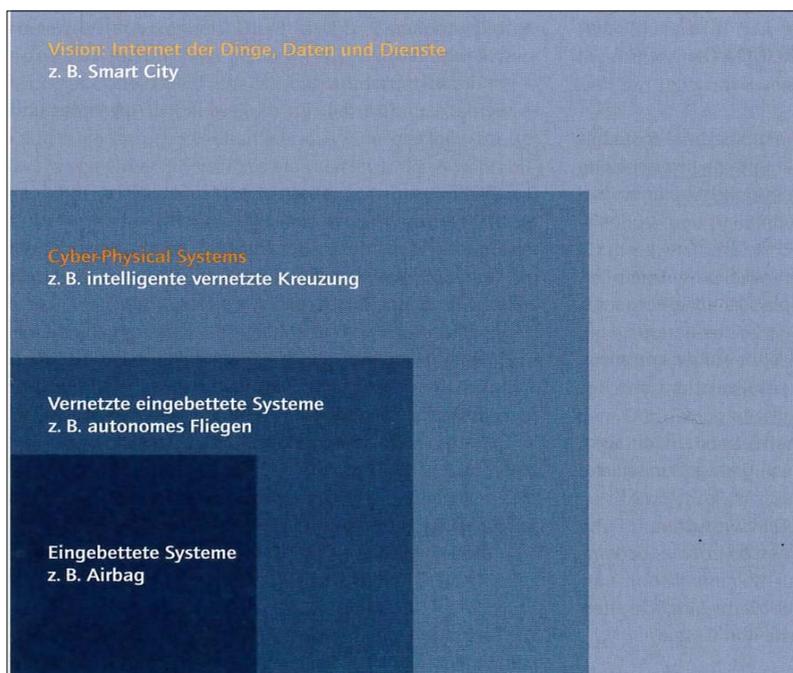


Bild 7: Evolution autonomer Infrastrukturen (acatech 2012)

Mit Blick auf Ihren Workshop schauen wir uns ein Automobil noch einmal näher an. Gelegentlich heißt es, Automobile seien heute Computer auf vier Rädern. Das ist keineswegs eine Metapher, sondern stimmt im Kern. Beim Computer beginnt die Architektur mit der Interaktionsschnittfläche des Benutzers (z.B. Keyboard), die für den Nutzer verständlich sein muss. Dort werden über programmierte Funktionen Informationen eingegeben, die dann über

Zwischenebenen von z.B. Compiler und Interpretern bis runter auf die Maschinensprachenebene übersetzt werden, also in Bitzustände, die dann die Hardware des Computers zum Laufen bringen.

So beginnt die Hierarchie auch im Automobil mit der Nutzeroberfläche verschiedener Funktionen, die für den Nutzer verständlich sein müssen. Darunter liegt, eigentlich nur für Informatiker sichtbar, die logische Architektur der Funktionen, in der die verschiedenen logischen Abhängigkeiten der Funktionen durch abstrakte Zustandsmaschinen und Algorithmen dargestellt werden. Darunter liegt dann die Ebene der Clusterhierarchie, die diese Funktionen durch Programme realisiert. Sie ist schließlich mit einem Bussystem und der technischen Hardware im Automobil wie Sensoren, Aktuatoren, elektrischen Kontrolleinheiten, Schaltkreisen usw. verbunden.

Das Entscheidende beim Internet der Dinge besteht darin, dass diese Hierarchie, die wir vom Computer und Automobil kennen, auf Infrastrukturen übertragen wird. Das ist das Thema, das Informatiker heute „Cyberphysical Systems“ und Soziologen „soziotechnische Systeme“ nennen. In diesem Fall verschmelzen IT-Netzwerke mit einer sozialen Infrastruktur. Als Beispiel betrachten wir einen Flughafen (Bild 8). Aufgabe ist es, die Abläufe in einem Flughafen in einer Gesamtsoftware zu integrieren. Die große Herausforderung von Seiten der Technik besteht darin, dass unterschiedliche Anwendungsdomänen zu berücksichtigen sind - die Domäne der Passagiere, die Domäne der unterschiedlichen Fahrzeuge, des Fahrzeugparks, der Flugzeuge und des Gepäcks, also der Logistik. Diese Domänen sind durch unterschiedliche Terminologien mit unterschiedlichen Semantiken charakterisiert.

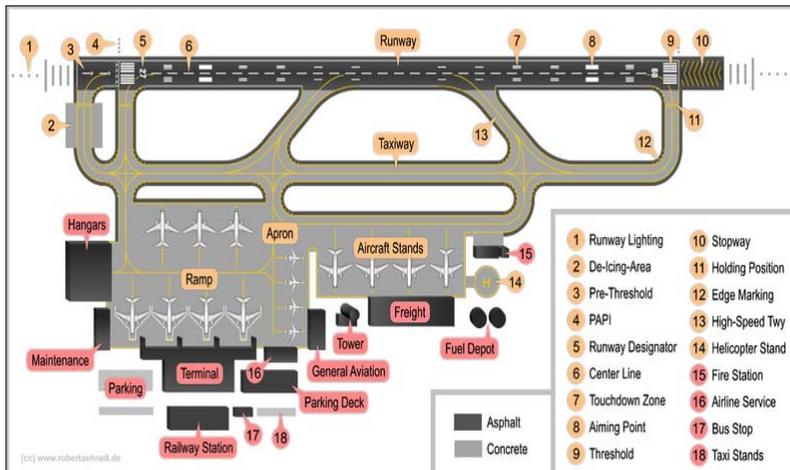


Bild 8: Systems Engineering eines Flughafens

Die verschiedenen Domänen in einem gesamten konsistenten System zu integrieren, ist eine große Herausforderung. Wir sind damit auf dem Weg vom Software-Engineering zum Systems-Engineering. Der Ingenieur oder Informatiker der Zukunft wird es weniger mit einzelnen Geräten zu tun haben als mit ganzen Infrastrukturen, die in einer Gesamtsoftware abzubilden und zu integrieren sind. Dazu zählen auch die Smart Cities mit ihren unterschiedlichen Domänen der verschiedenen Service-Systeme.

Dazu gehören schließlich auch die Stromnetze. Wenn wir uns heute schon im Internet informieren können, wann und wo wir die stromfressenden Geräte einschalten wollen, dann wird das sicher nicht die Zukunft sein, weil die meisten dazu nicht in der Lage sind und viele auch nicht die Zeit haben, d.h. in der Zukunft wird das auch intelligente Software übernehmen müssen. Bemerkenswert ist hier übrigens, dass diese Technik wenigstens eine Option nahelegt, nämlich die Dezentralisierung des Energiemarktes. Ob das die Konzerne und die Politik realisieren werden, ist eine andere Frage. Technisch wäre es jedenfalls möglich, dass lokale Einheiten, seien es einzelne Häusergruppen, Firmen oder Bauernhöfe, ihre Energie selber erzeugen - durch Photovoltaik, Biogas, in absehbarer Zeit vielleicht Brennzellen. Die nicht verbrauchte Energie wird in das Gesamtnetz abgegeben, um in der Cloud verwaltet zu werden. Auch im Energiesektor zeichnet sich also zunehmende Autonomie über globale Netze ab.

Das große Anwendungsthema in Deutschland ist das industrielle Internet, genannt Industrie 4.0. Viele internationale vergleichende Untersuchungen stellen fest, dass Industrie 4.0 tatsächlich eine große Chance ist, besonders für Deutschland als klassischem Industrieland. Hier ist das technologische Wissen vorhanden, um im Internet der Dinge miteinander verbunden zu werden. Das Bild 9 erinnert an die Erklärung des Namens Industrie 4.0 mit den Entwicklungsstufen von der klassischen Industrialisierung mit der Dampfmaschine und automatisierten Webstühlen (Industrie 1.0) über Henry Ford Massenproduktion am Fließband am Anfang des 20. Jahrhunderts (Industrie 2.0), gefolgt von stationären Industrierobotern an Fließbändern Ende des 20. Jahrhunderts (Industrie 3.0), die die Massenproduktion unterstützen bis zum Internet der Dinge in der Industrie als 4. Stufe.

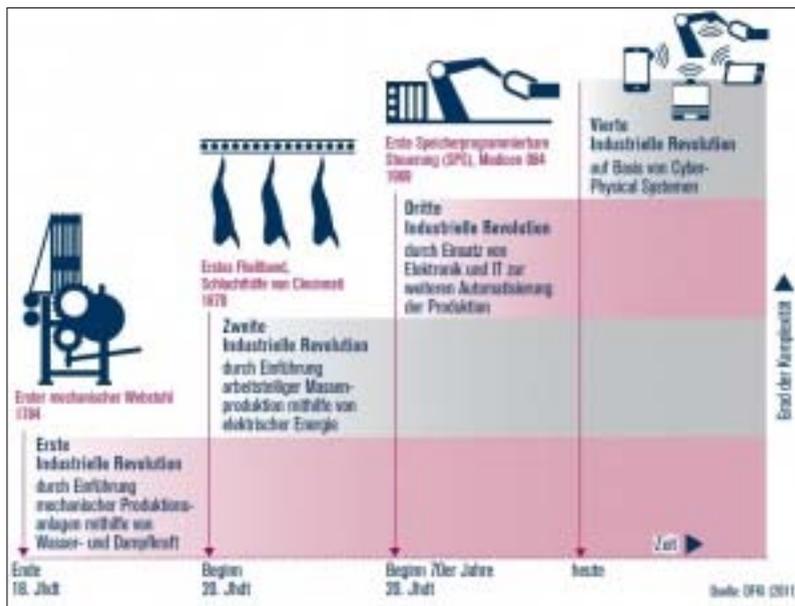


Bild 9: Industrie 4.0 (PLM Portal Hannover Messe 2013)

In der Industrie 4.0 kommuniziert ein Werkstück über die schon erwähnten RFID- und Kommunikationsschnittstellen beispielsweise mit der Werkbank, um den eigenen Bearbeitungszustand anzugeben. Dann wird automatisch ein Roboterfahrzeug beordert, um das

Werkstück weiterzuleiten. Diese Art der automatisierten Logistik ist schon längst Realität, wenn Sie an den Containerhafen in Hamburg mit seinen Roboterfahrzeugen denken. In Industrie 4.0 ist aber die automatisierte Produktion auch mit einem automatisierten Vertrieb, also der kaufmännischen Ebene, verbunden. Kundenwünsche können hier eingegeben werden und führen zu einer On Demand-Produktion. Wir kennen das teilweise bereits aus der Automobilindustrie. Parallel organisiert sich dann die Produktion vieler personalisierter Kundenwünsche. Man spricht in dem Zusammenhang von Tailored Production, also „maßgeschneiderter“ Produktion: Der Maßanzug wird also zum Standard und nicht mehr länger die Massenproduktion für die Lagerhalle.

In Industrie 4.0 kommunizieren Mitarbeiter mit Maschinen und untereinander, um die Arbeitszeit zu organisieren. Effizienzsteigerung der Produktion durch Automatisierung ist also mit einer Flexibilisierung der Arbeitszeit verbunden. Wie steht es aber um den Arbeitsmarkt? Droht Arbeitslosigkeit durch wachsende Automatisierung? Wenn Sie sich die Arbeitslosenzahlen in Europa ansehen, ist es auffallend, dass ein Land wie Deutschland mit einer hohen Automatisierung geringe Arbeitslosenzahlen hat, während Länder wie Spanien und Frankreich hohe Arbeitslosenzahlen aufweisen. Das hat offensichtlich andere Gründe, die mit den dortigen anstehenden Reformen der Finanz- und Wirtschaftssysteme und vor allem des Arbeitsmarktes zusammenhängen.

Es folgen Bilder, die seinerzeit in acatech-Studien über Cyberphysical Systems entstanden sind. Dazu gehört die Vernetzung in einem Verkehrssystem Bild 10 oder Smart Cities der Medizin Bild 11, wenn Sie an Großhadern denken. Auch hier die Herausforderung, unterschiedliche Domänen zu integrieren, die Ärzteschaft, die technischen Geräte, die Patienten. Schließlich die damit verbundenen kritischen Fragen, ob wir ohne weiteres in diesen verschiedenen Domänen die Daten austauschen dürfen, z.B. Datenakten der Polizei, Verkehrssysteme oder Gesundheitssysteme.

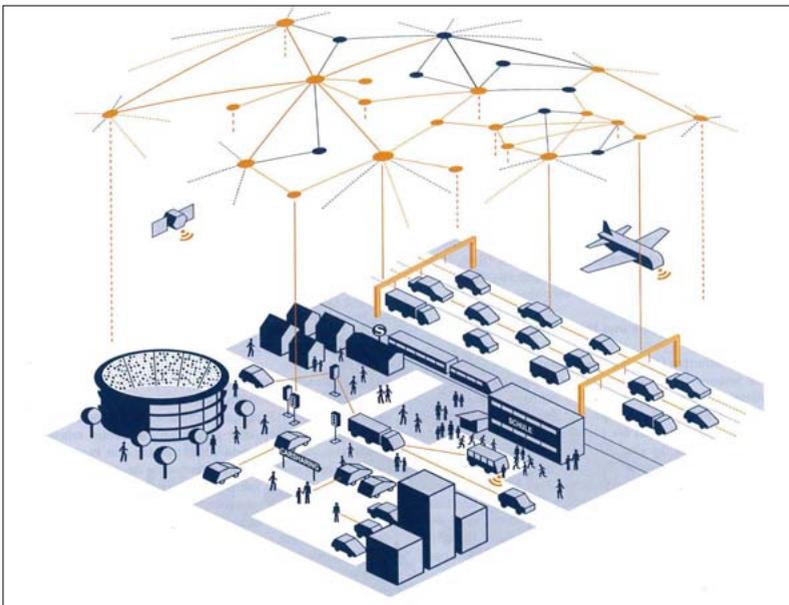


Bild 10: Autonomes Verkehrssystem (acatech 2012)

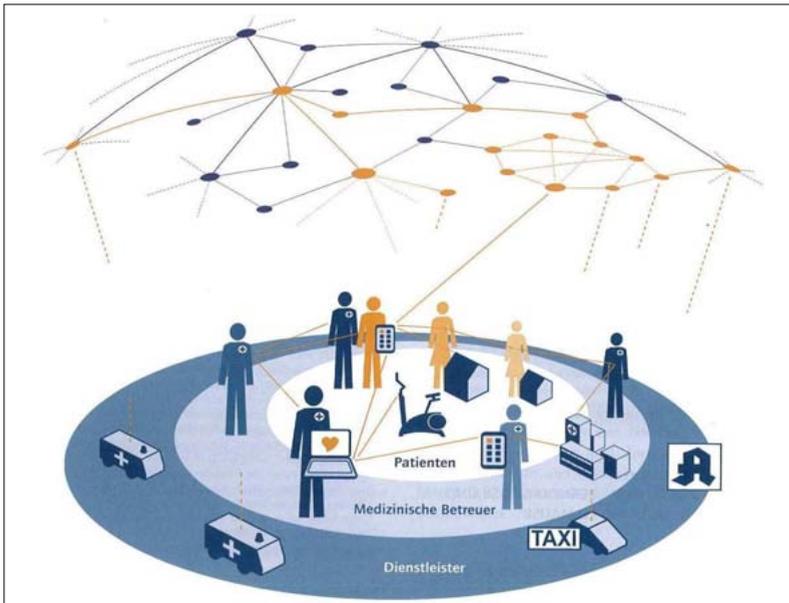


Bild 11: Smart City der Medizin (acatech 2012)

Das Bild 12 illustriert noch einmal, was sich als roter Faden durch den zweiten Teil gezogen hat. Soziotechnischen Systeme sind charakterisiert von unterschiedlichen Domänen, die zu integrieren sind. Also Systems Engineering hier am Beispiel von Smart City mit den Domänen der Mobilität, des Gesundheitssystems, der Verwaltungs- und Fabrikssysteme.

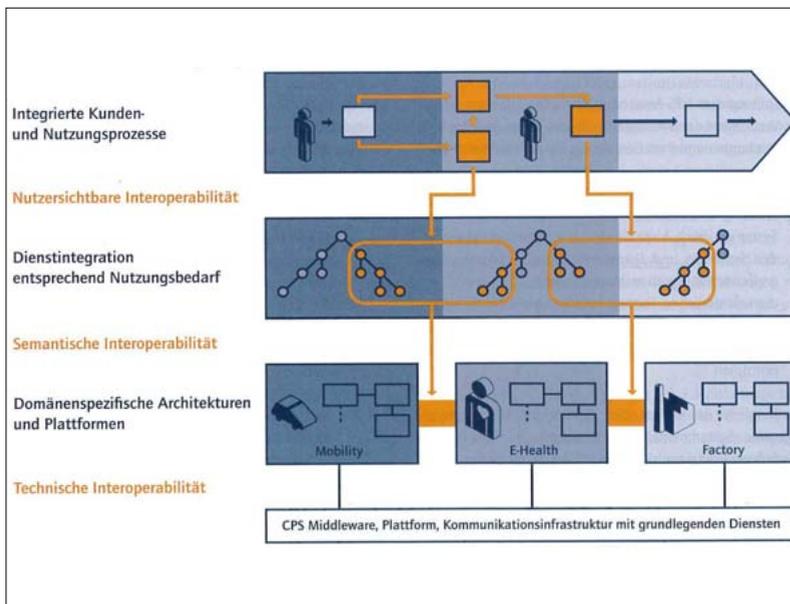


Bild 12: Architektur eines soziotechnischen Systems (acatech 2012)

Abschließend bedeutet das aus der Sicht der Kognitions- und Humanwissenschaften, dass diese Disziplinen in Zukunft für den Ingenieur eine zentrale Rolle spielen werden. Im Unterschied zu den Architekturen von Automobilen oder Computern, von denen ich anfangs gesprochen habe, sind in diesen Infrastrukturen nun Menschen integriert. Es geht um soziotechnische Systeme. Es reicht in Zukunft nicht aus, dass wir hoch ausgebildete Experten der Informatik, der Ingenieurwissenschaften ausbilden. Für soziotechnische Systeme müssen auch die Kenntnisse aus der Gehirnforschung, Kognitionsforschung, Psychologie, Sozial- und Humanwissenschaften zur Kenntnis genommen werden. Sie müssen integriert werden, damit eine geeignete Mensch-Maschine-Schnittstelle aufgebaut werden kann, von der aus dann das Anforderungsdomänen Engineering realisiert werden kann, die großen Herausforderungen unserer Gesellschaft, seien es die Energiesysteme, Gesundheitssysteme, Mobilitätssysteme, Produktion oder Logistik. So viel zum zweiten Teil über die soziotechnischen Systeme auf dem Hintergrund des Internets der Dinge. Den letzten Teil habe ich

### **Autonome Systeme und Big Data**

genannt, weil Big Data sozusagen die Kehrseite dieser Infrastrukturdynamik ist, von der ich bisher gesprochen habe. Riesige Datenmengen werden durch diese Cyberphysical Systems bzw. sozio-technischen Systeme produziert. Denken Sie an Industrie 4.0. Da wissen die Systeme mit ihren Sensoren und Aktuatoren mehr über die Mitarbeiter als die Mitarbeiter über sich selber.

Meine These ist: Das ist nicht einfach vom Himmel gefallen, sondern ein langer Trend, der in der biologischen Evolution begann. Die Evolution der Organismen und Arten lässt sich als eine Evolution der Information auffassen (Bild 13). In diesem Koordinatensystem sind die Zeitachse auf der Abszisse und die steigende Informationskapazität auf der Ordinate abgetragen. Die erste Kurve zeigt die Entwicklung von einfachen Organismen, die nur mit genetischer Information ausgestattet sind. Genetische Information würde aus der Sicht des Ingenieurs und Informatikers heißen, dass es ein festes Programm gibt, in dem das Verhalten vorgeschrieben ist. Ein großer Selektionsvorteil kam mit Nervensystemen und Gehirnen. Zellen hatten sich nun auf die Aufgabe der Informationsübertragung spezialisiert. Lernalgorithmen setzten Organismen in die Lage, sich veränderten Lebensbedingungen anzupassen. Nur mit einem genetischen Programm ist der Organismus zu keiner Anpassung fähig und bei ungünstigen Umweltbedingungen zum Untergang bestimmt.

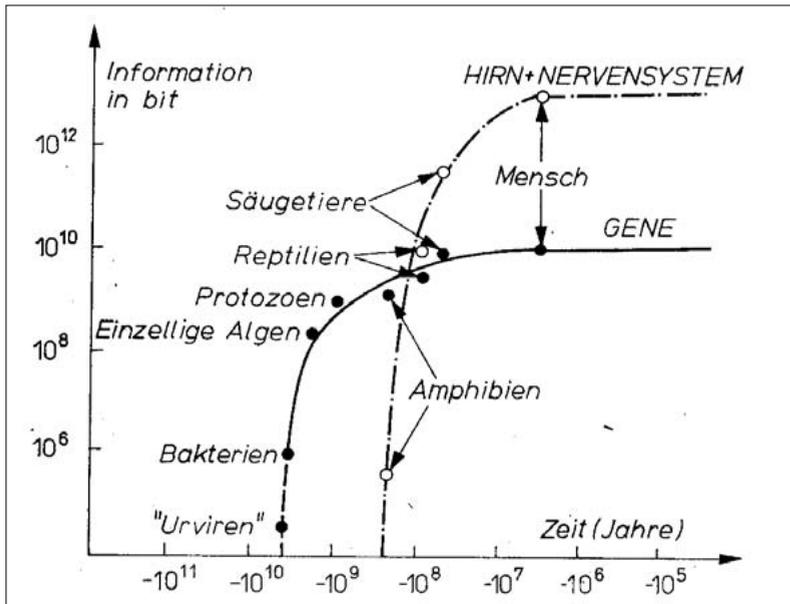


Bild 13: Evolution der Informationskapazität

Der nächste wichtige Schritt, der nur in der technisch-kulturellen Entwicklung des Menschen zu beobachten ist, war die Entwicklung extrasomatische Information, d.h. Information, die außerhalb des menschlichen Körpers (griech. „soma“ für Körper) gespeichert ist. Das geht los mit den Papyri im Altertum bis zur Gutenberg Galaxis der Bücher, schließlich Computer und Datenbanken, Roboter und das Internet.

Wo diese Entwicklung hingeht, zeigt die nächste Kurve (Bild 14). Sie illustriert das Mooresche Gesetz. Das Mooresche Gesetz als Antriebsfaktor bestätigt das beobachtete Anwachsen der Computerkapazität. Es besagt (Ende der 1960er Jahre von Moore, einem der Intel Mitbegründer, aufgestellt), dass sich alle 18 Monate die Rechenkapazität der Computer bei gleichzeitiger Miniaturisierung und Verbilligung der Geräte verdoppelt. Dann entsteht eine solche exponentielle Kurve in einem Koordinatensystem mit der Zeit auf der Abszisse und der wachsenden Rechenkapazität auf der Ordinate. Hinzu kommt ein Vergleich mit der Leistungsfähigkeit der Gehirne, die in der Evolution entstanden sind. Und tatsächlich zeigt bereits eine einfache Überschlagsrechnung eine Parallele der Rechenkapazität mit unserem Gehirn.

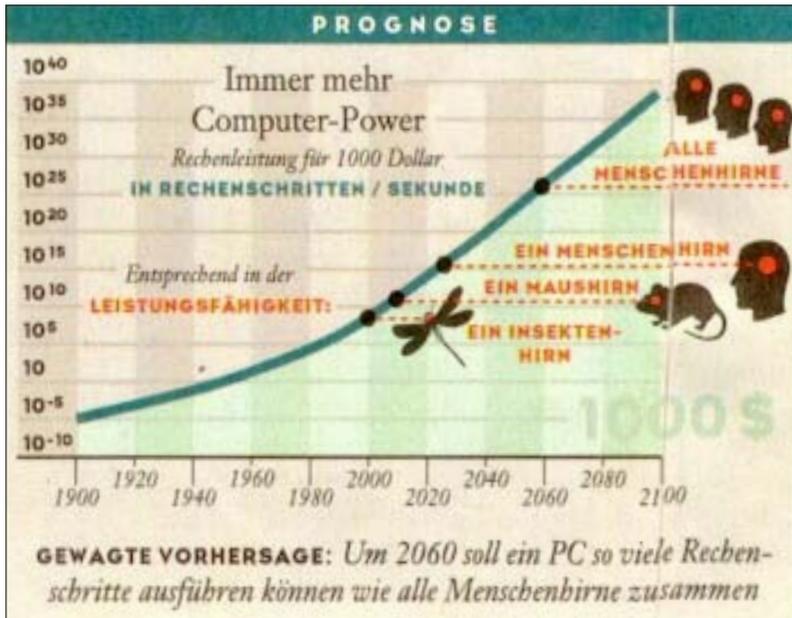


Bild 14: Mooresches Gesetz (Kurzweil 2000, S. 168)

Hier in München werden auf dem Leibniz-Großrechner in Garching ca. drei Petaflops erreicht. Peta bedeutet  $10^{15}$  Flops, d.h. Floating Points, vereinfacht Rechenschritte pro sec. Es gibt natürlich noch schnellere Rechner weltweit. Wenn wir für das menschliche Gehirn ca.  $10^{11}$  Neuronen annehmen und pro Neuron im Schnitt 1000 synaptische Verbindungen, dann ergeben sich 1000 (gleich  $10^3$ ) malgenommen mit den  $10^{11}$  Neuronen insgesamt  $10^{14}$  synaptische Verbindungen. Das ist die gute Nachricht über unser Gehirn, die hohe Netzdichte. Die schlechtere ist, dass wir relativ langsam sind, nur 200 Pulse pro sec in der Synapse. Pulse interpretiere ich vereinfacht als Rechenschritte pro sec. 200 ist  $2 \times 10^2$ , mit den  $10^{14}$  (der Anzahl der synaptischen Verbindungen) malgenommen ergeben sich  $10^{16}$  Rechenschritten pro Sekunde. Das heißt, wir sind im Petabereich des Leibniz-Rechners, von dem ich eben gesprochen habe.

Das wir das Gehirn noch nicht im Einzelnen simulieren können, hängt also nicht mit den fehlenden Rechenkapazitäten zusammen, sondern damit, dass wir alle Einzelheiten im Gehirn noch nicht kennen. Das Mooresche Gesetz sagt nun, dass die heutige Rechenkapazität Ende der 20er Jahre von einem kleineren Gerät realisiert werden kann. Vielleicht sogar von einer App. Das muss man sich einmal vorstellen, dass eine App diese Rechenleistung realisiert. Das heißt aber noch nicht, dass wir dann auch alle mentalen kognitiven Zustände des Menschen auf einem Rechner realisieren können. Es handelt sich zunächst nur um den Datenverkehr der Neuronen, also die „Maschinensprache“ des Feuerns von Aktionspotentialen, d.h. den Bits des neuromorphen „Computers“ des menschlichen Gehirns.

Die Kurve in der Abbildung geht noch weiter. Sie rechnet nach dem Mooreschen Gesetz die weitere Entwicklung schlicht für die folgenden Jahre hoch und sagt voraus, dass in den 2060er Jahren die Rechenleistung aller dann lebenden Gehirne (das werden dann mehr als die heutigen Milliarden sein) auch in einem kleinen Laptop realisiert werden könnten.



wie z.B. Google, die sich auf die Datenverarbeitung konzentrieren. Gemeint sind damit Firmen, die mit einer „Dematerialisierung“ (dematerialization) der Produktion verbunden sind. Dematerialisierungen bedeutet, dass Firmen mit materieller Massenproduktion aussterben werden. Wer kennt heute noch die Firma Kodak oder die Firma Agfa? Als Massenproduzenten für Kameraausrüstung sind sie vom Markt verschwunden. Die Funktion von Kameras ist heute auf winzige Sensoren und Apps reduziert, die nahezu jeder in seinem Smartphone besitzt.

Man stelle sich diese Strategie auf das Kernstück der deutschen Industrie angewendet vor - die Automobilindustrie: Wenn 3D Drucker in Zukunft die materiellen Bestandteile eines Automobils billig reproduzieren können, dann kommt es am Ende nur noch darauf an, wer welche Daten in diese 3D Drucker steckt und wer der Herr dieser Daten ist – also Firmen wie z.B. Google. Wird es in 10 Jahren noch unsere klassische Automobilindustrie in der bisherigen Form geben können?

Ich komme zum Schluss. Meine Damen und Herren, wohin soll uns diese Welt der Mensch-Maschine Interaktion führen? Was ich sehe, ist es eine Mensch-Maschine Symbiose. Wir werden uns auch in Zukunft verändern. Aber ich teile nicht die Endvision eines Transhumanismus, die im Silicon Valley beschworen wird, dass wir nämlich auf eine „Singularität“ zulaufen, in der in absehbarer Zeit der Mensch abgelöst wird, weil autonome Systeme komplett die Organisation unserer Lebensbereiche übernommen haben (Bild 16). Ich setze vielmehr auf den alteuropäischen Standpunkt eines Humanismus, der seine Wurzel in der europäischen Aufklärung hat: Der Mensch bleibt der Maßstab für Technik! Auch die zunehmend autonomen kognitiven Systeme und Infrastrukturen bleiben Serviceleistung für uns Menschen, um unsere Lebensbedingungen zu sichern und zu verbessern. Das ist die Vision, die unsere Kreativität und Innovationskraft antreiben sollte. Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit.

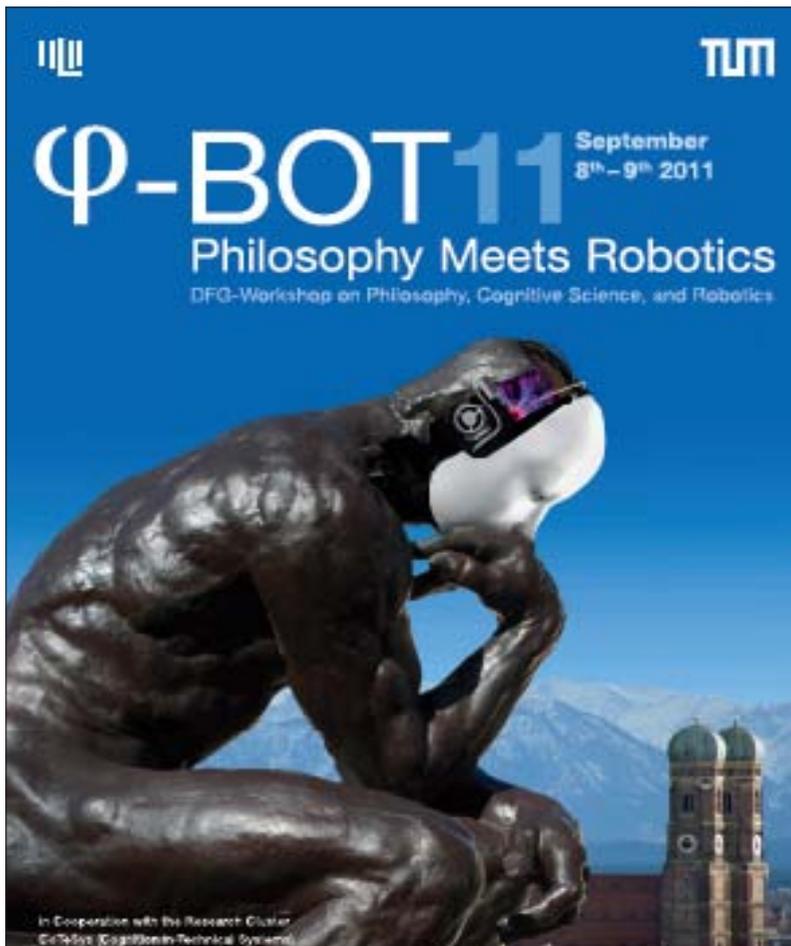


Bild 16: DFG-Workshop 2011 des Lehrstuhls für Philosophie und Wissenschaftstheorie TUM

### References:

- CoTeSys (Cognition for Technical Systems), TUM-Exzellenzcluster 2006-2014  
 E. Geisberger/M. Broy (Hrsg.), Cyberphysical Systems – acatech Studie, Springer 2012  
 R. Kurzweil, Homo s@piens, Econ 2000  
 K. Mainzer, Die Berechnung der Welt. Von der Weltformel zu Big Data, C.H. Beck: München 2014  
 K. Mainzer, Leben als Maschine? Von der Systembiologie zu Robotik und Künstlicher Intelligenz, Mentis 2010  
 K. Mainzer, KI – Künstliche Intelligenz. Grundlagen intelligenter Systeme, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2003  
 K. Mainzer, Computernetze und virtuelle Realität. Leben in der Wissensgesellschaft, Springer 1999  
 K. Mainzer, Gehirn, Computer, Komplexität, Springer 1996  
 K. Mainzer, Computer – Flügel des Geistes? De Gruyter 1994  
 R. Pfeifer/ C. Scheier, Understanding Intelligence, MIT Press 2001  
 P. Russer/P. Lugli/M.-D. Weitze (Hrsg.), Nanoelektronik – acatech Diskussion, Springer 2013

## 9 Wirtschaftliche, unternehmerische und gesellschaftliche Potentiale für Wertschöpfung durch autonome Systeme

Axel Freyberg, A.T. Kearney, Berlin

Vielen Dank für die Einladung, heute hier sprechen und die wirtschaftlichen Potentiale von autonomen Systemen beleuchten zu dürfen. Je mehr ich mich mit der Thematik beschäftigt habe, umso mehr habe ich mich gefühlt, als würde ich in eine Glaskugel schauen– ein Gefühl, dass wir heute schon in vielen Vorträgen hatten, die sehr weit in die Zukunft gerichtet waren. Ich möchte nicht so weit gehen und über die Welt von „Blade Runner“ und die Übernahme der Welt durch die Maschinen reden, aber dennoch möchte ich mit Ihnen in die Zukunft schauen und die Potentiale aufzeigen. Ich werde verschiedene Zahlen nennen, doch diese sind mit großer Vorsicht zu genießen, wie alle Vorhersagen weit in die Zukunft. Sie sollen jedoch ein Gefühl für die Größenordnungen geben.

Das Thema „Autonome Systeme“ ist beliebig schwer abzugrenzen, wie wir bereits gesehen haben. Die Einsatzgebiete und Auswirkungen von autonomen Systemen in verschiedenen Bereichen sind sehr vielfältig und man muss schon sehr ins Detail gehen, um belastbare Aussagen zu treffen. Wir haben versucht, uns dem Thema anzunähern.



Bild 1

Was verstehen wir unter autonomen Systemen (Bild 1)? Wir verstehen unter autonomen Systemen „Maschinen, die selbstständig Entscheidungen mit physischen, finanziellen oder gesellschaftlichen Auswirkungen treffen und damit das Leben von Menschen beeinflussen.“ Diese Definition ist beliebig ungenau – wichtig dabei ist, dass autonome Systeme alle Aspekte unseres Lebens betreffen. Im Zuge der Veranstaltung haben wir bereits über den Gesundheitssektor, die Bereiche Verkehr und Wissen, wie auch die anderen Bereiche gesprochen. Die Auswirkungen dieser autonomen Systeme sind sehr breit - jede einzelne Wertschöpfungskette wird betroffen sein.

Die einfachste Betrachtung der wirtschaftlichen Bedeutung von autonomen Systemen ist erst einmal die des Absatzmarktes für autonome Systeme, für den ein Volumen von 32 Mrd. Euro für 2024 vorausgesagt wird – und das ist sicherlich erst der Anfang, da aufgrund der technischen Entwicklung die eigentliche Durchdringung zum Ende des Jahrzehnts beginnt. Heute decken „Expertensysteme“, von denen wir heute Morgen schon gehört haben, einen großen Teil des Marktes ab. Der Bereich „Autonome Roboter“ wird stark wachsen und in 2024 zusammen mit den „Expertensystemen“ zwei Drittel des Marktes ausmachen – bei allen Abgrenzungsschwierigkeiten, die es bei diesen Systemen gibt. Andere autonome Systeme wie „Neurocomputer“ kommen erst später auf die Agenda und bedürfen einer längerfristigen Sicht.

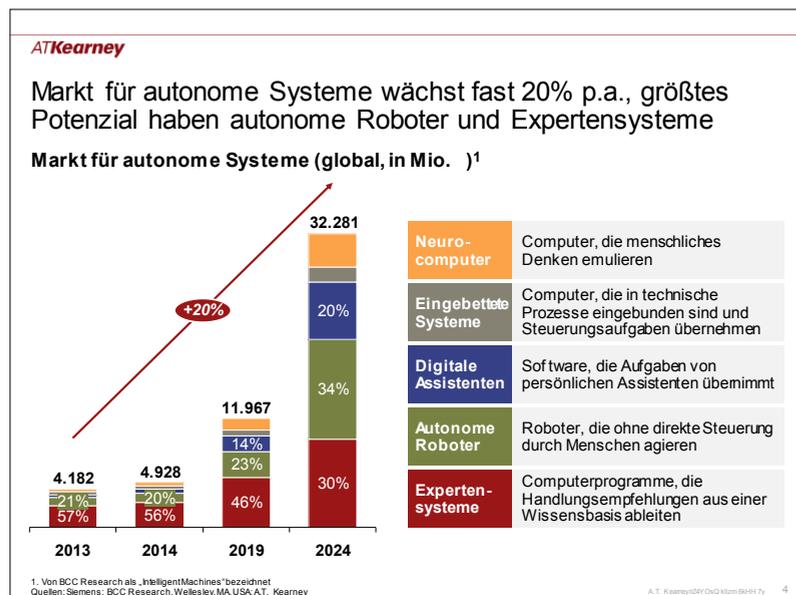


Bild 2

Doch der Absatzmarkt für autonome Systeme ist sicherlich nur ein Aspekt – die eigentliche Frage ist, welche Effekte sich letztendlich aus dem Einsatz von autonomen Systemen auf die Industrie und die Wertschöpfungsketten ergeben (Bild 2). Dabei stellt sich die Kernfrage, welche Auswirkungen autonome Systeme auf die Arbeitsplätze in verschiedenen Industrien haben werden, in denen diese Systeme zum Einsatz kommen. Zum einen ist von einem Rückgang von traditionellen Arbeitsplätzen oder zumindest von einer großen Veränderung dieser Arbeitsplätze auszugehen. Man kann darüber diskutieren, wie viele Arbeitsplätze wirklich wegfallen und wie viele durch autonome Systeme zukünftig unterstützt werden – von Letzterem hatten wir heute bereits einige Beispiele. Zum anderen werden neue Arbeitsplätze entstehen, nicht nur für die Herstellung autonomer Systeme, sondern auch in Geschäftsfeldern, die rund um autonome Systeme oder durch diese entstehen – wir haben vorhin bereits kurz über das Thema Automobil geredet und darüber, was der Fahrer eigentlich in der freien Zeit macht, wenn das Auto autonom fährt. Nicht vergessen darf man die neuen Arbeitsplätze, die in lokalen Industrien durch veränderte Kostenstrukturen und Wertschöpfungsketten entstehen. Als dritter Aspekt sollte auch betrachtet werden, dass durch autonome Systeme

keiten werden dem Einzelnen Aufgaben abgenommen – diese frei werdende Zeit bietet Potential für Veränderung und kann weitere Auswirkungen haben.

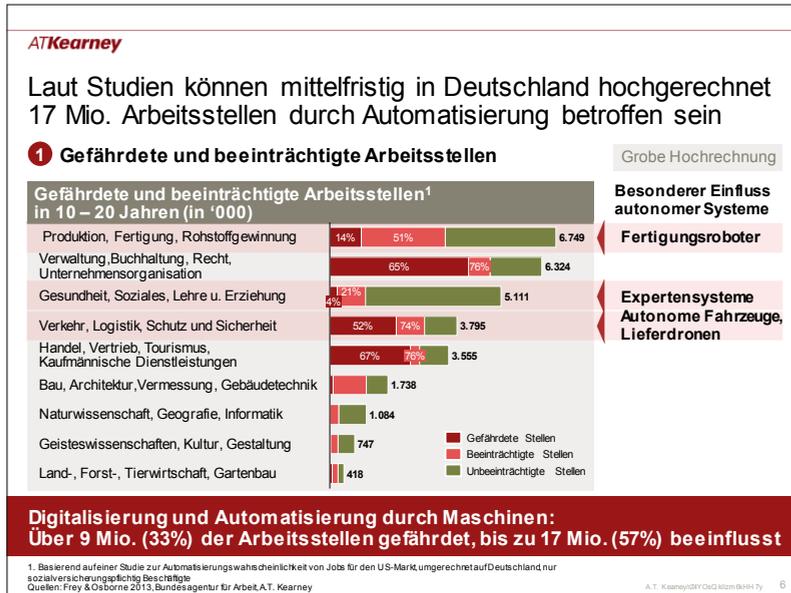


Bild 3

Lassen Sie mich noch einmal zum ersten Punkt zurückkommen. Ich habe lange mit meinem Team darüber diskutiert, welche Zahlen wir hier zeigen und welche nicht. Wir haben nach Studien gesucht, die die Fragestellung der Auswirkungen von autonomen Systemen auf die bestehenden Arbeitsplätze beleuchten (Bild 3). Wahrscheinlich die Bedeutendste ist die von Frey & Osborne, die sich an der Oxford University 2013 empirisch der Thematik genähert haben – auf dieser Studie haben wir aufgebaut. Zwar bezieht sich die Studie auf den US-Arbeitsmarkt, doch kann man aus ihr – trotz aller Bedenken über die Unterschiede zwischen dem amerikanischen und deutschen Arbeitsmarkt – Rückschlüsse auf Deutschland ziehen. Wenn man die Ergebnisse hochrechnet, wären ungefähr 17 Millionen Arbeitsstellen in Deutschland durch Digitalisierung und Automatisierung durch Maschinen betroffen – das entspricht ungefähr 57% aller sozialversicherungspflichtigen Arbeitsplätze in Deutschland, wobei ca. 9 Mio. Arbeitsstellen als gefährdet gelten würden. Die Definition „Digitalisierung/Automatisierung“ ist sicherlich schwammig und weiter gefasst als autonome Systeme. Dennoch sehen wir den Einflussbereich von autonomen Systemen, wie z.B. Autonomen Fahrzeugen und Lieferdrohnen im Bereich Verkehr und Logistik, Fertigungsrobotern in der Produktion oder Expertensystemen in der Medizin, hier sicherlich eher als ergänzende Systeme zu bestehenden Arbeitsplätzen.

Autonome Systeme werden einen signifikanten Einfluss auf die Arbeitsplätze haben. Nehmen wir das Beispiel Ärzte – wir hatten das Thema bereits vorhin mit dem Expertensystem Watson. Bis 2020 werden ungefähr 12 % unserer Ärzte in den Ruhestand gehen und bereits heute fehlen 57.000 Ärzte, gerade außerhalb der Ballungsgebiete. Ein Expertensystem würde klar zu einer Verbesserung der medizinischen Versorgung führen. Das Beispiel zeigt, dass autonome Systeme durchaus nicht nur eine Gefahr für Arbeitsplätze darstellt, sondern auch eine Chance – es ist immer eine Frage der Sichtweise. Nicht zu leugnen ist aber, dass autonome Systeme über die nächsten zehn bis zwanzig Jahre einen signifikanten Wandel einleiten – das führt uns auch gleich zu einem gesellschaftlichen Problem.

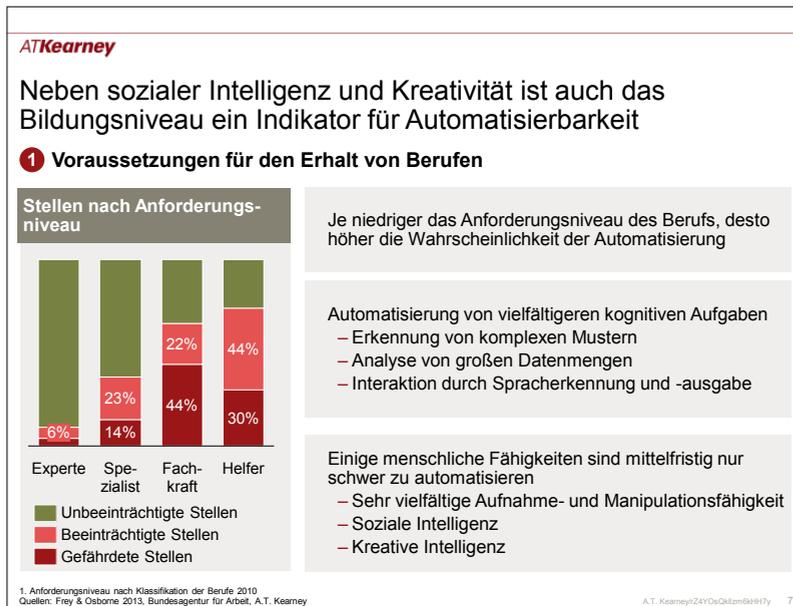


Bild 4

Anhand der Studie sehen wir, dass bestimmte Anforderungsprofile von autonomen Systemen mehr gefährdet sind – die Gruppe der Fachkräfte (Bild 4). Während in den vorigen Revolutionen der Arbeitswelt primär die mechanischen Tätigkeiten automatisiert wurden, werden jetzt Tätigkeiten automatisiert und Arbeitsplätze beeinträchtigt, die vielfältige kognitive Aufgaben verlangen, wie z.B. komplexe Muster zu erkennen, Daten zu verarbeiten oder sogar bestimmte Interaktionen. Natürlich ist auch die Helferseite betroffen, also Arbeitsplätze mit niedrigem Qualifikationsniveau, aber der Einfluss von autonomen Systemen zielt klar in die Mitte der arbeitenden Bevölkerung. Experten und Spezialisten sind weniger betroffen – sie werden eher durch die Systeme unterstützt. Der Einfluss der autonomen Systeme birgt damit ein gesellschaftliches Problem, da es durch sie zunehmend zu einer Bipolarität im Arbeitsmarkt kommt – mit sehr spezialisierten Arbeitsplätzen und solchen mit niedrigem Anforderungsniveau. Damit werden wir gesellschaftlich umgehen müssen – und das wird ja bereits in der Presse und der Wirtschaft diskutiert. Wie groß der Wandel sein wird, wird die Zeit zeigen und ich bin zuversichtlich, dass unsere Gesellschaft einen Weg finden wird, wie wir es auch in den letzten industriellen Revolutionen geschafft haben, bei denen immer wieder bestimmte Tätigkeitsprofile obsolet wurden.

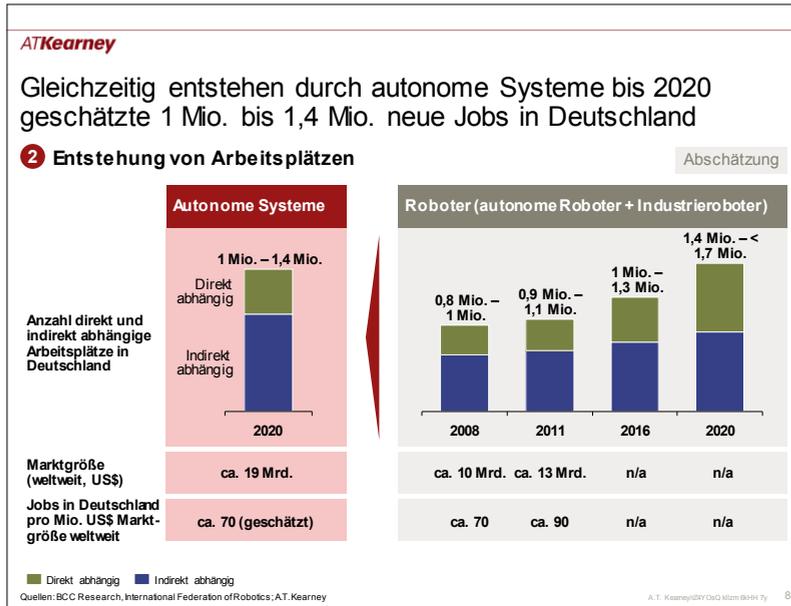


Bild 5

Lassen Sie uns zum zweiten Punkt weitergehen – wie viele Arbeitsplätze entstehen eigentlich durch den Markt für autonome Systeme (Bild 5)? Es gibt gute Vorhersagen für die Entwicklung des Marktes für autonome Roboter und Industrieroboter – hinsichtlich der Marktgröße und der Beschäftigten. Geht man von ähnlichen Strukturen im Markt für autonome Systeme aus, so werden allein in Deutschland circa eine bis anderthalb Million Arbeitsplätze geschaffen, vorausgesetzt wir schaffen es, uns in dem Markt ähnlich zu positionieren, wie im Markt für Roboter. Ein Teil dieser Arbeitsplätze ist direkt abhängig, ein größerer Anteil entsteht bei Zulieferern im Umfeld des Segmentes. Diese Zahlen beziehen sich jedoch rein auf den Markt für autonome Systeme – durch den Einsatz von autonomen Systemen entstehen neue Märkte und damit neue Arbeitsplätze. Diese Arbeitsplätze entstehen aufgrund technischer Besonderheiten autonomer Systeme oder aufgrund veränderter Prozesse durch autonome Systeme.

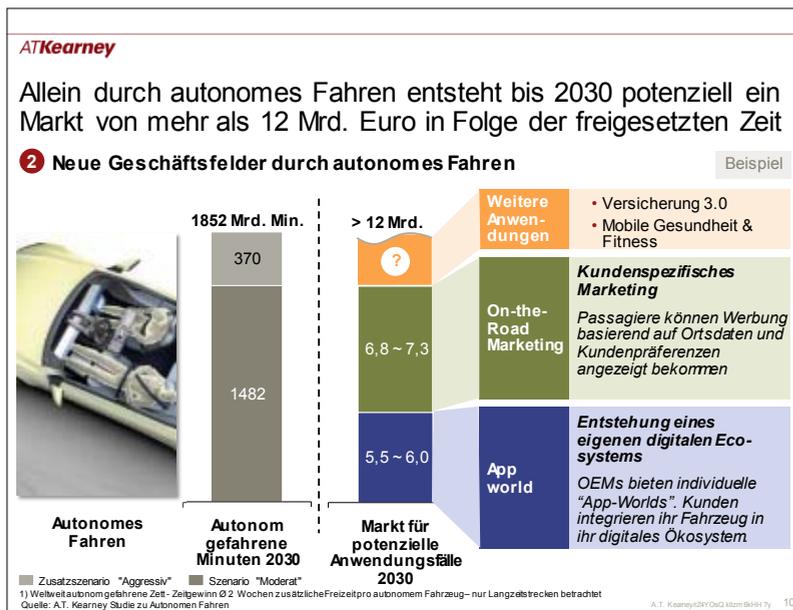


Bild 6

Ein Beispiel für ein neues Geschäftsfeld können wir am Thema „autonomes Fahren“ illustrieren, zu dem wir eine Studie gemacht haben (Bild 6). Auf Basis des Verkehrsaufkommens haben wir berechnet, wie viel Minuten Individuen im Jahre 2030 im Auto verbringen und autonom gefahren werden. Dabei haben wir uns primär auf die längeren Fahrstrecken konzentriert, bei denen es unstrittiger ist, dass autonomes Fahren Realität wird als im Stadtbereich. Man könnte annehmen, dass die Zeit, die wir im Auto verbringen, abnimmt, da wir mit intelligenten Fahrzeugen weniger im Stau stehen werden, aber nach aller Voraussicht wird das autonome Fahren die individuelle Mobilität nur verstärken. Wenn das Automobil nun das Fahren selbständig erledigt, dann entsteht Zeit für den Fahrer sich mit anderen Dingen zu beschäftigen – allen Sicherheitsbedenken zum Trotz. Wir reden weltweit von 1852 Milliarden Minuten. Was machen wir üblicherweise, wenn wir an einem Ort sitzen und nichts zu tun haben? Wir nutzen das Telefon oder das Internet und konsumieren – hier wird sich ein ganzes Ökosystem von Diensten und Applikationen entwickeln, kundenspezifisches Marketing wird angeboten werden und neue Anwendungsfelder wie spezielle Versicherungsleistungen werden entstehen. Durch den von autonomen Systemen ausgelösten Zeitgewinn entsteht ein ganz neues Marktsegment mit einem geschätzten Volumen von 12 Mrd. Euro.

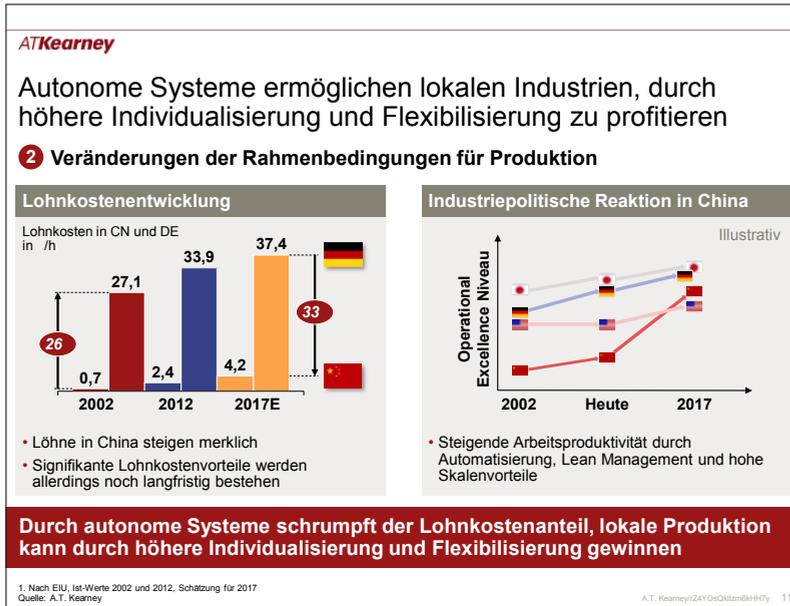


Bild 7

Aber entstehen neben den neuen Geschäftsfeldern auch neue Arbeitsplätze in den klassischen Industriesegmente? Lohnkostenunterschiede haben in den vergangenen Jahrzehnten zu einer großen Abwanderung der produzierenden Industrie geführt – natürlich adressiert das Hype-Thema Industrie 4.0, in dem auch autonome Systeme ihre Rolle spielen, diesen Kostennachteil durch die weitere Verringerung des Lohnkostenanteils an der Produktion (Bild 7). Doch das heißt nicht zwangsläufig, dass es zur Rückverlagerung der produzierenden Industrie nach Europa oder Deutschland kommt. Die Lohnkostenunterschiede bleiben signifikant. Der vorherige Redner von der IG Metall hat die Kosten für eine Arbeitsstunde eines autonomen Roboters auf 6 € beziffert – im Vergleich zu durchschnittlichen Lohnkosten weltweit von 10-15 € und Lohnkosten in Deutschland von ca. 40 €. Schaut man sich die Lohnkosten für China an, so liegen diese noch immer unter diesem Wert. Doch selbst wenn die Kosten für die Lohnkosten weiter steigen, haben die Chinesischen Produzenten noch so viel Effizienzpotential durch Automatisierung, dass sie auf längere Frist mehr als wettbewerbsfähig sein werden. Den Vorteil, den die lokale Produktion haben kann, ist kein Kostenvorteil – der Vorteil muss auf der Individualisierung und Flexibilisierung der Produktion liegen. Wenn man schnell auf Bedürfnisse reagieren kann und nahe an den Absatzmärkten ist, dann können autonome Systeme einen Kostenvorteil generieren. Hier liegt der Hebel für den Einsatz von autonomen Systemen und einer der Gründe, warum Industrie 4.0 so ein wichtiges Thema für den Industriestandort Deutschland ist.

**ATKearney**

## Autonome Systeme haben positiven Einfluss auf Gesundheit und kurbeln Konsum an

### 3 Auswirkungen auf Produktivität und Arbeitsbedingungen

Verbesserung von Arbeitsbedingungen	Freisetzung von Produktivität
 <p><b>Autonome Systeme übernehmen gesundheits-schädigende oder -gefährdende Aufgaben</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kollaborative Fertigungsroboter</li> <li>• Mars Rover</li> <li>• Unbemannte Flugzeuge</li> <li>• Bombenroboter</li> </ul>	 <p><b>Autonome Systeme übernehmen lästige Aufgaben in Beruf und Alltag und setzen Produktivität frei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonome Fahrzeuge</li> <li>• Lieferdronen</li> <li>• Digitale Assistenten</li> <li>• Autonome Liefersysteme im Krankenhaus</li> </ul>

**Autonome Systeme bieten neue Chancen für Work-Life-Balance und Arbeitsschutz**

Quellen: Universal Robots, A.T. Kearney A.T. Kearney | 2017 | 12

Bild 8

Lassen Sie mich zum dritten und letzten Punkt gehen – autonome Systeme haben auch Auswirkungen auf die Produktivität der Arbeitnehmer und die Arbeitsbedingungen (Bild 8). So können autonome Systeme gesundheits-schädigende Aufgaben übernehmen sowie den Arbeitnehmer von lästigen Tätigkeiten im Beruf und Alltag befreien. Gerade dieser Freiraum bietet dann Zeit für Konsum, sofern die finanziellen Mittel dafür zur Verfügung stehen, was wiederum zu Sekundäreffekten am Arbeitsmarkt führt, um diesen Konsum zu befriedigen.

Insgesamt haben wir gesehen, dass im Bereich autonomer Systeme relativ vielfältige Aspekte, aufeinander einwirken und Voraussagen beliebig schwierig sind. Sicher ist jedoch, dass die heutige Arbeitswelt vor einem großen und signifikanten Wandel steht. Deutschland kann eine Schlüsselrolle in diesem Wandel einnehmen, wenn wir unsere Stärken, wie unsere Ingenieurskunst, nutzen, um in diesem Marktsegment signifikante Marktanteile zu gewinnen. Derzeit gibt es nur wenige etablierte Akteure in dem Markt. Die Industrie steckt noch in den Kinderschuhen, die steigenden Forschungsanteile in den Entwicklungskosten und eine größere Anzahl von Akquisitionen und Gründungen zeigt, dass der Markt in Bewegung kommt. In Deutschland gibt es einige Unternehmen und Institute, die sich in dem Umfeld bereits sehr aktiv bewegen, wie z.B. Festo, Siemens, KUKA, ThyssenKrupp oder die Deutsche Forschungsanstalt für Künstliche Intelligenz.

**ATKearney**

## Deutschland kann eine Schlüsselrolle bei autonomen Systemen einnehmen

### Deutschland als Fortschrittsmotor

**Industrie noch "in den Kinderschuhen"**

- Nur wenige etablierte Akteure zum heutigen Zeitpunkt
- Hoher Forschungsanteil in Entwicklungskosten
- Große Anzahl an Akquisitionen und Gründungen in letzten zwei Jahren
- Markt für autonome Systeme bietet noch viel Bewegungsspielraum

**Deutschland hat Potenzial, Schlüsselrolle einzunehmen**

Führende Forschungsinstitute

Aktive Start-Up Szene

Industrie-"Champions"








**Um im Markt für autonome Systeme erfolgreich zu sein, müssen jedoch gewisse Voraussetzungen erfüllt sein...**

Quelle: A.T. Kearney A.T. Kearney 02/10/16 10:00:00 AM 13

Bild 9

Es gibt also eine Basis, von der aus Deutschland in diesem neuen Industriesegment wachsen kann. Dazu braucht es aber ein paar Voraussetzungen (Bild 9). Um die Innovationsführerschaft zu erlangen, brauchen wir Investitionen in zukunftsweisende Forschung und die Schaffung von Experimentierfeldern zur Gewinnung von Erfahrungen mit autonomen Systemen in der Praxis. Beim Beispiel autonomes Fahren gibt es ein solches Experimentierfeld in Kalifornien, wo trotz vieler rechtlicher Probleme, nun autonome Fahrzeuge fahren und von den Beteiligten viele Erfahrungen gesammelt werden. Wir brauchen solche Experimentierfelder auch in Deutschland, zum einen, um zu lernen, zum anderen aber auch, um eine gesellschaftliche Offenheit für die Innovationen zu schaffen. Gerade in einer alternden Gesellschaft, in der Maschinen drohen, Arbeitsplätze zu vernichten, ist nicht unbedingt von Natur aus eine Offenheit gegenüber diesen neuen Systemen gegeben. Wir müssen diese Offenheit fördern und eine Kultur schaffen, in der Innovationen in diesem Umfeld möglich werden. Verhindern können wir autonome Systeme nicht, abschotten können wir uns auch nicht. Wir müssen uns als Gesellschaft den Veränderungen stellen und die Herausforderungen annehmen, wie geht das besser, als durch das Experimentieren und die Auseinandersetzung mit den Implikationen. Lokale Präsenz und Visibilität fördert weiterhin das Interesse der Jugend und den Zulauf zu MINT-Fächern, den wir als Standort so dringend brauchen. Das Bildungssystem und auch die Infrastruktur – hier insbesondere bezahlbare Energie und robuste, breitbandige Kommunikationsnetze – sind sicherlich weitere Voraussetzungen für Deutschlands Erfolg im Bereich der Entwicklung und Herstellung autonomer Systeme.

**ATKearney**

**Bildung, Aufklärung, Infrastruktur und Forschung bilden die Basis für einen Erfolg im Bereich autonome Systeme**

**Voraussetzungen für Deutschland als Fortschrittsmotor**

	<p><b>Etablierung von Forschung und Experimentierfeldern</b></p> <p>Innovationsführerschaft durch Investition in zukunftsweisende Forschung und Schaffung von Experimentierfeldern zur Gewinnung von Erfahrungen mit autonomen Systemen in der Praxis</p>
	<p><b>Förderung von Bildung und gesellschaftlicher Offenheit</b></p> <p>Ausbildung für zukunftsfähige Berufe durch Förderung von MINT-Fächern und den Umgang mit Technologie sowie Förderung der gesellschaftlichen Offenheit gegenüber autonomen Systemen</p>
	<p><b>Investition in Infrastruktur</b></p> <p>Schaffung einer zukunftsfähigen Infrastruktur durch bezahlbare und nachhaltige Energieversorgung und Breitband-Datenanbindung</p>

Quelle: A.T. Kearney A.T. Kearney © 2017. Das ist ein Dokument der A.T. Kearney Group. 14

Bild 10

Insgesamt stehen wir am Anfang eines signifikanten Wandels (Bild 10). Wir werden große Veränderungen über die nächsten Jahre sehen. Es ist gut, solche Diskussionen wie heute zu führen – Diskussionen über die technischen Möglichkeiten und die gesellschaftlichen Auswirkungen. Gemeinsam sollten wir die Voraussetzungen schaffen, um in Deutschland die wirtschaftlichen Potenziale heben können. Ich glaube wir können den Wandel aktiv mitgestalten.

## 10 Kognitive Systeme als Steuerung für Diagnose und Therapie – ein Beispiel aus der Tinnitusforschung

Winfried Schlee, Universitätsklinik Regensburg  
Rüdiger Pryss, Universität Ulm



# Tinnitus

Tinnitus ist die Wahrnehmung eines Geräuscheinindrucks in der Abwesenheit einer entsprechenden akustischen Geräuschquelle

5-15% der deutschen Gesamtbevölkerung haben Tinnitus

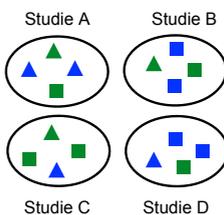
1-2% der Bevölkerung ist durch den Tinnitus erheblich belastet.

Die häufigsten Begleitsymptome sind Schlafstörungen, Depressionen, Konzentrationsstörungen und Angststörungen.

Es gibt derzeit keine Behandlungsmethode die den Tinnitus zuverlässig bekämpft.

## Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

### Heterogenität des Tinnitus

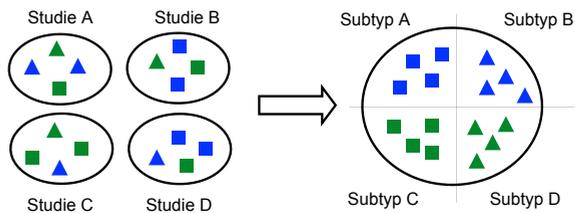


#### aktuelle Situation:

- Viele klinische Studien zeigen keine oder nur schwach signifikante Ergebnisse obwohl sich einzelne Patienten deutlich verbessern
- Ergebnisse aus Grundlagenstudien und Klinischen Studien lassen sich nur selten replizieren

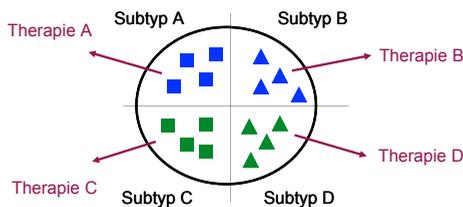
# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## 1. Heterogenität des Tinnitus



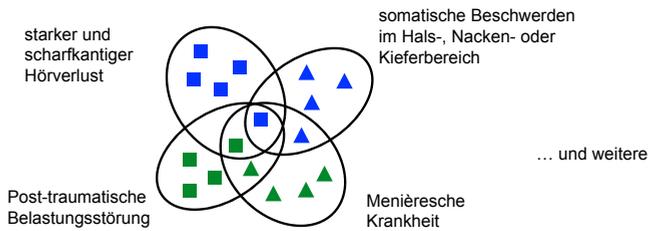
# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität des Tinnitus



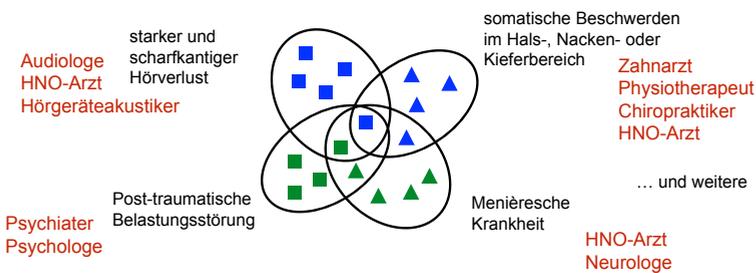
# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

## Heterogenität und Mischformen des Tinnitus



# Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

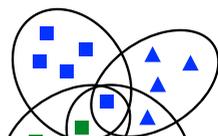
## Heterogenität und Mischformen des Tinnitus



## Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

### Heterogenität und Mischformen des Tinnitus

starker und scharfkantiger Hörverlust  
**Audiologe**  
**HNO-Arzt**  
**Hörgeräteakustiker**



somatische Beschwerden im Hals-, Nacken- oder Kieferbereich

**Zahnarzt**  
**Physiotherapeut**  
**Chiropraktiker**  
**HNO-Arzt**

> 160 Experten  
 26 Europäische Länder  
[www.tinnitusresearch.net](http://www.tinnitusresearch.net)



## Warum ist es so schwer eine Lösung zu finden?

### Heterogenität und Mischformen des Tinnitus

starker und scharfkantiger Hörverlust  
**Audiologe**  
**HNO-Arzt**  
**Hörgeräteakustiker**



**Tinnitus Navigator**

somatische Beschwerden im Hals-, Nacken- oder Kieferbereich

**Zahnarzt**  
**Physiotherapeut**  
**Chiropraktiker**  
**HNO-Arzt**

Post-traumatische Belastungsstörung  
**Psychiater**  
**Psychologe**

Menière'sche Krankheit

... und weitere  
**HNO-Arzt**  
**Neurologe**

**TrackYour  
Tinnitus.org**

Misst den Tinnitus unter Alltagsbedingungen.



**Tinnitus Navigator**

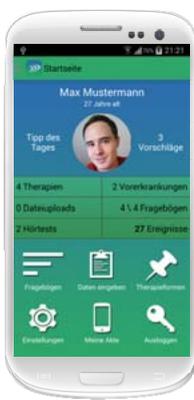
Sammelt diagnostische Befunde und schlägt individuell beste Therapie vor

**Tinnitus-App auf Rezept**

Plant und überwacht den Therapieverlauf.  
Auditorische Stimulation.

## Tinnitus Navigator

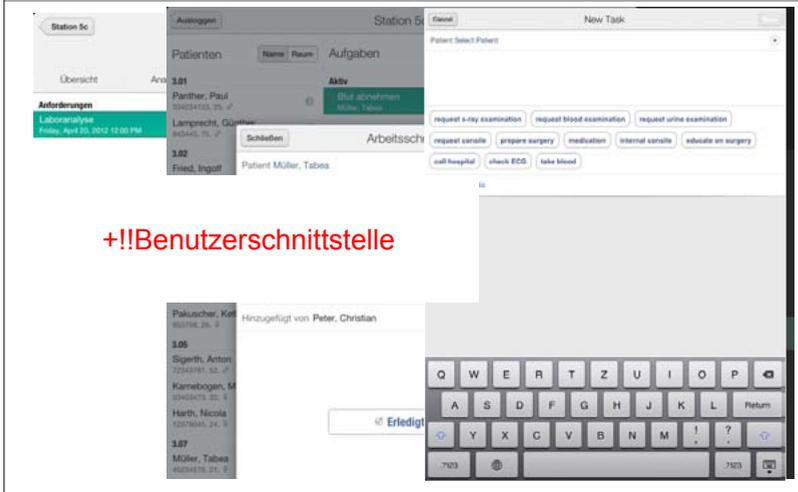
<b>Patienten-Tool</b>
Dateneingabe & Fragebögen
elektronische Befundakte
Diagnose-Plan
Therapie-Plan



<b>Ärzte-Tool</b>
Zugriff auf Patienten-Akte
Vorschlag weiterer Diagnostik
Therapievorschlag
anonymisierte Datenbank: >3'000 Vergleichsfälle

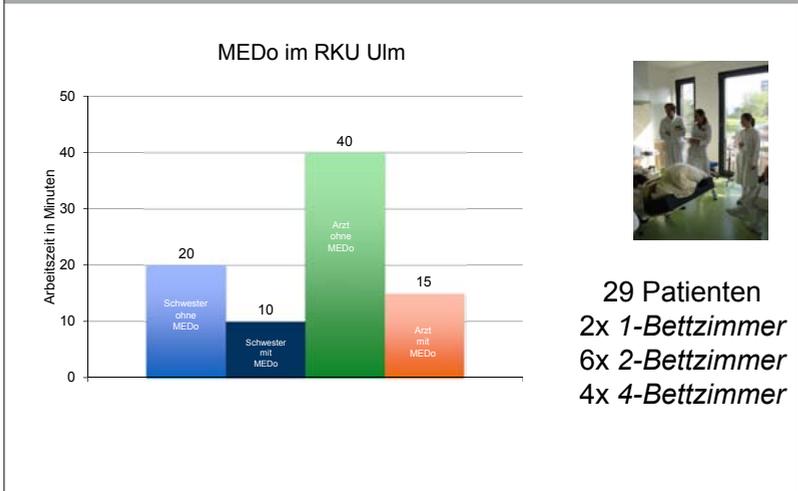


# MEDo – Smart Workflows

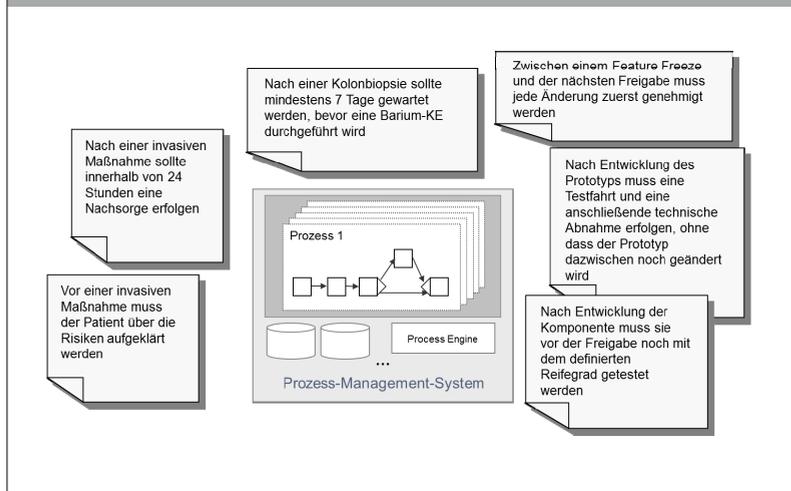


+!!Benutzerschnittstelle

# MEDo – Smart Workflows

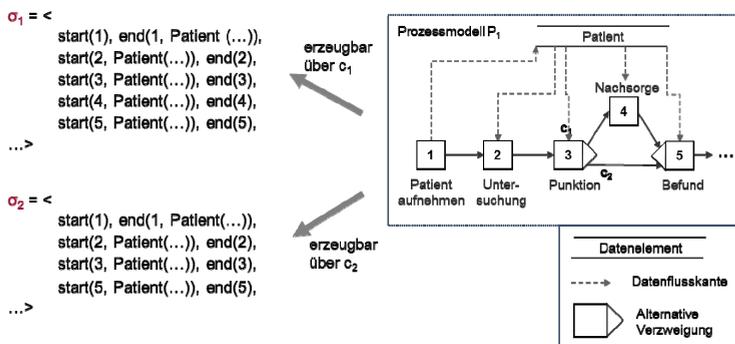


# Compliance Checking

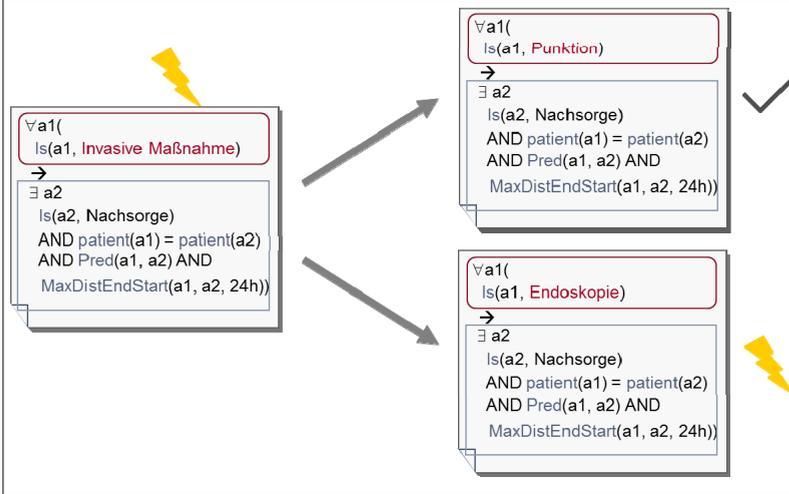


# Compliance Checking

- Prozessmodelle und -instanzen beschreiben mögliche Verläufe
- Repräsentierbar über erzeugbare Ausführungspuren



# Compliance Checking



# Philharmonic Flows – Die Zukunft

The slide features a funnel diagram where 'Datenmodelle' and 'Prozessmodelle' are input into a funnel labeled 'INPUT'. The output of the funnel is 'Generische Software-Technologie'.

Key project goals and descriptions:

- Einheitlicher Modellierungsstandard für alle Domänen*
- Filter Mechanismus für Model Checking um korrekte Anwendungssysteme ohne Fehler zur Laufzeit zu generieren.*
- Anwendungssoftware für Engineering Software Systeme (Automotive Engineering, Electrical Engineering)**
- Anwendungssoftware für Sensordatenverarbeitung**

Project leads:

- Prof. Dr. Manfred Reichert (Portrait)
- Dr. Vera Künzle (Portrait)

Logos and partners at the bottom:

- PHILharmonic flows
- Supported by: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy
- persis
- ZIM - Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

## Fazit

- Diagnostik und Therapie des chronischen Tinnitus erfordert effiziente Zusammenarbeit eines multidisziplinären Teams.
- Kognitive System mit Smart Workflows eignen sich als zentrale Schaltzentrale dieser Zusammenarbeit.
- Diagnostischer Kriterien und Begrifflichkeiten müssen über Disziplinen hinweg definiert und kommuniziert werden.
- Flexible Änderungen der Process Engine (etwa bei neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen) müssen während des Betriebs möglich sein.
- Schema-Evolution ermöglicht auch Adaption tausender (laufender) Instanzen (Stichwort -> Massentherapie)
- Compliance Checking und Process Mining Technologien ermöglichen maschinelles Entscheiden und automatisches Lernen
- Philharmonic Flows integriert nicht nur Prozesse, sondern auch Daten (Stichwort -> vollautomatische, adaptierbare Expertensysteme)

## Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

### Danke an das Team

#### Uni Regensburg

PD Dr. Berthold Langguth  
PD Dr. Michael Landgrebe  
Dr. Martin Schecklmann  
Susanne Staudinger

### Uni Ulm

Prof. Dr. Manfred Reichert  
Jochen Herrmann  
Michael Lindinger  
Robin Hagenlocher  
Michael Stach  
Ali Aras  
Viktor Dötzl  
Marc Schickler

## 11 PODIUMSDISKUSSION

Moderation: Prof. Dr. Jörg Eberspächer, Technische Universität München  
Dr. Thomas Götz, IBM Deutschland GmbH, Böblingen

### **Dr. Götz:**

Meine sehr geehrten Damen und Herren, ich begrüße Sie nun zu unserer Diskussion im Plenum und freue mich auf einen engagierten und konstruktiven Austausch. Heute Vormittag haben wir in zwei sehr interessanten Vorträgen die wesentlichen Aspekte unseres Themas herausarbeiten und in den parallelen Workshops vertiefen können. Anschließend haben wir uns mit den Wegen für eine positive Gestaltung des Verhältnisses Mensch und autonomer Maschine befasst, und auch die neuen Potentiale für Wertschöpfung aus autonomen Systemen adressiert. Aus der Zusammensicht dieser unterschiedlichen Perspektiven ergeben sich vielfältige und hochinteressante Fragestellungen, die uns in der Diskussion begegnen werden. Bitte sind Sie alle eingeladen, sich aktiv zu beteiligen. Wer möchte die erste Frage stellen?

### **Herr Paßen, Generali Infrastructure Services:**

Ich habe eine Frage an Herrn Freyberg. Ich bin bzgl. der Aussagefähigkeit einer statistischen Analyse immer skeptisch, wenn diese Analyse nicht aufführt, wie groß das Sample war, und Analyseergebnisse aus den USA extrapolierend übertragen werden auf den Markt in Deutschland mit einem anderen Umfeld bezüglich Mittelstand und Handwerk und sicher auch bzgl. des Stellenwerts von Konsum.

Was Freizeit und Konsum betrifft, so glaube ich nicht, dass ein zeitlicher Freiraum, der sich durch autonomes Fahren für den Fahrer ergibt, einen natürlich Zwang nach sich zieht, dass der Fahrer mehr konsumieren will. M.E. ist deshalb Skepsis angebracht gegenüber den statistischen Analysen aus einem anderen kulturellen und Markt-Umfeld.

### **Herr Freyberg:**

Wie ich am Anfang gesagt habe, ist das Ableiten von Zahlen in diesem Segment ein wenig wie Glaskugelgucken. Nichtsdestotrotz glaube ich, dass die Analyse valide ist, um eine Größenordnung abzuleiten. Ich möchte jetzt nicht über Nach-Kommastellen reden – man kann durchaus 7 bis 12 Millionen anstatt 9 Millionen betroffene Arbeitsplätze titulieren, um das Konfidenz-Intervall zu vergrößern. Was sich aus den Studien ohne Zweifel ableiten lässt, ist, dass autonome Systeme einen signifikanten Impact haben können. Dies ist zumindest die beste Studie, die es momentan zu dem Thema gibt. Wenn man in die Zukunft guckt, so ist die Zukunft ungewiss. Es ist eine Vorhersage.

Auch glaube ich nicht, dass wir fundamental sagen können, dass alles, was für die USA berechnet worden ist, auf Deutschland nicht anwendbar ist. Es wäre blauäugig, sich darauf zurückzuziehen. Die Zahlen sollten einen Impuls geben, sich mit dem Thema weiter zu beschäftigen und nicht die Grundlage für einen Geschäftsplan legen, um eine Milliarde zu investieren. Daher sollten wir mit den Unsicherheiten leben können.

Noch kurz zum autonomen Fahren. Gehen Sie einmal in eine deutsche U-Bahn und beobachten Sie, was die Leute machen. Ich denke daraus können wir ableiten, was die Leute, wahrscheinlich machen werden, wenn sie im Auto sitzen, wirklich Zeit haben und sich nicht auf den Verkehr konzentrieren müssen. Es wird sicherlich ganz viele geben, die meditieren, nachdenken oder lesen. Aber am Wandel in deutschen U-Bahnen und Bussen, kann man sehen, dass sich die Nutzung von elektronischen Geräten sicherlich auch auf das Auto niederschlagen wird. Das ist meine Hypothese.

**Herr Sokol, Siemens AG:**

Wenn das sogar akzeptiert wird, denke ich, dass die Leute Schlafbänke haben werden und dann einfach im Auto schlafen würden. Aber das nur als Randbemerkung.

Ich habe generell einen Punkt, der gar nicht angesprochen worden ist. Einerseits sehen wir natürlich eine wahnsinnige Beschleunigung der IT. Wir sehen jetzt diese beschleunigte Entwicklung, was wir heute als Thema hatten. Auf der anderen Seite kennen wir das aus der Vergangenheit, sozusagen der Gesetzesrahmen, dass die ganzen Gesetznormen Standardisierungen immer weiter hinterherhängen. Wird es irgendwann einmal einen Gap geben? Ich bringe noch ein Beispiel, wo wir eine Behinderung sehen, dass es gar nicht mehr weitergeht nach dem Motto ‚die Amazon Drohne fliegt nicht‘. Da kann man technologisch weiterentwickeln wie man möchte. Aber da hinken der Gesetzesgeber oder die unterschiedlichen Rechtssysteme, die in den unterschiedlichen Kulturkreisen unterschiedlich sind, einfach hinterher.

Wie sehen Sie das, dass das einmal in Einklang gebracht wird? Wir haben die ganz unterschiedlichen Gesetzesvorgaben, bei den Medien haben wir es gesehen, was mit den Rechten alles in den unterschiedlichen Ländern passiert. Das ist eigentlich ein Wirrwarr, was da irgendwo abläuft. Wird es hier nicht noch viel schlimmer werden? Denn schlussendlich haben wir die vielen Dimensionen, die wir hier aufgezeigt haben von Arbeit, von Menschen, von Technologieentwicklung, von der Produktion irgendwo in einen Zusammenhang bringen.

**Prof. Mainzer:**

Es ist in der Tat so, wie Sie gesagt haben, dass wir unterschiedliche Rechtskulturen haben. Das wird zu wenig berücksichtigt. Der entscheidende Ansprechpartner für uns ist der US amerikanische Markt. Juristen wissen aus der Rechtsvergleichung, dass die Amerikaner das Court Law haben, d.h. sie haben Fallgesetzgebung. Grundsatzentscheidungen bauen auf Einzelfallentscheidungen auf: Firma A klagt gegen Firma B oder Kunde A klagt gegen Firma B. In Deutschland gehen wir von einer Rechtsdoktrin aus. Wir sprechen z.B. von digitaler Würde. Sie ist ableitbar aus Artikel 1 des Grundgesetzes, wonach die Würde des Menschen unantastbar ist. Das heißt, bei uns ist der Gesetzgeber aufgefordert, präventive Schutzgesetze für den Schutz des einzelnen Bürgers zu erlassen. Das ist für Amerikaner zunächst einmal schwer verständlich. Ich weiß das aus eigener Erfahrung. Selbst mit gutwilligen Philosophen US amerikanischer Prägung macht es Schwierigkeiten, darüber zu reden. Und wenn man das auch auf den Markt überträgt, dann wird es zu Friktionen kommen. Dafür muss man wirklich sensibel werden. Meine Hoffnung wäre, dass man z.B. bei den Tipp-Verhandlungen nicht nur daran denkt, unsere Lebensmittelstandards durchzubringen, sondern auch unsere europäischen Rechtsstandards zu berücksichtigen.

Aber das wird sicher ein ganz großes Problem werden, und ich stimme Ihnen auch zu, dass unsere Juristen weitgehend hinter den technischen Veränderungen hinterherhecheln. Wenn Sie an Industrie 4.0 denken und die großen Datenmengen, die da produziert werden. Wie ist die rechtliche Lage des Datenzugriffs? Wer darf an diese Daten heran? Dürfen sie z.B. an Krankenkassen, Versicherungen, Firmen, Polizeibehörden oder sonst wohin weitergegeben werden?

Das ist weitgehend nicht geregelt und es könnte sein, dass die Industrie 4.0 schneller kommt, als die Juristen und die Gesetzgeber diese Dinge regeln.

**Herr Schöne, Pressebüro:**

Unsere Veranstaltung heißt ja „Maschinen entscheiden“. Vor ungefähr 30 Jahren als ich studiert habe, haben wir uns die Nächte um die Ohren geschlagen und über Künstliche Intelligenz diskutiert. Das war damals schwer in und da sollte demnächst alles das passieren, was ich jetzt gerade gehört habe, was jetzt demnächst auch passieren soll.

Die Frage ist: Ist vielleicht in den letzten 30 Jahren auf diesem Gebiet nicht so viel passiert, was hätte passieren sollen? Hat man sich mit dem klassischen Computer beschäftigt, mit Graphikkarten und Datenbanken, aber eben nicht mit diesen Entscheidungssystemen? Woran hat es gehakt und warum hakt es jetzt nicht mehr? Wo sind diese KI-Systeme, die man uns vor 30 Jahren für heute, für das Jahr 2000 +x versprochen hat und die bis jetzt nicht da sind und wird es sie demnächst geben?

**Prof. Eberspächer:**

Herr Dr. Götz! Ich habe heute Morgen ein Beispiel gezeigt, wo Ihr eigenes Haus 1966 auch schon einmal etwas versprochen hat.

**Dr. Götz:**

Mit einem Schmunzeln - Versprechungen in der Software- und Hardware-Industrie sind so eine Sache ... – das soll hier aber nicht der Punkt sein. Wir sollten vielmehr auf die tatsächliche Zeitachse der Penetration und Adaption neuer Technologien schauen. Wenn Sie beispielsweise die Anlaufzeit des Internets betrachten, die ersten Netzstrukturen für den inselübergreifenden Datenpaketaustausch auf Hawaii, dann gehen wir deutlich zurück ins Jahr 1967. Wenn Sie sich einmal überlegen, wann dann das erste auf breiter Skala verfügbare, kommerzielle Internet für Privat- und Geschäftskunden in Deutschland von großen, relevanten Anbietern Unternehmen auf den Markt gebracht wurde, reden wir von 1996, 1997. Die bereits vorher aktiven, kleinen Avantgarde-Firmen betrachte ich jetzt einmal nicht. Wir schauen also mindestens 20 Jahre zurück! Und dann hat es nach 1996 noch einmal über 10 Jahre gedauert, bis eine „Killermaschine“ auf den Markt kam, die wir iPhone genannt haben. Dieses hat, zusammen mit einigen technischen Neuigkeiten ziemlich viel von dem umgestaltet, was wir ursprünglich unter Telefonie – sowohl technisch wie auch ökonomisch - verstanden hatten, und unser Verständnis von „digitaler, mobiler Assistenz“ neu definiert. Wir tendieren immer dazu zu unterschätzen - das ist durch viele Studien gestützt - , wie lange es dauert, bis von solchen Plattform-Innovationen und Technologieschüben eine breite Penetration bis zum Endanwender erreicht wird, die eine kritische Masse erzeugt, so dass sich auf der Plattform eine Selbstverstärkung entwickelt. Das war beim Internet so und das ist jetzt auch bei kognitiven und autonomen Systemen der Fall. Diese erfordern weiterhin massive Investitionen in Grundlagenforschung und diesbezügliche Entwicklung. Wir sind auf einer S-Kurve in dem Stadium, wo sich die Entwicklung und Adaption spürbar beschleunigt und signifikant mehr investiert wird, von Anbietern und Anwendern. Wir wissen auch noch nicht genau, wo der Weg hinführt, wissen aber mittlerweile, dass es etliche Sackgassen gegeben hat, die explorativ ausgearbeitet wurden. Heute reden wir nicht mehr über „Künstliche Intelligenz“, sondern um Hypothesengenerierung, Bewertung, Heuristiken usw. und arbeiten uns stückweise voran. Ich kann also die Frage nicht beantworten. 30 Jahre Internetentwicklung im Vergleich zu 30 Jahren kognitiver Systeme – wir treffen uns am besten wieder im Jahr 2025 auf der Jubiläumsveranstaltung zum 50ten Geburtstag des Münchner Kreises!

**Herr Neuner, Dr. Schwarz-Schilling & Partners:**

Eine ganz kurze Antwort darauf. Zum einen ist die Computer Power heute in einem Stadium, wo wir in einem Laptop das haben, was wir vor ein paar Jahren an einem Großrechner hatten. Zum zweiten haben Sie Datenverfügbarkeit mit Big Data, d.h. Daten von verschiedenen Quellen, die zusammengefügt werden und für intelligente Systeme dann eine Entscheidungsbasis bilden können. Zum dritten haben Sie heute mathematische Algorithmen, die Sie damals nicht hatten. All das zusammen bildet die kritische Masse, um heute bessere Voraussetzungen zu haben als damals.

**Prof. Eberspächer:**

Darf ich als Forscher sagen, dass wir dieses Modell doch eigentlich kennen. Damals brauchte man unbedingt Geld, damit man die Dinge, die heute Realität werden, erforschen und entwickeln kann. Dazu muss man eben manchmal Versprechungen machen, die nicht gleich wahr werden.

**Dr. Kohlhammer, KPC Kohlhammer Consulting:**

Ich bin schon lange Mitglied im Münchner Kreis und ich muss sagen, dass das heute eine Top Veranstaltung war!

Was ich aber ansprechen wollte, ist folgendes. Sie haben in den beiden Vorträgen zum einen gesagt, verantwortungsbewusste Gestaltung und gesellschaftliche Potenziale sind wichtig. Ich finde gut, dass das angesprochen wird. Ich möchte anregen, dass wir uns auch bewusst werden, dass wir mehr öffentlich das ansprechen müssen, was die Ängste der Leute betrifft. Wenn die Leute diffuse Angst um ihre Jobs haben, dann gewinnen Stichworte wie das „Chlor-Hühnchen“ Bedeutung. In vielen Fällen ist es so, dass die Leute gar nicht wissen, wovon sie reden. Wenn wir dann aber glauben, weil wir uns auskennen oder weil wir gut informiert sind, dass wir ja Bescheid wissen, dann halten wir unseren Mund. Dann tritt der Effekt ein, den ich immer wieder sehe, dass in der Öffentlichkeit mit wenig Wissen ungeheure Dinge aufgebauscht werden, so wie es uns mit der Energiewende passiert ist, dass in Fukushima - 20.000 Kilometer entfernt - etwas passiert ist, in wenigen Wochen eine totale Kehrtwende gemacht wurde, ohne dass man sich von hinreichendem Wissen hat beeinträchtigen lassen.

Mir ist es wichtig zu sagen, dass wir als Münchner Kreis auch dafür sorgen müssen, dass auch die Öffentlichkeit versteht. Dass wir hier nicht die Ängste der Menschen außer Acht lassen, sondern dass wir mithelfen transparent zu machen, was es für Zukunfts-Chancen gibt.

Die Weber haben im 19. Jahrhundert ihren Aufstand gemacht, weil sie auch nicht wussten, was die technische Entwicklung für ihre Zukunft bedeutet.

**Herr Decker, Journalist:**

Ich habe auch eine Bemerkung dazu, auch zu Herrn Schöne. Ich bin dahinter gekommen, dass diese Visionen, die kommen, nicht unbedingt von Ingenieuren kommen. Die sind oft von denen, die in den Zwischenberufen sind, so ähnlich wie Sony groß geworden sind, weil da keine Ingenieure an den Schaltstellen waren. Der Walkman ist nicht von einem Ingenieur erfunden worden. Hier ist so, dass mir schon Ende der 70er Jahre beispielsweise in einem Hörspiel eingefallen ist, dass man das Internet benutzt. Ich habe nicht die geringste Ahnung gehabt. Ich habe nie Ingenieur studiert. Das ist gekommen. Solche Ideen, wie es sie Heute gibt wie Kommunikation, Maschinen, Roboter sind schon vor 30, 40 Jahren diskutiert worden, aber nicht diskutiert worden von der realen technischen Möglichkeiten her. Es wäre mir nie eingefallen, wenn ich gewusst hätte, wie schwierig das ist, ein Internet zu bauen. Das wäre in meinem Kopf nicht entstanden. Das ist die Diskrepanz, die entsteht. Die Vision und die technische Verifizierbarkeit klaffen enorm auseinander.

**Dr. Kuebler, Universität Stuttgart:**

Mich würde einmal interessieren, nachdem Sie so eindrucksvoll die kognitiven Systeme herausgearbeitet haben, welche Auswirkungen und welche Möglichkeiten diese auf die Universitäten haben werden. Wenn ich mir vorstelle, dass ich ein Forschungsthema habe und damit auf eine Plattform gehe und eine Literaturlauswertung machen lasse, dann bin ich doch vermutlich damit um vieles schneller als andere und wahrscheinlich auch effizienter. Das kann ich dann noch in verschiedene Richtungen mit verschiedenen Themenstellungen machen. Da kann eine ganz andere Art von wissenschaftlicher Arbeit entstehen.

**Prof. Eberspächer:**

Eventuell aber auch eine, die nicht mehr die Qualität hat wie heute. Gibt es noch einen anderen Hochschulprofessor, der darauf antworten möchte?

**Prof. Dowling:**

Die ersten Ansätze gibt es schon. Es gibt das Deutsche Start-up ResearchGate in Berlin, wo sehr viele Forscher sich jetzt schon virtuell treffen - ich nenne das Facebook für Forscher -, sich austauschen und auch verschiedene Themen diskutieren. Es gibt auch die ersten MOOCS, Massive Open Online-Courses. Ich glaube aber nicht an eine richtige Disruption der Lehre an Hochschulen – wenigstens nicht mehr in den nächsten zehn Jahren.

**Prof. Eberspächer:**

Ich glaube, was natürlich stimmt, im Vergleich zu früher, wo man tagelang in Bibliotheken saß und mühsam Zeitschriften durchforstet hat, kann man heute das assemblierte Wissen der Welt leichter anschauen. Ich finde andererseits schon, dass es sehr nützlich war, ohne Internet mal hinzusitzen und einfach nachzudenken. Viele der Dinge, die Sie auch heute Morgen zum Beispiel aus dem DLR gehört haben – einem der deutschen Leuchtturm-Institute –, sind doch so entstanden: Dort gibt es schlaue Leute, die im Labor sitzen, nachts bis 12 Uhr nachdenken und dann die Lösung haben. Die drücken nicht auf den Computerknopf und dann kommt die Lösung raus. Natürlich werden viele Dinge in Zukunft, vielleicht in zehn Jahren, automatischer kommen als heute.

**Prof. Mainzer:**

Ich würde nur eines gern ergänzen wollen. Was ich beobachte, ist, dass die Technologie, über die hier gesprochen wird, immer stärker auch die Forschung verändert. Das hängt mit dem Thema Komplexität zusammen. Das Thema Komplexität ist weniger durch die Physik aufgekommen als durch Life Sciences. Da haben wir es mit hochkomplexen Organismen zu tun – auf zellulärer und molekularer Ebene z.B. in der Proteinforschung. Dort wird nicht mehr gearbeitet wie in der klassischen Naturwissenschaft, à la Kepler, der einen überschaubaren Datensatz von Planetenkonstellationen hatte, um damit passende Kurvenmodelle für die Planetenbahnen abzugleichen. Die Daten in der Molekularbiologie sind unübersehbar groß und komplex. Hier entdeckt intelligente Software mögliche Datenkorrelationen und macht einen Vorschlag für mögliche Forschungshypothesen über gesetzliche Zusammenhänge der Daten. Zugespitzt könnte man sagen, es ist heute Software, die Naturgesetze entdeckt. Dann muss man damit noch einmal ins Wetware Labor, um das Ganze empirisch zu testen. Erst in dem Zusammenspiel von Computer, Computersimulation und Forschung im Labor entsteht dann die Innovation, entsteht die neue wissenschaftliche Erkenntnis. Ich glaube, das ist ein ganz bemerkenswerter Schritt, der sich bereits in der Forschung abzeichnet – eine Art Paradigmenwechsel der Forschung, in der IT immer größeren Einfluss nimmt. Auch in der Forschung kommt es zu einer Symbiose von Mensch und Computer.

**Dr. Götz:**

Wenn ich hier eine Ergänzung machen darf. Es gibt Analysten in den etablierten „Think Tanks“, die Preise für sogenannte „Thought Leadership“ verleihen, also für neue, bisher nicht artikulierte Gedanken und Ansätze in relevanten Themen. Ein Team aus der IBM hat einen solchen Preis gewonnen mit einem Paper über die Frage, wie sich der Peer Review Prozess in der Wissenschaft durch den Einsatz kognitiven Systeme ändert. Ich wage es bei der Professorenrunde im Raum gar nicht zu sagen – hier wird ein breit etablierter best-practice-Prozess der wissenschaftlichen Community auf den Prüfstand gestellt und gerät an der einen oder anderen Ecke in die Diskussion. Was bedeutet es, wenn wir den Review des Wissenschaftlers für ein Paper seines Fachkollegen mit kognitiven Systemen und den dahinterliegenden

Repositories und Algorithmen unterstützen? Ich glaube, dass das eine Anregung ist, die es Wert ist, verfolgt und diskutiert zu werden.

**Dr. v. Reden:**

Ich habe dennoch meine Bauchschmerzen, denn man kann nicht sagen, dass das nur an den kognitiven Systemen liegt. Die ganze Messtechnik hat sich schrittweise aufgebaut. Wir können heute Sachen messen, die man vorher nicht messen konnte, d.h. der ganze Forschungsbereich ist komplexer geworden durch die Entwicklung in der Technik, nicht nur durch die Kognition oder die Datenbanken. Da kann man auch sagen, dass man besser nachdenken kann, wenn man handschriftlich schreibt. Dann könnten wir Textsysteme auch aussetzen.

Jede Generation, die auf die vorige schaut, sagt, dass sie es viel schneller kann. Und die Alten sagen, dass es früher viel besser war, weil man langsamer gearbeitet hat. Wenn man sich Laborbücher von Millikan anguckt, wieviel Zeit die brauchten, um eine Messung zu machen. Das machen wir heute in zwei Tagen. Das heißt nicht, dass es schlechter oder besser geworden ist. Die Komplexität ja, aber das ist nicht nur Live Science. Das ist in jeder Physik, in jeder Technik so. Ich möchte ein bisschen warnen vor der Zukunftskritik.

**Frau Rüdiger:**

Eine Frage an IBM. Wie weit sind Sie jetzt eigentlich mit dem Watson für Firmen oder andere Anwender vorangekommen? Nehmen wir einmal an, dass alle großen Firmen ihren Privat-Watson nutzen, der mit dem Datenfundus der jeweiligen Firma gefüttert wird und dann versucht, nach besserem Wissen und Gewissen die anderen Watson-Besitzer zu schlagen. Was bedeutet das dann für die Nicht-Watson-Besitzer, z.B. Firmen, die sich keinen Watson leisten können oder nur eine abgespeckte Variante? Was bedeutet es, wenn die Chinesen oder andere Staaten ihren eigenen Watson haben, der dann natürlich anders heißt, und ihn mit ihrem Weltwissen füttern? Was bedeutet es für diese globalisierte, weltweit konkurrierende Welt, wenn sie sich aufteilt in Besitzer und Nicht- Besitzer solcher Systeme aufteilt?

**Dr. Götz:**

Das ist eine große Frage an einen einzelnen IBMer. Ich kann folgendes nur exemplarisch erläutern um zu zeigen, worum es uns eigentlich geht. Nach unserer Überzeugung - und das ist auch Teil der Argumentationskette, warum so viel Investitionsmittel in Watson geflossen sind – muss der Aspekt der Differenzierung durch Informationstechnologie neu gedacht werden. Wenn man sich heute anschaut, inwieweit Informationstechnologie und Kommunikationstechnologie zunehmend Wertschöpfung und Geschäfte prägen, stellt sich immer die Frage, was im Kern der Differenzierungsbeitrag von IKT war und ist.

Es gibt zwei wesentliche Denkrichtungen und „Schulen“. Die eine Schule behauptet, dass IKT immer weiter kommoditisiert wird, und keine wesentliche Differenzierungsrolle mehr spielt. IKT, zunehmend aus einer Cloud, oder aus standardisierten Rechenzentren und Endgeräten, wird genutzt wie die Wasserversorgung, wie Muffen, Schläuche und Ventile. Die eigentliche Differenzierung liegt dagegen ganz woanders, nämlich außerhalb der IKT. Die andere Schule sagt, dass dem nicht so sei, dass nämlich Technologie immer Treiber von Wertschöpfung und von Innovation war und sein wird, und die Differenzierung gerade daher kommt, Neues im Vergleich zum Bestehenden zu können. Die Wahrheit liegt natürlich in der Mitte. So rückt die Frage nach dem Wesen der Differenzierung durch IKT in den Mittelpunkt, und nicht mehr die Frage des „ob überhaupt“. Heute ist die bestätigte und durch Evidenzen gestützte Mehrheitsmeinung, dass IKT in der Wahrnehmung zurück ist im Zentrum der Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit. Schauen wir uns die Aktivitäten der Unternehmen an. Diese haben massiv investiert in Produktivitätssteigerung und Effizienz-

verbesserungen durch breiteste Nutzung, aber vor allem auch durch Standardisierung der IKT und entsprechender Applikationen zur Unterstützung der Geschäftsprozesse. Oftmals zu hören in diesem Zusammenhang ist die Überlegenheit von „commercial of the shelf“ bei der IKT-Nutzung. Als Ergebnis sehen wir, provokant gesagt, das folgende Bild: Heute verwendet jedes Unternehmen fast den gleichen Set-up an IKT. Vereinheitlichte Infrastruktur (Marktanteil des führenden Prozessorherstellers über 90%), fast identische Betriebssysteme in fast schon Mono-Kulturen, standardisierte Datenbanken, paketierte und vorkonfektionierte Transaktionsapplikationen, an die sich die Geschäftsprozesse anpassen und nicht umgekehrt. Das gleiche bei den Frontend-Applikationen für die Kunden. Und die Unternehmen benchmarken sich zur Optimierung der letzten Effizienzpotentiale auch noch gegenseitig und verstärken dadurch diese Konvergenz zu „more of the same“. Die große Frage ist nun: Wo liegt denn in Zukunft die Differenzierung? IBM meint, dass in Zukunft die Differenzierung durch IKT darin liegen wird, wie ein Unternehmen in der Lage sein wird zu lernen, seine Märkte und Kunden zu verstehen, d.h. im Verstehen der Vergangenheit sowie in der Vorhersage von Trends, Strukturen und Bedürfnissen, und auch die eigenen Fähigkeiten fokussiert in Stellung zu bringen und weiter zu entwickeln. Die Differenzierung wird also nicht mehr in den gleichartigen funktionalen, transaktionalen Systemen liegen, die sowieso fast jedes Unternehmen hat, sondern die Differenzierung wird aus Wissensbasen, Modellen, Heuristiken, Algorithmen und aus dem Lernprozess von kognitiven IKT-Systemen resultieren. Das Unternehmen beispielsweise in der Konsumgüterindustrie, welches in der Lage ist, mit einer besseren Wissensbasis und überlegeneren Modellen und mit hoch performanten Schlussfolgerungs-, Hypothesenbildung- und Bewertungsalgorithmen kürzeste Reaktionszeiten anzubieten, Vorhersagequalität zu verbessern, Nachfragestrukturierung zu dynamisieren, und dadurch mehr Kundenbindung und Differenzierung freizumachen, wird Wettbewerbsvorteile haben. Einfach gesagt: Es konkurrieren zukünftig die lernenden Systeme gegeneinander. Zur Entwicklung konkurrenzfähiger Fähigkeiten in diesem Wettbewerb benötigt man Plattformen mit kognitiven Fähigkeiten. Wir entwickeln solche Plattformen, um Unternehmen zu befähigen, ihr Wissen, ihre Erfahrung und auch ihre Kreativität im Sinne von neuen Potenzialen realisieren zu können, als neue Quelle von Differenzierung. Dazu dient Watson. Watson ist ein erstes neues IKT-Element, welches jenseits von standardisierter Informationstechnologie ermöglicht, einzigartige Assets aufzubauen, die von Konkurrenten nicht einfach imitierbar sind. Sie können das, was im Laufe der Jahre in solch einer kognitiven Plattform heranwächst, nicht einfach imitieren, indem Sie als Vorstand Geld in die Hand nehmen und sagen: Das machen wir jetzt auch. Diese neuen, kognitiven Assets sind wirklich „unique“. Aber wer weiß, vielleicht wird es Dienstleister geben, die Modelle, Wissensbasen und Heuristiken im Sinne eines Brokers zur Verfügung stellen für vertikale Industrien oder spezialisierte Anwendungsfelder. Wir geraten halt jetzt zunehmend in ein Ökonomiemodell, wo nicht eben „big data“ allein zählt, sondern auch letztendlich digital für die Systeme verfügbares, explizit gemachtes Wissen und Lernerfahrung als Grundlage neuer Fähigkeiten.

**Prof. Eberspächer:**

IBM z.B. und sicher auch andere bieten doch Watson als Cloud Service an, d.h. ein kleineres Unternehmen kann sich, je nachdem wie die Preise sind, solche Dinge einkaufen. Damit nicht jeder seinen Millionen-Euro-Watson kaufen muss. So habe ich das eigentlich verstanden. Damit ist doch auch wieder eine gewisse Verbreitung dieser Technologie möglich.

**Dr. v. Reden:**

Ist es wirklich so und nicht nur die Hoffnung, Investitionen zu rechtfertigen? Steve Job und sein iPhone war das beste Gegenbeispiel. Das Nokia N95 war technisch deutlich besser, hatte nur eine schlechtere Story, eine schlechtere Präsenz im Marketingbereich und hatte diesen einen Gag. Sonst war das iPhone deutlich technisch schlechter und hat trotzdem alle wegge-

feht. Ist die Hoffnung, man hat eine rechtliche technologische Basis und ist das sozusagen nicht nur ein Strohalm, an den sich Investitionen rechtfertigen lassen?

**Dr. Götz:**

Ja, das ist eine Hoffnung, und es ist eine wirklich eine große Wette – das ist kein Geheimnis. Diejenigen, die über den IKT-Markt forschen, wissen, dass aktuell die Substitution von standard-transaktionsorientierter Hardware und Software durch cloud-basierte Algorithmen in vollem Gange ist. Die Transformations- und Substitutionsgeschwindigkeit ist zurzeit vielleicht in dem einen oder anderen Unternehmen höher als die Fähigkeit sich anzupassen. All das zieht gewaltige Umbaumaßnahmen mit sich. Es ist eine Wette auf eine komplett neue Generation von IKT.

**Herr Sokol, Siemens:**

Zwei Aspekte noch zu Ihren Punkten. Ich glaube nicht, dass die Firmen heute alle die gleiche Plattform haben. Nicht jeder hat Watson. Da liegen riesige Unterschiede dazwischen. Wir haben vorhin gehört, dass nicht einmal 55 % WLAN haben. Selbst wenn dem so wäre und jede Firma Watson hätte, sind es immer noch die Data Scientists, die diese Maschinen und Anwendungen füttern und das Ergebnis, das herauskommt, maßgeblich beeinflussen.

**Dr. Götz:**

Nicht jedes Unternehmen hat Watson. Jedes Unternehmen hat heute Standard ERP, Standard CRM, Standard SCM. Das sind die typischen funktionalen, transaktionalen Systeme. Wir würden uns natürlich freuen, wenn fast jedes Unternehmen Watson hätte. Und das kann auch nutzungsabhängig aus der Cloud kommen, was für kleinere und mittlere Unternehmen besonders spannend ist. Aber was wird dann passieren? Man nutzt dann Watson wie heute ein Betriebssystem. Es ist ein Betriebssystem für kognitive Anwendungen, nicht mehr aber auch nicht weniger. Wenn Sie sich überlegen, welche Möglichkeiten die Entwicklung und Nutzung moderner Betriebssysteme mit sich gebracht hat, bezüglich der Entflechtung und Effizienzsteigerung von Arbeitsschritten in der IKT, und wie Anwendungsvielfalt und die Produktivität der Softwareherstellung erhöht wurde, kann man sich vorstellen, welches Potential für die Schaffung ganz neuer Anwendungen darin steckt. Die Data Scientists spielen dabei eine bedeutende Rolle, dürfen aber nicht als „IKT-Spezialisten“ eingeordnet werden. Wir hoffen auch, dass Data Scientists nicht klischeehaft als die neuen „Quants“ der Realwirtschaft angesehen werden, so wie die „Quants“ in der Finanzindustrie auch irrtümlich verallgemeinernd den Ruf bekommen haben, völlig unbehelligt von jeglicher ethischen Verantwortung toxische Finanzprodukte zu programmieren. Die Frage muss sein: Wohin wollen wir es lenken, wie wollen wir es gestalten, was können wir aus Erfahrung lernen? Aus deutscher und europäischer Perspektive: Können wir das überhaupt aktiv gestalten und verfügen wir über die Kompetenzen, da mitzuspielen? Eines meiner großen persönlichen Anliegen ist die Frage: Haben wir genügend Softwarekompetenz, um in diesem Feld in der relevanten Liga mitzuspielen zu können – Industrie 4.0, Autonomie, Robotik, lernende Systeme? Wie ist diese Softwarekompetenz zu beschreiben? Woher kommt sie? Wie speist sie sich? Und sind da nicht noch vorhandene Quellen und Fähigkeiten zu betrachten und zu schützen, damit wir in Zukunft auch eine Chance haben, vorne mit dabei zu sein? Das wäre auch ein Thema für die Diskussion zu einem späteren Zeitpunkt. Ich gebe Ihnen Recht. Die „Data Scientists“ sitzen an einer Schlüsselstelle. Und aus der Verbindung mit der notwendigen Software-Kompetenz resultiert eine Sollbruchstelle in der ganzen Argumentation kognitiver Systeme.

**Dr. Wischmann, VDI / VDE IT:**

Ich würde gern noch in die Runde der Diskussion ein anderes Thema werfen, und zwar die klassischen Ironien der Automation. Ich glaube, das ist ein bisschen zu kurz gekommen heute. Wenn wir über autonome Systeme reden, haben wir oftmals das Problem, dass wir versuchen, sehr viel und alles was möglich ist zu automatisieren. Der Mensch nimmt dann immer mehr eine Rolle ein, die eher eine Kontrollfunktion, eine Beobachtungsfunktion hat, eine Programmierfunktion unter Umständen. Wir reden hier von sehr komplexen Systemen. Wenn wir den Menschen immer weiter herausnehmen und er nur noch eine Überwachungsfunktion hat, stellt sich die Frage, wieviel Wissen hat der Mensch noch über die internen Prozesse, solcher auch selbstlernender Systeme? Laufen wir vielleicht Gefahr mit den Technologien, die wir gerade entwickeln, uns immer weiter zu entfremden von den Systemen und immer weniger Situationsbewusstsein zu schaffen? Damit ergibt sich eventuell das Problem, dass wenn die Systeme eines Tage mal nicht mehr funktionieren – und jedes Automatisierungssystem wird irgendwann einmal nicht funktionieren - überhaupt noch effizient eingreifen oder Prozesse optimieren zu können, weil uns dieses Situationsbewusstsein verloren geht?

**Prof. Eberspächer:**

Gibt es vielleicht jemand, der das kommentiert?

**Herr Gräter, BMW:**

Ich beschäftige mich sehr stark mit der Irony of Automation. Wir bereiten das hochautomatisierte Fahren derzeit vor. Ich möchte durchaus etwas zu dem Thema Watson und Künstliche Intelligenz im Auto sagen. Das Thema wird von der Autoindustrie – ich glaube ich spreche da auch für die Kollegen von Daimler und die anderen Autohersteller – sehr pragmatisch angegangen. Ich bin auch bei dem Kollegen, der die Frage gestellt hat, ob wir wieder kurz vor der Einführung der Künstlichen Intelligenz sind wie vor 30 Jahren.

Ich glaube, dass das alles in der Wirtschaft tatsächlich viel pragmatischer abläuft. Wir werden einfach Schritt für Schritt immer weiter gehen und haben hier im Prinzip alle zwei, drei Jahre einen neuen kleinen Schritt der Automatisierung geschafft. Die Ironie der Automation findet eigentlich nicht statt vor dem Hintergrund, dass wir nur anfangen können, sehr einfache Situation zu automatisieren. Wir werden auf der Autobahn anfangen, wo nahezu keine Unfälle passieren, aber auch die Herausforderung, die Automatisierung tatsächlich zu realisieren relativ klein ist, d.h. unsere Systeme, die dann offiziell in fünf bis zehn Jahren hochautomatisiert fahren werden, werden in keiner Weise auch nur einen Anklang von künstlicher Intelligenz haben, sondern durch eine ganz normale Weiterentwicklung von Sensorik und Aktorik sein, die durch Daten aus dem Internet gestützt ist, aber keineswegs das Thema „Maschinen übernehmen die Verantwortung“ wirklich realisiert. Automation findet zunächst also nur in einem sehr einfachen Use Case statt.

Und wenn man dann irgendwann mal von A nach B mit dem Auto vollautomatisch fahren möchte, dann reden wir von einer Zeitspanne von 30 Jahren oder mehr. Das ist wirklich die Perspektive, die die Autoindustrie hat. Dorthin sind wir in vielen kleinen Schritten unterwegs.

**Prof. Eberspächer:**

Jetzt muss ich aber ergänzen, dass ich vor drei Jahren schon Videos gesehen habe von Ihren damaligen vollautomatischen Versuchsfahrten auf dem Nürburgring. Sie machen es ja schon! Es klang so, als ob...

**Herr Gräter:**

Es ist mir ein Anliegen, darauf zu antworten. Was man in der Forschung unter kontrollierten Bedingungen darstellen kann, ist das Eine. Was im öffentlichen Verkehr in Umgebungen mit Fußgängern, Radfahrern und Autos der komplexen und unvollkommenen Welt, wie sie ist, tatsächlich im Alltag funktioniert, ist etwas völlig anderes. Wir sind tatsächlich so weit entfernt von einer echten Vollautomatisierung von A nach B, wie vorhin beschrieben. Das ist wirklich so.

**Prof. Eberspächer:**

Man sollte auch betonen, dass das Google-Auto unter ganz bestimmten eingeschränkten Bedingungen im öffentlichen Verkehr unterwegs war. So ist zum Beispiel automatisch mit Kameras zu fahren nur bei ganz bestimmter Beleuchtung möglich und nicht, wenn die Sonne blendet. Auch starker Regen, Schnee oder plötzlich auftretende Hindernisse stellen noch ein großes Problem dar. Ich sage das deswegen, weil es immer so aussieht, als ob die deutschen Autohersteller wirklich ein bisschen blöd sind; dabei hat jedes dieser Unternehmen schon Autos autonom fahren lassen. Allerdings waren das eben Forschungsfahrzeuge.

**Herr Gräter:**

Nur noch einen Schlusssatz zu der Diskussion. Prof. Eckstein aus der Automobilindustrie kommend aber durchaus selbstbewusst und mit einer eigenen Meinung versehen, hat der deutschen Autoindustrie bestätigt, da führend zu sein. Ich gebe Ihnen vollkommen Recht. Google kocht auch nur mit Wasser.

**Prof. Eberspächer:**

Aber mit guter Werbung!

**Herr Konietzka, Journalist:**

Eine interessante Perspektive ist, wenn wir uns ständig mit Maschinen beschäftigen, mit den Fähigkeiten, die wir dort einbauen können, die dann einen Job erledigen, den wir selbst so nicht per Hand erledigen können, dass dann natürlich auch eine Verödung eintritt, eine Verarmung unserer Sinnlichkeit und auch unserer Gedankenfähigkeit. Das ist die Frage bei der Digitalisierung, Automatisierung und Technisierung insgesamt. Wenn das jetzt zunimmt und zwar in feiner und sehr grober Form, dann ist die Frage, was für einen Menschen da übrig bleibt oder was von dem Menschen, der jetzt in dieser Technisierung aufgeht und dort dann eine Jongliermeisterschaft erreicht, übrig bleibt. Das wäre dann die Frage. Die Natur geht weiter. Die Zuwanderung geht weiter. Die Klimaproblematik geht weiter. Die Armut geht weiter, auch das Älterwerden der Gesellschaft. Alles geht weiter und es hat nichts zu tun mit dieser Automatisierung und mit diesen hochtechnischen komplexen Fähigkeitssystemen die wir hier erstellen. Die Frage wäre, wieviel Personen noch übrig bleiben, die - wenn es dieses Instrumentarium nicht gäbe - auch mit traditionellen Mitteln beurteilen können, wie man solche Probleme der Zuwanderung, der Klimatechnik, der ausgehenden Rohstoffe usw., lösen kann. Das wäre vielleicht auch eine interessante Frage, ob man die Technisierung in den Gegensatz stellen kann zu dem von Natur aus denkenden Menschen und ob es da eventuell einen Verlust gibt, eine Verarmung dessen, was wir eigentlich können?

**Prof. Eberspächer:**

Also, jetzt muss der Philosoph reden!

**Prof. Mainzer:**

Ich bin skeptisch und glaube nicht an den häufig beschworenen Gegensatz von „technisch“ und „künstlich“ gegenüber „natürlich“. Das ist sehr alteuropäisch gedacht im Unterschied zu USA

und Asien. „Natürlich“ gilt danach als gut, „technisch“ als „künstlich“ und bedenklich. Man unterstellt eine heile Welt der Natur, wo alles wohlgeordnet ist. Wenn man die Natur so ließe wie sie ist, dann wäre alles wunderbar. Dann kommt der Mensch mit seiner Technik und verändert sie und wirft wie Goethes Zauberlehrling alles durcheinander.

Ich glaube, das ist eine falsche Ideologie. In der Natur ist nichts perfekt, vielmehr Probieren, Scheitern und Finden, wie heute in den genetischen und evolutionären Algorithmen simuliert – Trial and Error. Wir haben unsere Lebensbedingungen erst durch unsere Kulturentwicklung mit Technik verbessert. Wir haben neue Fähigkeiten entwickelt, die es vorher in der Natur nicht gegeben hat. Hätten wir das nicht gemacht, dann hätten wir unter primitiven Lebensbedingungen eine Zeitlang vegetiert und wären vermutlich längst von der Erde verschwunden. Dann gäbe es nichts mehr, das sich an uns erinnern könnte.

Das meinte ich am Ende meines Vortrags auch mit der symbiotischen Entwicklung von Mensch und Maschine. Man soll jetzt nicht so tun, als wenn die derzeitige Digitalisierung ganz was Neues, Künstliches und Fremdes wäre. Das ist ein natürlicher Teil unserer kulturellen Entwicklung. Und deshalb ist meine These, dass die Technik etwas Urmenschliches ist, da wir uns erst mit ihr weiterentwickeln konnten. Technik ist nicht irgendwo aus dem Weltraum gekommen, sondern wir schaffen uns die Service-Systeme selber, um unsere Lebensumstände zu verbessern. Gelegentlich gelingt uns das auch nicht. Das muss man natürlich auch klar sehen. Es ist ein Suchen, Irren und Finden – Trial and Error. Niemand hat von vornherein den Masterplan. Das Problem ist heute, dass die Welt immer komplexer wird. Die Zivilisation einer dichten Weltbevölkerung wird immer komplexer und ist nur noch mit technischen Servicesystemen zu managen. Reichen aber unsere Fähigkeiten aus, um die Komplexität unserer Zivilisation zu meistern?

Auf dem Hintergrund der Evolution komme ich nun zu einem Punkt, den wir bisher auf dieser Konferenz nicht betrachtet haben. Die Normalverteilung der menschlichen Intelligenz, die Gauss-Kurve, hat sich wahrscheinlich seit der Steinzeit nicht verändert. Das behaupte ich aufgrund der Tatsache, dass sich unser Gehirn nicht verändert hat. Das heißt, es gibt eine bestimmte Anzahl von Menschen, die intellektuell auf der Höhe der Zeit und technisch versiert sind. Und dann gibt es eine große Masse von Menschen, die mehr oder weniger dem Zivilisationsprozess gewachsen sind. Die Mehrheit, von der wir hier reden, ist bisher im Arbeitsprozess untergebracht. Die Frage, die ich für dramatisch halte, ist, wie in dieser digitalisierten Welt der Gauss'schen Verteilungskurve der menschlichen Begabungen Rechnung getragen werden kann. Da bin ich total unzufrieden mit dem, was ich aus dem Silicon Valley höre: Danach wird in absehbarer Zeit „zwangsläufig“ ein Zeitpunkt der „Singularität“ erreicht sein, nach dem sich der Mensch durch Technik, Automatisierung und Künstliche Intelligenz überflüssig gemacht hat. Danach sitzen wir alle angeblich glücklich, gesund und im Prinzip unsterblich auf Wolke 7, sind alle kreativ, schreiben Gedichte und machen Musik, und den Rest erledigen die autonomen Systeme. Das halte ich für eine ganz falsche und gefährliche Botschaft. Statt den Tröstungen einer fernen Zukunft zu vertrauen, müssen wir uns hier und heute ernsthaft gerade auch an den Universitäten überlegen, wie das Ausbildungssystem in diese digitalisierte Welt eingepasst wird. Da liegen bisher noch keine zufriedenstellenden Antworten vor.

Wenn Sie meine Meinung hören wollen, so bin ich der Auffassung, dass das deutsche Ausbildungssystem verglichen mit anderen, auch mit dem amerikanischen System, hervorragend ist. Mit unseren Universitäten bewegen wir uns höchstens im oberen Drittel. Aber wenn Sie die deutsche Meister- und Gesellenausbildung, diese klassische Art der Berufsausbildung, betrachten, dann werden Sie das nicht so schnell anderswo in der Welt finden. Das wissen andere auch, zum Beispiel die Chinesen. Das heißt, dass wir uns überlegen müssen, wie wir diesen Standortvorteil in der Ausbildung der Menschen in Industrie 4.0 mit IT sichern und ausbauen können. Da liegen allerdings noch keine befriedigenden Antworten vor.

Ich könnte mir durchaus vorstellen, die Art von technisch-handwerklicher Begabung, die man beim klassischen Meister und beim Gesellen findet, in die digitale Welt hineinzutransportieren. Die Gehirnforschung und Kognitionswissenschaft zeigt uns, wie das ablaufen könnte. Wenn jemand handwerklich begabt ist, hängt das auch mit Fähigkeiten in Gehirn und Motorik zusammen, die durch Training und Übung ausgebaut werden können. Wenn man das mit den Software-Tools, die von IT-Firmen bereitgestellt werden, geschickt kombiniert, dann kann z.B. der Designer oder Tischler seine natürlichen Fähigkeiten in der IT-Welt ausleben. Programmierungen der Algorithmen, mit denen die Tools gesteuert werden, kommen vom Software-Ingenieur, der eher analytisch begabt ist. So würde sich nach wie vor eine Vielzahl von unterschiedlichen menschlichen Begabungen ergänzen und sich kreativ und innovativ in die IT-Welt einbringen. Wir müssen nur ein entsprechend differenziertes und persönliches Ausbildungssystem, das den unterschiedlichen Fähigkeiten der Menschen Rechnung trägt, für die IT-Welt entwickeln.

**Dr. von Reden:**

Ich habe generell die Frage, warum die Welt für uns komplexer geworden sein soll als die für unsere Vorfahren? Die Welt war immer komplex für den, der dort gearbeitet hat und lebt. Diese Voraussetzung sehe ich schon einmal nicht. Ich sehe durchaus das Problem, dass wir die Elois und Morlocks im Sinne des Silicon Valley nicht haben wollen, d.h. irgendwelche Leute, die oben nur ihre Musik sehen und nicht arbeiten. Das sehe ich auch. Aber wie gesagt, die Komplexität der Welt, die sehe ich nicht. Aber ich sehe sehr wohl die Umwandlung jedes einzelnen Arbeitsplatzes, der sich kontinuierlich den neuen Gegebenheiten anpasst. Der Handwerker wird sich durchaus einer digitalen CAD Maschine anpassen müssen und es auch tun. Trotz allem wird ein local based Service sozusagen erst recht bei unserer Alterspyramide immer notwendiger werden und bleiben. Insofern sehe ich da gar keine großen Probleme.

**Prof. Mainzer:**

Ganz kurz: was die Komplexität unserer Zivilisation betrifft, so glaube ich, dass die große Herausforderung des Ingenieurs nach wie vor die Kontrollaufgabe ist. Ich muss die Abläufe in Produktion und Vertrieb kontrollieren können. Aber das überfordert zunehmend das kognitive System eines Einzelnen. Wenn Sie heute komplexe Prozessabläufe haben, dann reicht es nicht mehr, dass jemand vor einem Bildschirm im Kontrollraum sitzt und alle Prozessschritte im Einzelnen verfolgt. Das können die autonomen kognitiven Systeme heutzutage sehr viel besser. Automatisierung und Autonomie technischer Systeme ist die Reaktion auf die zunehmende Komplexität unserer Zivilisation, sowohl in den Prozessen der Industrie als auch der Forschung, Verwaltung oder sonst wo. Deshalb kommt es darauf an, dass es uns gelingt, kognitive Fähigkeiten des Menschen zunehmend auf Software und autonome Systeme zu übertragen, weil der Einzelne als biologisch-kognitives System überfordert ist.

**Herr Paßen, Generali Infrastructure Services:**

Ich wollte Bezug nehmen auf den Hinweis zum Handwerk. Die Arbeitsinhalte im handwerklichen Berufen haben sich stark gewandelt. Früher war der Handwerker einer, der primär Handwerkzeuge wie Handsäge, Hobel, Schraubenzieher o.ä. einsetzte. Heute benutzt der Handwerker mehr und mehr Maschinen und immer weniger Handwerkzeuge. Der Handwerker wird mehr und mehr zum Maschinenwerker. Damit erhöhen sich die Qualifikationsanforderungen für „handwerkliche“ Berufe. Um Handwerker zu werden, reicht es nicht mehr aus, nur mit der Hand werken zu können. Da es aber in unserem Ausbildungssystem kein neues breites Angebot an Berufen für primär handwerklich Begabte gibt, gibt es für diese kaum Ausbildungsberufe und somit wird es immer schwerer Arbeit zu finden. Es bereitet mir Sorge, wie wir als Gesellschaft mit diesem Problem umgehen, dass es durch die verstärkte

Automation der Ausbildung in vermeintlichen Handwerksberufen immer mehr Menschen gibt, die wegen der gestiegenen Basisanforderungen keinen Beruf erlernen können und an den Rand der Gesellschaft gedrängt werden. Haben Sie hier eine Antwort?

**Dr. Kurz, IG Metall:**

Wenn ich darf, möchte ich gern direkt dazu antworten, weil als jemand, der in der IG Metall arbeitet, habe ich natürlich täglich mit der Frage zu tun, was man mit den Angelernten macht, also den Menschen, die auch nicht mehr gewöhnt sind zu lernen. Und wenn diese Debatte um Automatisierung, um vernetzte Systeme nicht auch eine soziale Antwort darauf findet, bleibt eigentlich die Frage, ob man denn die alle „erschießen“ muss? Durchfüttern ist auf jeden Fall nicht etwas, was ich mir als Würde vorstelle oder auch ein neues Konzept der digitalen Würde. Das heißt, dass es die große Kunst ist, tatsächlich diesen Aufruf der sozio-technischen Systemgestaltung an der Stelle ernst zu nehmen und zu sagen, dass das auch gesellschaftlich etwas bedeutet. Das können Sie auf einer betrieblichen Ebene über eine Ausbildungssystematik tun - darüber könnten wir jetzt lange reden. Ich finde es sehr romantisch, was Sie da sagen, weil wir natürlich tolle, auch mit starken IT-Elementen versehene Ausbildungsprofile haben. Die Frage ist nur, wie man die in Echtzeit bringt. Das ist doch die Herausforderung. Wenn sich die Geschwindigkeiten ändern, und das tun sie, auch der Anforderungswandel voranschreitet, dann frage ich mich als erstes, ob man sich eine Bildungsthematik leisten kann, wo das akademische System immer noch sehr stark abgeschottet ist. Das duale System ist dann die andere Welt und dann gibt es ein paar Akademien mit ein bisschen Übergang. Das passt dann, glaube ich, nicht mehr.

Aber letztlich ist es eine gesellschaftliche Frage oder eine gesellschaftlich Debatte darüber, was mit denjenigen passiert, die jetzt tatsächlich auch eine Perspektive brauchen und verdient haben. Die haben das nämlich 20, 25 Jahre lang gemacht, erfahren und erlebt. Und jetzt kommt jemand, der sagt, dass das auch schön war, aber jetzt geh mal zur Seite, da steht jetzt ein kleiner Roboter und der macht das jetzt für dich.

Auch diese Debatten muss man herausholen und auf den Tisch legen, weil sonst die Voraussetzungen, über die auch Sie vorhin sprachen, zu sagen: lasst uns über Chancen und Risiken reden, aber nicht über die einen ganz viel, über die anderen ein bisschen, sondern dann ist das Projekt Digitalisierung auch die Frage nach der sozialen Integration und wie die sichergestellt werden kann, wenn man solche Ausgrenzungseffekte hat. Meine Überzeugung ist, dass das nie technische Effekte allein sind, sondern natürlich immer Fragen der Einbettung der sozialen Organisation.

**Prof. Eberspächer:**

Wir haben vorhin darüber gesprochen. Ich bin der Meinung, dass es in China, unserem großen „Gegner“, noch viel schlimmer ist, denn der Anteil derer, die da links liegen gelassen werden, dürfte dort noch viel größer sein als in Deutschland. Insofern haben diese Länder ebenso wie wir noch das Problem, die Mehrzahl der Bevölkerung an die Digitalisierung heranzuführen.

**Dr. Kuebler, Universität Stuttgart:**

Herr Prof. Mainzer, nur eine kleine Ergänzung dazu. Chinesische Firmen kaufen sehr gerne württembergische Maschinenbauunternehmen. So, wie Putzmeister zum Beispiel, die einen sehr hohen Weltmarktanteil haben, und nicht nur wegen des Weltmarktanteils sondern wegen des Ausbildungssystems.

**Herr Schöne, Journalist:**

Die Vorredner reizen mich doch noch zu einer Bemerkung. Ich bin in Nordrhein-Westfalen, im Ruhrgebiet aufgewachsen. Dort habe ich gesehen, wie die Gesellschaft jetzt das Problem in

der Praxis löst mit den zwei Generationen von Ausländern, junge Türken, die nicht einmal den Hauptschulabschluss haben. Wer kümmert sich darum? Das ist das organisierte Verbrechen. Die machen Drogenhandel. Der eine steht Schmiere, der andere hat den Rucksack mit den Drogen, und das funktioniert bestens. Da ist die Frage, wie hoch der Preis der Gesellschaft ist? Wenn man die wieder in den Arbeitsmarkt integrieren will, in die klassischen Handwerksberufe, weil die immer mehr technisiert werden, ist die Frage, ob man solche Handwerksmaschinen, z.B. von einem Tischler, mit einer so einfachen Nutzerschnittstelle ausstatten kann, dass diese Leute, obwohl sie keine vernünftige Ausbildung haben, sie trotzdem bedienen können? Beim iPhone funktioniert das auch. Das kann auch jeder. Ist das nicht auch eine Herausforderung, die wieder darüber hereinzuholen, indem man das so einfach macht? Die Ingenieure muss es auch geben zur Wartung. Aber die Nutzerschnittstelle muss einfach werden.

### **Frau Rüdiger:**

Es ist, wie wir gehört haben, zu erwarten, dass viele Leute im Zug der Automatisierung durch technische Innovation ihre Stellen in der Produktion verlieren werden. Eine zweite große Gruppe, die mit 65 Prozent gefährdeter Stellen stark betroffen ist, sind laut den eben präsentierten Daten Mitarbeiter mit Schnittstellenfunktionen. Die braucht man in einer durchautomatisierten Berufswelt wahrscheinlich überhaupt nicht mehr. Solche Leute wird man auch nicht unbedingt zu Handwerkern umschulen können, egal an welcher Art von Maschinen, weil sie ganz andere Fähigkeiten haben. Dazu kommt, dass andere Berufe, die in einer derart automatisierten Berufswelt übrig bleiben, etwa die Personal-Care-Berufe - Pflege lässt sich nun mal immer noch recht schlecht automatisieren - , sehr schlecht bezahlt werden. Die Jobs, die wahrscheinlich wegfallen, machen aber heute Menschen, die man in den unteren oder mittleren Mittelstand einordnet, und die könnten dadurch sozial abrutschen. Was macht man mit denen? Es gibt ja Überlegungen, ein Grundeinkommen zu konzipieren und es gibt schon seit 50 Jahren Konzepte für Maschinensteuern, wenn die Produktivitätsgewinne einseitig nur noch wenigen zugutekommen und der Rest nichts mehr abbekommt. Aber davon wird hier überhaupt nicht gesprochen.

### **Herr Decker, Journalist:**

Sie haben den Begriff der Evolution erwähnt, Prof. Mainzer. Und zwar möchte ich daran erinnern, dass 1998 einer der Väter der Spracherkennung, Herr Ray Kurzweil, ein Buch geschrieben hat „Homosapiens“, in dem er ausdrücklich sagt, dass die ganze Digitalisierung, die damals 98 vor uns lag, nicht ein Gegner des Menschen sei oder etwas Übermenschliches sondern Ausdruck der Evolution des Menschen. Er beweist das dann am Lauf der Zeit, was eigentlich ganz faszinierend ist. Man sollte die Bücher heute noch einmal lesen, weil er es bis Ende des Jahrhunderts dargestellt hat.

Daran anschließend für mich, weil das den ganzen Tag nicht zur Sprache gekommen ist: Hat jemand der Anwesenden eine Idee, was eigentlich gesellschaftlich – das ist das Schöne am MÜNCHNER KREIS, dass er sich um diese Komplexe auch kümmert – bedeutet, dass die gesamte Öffentlichkeit, die Entprivatisierung unseres Lebens, einerseits Facebook-Anhänger, die das freiwillig machen, oder wie jetzt die Bundesregierung, die über den BND Netzwerke angreifen will und ganz bewusst alles wegbringt, was privat noch möglich sein könnte. Wie wird man damit umgehen? Was wird das für ein Menschenbild oder wie kann man da überhaupt noch gegensteuern? Ist es technisch möglich gegenzusteuern? Welche Mittel gibt es noch, wenn Regierungen sich einig sind, auch über Freihandelsabkommen, die da auch eine Rolle spielen, sogar eventuell ohne Gerichte, Schiedsgerichtsbarkeit und dergleichen?

Da würde ich ganz gern eine Antwort entweder auch von dem Philosophen oder jemanden, der vom Technischen her eine Möglichkeit sieht oder gesellschaftlich eine Idee hat.

**Dr. Götz:**

Aus dem Programmausschuss zu dieser Konferenz kann ich berichten: Als wir auch diese Fragen diskutiert haben, kamen wir zu folgendem Schluss: Wenn wir dies alles zusammennehmen und vermischen – Data Privacy, Protection, Security, staatliche Rolle - dann verdecken wir genau das, was es wert ist zu betrachten. Wir wollen das herauschälen, was für das Konferenzthema im Kern entscheidend ist - und das war exakt die Übertragung von Entscheidungskompetenz auf Maschinen, die von Menschen akzeptiert ist. Deshalb haben wir heute nicht gesprochen über Security, über Angriffe, über die Ausgabe von Millionen-Budgets, um Zero Day Exploits zu kaufen, et cetera. Sie haben natürlich Recht, dass das Dinge sind, die diskutiert werden müssen. Heute wollten wir es nicht tun. Aber wir haben eine ganze Reihe von Themen, auch dieses, schon in unserem Speicher, und es wird aufgegriffen.

**Herr Decker:**

Das ist klar.

**Prof. Eberspächer:**

Zum Ende dieses interessanten Tages sollten wir vielleicht doch noch einmal zu den positiven Ausblicken des Vormittags zurückgehen, wo wir, nicht zuletzt auch in den Workshops, gesehen haben, dass wir Menschen, unsere Ingenieure und Informatiker unglaubliche Dinge erfinden und auch tatsächlich bauen. Deswegen hoffe ich, dass die jetzt angesprochenen Probleme, die zweifellos existieren, nicht überwiegen, wenn man den Tag resümiert.

**Herr Pryss, Universität Ulm:**

Ich möchte noch eine Ergänzung zu dem gerade Gesagten machen. Unser Institut forscht intensiv im Bereich Prozess-Management-Technologie und ich möchte noch etwas Positives sagen, bei all der Skepsis, die zur aktuellen Entwicklung im Bereich Cognitive Computing gesehen wird. Was wir vielleicht an der einen oder anderen Stelle übersehen, sind die positiven „Abfallprodukte“, die aus der skizzierten Entwicklung rund um Cognitive Computing resultieren. Unser Institut beschäftigt sich, wie bereits gesagt, sehr stark mit Prozessen und wir müssen für unsere Fallstudien auch sehr viele Prozesse in Unternehmen modellieren. Um mit den Fachanwendern geeignet zu reden, müssen zur Prozesserschließung oftmals entsprechende Abstraktionsmechanismen gefunden werden. Das ist nicht immer so ganz einfach. Aber was uns da bewusst wird – und ich finde das soeben negativ Diskutierte vor diesem Hintergrund nicht so negativ - ist dass die aktuellen Entwicklungen mehr eine Vorstufe für Cognitive Computing sind. Denn wir machen uns das erste Mal überhaupt viele Vorgänge explizit klar (genau dieses Phänomen erkennen wir in unseren Fallstudien). Ohne das Explizieren dieser Vorgänge, können wir sie auch schlecht automatisieren, geschweige denn autonom gestalten. Darüber hinaus kann man explizite Vorgänge auch dazu nutzen, diese zu Lernzwecken zu verwenden. Einen expliziten Vorgang kann ich analysieren, lernen und auch lehren. Dies sind alles notwendige Grundvoraussetzungen, um Vorgänge (z.B. automatische Entscheidungen) für das Cognitive Computing zu entwickeln. Ich denke daher, dass wir viele solcher „Abfallprodukte“ in diesen bereits entwickelten Technologien für das Cognitive Computing mit drin haben, die wir einfach positiv nutzen könnten. Wir sehen solche „Abfallprodukte“ bereits an einigen Stellen in der Prozessforschung und deren Nutzen haben wir hier in der Diskussion bisher nicht erwähnt.

**Dr. Götz:**

Bevor Herr Dowling zusammenfasst, möchte ich mich im Namen meiner Kollegen aus dem Programmausschuss ganz herzlich bei Ihnen allen bedanken. Es war eine sehr gute Konferenz auch aus unserer Sicht, mit sehr wenig Teilnehmerschwund bis zum Abend, mit sehr hohem

Ambitionsniveau, Kompetenz und breitem Engagement in der Diskussion. Das erleben wir nicht alle Tage. Ganz herzlichen Dank dafür. Wir haben viele Themen angerissen, die bei uns noch im Portfolio stecken - da wird es das eine oder andere Wiedersehen geben. Herzlichen Dank also nochmals von meiner Seite, und weiter mit Herrn Prof. Eberspächer und Herrn Prof. Dowling.

**Prof. Eberspächer:**

Ich möchte auf mein Eingangsstatement zurückkommen. Um 18 Uhr entscheidet sich, ob die Kometensonde erfolgreich gelandet ist. Es ist offenbar eine Düse ausgefallen, wie Sie vielleicht gelesen haben, die verhindern soll, dass sie nicht gleich wieder zurückspringt, wenn sie auf dem Kometen aufkommt. Hoffen wir, dass alles gut geht! Mit dieser Hoffnung auf den Erfolg dieser fantastischen Weltraummission möchten wir diese Konferenz beschließen!

## **12 Schlusswort**

Prof. Dr. Michael Dowling, MÜNCHNER KREIS und Universität Regensburg

Ich will mich ganz kurz halten und dem Programmausschuss, insbesondere Prof. Eberspächer und Herrn Götz, die diese Konferenz organisiert haben, sowie allen Rednern danken. Ich freue mich auch, dass bei dieser Konferenz einige junge Gesichter zu sehen sind. Sie sind immer wieder herzlich willkommen beim MÜNCHNER KREIS.

Als Schlusswort für diese Konferenz, möchte ich betonen, dass es das Ziel des MÜNCHNER KREIS ist, mutige Zukunftsbilder zu entwerfen, detaillierte Problemanalysen vorzunehmen und die handelnden Personen zusammenzuführen. Ich glaube, dass wir mit dieser Konferenz zu diesem wichtigen Thema das Ziel erreicht haben. Vielen Dank!

Anhang**Liste der Referenten und Moderatoren**

Prof. Dr. Alin Albu-Schäffer  
 Institutsleiter  
 Deutsches Zentrum für Luft-  
 und Raumfahrt (DLR)  
 Institut für Robotik und Mechatronik  
 Münchener Str. 20  
 82234 Oberpfaffenhofen-Wessling  
 alin.albu-schaeffer@dlr.de

Dr.-Ing. Kurt Dirk Bettenhausen  
 Senior Vice President  
 Siemens Corporation  
 Corporate Research & Technology  
 Princetown, USA  
 kurt.bettenhausen@siemens.com

Bernhard Calmer  
 Vertriebsleiter IT Deutschland  
 Siemens AGHealth Care Sector  
 Hadersberg 1  
 84427 St. Wolfgang  
 bernhard.calmer@siemens.com

Prof. Dr. Michael Dowling  
 Universität Regensburg  
 LS f. Innovations- und  
 Technologiemanagement  
 93040 Regensburg  
 michael.dowling@ur.de

Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer  
 Technische Universität München  
 Arcisstr. 21  
 80333 München  
 joerg.eberspaecher@tum.de

Axel Freyberg  
 Vice President  
 A.T. Kearney GmbH  
 Communications and High TechPractice  
 Charlottenstr. 57  
 10117 Berlin  
 axel.freyberg@atkearney.com

Dr. Thomas Götz  
 Global Services Leader  
 Telecommunications Sector  
 IBM Deutschland GmbH  
 Gorch-Fock-Str. 4  
 53229 Bonn  
 thomas.goetz@de.ibm.com

Ludwig M. Haas  
 Detecon International GmbH  
 Financial Management  
 Dingolfinger Str. 1-15  
 81673 München  
 ludwigmichael.haas@detecon.com

Reinhold Hamann  
 Robert Bosch GmbH  
 C/AI  
 Postfach 1355  
 74003 Heilbronn  
 reinhold.hamann2@de.bosch.com

Jens-Rainer Jänig  
 mc-quadrat  
 Linienstr. 98  
 10115 Berlin  
 jaenig@mc-quadrat.com

Dr. Constanze Kurz  
 IG Metall Vorstand  
 VB 02 – 2. Vorsitzender  
 Ressort Zukunft der Arbeit  
 Wilhelm-Leuschner-Straße 79  
 60329 Frankfurt  
 constanze.kurz@igmetall.de

Prof. Dr.-Ing. Dr. med. Steffen Leonhardt  
 Philips Lehrstuhl für Medizinische  
 Informationstechnik (MedIT) Helmholtz-  
 Institut für Biomedizinische Technik der  
 RWTH Aachen  
 Pauwelstraße 20  
 52074 Aachen  
 medit@hia.rwth-aachen.de

Prof. Dr. Klaus Mainzer  
Technische Universität München  
LS für Philosophie und  
Wissenschaftstheorie  
Arcisstr. 21  
80333 München  
mainzer@tum.de

Jean-Christophe Zufferey  
CEO & co-founder  
SenseFly Ltd. – a Parrot company  
Route de Genève 38  
1033 Cheseaux-Lausanne, SUISSE  
jean-christophe.zufferey@sensefly.com

Dipl.-Inf. Rüdiger Pryss  
Universität Ulm  
Institut für Datenbanken und  
Informationssysteme  
Albert-Einstein-Allee 11  
89081 Ulm  
ruediger.pryss@uni-ulm.de

Dr. Wolf v. Reden  
Fraunhofer Institut HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
wolf.von.reden@hhi.fraunhofer.de

Dr. Winfried Schlee  
Universität Regensburg  
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie  
und Psychotherapie  
Universitätsstr. 84  
93053 Regensburg  
winfried.schlee@tinnitusresearch.org

Dr. Bernd Wiemann  
deep innovation GmbH  
Barer Str. 1  
80331 München  
bernd.wiemann@deepinnovation.eu

Dirk Wittkopp  
Geschäftsführer  
IBM Deutschland Research &  
Development GmbH  
Schönaicher Str. 220  
71032 Böblingen  
wittkopp@de.ibm.com

Dr. Eberhard Zeeb  
Manager Autonomes Fahren  
Daimler AG  
Mercedesstr. 137  
70327 Stuttgart  
eberhard.zeeb@daimler.com