

MMK 2016 – AG 2

Multiagentensysteme –

nützliche Helfer oder gefährliche Störenfriede für Industrie 4.0?

Dokumentation

Teilnehmer:

Hartmut **Barthelmess**

Peter **Brödner**

Frieder **Nake**

Erhard **Nullmeier**

Hansjürgen **Paul**

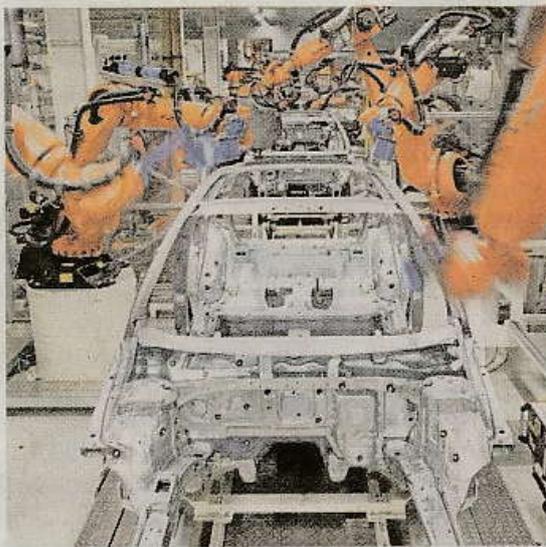
Leere Büros, leere Fabriken

Organisieren Roboter bald Konferenzen oder designen Autos?

Lissabon – Noch stehen die Roboter bei Volkswagen nur in der Fabrik, aber im Jahr 2025, davon ist VW-Vorstand Martin Hofmann überzeugt, werden sie bei dem Autokonzern auch in den Büros stehen: die „Robots“, superschlaue Computer, voll ausgestattet mit künstlicher Intelligenz. Die „Robots“ werden in den kommenden Jahren die Arbeit von sehr vielen Menschen bei VW übernehmen: von Buchhaltern und Planern, von Verkäufern und Designern.

Es ist, räumt Hofmann ein, eine „dramatische Entwicklung“, die da auf Unternehmen wie Volkswagen zukommt, wenn sich jene Technologie durchsetzt, die in diesem Jahr zum großen Thema in der Wirtschaft geworden ist: künstliche Intelligenz (KI). „Unsere Büros werden 2025 so sein wie unsere Produktionshallen heute“, sagt der Mann, der bei dem Konzern aus Wolfsburg für die Informationstechnologie verantwortlich ist. Also teils menschenleer.

„*Robotic Enterprise: The future AI Company*“ hieß der Vortrag, den Hofmann dazu beim Web Summit in Lissabon gehalten hat. AI ist die englische Abkürzung für *artificial intelligence*, für künstliche Intelligenz. Und diese werde, so beschreibt es der VW-Manager, nicht bloß in die Fabrikhallen einziehen, wo die Roboter und Maschi-



In der Produktion sind Roboter schon sehr präsent. FOTO: JULIÁN STRATENSCHULTE/DPA

nen noch effizienter und selbständiger arbeiten werden. Sondern KI wird auch die Büros grundlegend verändern.

Die Welt im Jahr 2025, die Hofmann beschreibt, sieht so aus: Superschlaue Computer, die ständig lernen, werden vieles übernehmen, was bisher Menschen erledigen: Sie antworten, wenn Kunden oder Lieferanten fragen, automatisch mit Hilfe von sogenannten Bots. Sie entscheiden selbständig, wie VW für seine mehr als 200 Modelle die Preise von Land zu Land anpasst, sie entwerfen sogar Autos und rechnen aus, wie sich die Entwürfe in der Fabrik umsetzen lassen. Sie werden auch die Buchhaltung überwachen, den Ein- und Ausgang von Zahlungen, weshalb Hofmann glaubt: „In zehn Jahren wird es in großen Unternehmen keine Controller mehr geben.“

Sprachcomputer beantworten Fragen, gleichen Terminkalender ab, stellen Unterlagen zusammen

Auch Besprechungen werden, glaubt der VW-Vorstand, dank künstlicher Intelligenz künftig anders ablaufen. Wenn ein Sprachcomputer wie Google Home auf dem Tisch steht, beantwortet dieser nicht bloß Fragen, die Manager zu bestimmten Daten haben, sondern der Rechner plant nach dem Ende der Sitzung automatisch den nächsten Termin, gleicht diesen mit den elektronischen Kalendern aller Teilnehmer ab, stellt die Unterlagen für die nächste Sitzung zusammen und versendet diese an alle. „Das wird in fünf bis sechs Jahren üblich sein“, glaubt der VW-Mann.

Hofmann ist sich bewusst, welche Herausforderungen dieser Wandel mit sich bringt – zumal für VW, das aufgrund der Dieselfaffäre ohnehin Jobs abbauen wird. Man müsse die Mitarbeiter im Umgang mit der Technik schulen und andere Aufgaben für sie finden, wenn sie nicht mehr mit den Routinetätigkeiten beschäftigt seien. Trotz des Einsatzes der künstlichen Intelligenz, fordert Hofmann, „muss der Mensch auch künftig weiterhin ein entscheidender Teil des Spiels sein“. **ULRICH SCHÄFER**

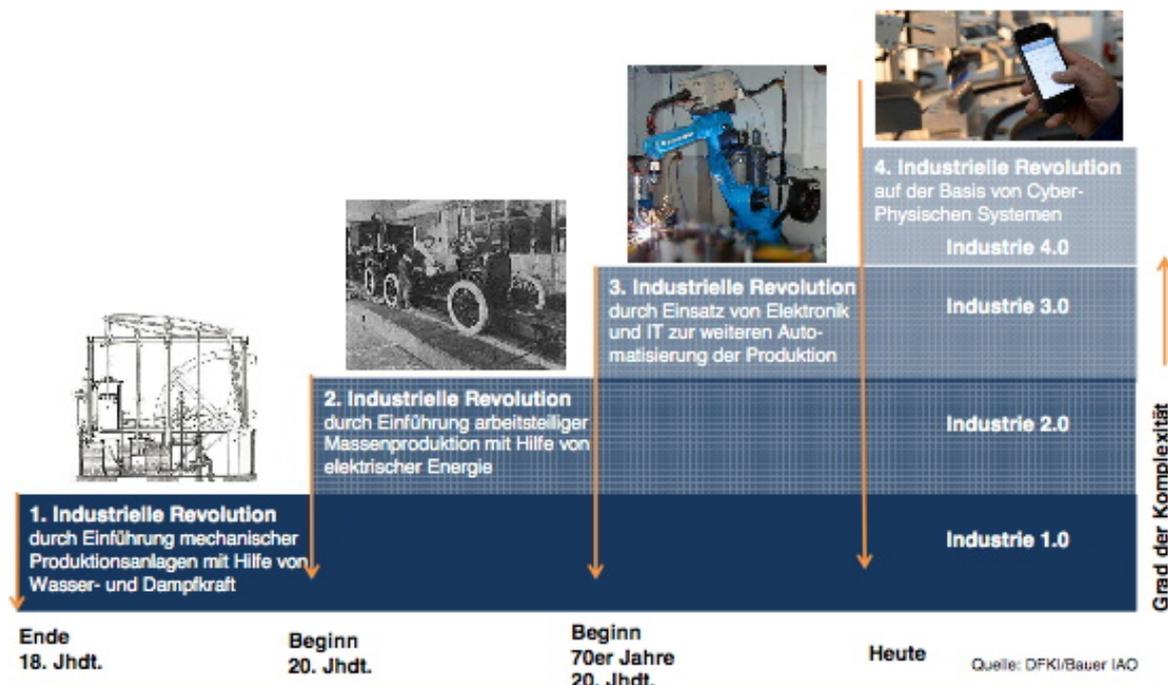
Viel Lärm um (fast) Nichts

Anstößiges und Aufregendes rund um »Industrie 4.0«, »Multiagentensysteme« und nicht-triviale Maschinen

Mit den Verheißungen »Smart Factory«, »Smart Services« und »Industrie 4.0« wird den industriell entwickelten Gesellschaften im Rahmen von »High-Tech«-Wettbewerbsstrategien ein technisches Heilsversprechen angedient mit dem Ziel, durch Bündelung verfügbarer Wissensressourcen alle möglichen Entwicklungsprobleme, von mangelnder Ressourceneffizienz über Fachkräftemangel bis zur besseren Work-Life-Balance, mittels »Digitalisierung« zu bewältigen. So wird in einschlägigen Broschüren nicht weniger als eine »vierte industrielle Revolution« versprochen: Mittels weltweit vernetzter »Cyber-Physical Systems (CPS)« als einem Zusammenspiel von »intelligenten« Maschinen, Werkstücken, Lagersystemen und Betriebsmitteln, die in »dezentraler Selbstorganisation« selbsttätig Daten austauschen und gegenseitig Aktionen auslösen. Solche »Multiagenten-Systeme (MAS)« sollen industrielle Geschäfts- und Engineering-Prozesse anpassungsfähig und dynamisch gestalten, insbesondere sollen sie im Dienste der Wettbewerbsfähigkeit

- individuelle Kundenwünsche berücksichtigen und Einzelleistungen rentabel erbringen,
- sich kurzfristig verändern und flexibel auf Störungen und Ausfälle reagieren,
- durchgängig transparent sein und optimale Entscheidungen ermöglichen,
- neue Formen von Wertschöpfung und neuartige Geschäftsmodelle ermöglichen.

(u.a. Forschungsunion & acatech 2013; BMBF 2015).



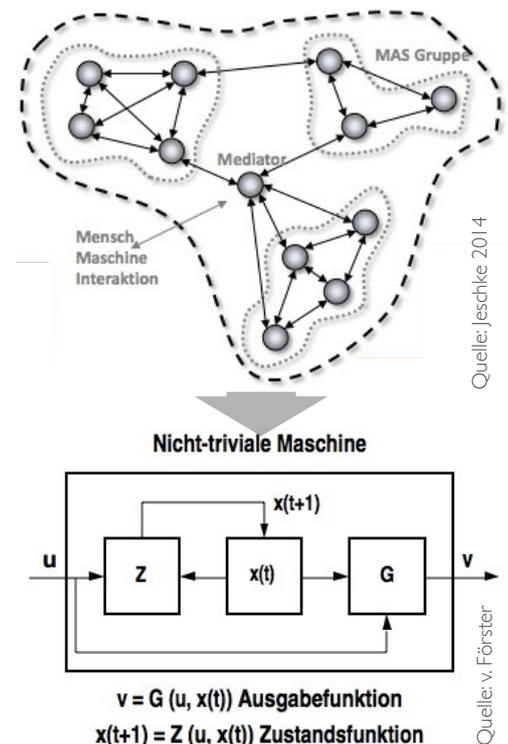
Die folgenden Thesen sollen dazu dienen, die dringend gebotene kritische Auseinandersetzung mit diesen ebenso hochtrabenden wie fragwürdigen Heilsversprechen, ihren wissenschaftlich-technischen Grundlagen und ihren möglichen Folgen anzustoßen und anzuregen. Letztlich geht es darum, Orientierung für sinnvoll gestaltendes Eingreifen und notwendige institutionelle Regulierungen zugunsten einer gedeihlichen gesellschaftlichen Entwicklung zu gewinnen – eine Orientierung, die freilich die Protagonisten in ihrer technikzentrierten Sicht schmerzlich vermissen lassen (vgl. vorstehendes Bild).

(1) Aus wissenschaftlich-technischer Sicht bleibt zunächst festzuhalten, dass MAS und andere Konzepte der KI-Forschung (z.B. KNN) auf brüchigem Fundament stehen. Gestützt auf längst widerlegte Hypothesen des Funktionalismus (Putnam 1960, Fodor 1968) wird die maschinelle Welt der Signale (Daten) unzulässig mit der sozialen Welt von Bedeutungen, Intentionalität und Reflexion gleichgesetzt. Selbsttätiges, anpassungsfähiges maschinelles Verhalten unterscheidet sich aber grundsätzlich von autonomem, zu begrifflicher Reflexion fähigem Handeln in sozialer Praxis. Die in der KI-Forschung übliche, maschinelle Verhalten vermenschlichende Zuschreibung von Intentionalität («intentional stance»; Dennett 1987, Shoham 1993) führt dann zu dieser unzulässigen Gleichsetzung als einer verbreiteten Selbsttäuschung der KI.

MAS (& KNN) sind formal gesehen nicht-triviale Maschinen – ihr Verhalten ist deterministisch, aber hoch komplex und geschichtsabhängig, daher analytisch nicht bestimmbar und nicht vorhersehbar. Damit ist instrumentelles Handeln erschwert oder gar unmöglich wegen Verstoßes gegen die Forderung nach erwartungskonformem Verhalten als einer fundamentalen HCI-Erkenntnis.

Zudem stellen sich gravierende ethische Fragen: Dürfen Systeme mit derart undurchschaubarem Verhalten überhaupt von der Leine gelassen werden? Wer ist für Schäden verantwortlich und haftbar? Entwickler? Betreiber? oder gar Nutzer?

(2) Im Gegensatz zu den Fanfarenstößen der Revolutions-Propagandisten hat es in den letzten 20 Jahren in der KI-Forschung keinen grundlegenden konzeptionellen Fortschritt gegeben, die gelegentlich verblüffenden Computerleistungen (Schach- bzw. Go-Weltmeister, selbstfahrendes Auto, Muster- und Spracherkennung etc.) beruhen ausschließlich auf der exponentiell gesteigerten Rechen- und Speicherleistung der Hardware. Das ist auch kein Wunder, denn Computer tun nichts anderes, als per Algorithmus berechenbare Funktionen auszuführen; daran ändert auch das sog. »maschinelle Lernen« nichts (z.B. von MAS oder KNN), denn dabei handelt es sich nicht um ein uns Menschen mögliches Lernen durch Reflexion und Einsicht, sondern um die von Signalen aus der Umwelt abhängige, algorithmisch gesteuerte Anpassung von



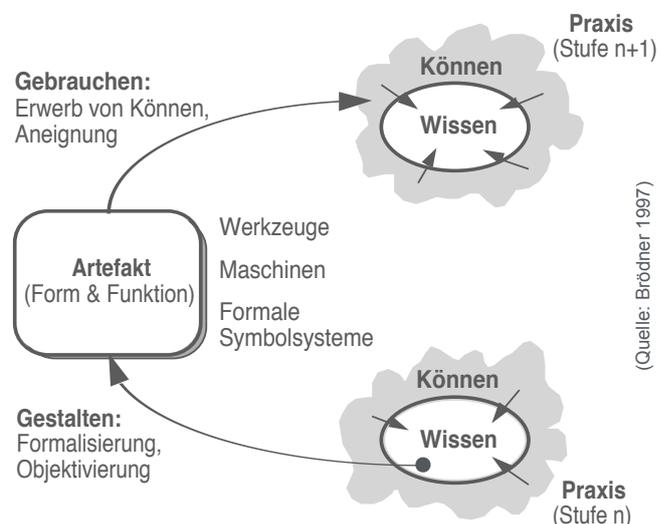
Berechnungsparametern und -verfahren, die irreführend und vermenschlichend als »Lernen« bezeichnet wird. Intelligent und lernfähig sind nicht die Systeme, sondern ihre Programmierer, welche die Algorithmen und deren Eigenschaften entwerfen.

(3) Auch der heute ubiquitär gewordene Begriff der »Digitalisierung« vernebelt mehr als er erhellt. Sein heutiger (von seinem technischen Ursprung der Umwandlung analoger in digitale Signale abweichender) Sinn und Gebrauch suggeriert ebenfalls, dass es um etwas revolutionär Neues geht – weit gefehlt: Seit Erfindung der Schrift sind wir es gewohnt mit dauerhaft verkörperten Zeichen umzugehen, mit beweglichen Lettern als Zeichen gelingt es, sie für Massen-Druckgüter zu verwenden, mit Computern, sie als elektronische Daten algorithmisch zu manipulieren, und mit dem Internet haben wir nun ein »instrumentelles Medium«, das in *einem* komplexen technischen System erlaubt, sie sowohl instrumentell zu manipulieren als auch weltweit zu verbreiten, damit virtuelle Arbeitsräume zu bilden und Wissen assoziativ organisiert als Hypertext in globalem Zugriff zu speichern – nicht mehr, aber auch nicht weniger, und all das gibt es nun schon seit mindestens 25 Jahren. Neu ist heute eben nur die enorm gesteigerte Rechnerleistung, die in der immer differenzierter und komplexer werdenden Welt der Zeichenprozesse vieles bislang Unmögliche möglich macht.

Logisch und sachlich zwingende Voraussetzung für all das ist allerdings die fortschreitende Genese expliziten, in Zeichen gefassten Wissens über die physische und die soziale Welt, die Verwissenschaftlichung gesellschaftlicher (Re-)Produktion, gewissermaßen die Verdoppelung von Welt in Zeichen, in Gestalt ihrer zeichenförmigen Beschreibungen und Erklärungen. Der Preis, den wir dabei für den Einsatz von Computern zu zahlen haben, besteht darin, die immer komplexeren Zeichenprozesse in unserer Praxis des Stoffwechsels mit der Natur und der Praxis sozialer Interaktion zuvor zu standardisieren und zu formalisieren, sie in das Prokrustesbett der Berechenbarkeit zu zwingen. – Dementsprechend träfe es den Kern der Sache besser, in diesem Kontext von Algorithmisierung oder Computerisierung statt von Digitalisierung zu sprechen.

(4) Das Stufenmodell der 4 »industriellen Revolutionen« (s. Bild oben) suggeriert große qualitative Sprünge, wo es sich in Wahrheit um fortlaufende inkrementell-evolutionäre Entwicklung handelt (die natürlich nie endet). Dabei leugnen die

Propagandisten die wesentliche Tatsache, dass die Gestaltung der Computersysteme selbst schon – wie übrigens auch ihre Aneignung für praktisch wirksamen Gebrauch – Ergebnis sozialer Interessen und Bedürfnisse ist (vgl. nebenstehendes Bild). Gestaltung und Aneignung technischer Artefakte führen beide als kreative Prozesse zur Anpassung von Form, Funktion und praktischem

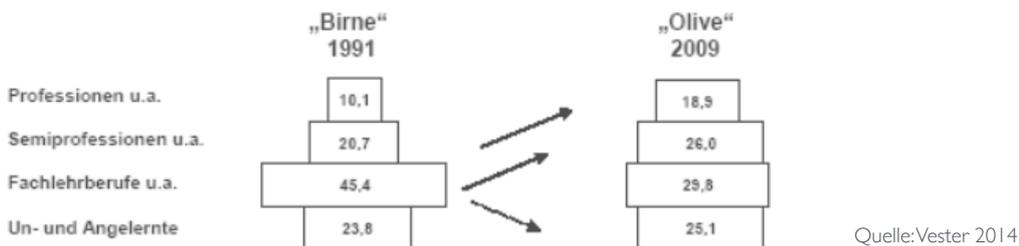


Handlungskontext im Spannungsfeld des technisch Machbaren (Formbarkeit von Natur und sozialer Praxis) und des sozial Wünschenswerten (Interessenabhängigkeit). Eben dadurch wird in soziale Praxis interveniert.

Dieser Dialektik der wissensbasierten Gestaltung von Artefakten und ihrer das Können erweiternden Aneignung für praktisch wirksamen Gebrauch zufolge ist mit der Komplexität des expliziten Wissens und der Artefakte wachsendes Können oder Arbeitsvermögen gefordert, das sich im Prozess der Aneignung der Artefakte (und des Wissens) selbst wiederum erweitert. Diese oft ignorierten Zusammenhänge, insbesondere die These von der im Zuge von Verwissenschaftlichung ständig wachsenden Bedeutung lebendigen Arbeitsvermögens, werden nun durch die von Michael Vester analysierten Mikrozensus-Daten nochmals eindringlich belegt (vgl. nachstehendes Bild).

Qualifikationsrang:

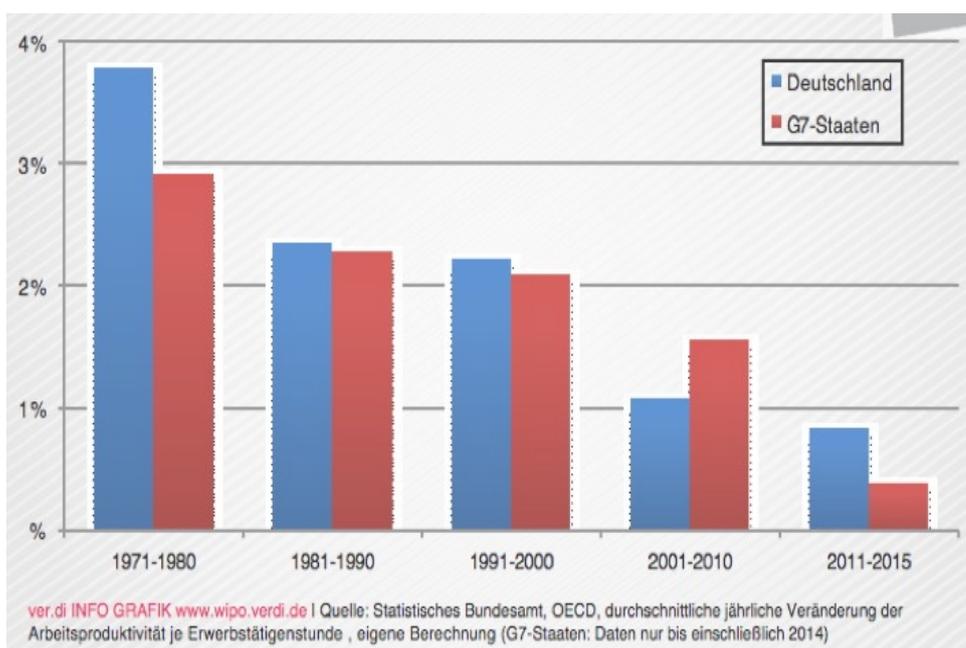
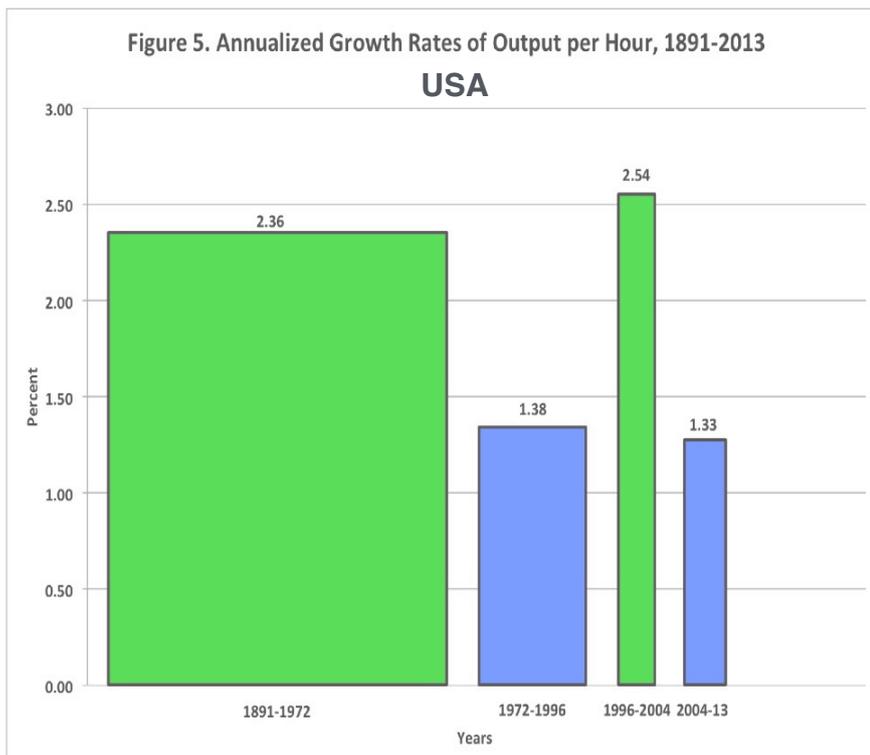
Von der Birnenform zur Olivenform



(5) Im Unterschied zu stoffumwandelnden Artefakten (z.B. Werkzeugmaschinen), deren Wirkbereich die Natur ist, die folglich Natureffekte und -kräfte zu nutzen erlauben und eben dadurch die Arbeitsproduktivität zu steigern vermögen, beruht der Einsatz von Computern allein auf der Standardisierung, Formalisierung und systematischen Modellierung von Zeichenprozessen, ihr Wirkbereich ist die soziale Welt der Zeichen, insbesondere der – zeichenbasierten – sozialen Interaktion und Koordination kollektiven Handelns (im Falle eingebetteter Systeme auch die zweckmäßige Steuerung von Naturprozessen aufgrund von deren wissensbasierter Beschreibung mittels Zeichen). Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität im Bereich sozialer Interaktion und Koordination ist daher nur möglich, wenn durch den Einsatz von Computersystemen die zugrunde liegenden Zeichenprozesse restrukturiert und effektiver organisiert werden können – »Software ist Orgware« (Brödner 2008). Dementsprechend lautet das Fazit aus 25 Jahren Forschung zum Produktivitätsparadoxon der IT: »... a wealth of microeconomic evidence emphasizes the complexity of the link from technology to productivity. To leverage information technology investments successfully, firms must typically make large complementary investments and innovations in areas such as business organization, workplace practices, human capital, and intangible capital.« (Jorgenson et al. 2008; ebenso Dedrick et al. 2003).

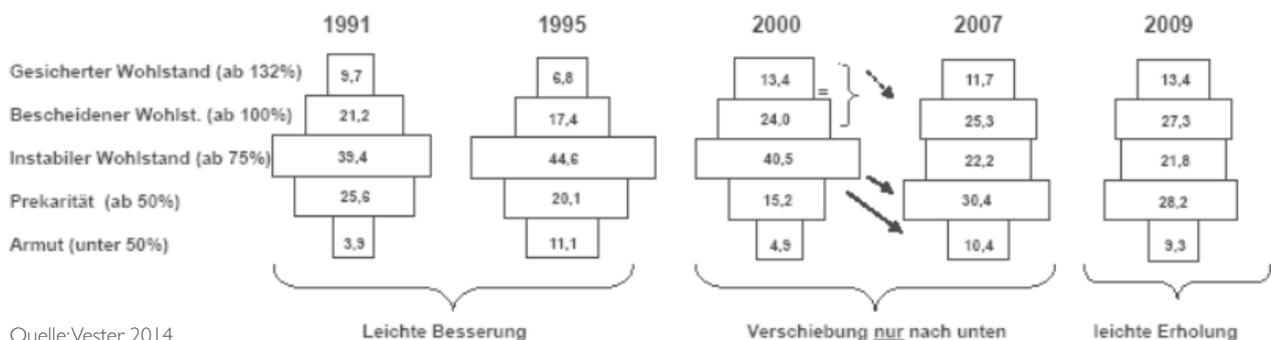
(6) Das widerlegt eindeutig schon aus theoretischer Einsicht die unhaltbaren Thesen des ISF (z.B. Boes et al. 2014) vom Gebrauch des Internets als »Produktivkraftsprung« und der Entstehung eines »Informationsraums« als einer »neuen sozialen Handlungsebene«. Sie werden zudem auch empirisch eindrücklich falsifiziert durch das sog. »Produktivitätsparadoxon der IT«, den

säkularen Niedergang der Arbeitsproduktivität in allen entwickelten Gesellschaften, trotz Jahrzehnte währender massiver Computerisierung, die inzwischen nahezu alle Arbeits- und Interaktionsprozesse durchdringt, eben gerade auch zeichenbasierte Dienstleistungen (vgl. nachstehende Bilder). Mithin sind auch daraus abgeleitete Folgerungen und Erkenntnisse als reine Mythologie hinfällig. Vieles spricht dafür, dass die vom Computer als Basisinnovation getragene lange Welle wirtschaftlicher Entwicklung derzeit ausläuft, auch wenn weiterhin alle möglichen Zeichenprozesse formalisiert und für den Computereinsatz erschlossen werden – schließlich handelt es sich um eine fundamentale Kulturtechnik.



(7) So zeigt der künftige Computereinsatz, auch der von Multiagentensystemen, abgesehen von deren Risiken, keineswegs eine revolutionäre Neuerung an, sondern erscheint als evolutionäre Fortführung der Computerisierung von Zeichenprozessen sozialer Praxis, vorwiegend als Maßnahmen zur Substitution, Konsolidierung und Erweiterung bestehender Einsatzformen. Statt vermeintlich revolutionärer technischer Neuerungen ist eher eine Revolution der Worte zu verzeichnen, die alt bekannte technische Entwicklungen neu benennen: »CPS« für digital gesteuerte Prozesse (seit 4 Dekaden), »Deep Learning« für anpassungsfähige künstliche neuronale Netze (KNN, seit 2 Dekaden) etc. Was dabei freilich aus dem Blick gerät, sind durch weiter gehende Formalisierung und Computerisierung tatsächlich bewirkte einschneidende Veränderungen sozialer Praktiken der Interaktion und Koordination. Der Natur des Computers als semiotischer Maschine entsprechend wird massiv – und im Falle nicht-trivialer Maschinen hoch problematisch – in Arbeitsaufgaben und Arbeitsabläufe interveniert. Weit einschneidender noch als diese der Computerisierung von Zeichenprozessen geschuldeten Veränderungen sind jedoch die Folgen politisch bestimmter regulativer, institutioneller Arrangements auf das gesellschaftliche Gefüge; deregulierte Arbeitsmärkte erlauben in großem Stil prekarierte Arbeit bis hin zu »digitalen Tagelöhnern«, wie das Beispiel der Hartz-Gesetzgebung (»Agenda 2010«) in Deutschland eindrücklich zeigt (vgl. nachstehendes Bild).

Einkommensklassen in Prozent des Durchschnittseinkommens:
Von der Orangenform zur Erdnussform



(8) Einem Bonmot des großen Semiotikers Humberto Eco (1991) zufolge sind Zeichen »alles, was man zum Lügen verwenden kann«. Auf paradoxe Weise vermittelt das die tiefe Peircesche Einsicht (1983), dass Zeichen stets nur für jemanden in einem bestimmten Kontext für etwas anderes stehen: Ihre Bedeutung ist Resultat von Interpretation im geteilten Kontext sozialer Praktiken. Wofür ein Zeichen stehen soll, welche Bedeutung ihm zugewiesen wird, ist zunächst Sache dessen, der es zur Mitteilung verwendet; demjenigen, der es deutend aufnimmt, steht aber stets frei, es erwartungsgemäß oder auch anders zu interpretieren (soweit es der Kontext zulässt), m.a.W.: wie Zeichen interpretiert werden, entzieht sich der Kontrolle ihrer Urheber. So kann man Zeichen trefflich nutzen, um zu täuschen, tricksen, verleumden, erniedrigen, ... (alles gängige Praktiken im Web 2.0, auch durch staatliche Geheimdienste). Sonst lokal begrenzte Praktiken der Intrigue und des »Idiotismus des Landlebens« (Marx) geschehen nun eben im Weltmaßstab.

Gleichwohl werden, wie gezeigt, in kollektiver Verblendung kontextfreie und bedeutungslose Signale oder Daten ständig gleichgesetzt mit bedeutungsvoller »Information«, gerade so, als sei diese eine feste, den Signalen bzw. Daten anhaftende Eigenschaft. Nun erlaubt zwar eine gegenstandsbezogene Datenkombination, in Kenntnis der zugrundeliegenden Algorithmen Kontext begrenzt zu rekonstruieren, die darauf basierte Interpretation ist aber keineswegs eindeutig und zwingend, suggeriert aber gleichwohl – trotz oft unsicherer Datenqualität – Objektivität oder Faktizität (wie bei Indizienbeweisen, die zurecht als fragwürdig gelten). Zudem ist der sozialen Konstitution von Wirklichkeit geschuldet, dass die Interpretation der Daten oft auch eine durch sie erst geschaffene Realität beschreibt oder gar als soziale Norm wirkt (z.B. bei der Bestimmung von Kreditwürdigkeit oder beim Self-Tracking).

Aufgrund dieser Eigenheiten des Umgangs mit Zeichen entsteht mit der Verfügung über die Daten und Algorithmen ein außerordentlich wirkmächtiges Kontroll- und Herrschaftsinstrument, das sich trefflich ge- und missbrauchen lässt. Mit der bislang schier schrankenlosen Sammlung personenbezogener Daten entstehen weltumspannende Möglichkeiten der Verhaltenskontrolle, die sich jederzeit und nach Belieben für machtzentrierte Einflussnahmen, von Meinungsmanipulation bis zu Drohung und Erpressung, nutzen lassen. Möglich ist dies, weil die Lieferanten der Daten mit deren Hergabe auch die Hoheit über deren Deutung verlieren. Damit gelingt die perfekte, nahezu alle Winkel webbasierter sozialer Praxis einbeziehende Verwirklichung eines Panoptikums (*sensu* Bentham und Foucault): es bleibt das Geheimnis des Beobachters, wessen Verhalten er zu welcher Zeit beobachtet und aufzeichnet. Neben den Problemen nicht-trivialer Maschinen ist dieser Verlust »informationeller Selbstbestimmung« m.E. die bei weitem folgenreichste und beunruhigendste Wirkung der Computerisierung (als »digitaler Totalitarismus«, Han 2015), zumal in verblendeter Leugnung der Risiken Daten massenhaft freiwillig hergegeben werden: Big Brother lässt seine Unterworfenen für sich arbeiten.

(9) Als Fazit für politisches Handeln sind daraus u.a. folgende Schlüsse zu ziehen: Weit wirkmächtiger als die Erschließung weiterer Felder der Computerisierung – die es selbstredend im einzelnen mitzugestalten gilt – sind Fragen der Arbeitsorganisation und der institutionellen Bedingungen von Arbeit und Wertschöpfung. Prinzipien guter Arbeit und soziale Sicherung bilden nach wie vor, gerade in Zeiten großer Veränderungsdynamik und Unsicherheit, das Hauptfeld der Auseinandersetzung, wobei die Entfaltung von Arbeitsvermögen als Kernbestandteil guter Arbeit und eigentlicher Quelle von Leistungsfähigkeit ein zentrales Ziel sein muss. Zugleich entstehen mit der lückenlos datengestützten Prozessüberwachung aber auch nie dagewesene Möglichkeiten minutiöser und totaler – freilich grundgesetzwidriger – persönlicher Leistungsvergleiche und Verhaltenskontrolle, die es zu verhindern gilt – ansteht ein Kampf um Autonomie. Die derzeit verbreitete Panikmache mit apokalyptischen Szenarien der Verdrängung lebendiger Arbeit durch Computer ist in diesem Kontext nur ein probates (freilich realitätsfernes) Ablenkungsmanöver.

Das nachstehende abschließende Bild zeigt in idealtypischer Zuspitzung die beiden Pole möglicher Entwicklung, in deren Spannungsfeld sich die Gestaltung der Computerisierung bewegt:

Auf die **Entwicklungsperspektive** kommt es an

Die **Gestaltung soziotechnischer Systeme** muss sich an Erfordernissen menschlichen Handelns und der Entfaltung von Arbeitsvermögen orientieren, um gute Arbeit, Produktivität & Innovation zu ermöglichen.

Technikzentrierte Perspektive:

AI (Artificial Intelligence)

»Smart machines«, »autonome Agenten«

(»Intentional stance«; Minsky 1988, Shoham 1993, Wooldridge 2002)

MAS ersetzen Menschen in der Produktion, Flexibilität angestrebt, aber begrenzte »Lern«fähigkeit. Arbeitsvermögen wird nachgeahmt und ersetzt.

Verbleibende Restarbeit:

»Ironies of automation« (Bainbridge 1983),
Verlust praktischer Handlungskompetenz,
hilflose weil entwöhnte »Bediener« (Carr 2013).

Beispiele »normaler Katastrophen« (Perrow 1989):
Ariane V: Totalverlust beim Erstflug 1996;
HFT-Debakel: Flash-Crash 2010, Knight 2012;
»Stall«-Unfälle: Air France AF 447, Südatlantik 2009,
Continental Connection flight, Buffalo 2009 (Carr 2013).
Tesla »Autopilot«-Versagen 2016

Praxistheoretische Perspektive:

IA (Intelligence Amplification)

»Things (machines) that make us smart«

(Norman 1993; vgl., Engelbart 1962, Ehn 1988, Winograd 1996)

IT unterstützt lebendige Arbeit, ermöglicht Entfaltung von Arbeitsvermögen mit gesteigerter Produktivkraft und Innovationsfähigkeit durch:

Menschengerechte, reflexive Gestaltung von Arbeitsaufgaben, technischen Arbeitsmitteln und Interaktionsformen; Fokus auf Entfaltung praktischer Handlungskompetenz.

Beispiel: Analyse von **Daten aus CPS** lässt sich nutzen als Grundlage für **interaktive Assistenzsysteme**, als selbsterklärende, **gebrauchstauglich gestaltete Hilfsmittel** zur Optimierung von Prozessen, zu daten-gestützter Diagnose von Anlagen oder zu wirksamer Simulation bei der Steuerung von Prozessen.

Trotz **AI**-Versuchen: Erfolgreiche Computernutzung beruht hauptsächlich auf **IA**-Gestaltungsperspektive (PC- & Internet-basierte SW-Werkzeuge für Bearbeitung & Austausch digitaler Gegenstände etc.).



Prof. Dr.-Ing. Peter Brödner

Literatur

Bainbridge, L. (1983): Ironies of Automation, Automatica 19, 775-779

BMBF (2015): Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen, Bonn

Boes et al. (2014). Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit, AIS 7 (1), 5-23

Brödner, P. (2008): Das Elend computerunterstützter Organisationen, in: Gumm, D. et al. (Hg.): Mensch – Technik – Ärger? Zur Beherrschbarkeit soziotechnischer Dynamik aus transdisziplinärer Sicht, Münster: Lit-Verlag, 39-60

Brödner, P. (1997): Der überlistete Odysseus. Über das zerrüttete Verhältnis von Menschen und Maschinen, Berlin: edition sigma

Carr, N. (2013): All Can Be Lost: The Risk of Putting Our Knowledge in the Hands of Machines, The Atlantic No. 11

Dedrick, J. et al. (2003): Information Technology and Economic Performance: A critical review of the empirical evidence, ACM Computing Surveys, Vol. 35, 1-28

Dennett, D.C. (1987): The Intentional Stance, Cambridge (MA)

Eco, H. (1991) Semiotik. Entwurf einer Theorie der Zeichen, München: Fink

Ehn, P., 1988: Work-Oriented Design of Computer Artifacts, Stockholm: Arbetslivscentrum

Engelbart, D. (1962): Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework, Doug Engelbart Institute

Forschungsunion & acatech (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, o.O.

Foerster, H.v. (1993): Wissen und Gewissen, Frankfurt/M: Suhrkamp

Fodor, J. (1968): Psychological Explanation, New York: Random House

Gordon R.J., (2014): The Demise of US Economic Growth: Restatement, Rebuttal, and Reflections, NBER Paper

Han, B.-C. (2015): Psychopolitik. Neoliberalismus und die neuen Machttechniken, Frankfurt/M: Fischer

Jeschke, S. (2015): Auf dem Weg zu einer »neuen KI: Verteilte intelligente Systeme, Informatik Spektrum 38 (1), S. 4-9

Jorgenson, D.W. et al. (2008): A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence, Journal of Economic Perspectives 22 (1), 3-24

Kasparov, G. (2010): The Chess Master and the Computer, New York Review of Books, Feb. 2010 Issue

Minsky, M. (1988): The Society of Mind, New York: Simon & Schuster

Norman, D.A. (1993): Things that Make Us Smart, Reading (MA): Addison Wesley

Peirce, C.S. (1983): Phänomen und Logik der Zeichen, Frankfurt/M: Suhrkamp

Perrow, C. (1989): Normale Katastrophen, Frankfurt/M: Campus

Putnam, H. (1960): Minds and Machines, in Hook (ed.): Dimensions of Mind, New York: Collier Books

Shoham, Y. (1993): Agent-Oriented Programming, Artificial Intelligence 60, 51-92

Vester, M. (2014): Zunehmende Kompetenz – wachsende Unsicherheit, Düsseldorf: HBS

Winograd, T. (1996): Bringing Design to Software, Reading (MA): Addison-Wesley

Wooldridge, M. (2002): An Introduction to Multi-Agent Systems, New York: Wiley

Vom nicht-trivialen Maschinenbau

Überlegungen zur AG 2 der MMK 2016 von Hansjürgen Paul

Vorbemerkung

Vorab sei mir ein kleiner Hinweis in Sachen *Industrie 4.0* erlaubt. Möglicherweise gibt es MMK-Teilnehmer, für die dieses Thema nicht zum Alltagsgeschäft gehört. *Industrie 4.0* soll in der AG 2 ja als Hintergrund für unsere Überlegungen rings um die Multiagentensysteme dienen. Und bevor die nun etwas Anderes lesen...

Eine Annäherung an das Konzept *Industrie 4.0* und an damit zusammenhängende Bezeichnungen wie „Digitalisierung“ oder „Cyber-Physische Produktionssysteme“ habe ich im Frühjahr in einem kleinen Beitrag zur IAT-Reihe Forschung Aktuell versucht (Paul 2016). Dazu gehörte, neben dem Versuch einer Präzisierung des Verständnisses eben jener Bezeichnungen¹, auch der Anspruch, zumindest einen Eindruck von den potentiellen Aus- und Nebenwirkungen des Konzepts *Industrie 4.0* zu vermitteln. Im Einzelnen ging es dabei um

- die intendierten wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Ziele, die von Anfang an mit *Industrie 4.0* verknüpft waren,
- die Auswirkungen auf zukünftige Entwicklung von „Einfacharbeit“ in der Produktion,
- die sich ableitenden Rahmenbedingungen des produzierenden „Mittelstandes“,
- die Finanzierung von Investitionsvorhaben im Kontext von *Industrie 4.0* durch Kreditgeber als ein Beispiel für die unerwarteten Nebenwirkungen bzw. ausgelösten Veränderungsprozesse.

Was seinerzeit durchaus geplant war, sich aber nicht mehr realisieren hat lassen, war die Diskussion der Frage nach der Sicherheit der mehr oder weniger global vernetzten Systeme in einer hackenden Welt (Stichwort Honeypot u.ä.). Ebenso musste die Erörterung der Frage nach der Wirkung der Umkehrung des Organisationsprinzips („Der Rohling sagt dem Maschinenpark, was er gerne wann von wem an sich gemacht hätte...“) entfallen. Und natürlich auch die Frage nach der (Un-) Beherrschbarkeit der „Cyber-Physischen Produktionssysteme“, wenn denn diese als Multiagentensysteme konzipiert sind.

Zumindest die letzte Frage wird ja nun in der Arbeitsgruppe eine gewisse Aufmerksamkeit erfahren.

Triviale vs. Nicht-triviale Maschinen

Die Darstellung der trivialen Maschine im Thesenpapier der Moderatoren ist wahrscheinlich das älteste Modell der Funktionsweise eines Computers, das ich kenne. Nicht aufgrund des Alters der zugrundeliegenden Quelle – es dürfte vielmehr der erste Versuch gewesen sein, mir die Wirkungsweise von Hard- und Software zu erklären. Schon damals hörte man nicht auf, mich darauf hinzuweisen, dass dies a) ein Modell sei – und folglich „hinkt“ – und dass b) dieses Modell eher einen „Rechner“ als einen Computer beschreibt. Und mit Rechner meinte man so etwas wie einen „Taschenrechner“: zwei Zahlen werden mittels einer mathematischen Funktion verknüpft. $2 + 5 = 7$. In dem Sinn. Und egal, wie häufig man das eintippt, es kommt immer das gleiche Ergebnis heraus.

¹ Es finden sich erstaunlich wenige Publikationen, die dem Leser eine durchgängige Definition der zentralen Bezeichnungen liefern und in denen dann darauf aufbauend argumentieren (siehe beispielsweise Schlupeck 2016).

Ein „Rechner“ ist also ein System, auf das man sich verlassen kann. Tritt ein Fehler auf – stimmt also das Ergebnis nicht, muss der Mensch an der Tastatur einen Fehler gemacht haben. Hatte er dann auch, zumindest damals...

Natürlich gab es Anwendungen für den „Rechner“, die komplexerer Natur waren und bei denen die Gefahr bestand, dass man die falsche mathematische Funktion nutzte, man die Reihenfolge der Eingabe nicht beachtete (Klammern vergessen...) oder die benötigte mathematische Funktion nicht auf dem Taschenrechner implementiert war.²

Man hat mir dann erklärt, dass einer der großen Vorteile eines Computers darin bestünde, dass man ihn programmieren könne. Fehlende mathematische Funktionen könne man selbst „implementieren“ und die Funktion F aus der Abbildung nach eigenen Ideen gestalten kann. Und wie man das macht und wie man es besser nicht macht hat man mir dann erklärt und mich danach lauter schöne Programme schreiben lassen, die irgendwelche Eingaben zu irgendwelchen Ausgaben umrechneten. Ich schuf also jede Menge triviale Maschinen.

Was mir zu dem Zeitpunkt nicht klar war, war der Umstand, dass ich dazu keine triviale Maschine nutzte. Ich habe meine Programme in einen Interpreter eingetippt, der selbst eine vergleichsweise anspruchsvolle triviale Maschine darstellte.³ Der Interpreter machte mit dem gleichen Programm immer das gleiche, das konnte man von einem Computer ja auch erwarten. Dass diese Maschine aber selbst auf einer Maschine arbeitete, die man mit etwas Wohlwollen als nicht-triviale Maschine bezeichnen kann, war mir nicht klar. Das Betriebssystem erfüllte die Kriterien einer nicht-trivialen Maschine. Im Vergleich zu heutigen Betriebssystemen war das Betriebssystem zwar trivial, aber es berechnete unermüdlich die Ausgabefunktion $v = G(u, x(t))$, mit der Zustandsfunktion $x(t+1) = Z(u, x(t))$.

Ein wenig später durfte ich dann selbst solche nicht-trivialen Maschinen implementieren – keine Betriebssysteme, aber doch Anwendungen, die von jeder Menge „Vorgeschichte“ abhängig waren. Damit einher ging die Erkenntnis, dass diese Aufgaben etwas anspruchsvoller als das Programmieren der F -Funktionen der trivialen Maschinen waren. Einer der entscheidenden Indikatoren dafür war der Aufwand für die Fehlersuche. Offenbar steigt die Wahrscheinlichkeit für (Programmier-) Fehler mit der Länge und der Komplexität des Programms an. Arbeitsteilung wird hier offenbar auch schneller zum Teil der Ursache als zum Teil der Lösung. Mehr Programmierer machen mehr Fehler. Meistens.

Schwieriger wird es aber mitunter auch festzustellen, dass überhaupt ein Fehler auftrat. Nicht, dass die mathematischen Grundlagen der zu implementierenden Funktionen zu komplex gewesen wären – man kann auch mit den Grundrechenarten jede Menge Chaos stiften... Aber wenn man ein Programm schreibt, das beliebig lange Zahlen addiert bzw. subtrahiert – beliebig lang vor und nach dem Komma – dann können sich durchaus Fehler einschleichen, die man nicht so ohne weiteres bemerkt. Oder wenn man „Bauernschach“ implementiert und der Computer nebenbei gegen sich selber spielt, um seine Spielstärke zu verbessern, woran erkennt man dann einen Fehler? Daran, dass ein Mainframe-Computer immer langsamer wird, weil immer mehr Prozesse den gleichen Mist verzapfen und nur noch das Abschalten des Mainframes Rettung verspricht? Und wie testet man dann, ob der Fehler behoben ist? Ohne ernsthaften Ärger mit dem Operator und dem Rest des Fachbereichs zu riskieren?

² Ja, zugegeben... Ist schon etwas her...

³ Ja, Compiler gab es damals schon, so lange ist das nun auch nicht her. Allerdings hat man keinen Elftklässler an so teure, komplizierte Computersysteme herangelassen...

Rückbetrachtend fällt auf, dass man sich eigentlich sehr schnell und vollkommen unbewusst von der Vorstellung verabschiedet hat, eine mathematische Funktion zu berechnen. Und dem Computer menschenähnliches „Verhalten“ nahegelegt hat – zugegebenermaßen elementarer Natur (z.B. wird langsam, will heute nicht, ist stehen geblieben, hat sich aufgehängt, ist abgestürzt...).

Fragen und erste Antworten

Die Moderatoren stellen in ihrem Papier eine Reihe von Fragen zum vermeintlich undurchschaubaren Verhalten nicht-trivialer Maschinen. Ich möchte erste Antworten geben, die sich mir aufdrängen und vielleicht mittelfristig auf Strategien, Regeln und Auswege in Wien hinweisen können.

Da wäre beispielsweise die Frage, wie sich Menschen solche Systeme aneignen sollen. Wie sollen Menschen mit ihnen zweckmäßig und zielgerichtet interagieren? Wenn diese sich in vergleichbaren Situationen jeweils anders und unerwartet verhalten? Vielleicht eben dadurch, dass sie diesen Systemen „Verhalten“ unterstellen? Dass eben nicht mehr eine mathematische Funktion berechnet wird. Dass sie sich ähnlich (un-) deterministisch „verhalten“, wie es Menschen mitunter tun? Auch eine Form von künstlicher Intelligenz...

Dürfen derart undurchschaubare Systeme überhaupt von der Leine gelassen werden? Dieser Zug ist längst abgefahren. Undurchschaubare Systeme sind längst im Einsatz. Genauso wie fehlerhafte Systeme im Einsatz sind. Dürrenmatts „Physiker“ hatten die Erkenntnis, dass kein gedachter Gedanke, keine gewonnene Erkenntnis zurückgenommen werden kann. Insbesondere in diesem Zusammenhang der Gedanke, dass man mit solchen Systemen Geld verdienen kann. Das genügt als Motiv.

Man hat mir einmal im Rahmen meines Studiums erklärt, dass vier Prozent allen geschriebenen Programmcodes fehlerhaft sind. Statistisch betrachtet, unabhängig von Aufwand und Sorgfalt. Und bei der Korrektur des fehlerhaften Codes entstehen weitere vier Prozent fehlerhaften Codes. Demnach gibt es keine fehlerfreie Software, nur Software, mit deren Fehlern man zu leben gelernt hat. Ähnlich wie man versucht, mit den Fehlern von Menschen zu leben. Da ist sie wieder, die etwas andere Form der künstlichen Intelligenz...

Wer ist für Fehlverhalten und mögliche Schäden verantwortlich und haftbar zu machen? Wer haftet bei Schäden als Folge unglücklicher Verkettung äußerer Umstände, wenn das System als solches funktioniert, wie es soll? Diese Fragen kann vielleicht demnächst die Firma Tesla Motors beantworten. Warum sollte der Autopilot auch nicht korrekt gearbeitet haben – nur, weil er den Lastwagen nicht erkannt hat? Unabhängig davon: es gibt jede Menge menschliche Autofahrer, die Lastwagen übersehen haben. Besser gesagt: gab.

Wer einmal ein Auto mit „Einparkhilfe“ ausprobiert hat, hat vermutlich selbst schneller eingeparkt als die Rechtsbelehrungen abgearbeitet. Ähnlich verhält es sich bei Navigationssystemen im Auto. Kein System startet, ohne die Hinweise aus der Rechtsabteilung durchgearbeitet zu haben. Nicht, dass das Problem dadurch gelöst wäre. Hauptsache, den juristischen Rahmenbedingungen der Versicherungen wurde Genüge getan.

Menschliche Handlungskompetenz geht verloren, wenn sie im automatisierten Normalbetrieb der Systeme immer weniger benötigt wird; wie sollen Menschen dann aber im Störungs- oder Versagensfall kompetent reagieren und agieren? Im Straßenverkehr haben entwöhnte »Bediener« kaum eine Chance, sinnvoll einzugreifen. Die übliche Verkehrsdichte in Kombination mit Reisegeschwindigkeit und Streckenführung lässt kaum Zeit, die Situation zu erkennen und zu reagieren. In der Luftfahrt konnte man entsprechende Erfahrungen mit Autopiloten sammeln: *pure boredom versus sheer ter-*

ror... Nur hat man im Flugzeug⁴ wesentlich mehr Zeit zum Reagieren als im dahinschleudernden Auto. Andererseits führt Autonavigation in der Seefahrt zu ernsthaften Diskussionen über menschenleere Containerschiffe und Öltanker. Man bewahre uns vor (unnötigen...) Personalausgaben.

Nachbemerkung

Hilfe, ich habe den Kontakt zum Themenfeld *Industrie 4.0* verloren... Aber vielleicht ist *Industrie 4.0* nur eine der möglichen Anwendungen für eine übergeordnete Problematik. Angemessenheit? Das genügt m.E. bei weitem nicht. Will man jemanden für unangemessenen Technikeinsatz vor den Richter zerren?

Doch noch... Noch ein kleiner Rückgriff auf die frühen Erkenntnisse des Software Engineerings... Große Programme sind schwer zu kontrollieren, zu korrigieren, zu pflegen. Also sollte man besser kleine Programme schreiben und diese dann zusammensetzen. Also beispielsweise statt einer großen monolithischen Anwendung viele kleine Anwendungen auf die große Aufgabe ansetzen. Viele kleine Agenten, also ein Multiagentensystem. Weil es wartbarer, fehlerärmer, kontrollierbarer ist...?

Literatur

Paul, Hansjürgen (2016): *Industrie 4.0 - Annäherung an ein Konzept*. Hg. v. Institut Arbeit und Technik (IAT). Gelsenkirchen (Forschung Aktuell, 5/2016). Online verfügbar unter <http://www.iat.eu/files/forschungaktuell2016-05.pdf>, zuletzt aktualisiert am 03.05.2016, zuletzt geprüft am 20.05.2016.

Schlupeck, Bernd (2016): *Der Rohstoff, den wir beherrschen müssen*. Hg. v. Welt N24 GmbH. Online verfügbar unter https://www.welt.de/print/die_welt/article159307074/Der-Rohstoff-den-wir-beherrschen-muessen.html, zuletzt aktualisiert am 06.11.2016, zuletzt geprüft am 08.11.2016.

⁴ Historisch interessierte MMK-Teilnehmer wissen, dass es dazu mindestens zwei AGs gegeben hat.

---zur MMK 2016 eingereicht, 6.11.2016---

Immer diese "oder"-Fragen ... Helfer oder Störenfriede?

Meinungsäußerung zur AG "Multiagentensysteme"
Frieder Nake, Universität Bremen

Peter Brödner hatte mir eine Email zukommen lassen. Lange ist das her. Der Kalender war zu der Zeit für den Monat November noch leer. Eine knappe Seite an Erläuterung hatte Brödner angehängt. Über "Multiagentensysteme" solle bei der kommenden MMK gehen.

Aha. "MMK" verstand ich gut. Aber das Thema? Davon hatte ich keine Ahnung. Der Text las sich jedoch interessant. Er gab zwar die Namen seiner beiden Autoren nicht explizit, er gab kein Datum etc. Er war also irgendwie vorab. Peter aber schmierte mir Honig um das Maul.

Ich war früher nahezu wie zu einer Pflichtveranstaltung zu jeder MMK seit der zweiten gegangen. Mit dem größten Vergnügen und Gewinn. Ich habe seit Jahren dann stets, wenn die erste Ankündigung kam, den neuen MMK-Termin im Kalender angestrichen. Dennoch konnte ich seit vielen Jahren nun schon zu keiner MMK mehr fahren. Der Bußtag war kein Feiertag mehr (recht so!), immer hatte ich am Freitag oder Montag eine Lehrveranstaltung. Ich hasse es, meine Veranstaltung zu verschieben, gar ausfallen zu lassen.

Jetzt sollte das Treffen noch dazu in Wien stattfinden. Irgendwo verrückt, dachte ich zu Recht. In einer großen Stadt! Es war ungeschriebenes Gesetz, dass, auf einer MMK zu sein, hieß, dass man sich auf keinen Fall von der Tagungsstätte entfernte, es sei denn, dass solche Entfernung Teil des Programms, der Arbeit der Gruppe sein sollte. Wird das mit der Anwesenheit in Wien etwa durchbrochen?

Es gibt zwar keine Billigflüge von Bremen nach Wien. Von Hannover aber doch. Zweieinhalb Stunden Bremen – Hannover. Dann noch ein gutes Stündchen nach Wien. Dort wird's ein bisschen länger dauern. Es dient all das der Gedankenfindung. Billigflüge grenzen zwar ans Verbrechen. Doch andererseits, der Peter Brödner. Wäre es nicht toll und fein ...?

Es wäre, wenn ich das mit dem Fliegen nutze und es so einrichten kann, dass ich am Montag frühzeitig aus Wien weg komme, damit ich um 14 Uhr auf der Matte der *Introduction to Digital Media* stehe. Wolfgang Coy wird vortragen. Wir machen aus der Lehrveranstaltung ein Kolloquium mit stundenlanger Diskussion. Wenn also der Flug nicht gestrichen wird. Das garantiert mir naturgemäß keiner. Ich akzeptiere volles Risiko, wenn ich nach Wien fliege.

Das ist offensichtlich *kein Positionspapier* zur angesagten Arbeitsgruppe. Es ist überhaupt kein Papier, wenn ein Papier über etwas geht, was es in der Welt gibt, über etwas, das dort geschieht. Das, womit ich hier die Seite fülle, scheint persönlich motiviertes Gestammel zu sein, irrelevante Existenzäußerung, die für sich genommen keinerlei Interesse beanspruchen kann. Wäre das für die berühmte CHI 2016, nobody would even consider to read on. Längst wäre Schluss mit der Zeitverschwendung gewesen. Die MMK ist anders.

Die Linke macht das ja gern, ein Thema anzusprechen, eine Modernisierungsbewegung des Kapitals, eine neue Attacke also auf die lebendige Arbeit, und das dann mit einem "Segen oder Fluch", "Fortschritt oder Verderben", "Erlösung oder Zernichtung", "Helfer oder Störenfried" zu apostrophieren, zu einer Frage zu machen, die ergebnisoffen, wie man sagt, diskutiert werden soll. Und die MMK ist eine linke – was nun? Wirklich, ist sie das? Klar. Denn sie hat sich das kritische Denken an die Stirn gemalt. Ich würde sonst nicht hingehen.

Sie sind, sagen Brödner und Barthelmeß, die Multiagentensysteme sind "Speerspitze zivilisatorischen Fortschritts". Als solche werden sie gepriesen. Whow, der Fortschritt! Eine Waffe also, ein wenig angestaubt zwar, denn wer kämpft noch mit dem Speer und spießt ihn durch den Gegner. Wer, im übrigen, wäre das, der Gegner des Fortschritts, der mit der Sperspitze der Multiagenten-

systeme (MAS) aufgespießt werden soll? Abenteuerlich hinterwäldlerisch müssen sie sein, diese Aufzustehenden. Und die Stehenden selbst? Kaum besser.

Wir werden es jedoch keinesfalls schaffen, Brödner und Barthelmeß nur wegen ihrer zitierenden Verwendung eines Wortes aus der vergangenen Zeit der Ritterfestspiele in die Ecke der Militanz zu schieben. Dem bauen die beiden ja auch sofort vor, die sind doch nicht blöd und etwa billig zu haben: "Doch werfen sie mehr Fragen auf ...", die Multiagentensysteme.

Da haben wir's! Nun können wir loslegen. Die Zeichen sind Agenten geworden und handeln für uns, statt unser. Wir sxhauen zu, Mund offen.

Die Agenten tauchten ja vor Jahrzehnten (Ende der 1980er Jahre) als eine interessante Metapher für die Programmierung auf, gar in der ästhetisch angehauchten, erzieherisch orientierten Programmierung. Es gab *Spreadsheets*. Und dann gab es *Agentsheets*. Sie waren eine Variante des visuellen Programmierens mit besonderer Betonung der Interaktion. Diese aber war der visuellen Programmierung ohnehin eingeboren. Vielleicht war das Besondere an den agentsheets von Alexander Repenning, dass die Elemente, die auf der Ebene verteilt wurden, aktiv waren, ihr Ding machten, unabhängig von einer zentralen Instanz. (Es gibt sie, nebenbei sei's angemerkt, munter und fröhlich auch heute noch.)

So sind dann Multi-Agenten Systeme Ansammlungen von unabhängigen Agenten in einer Umgebung. Trotz Speerspitze sind sie nicht zentral befehligt. Sie wirken zusammen aus heiterer Gelassenheit. Aus den Aktivitäten dieser autonomen Agenten, aus ihrem Zusammenwirken entsteht etwas in der Umgebung, das sich dort hoffentlich als günstig in seiner Wirkung herausstellt.

Typischer Fall für MAS ist die Börse, muss die Börse sein und mit ihr alle ähnlichen Systeme des späten Finanzkapital, in dem Satz aus dem Kommunistischen Manifest Tatsache geworden ist: "All that is solid melts into air." (Er klingt auf Englisch so poetisch, wie es im Deutschen anscheinend nicht ging.)

Börse, das ist die ultimative Stelle eines Ortes, der seinen Ort immer weniger braucht, weil er ihn, also sich selbst, verflüssigt hat. Börse, das ist, wo in Blitzmomenten Vermögen verschwinden und entstehen. Dort haben einst, von Mauern umgeben, junge alerte Makler mit vier Telefonen in den Händen in einen Saal hinaus das Rechte gebrüllt, das niemand gehört, niemand verstanden hat. Die reine Anarchie zum Zwecke der totalen Reduktion aller Prozesse der Welt auf Zahl. Berechenbarkeit in absoluter Zufälligkeit bei höchster Geschwindigkeit, die vernichtend schafft.

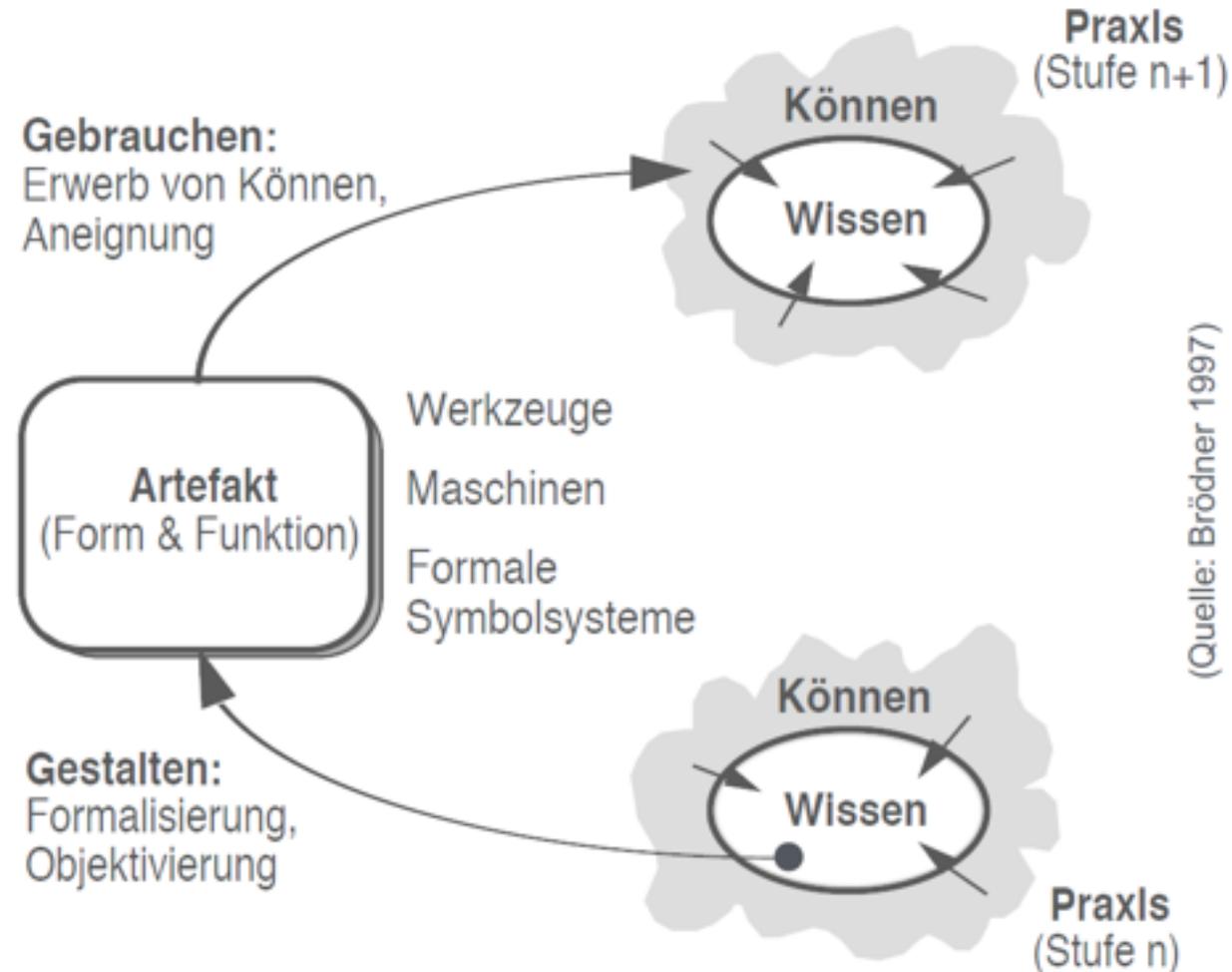
Die physikalische Welt des Lebens draußen staunt am Abend stets, was die Multiagenten tagsüber getrieben haben.

Schluss, aus, hör auf. Das Anreiß-Papier der Moderatoren enthält Provokation genug. Besteige Deinen Flieger in Hannover Langenhagen, falls er fliegen sollte. Finde die Tagungsstätte in Wien. Und erscheine rechtzeitig, wenn's los geht. Du kannst Dich ja noch ein wenig vorbereiten. *All that is solid melts into air ...*

I40 – MAS – CPS

Wissenswertes aus der AG 2

Gestaltung und Aneignung technischer Artefakte



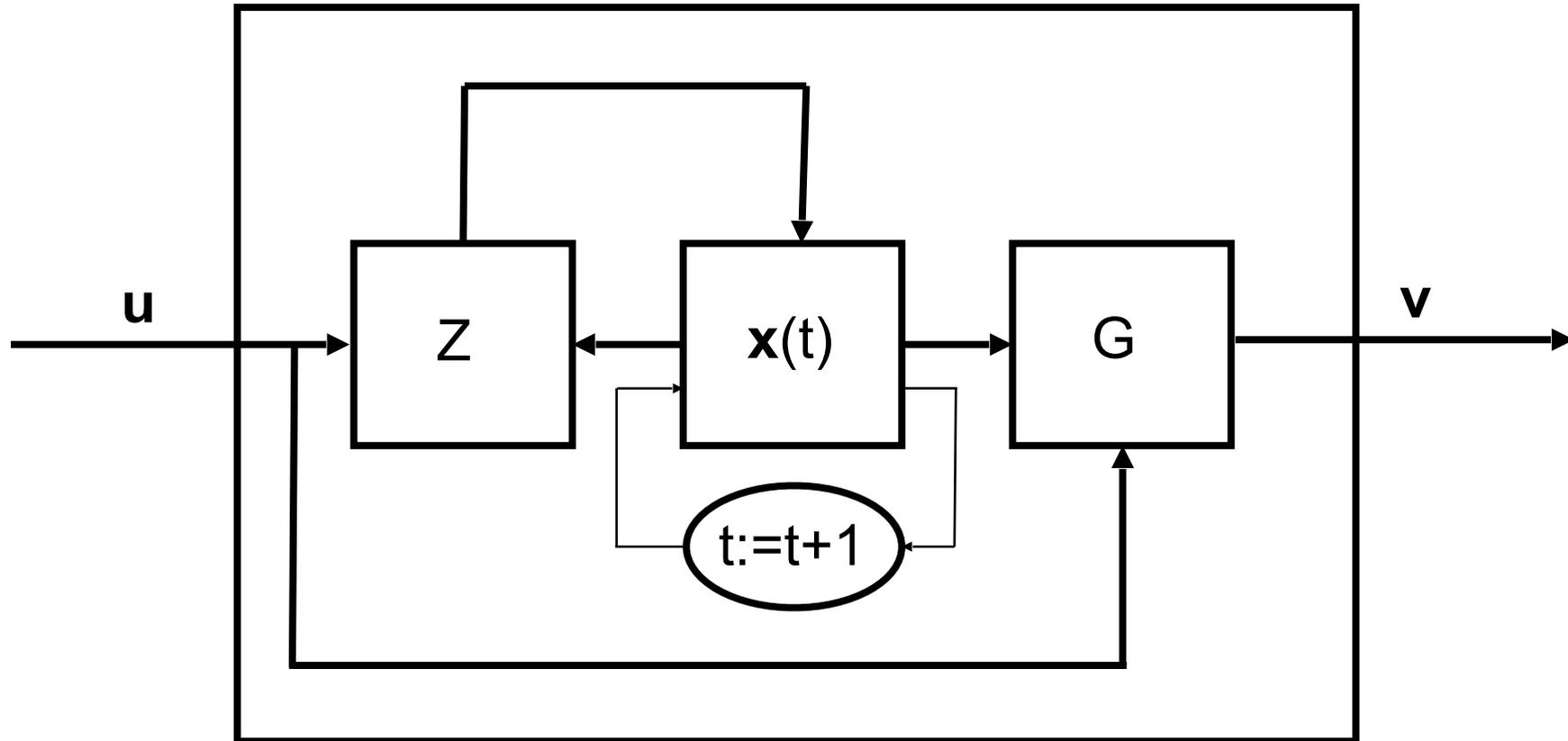
Metaphorik – Ideologieoffensive (1 / 2)

- *Industrie 4.0* ist eine ideologische Offensive mit Metaphern:
 - lernende, sich selbst organisierende Multiagentensysteme (MAS),
 - Cyber-physische Systeme (CPS),
 - Intelligente Systeme,
 - Digitalisierung,
 - Big Data.
- Ziel der Offensive ist, hochqualifizierte Arbeitskräfte zum Mitmachen zu gewinnen.
- Diese Offensive stärkt die Großindustrie und geht an den Bedürfnissen vieler KMU vorbei.

Metaphorik – Ideologieoffensive (2 / 2)

- Die Offensive produziert lauter spannende Fragen für die Forschung.
- Für die Praxis ist hingegen vor überzogenen Erwartungen zu warnen.
- Maschinisierung von Kopfarbeit:
 - Sie verleitet dazu, dass Menschen glauben, Maschinen würden wie Menschen lernen,
 - hingegen lernen Menschen anders.
- Die Vorstellung von der „lernenden“ Maschine kann situativ sinnvoll sein, wenn stets im Bewusstsein bleibt, dass Menschen anders lernen.
- Das Verhalten von MAS ist determiniert; es ist daher potentiell, aber nicht aktual bzw. situativ durchschaubar.

Formales MAS-Modell



$v = G(u, x(t))$ Ausgabefunktion
 $x(t+1) = Z(u, x(t))$ Zustandsfunktion