

Karlsruher Schriften zur Anthropomatik



Jürgen Geisler, Jürgen Beyerer (Hrsg.)

Mensch-Maschine-Systeme

Wissenschaftliches Kolloquium
5. März 2009, Fraunhofer IITB

Jürgen Geisler, Jürgen Beyerer (Hrsg.)

Mensch-Maschine-Systeme

Wissenschaftliches Kolloquium, 5. März 2009, Fraunhofer IITB

Karlsruher Schriften zur Anthropomatik
Band 3
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer

Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme
Karlsruher Institut für Technologie

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB
Karlsruhe

Mensch-Maschine-Systeme

Wissenschaftliches Kolloquium
5. März 2009, Fraunhofer IITB

herausgegeben von
Jürgen Geisler und Jürgen Beyerer

Impressum

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
KIT Scientific Publishing
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.uvka.de

KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales
Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft



Diese Veröffentlichung ist im Internet unter folgender Creative Commons-Lizenz
publiziert: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

KIT Scientific Publishing 2010
Print on Demand

ISSN: 1863-6489
ISBN: 978-3-86644-457-7

1 Vorwort

Das Informationstechnische Kolloquium „Mensch-Maschine-Systeme“ des Fraunhofer IITB hat drei Wurzeln:

Erstens ist es förderlich in größeren Abständen Stand und Trend einer wissenschaftlichen bzw. technischen Disziplin sichtbar zu machen (z.B. der Automatisierungs- und Leittechnik zum 25 jährigen Bestehen der VDI/VDE-GMA¹ 1998),

zweitens hat die mit dem Fraunhofer IITB eng verbundene Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) das Arbeitsgebiet „Anthropomatik“ geschaffen, das sich mit Erforschung und Entwicklung menschengerechter Systeme mit Mitteln der Informatik befasst, sowie ein Universitätsinstitut gleichen Namens hierzu gebildet und

drittens wurde der langjährige IITB-Institutsleiter und Fraunhofer-Altpräsident Max Syrbe 80 Jahre alt, der bis dahin noch das Gebiet „Mensch-Maschine-Systeme“ mit Vorlesungen und als Betreuer von Diplomanden und Doktoranden bearbeitet hat.

So hatte das Fraunhofer IITB zum 5. März 2009 auf eine Reise durch die Ergonomie, die Anthropotechnik und die Automatisierungstechnik eingeladen. Getragen wurde diese von Herrn Heinz Schmidtke vom Lehrstuhl für Ergonomie der TU München, Herrn Karl-Friedrich Kraiss vom Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Interaktion der RWTH Aachen, Herrn Klaus Wucherer, ehem. Zentralvorstand der Siemens AG sowie Herrn Hartwig Steusloff, ehem. Leiter des Fraunhofer IITB. Weiter wurden aktuelle Arbeiten des Instituts auf dem Forschungsgebiet der Mensch-Maschine-Systeme von den Herausgebern und Herrn Rainer Stiefelhagen vorgestellt und das neue Labor „Smart-Control-Room“ eingeweiht.

Das berufliche Gewicht und die Titel der Autoren sind dem Anhang zu entnehmen.

Karlsruhe,
im September 2009

Jürgen Geisler
Fraunhofer IITB

Jürgen Beyerer
Fraunhofer IITB
Universität Karlsruhe (TH)

¹ Syrbe, M.: 25 Jahre GMA: Automatisierung im Zeichen der Informationstechnik und der Mikrosysteme. atp, Oldenbourg Verlag, 40 (1998), Heft 6, S. 13-16

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
2	Stand und Trend	
2.1	Technischer Fortschritt im Spiegel der Ethik. <i>Heinz Schmidtke</i>	8
2.2	Anthropotechnik - Konzepte und Perspektiven. <i>Karl-Friedrich Kraiss</i>	14
2.3	Leit- und Automatisierungstechnik für die Industrie. <i>Klaus Wucherer</i>	26
3	Aktuelle Arbeiten des Fraunhofer IITB	
3.1	Automatisierung – Informationstechnik und Mensch. <i>Hartwig Steusloff</i>	38
3.2	Visuelle Perzeption und Anthropomatik. <i>Jürgen Beyerer</i>	58
3.3	Maschinensehen für die Mensch-Maschine Interaktion. <i>Rainer Stiefelhagen</i>	70
4	Labor-Eröffnung	
4.1	Forschen mit dem Smart Control Room. <i>Jürgen Geisler, Rainer Stiefelhagen</i>	80
5	Epilog	82
6	Anhang: Die Autoren	84

2 Stand und Trend

2.1 Technischer Fortschritt im Spiegel der Ethik.

Heinz Schmidtke, München

Es ist mir eine große Ehre, Ihnen heute Vormittag anlässlich des Festkolloquiums zum 80. Geburtstag unseres verehrten Kollegen Syrbe einige Reflexionen über die ethischen Aspekte des technischen Fortschritts vorzutragen. Ein derartiger Versuch muss mit einer Betrachtung des Einflusses von Naturwissenschaft und Technik auf die Wandlungen des Menschenbildes beginnen. Ohne Zweifel hat die explosionsartige Ausweitung des Wissens in den vergangenen vier Jahrhunderten die Lebensgrundlagen der Menschen in einer Weise verändert, wie man es sich vor 30 Generationen auch nicht in den kühnsten Träumen hätte ausmalen können. Dass man in einer nach Stunden bemessenen Zeitspanne andere Kontinente erreichen, praktisch verzögerungsfrei über riesige Entfernungen miteinander sprechen und das aktuelle Geschehen in fernen Ländern zeitgleich im Bilde verfolgen kann, dass die Gefahren des Hungers und der Krankheit vielerorts gemildert und der biblische Fluch, im Schweiße seines Angesichts sein Brot erwerben zu müssen, zumindest bei uns seinen Schrecken verloren hat, das alles verdanken wir der Naturwissenschaft und Technik.

Diese Feststellungen entheben uns jedoch nicht von der Frage, ob es notwendig ist, Grenzzsetzungen gegen eine Eskalation naturwissenschaftlich-technischer Aktivität vorzunehmen. Grenzen setzen heißt doch wohl, Erkenntnisse oder Einsichten über die Folgen von Grenzverletzungen zu besitzen. Gelegentlich sind solche Einsichten evident. Jemand der Atombomben oder lasergesteuerte Raketen baut oder chemische bzw. biologische Kampfmittel entwickelt und vertreibt, die ausschließlich der Massentötung von Menschen oder großflächiger Naturzerstörung dienen, wird sein Tun nicht mit der Freiheit der Wissenschaft rechtfertigen können. Geht man von diesen Beispielen aus, so muss man fragen, ob das Postulat der Schadensfreiheit für Mensch und Natur ein geeignetes Bezugssystem naturwissenschaftlich technischer Forschung sein kann. Muss nicht der Zoologe, der das Navigationssystem von Zugvögeln oder die Organisation der visuellen Wahrnehmung eines Insekts mit Hilfe des Facettenauges zu erforschen trachtet, zugleich befürchten, dass seine Erkenntnisse für die Weg- und Zielfindung von Interkontinentalraketen verwendet werden können? Bei Licht betrachtet bedeutet das Postulat der Schadensfreiheit nichts anderes als ein ethisches Postulat nach Risikofreiheit von naturwissenschaftlich-technischer Forschung und deren Anwendung.

Die heute vielfach erhobene Forderung nach Risikofreiheit ist eine unsinnige Forderung. Absolute Sicherheit, also Nullrisiko, gibt es nicht, kann und wird es nicht geben. Das Ergebnis einer Forderung nach absoluter Risikofreiheit in allen Gebieten der Technik würde ein Leben ohne Technik sein. Damit aber würde für die überwiegende Zahl der heute lebenden Menschen die Existenzgrundlage entfallen, und nur ein kleiner Rest könnte kärglich überleben.

Wir müssen wohl oder übel davon ausgehen, dass ein Nullrisiko z.B. mit unserer Transportmittel-, Energie- und Chemietechnik genau so wenig zu erreichen ist, wie mit

unserer Produktionstechnik. Damit kann wohl das Postulat der Schadensfreiheit nicht als geeignetes Bezugssystem für eine Begrenzung naturwissenschaftlich-technischer Aktivitäten gelten. Wenn schon die Schadensfreiheit für Mensch und Natur als ethische Maxime ungeeignet ist, so müssen wir prüfen, ob die Schadensminimierung als realistisches Bezugssystem für die Forschungsplanung gelten kann. Die Inkaufnahme eines Restrisikos ist für die meisten Menschen eine selbstverständliche Begleiterscheinung des Lebens. Ohne diese Bereitschaft wäre eine Teilnahme am Verkehr, am Sport und selbst an der täglichen Berufsarbeit ausgeschlossen. Was aber ist nun ein „Restrisiko“ und wie kann sichergestellt werden, dass der verbleibende Risikorest tatsächlich zu einem Schadensminimum führt?

Ich möchte das Restrisiko als denjenigen potenziellen Risikoanteil einer technischen Einrichtung bezeichnen, der durch unvorhersehbare Ereignisse in der Natur, durch unwahrscheinliche oder bisher nicht beobachtete Strukturveränderungen in den verwendeten Materialien oder durch schlichte menschliche Bedienungsfehler zustande kommt. Für die Bemessung der zulässigen Größe eines Restrisikos existieren keine objektiven Maßstäbe. Ob wir die akzeptable Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensfalles mit 10^{-4} oder 10^{-8} festlegen – was immer auch der Stellenwert einer derartigen probabilistischen Risikobeschreibung sein mag – wir begeben uns damit in den Bereich der Wertung. Die Bewertung einer Sache ist aber immer eine Funktion der Interessenlage des Bewerter. Ich frage mich, woher die Protagonisten einer Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung wohl ihre Maßstäbe beziehen, nach denen sie eine technische Entwicklungsrichtung als einzustellen, zu verlangsamen oder zu fördern einstufen. Auch den Futurologen und Technikfolgenabschätzern fehlt es an prophetischen Sehergaben, auch sie können nur hypothetische Extrapolationen vornehmen. Kritisch wird es, wenn solche Bewertungsergebnisse einen wissenschaftlichen Anstrich erhalten und in der ideologischen Argumentation missbraucht werden.

Ingenieure und Naturwissenschaftler wissen, dass sich ihre Arbeit in einer hochgradig vernetzten Welt und innerhalb bestimmter gesellschaftlicher Rahmenbedingungen abspielt. Sie wissen, dass sie präzise zu arbeiten und das Ergebnis ihrer Arbeit mit großer Sorgfalt zu überwachen und zu kontrollieren haben. Sie fühlen sich verleumdet, wenn bestimmte Interessengruppen der Öffentlichkeit den Eindruck vermitteln, als seien Verantwortungsgefühl, Moral und Ethos bei Technikern unzureichend ausgebildet und es müsse daher die technische Entwicklung einer strikten gesellschaftlichen Kontrolle unterworfen werden. Als industrieerfahrener Wissenschaftler weiß ich, dass wir uns auch zugrunde kontrollieren können, insbesondere dann, wenn gesunde Skepsis von übertriebenem Misstrauen abgelöst wird.

Allerdings dürfen wir auch die Augen nicht vor dem Sachverhalt verschließen, dass mit Unterstützung durch Naturwissenschaft und Technik beängstigende Eingriffe in unseren Lebensraum vorgenommen werden. Mag es sich hierbei um die rücksichtslose Vernichtung der tropischen Regenwälder, die Kontaminierung von Boden und Wasser mit Schwermetallen, die Luftverschmutzung oder die Gesundheitsgefährdung durch die wachsende Zahl toxischer Substanzen handeln, mit denen wir in Kontakt kommen oder die wir mit unserer Nahrung aufnehmen. Diese Eingriffe in die Natur und unseren Lebensraum sind ethisch äußerst problematisch oder schlicht unverträglich.

Naturwissenschaft und Technik haben mit dazu beigetragen, die Harmonie zwischen Mensch und Natur – wenn es denn jemals eine solche Harmonie gegeben hat – zu stören.

So muss es auch die Aufgabe dieser Wissenschaftsdisziplinen sein, Wege zur Beseitigung dieser Störungsquellen aufzuweisen. Dies geschieht in vielfältiger Weise. Es würde vermutlich in den meisten Gebieten der Erde keinen Wald mehr geben, hätte der technische Fortschritt nicht dazu geführt, Holz als wichtigstes Baumaterial durch Metalle, Beton und Kunststoffe, Holz als alleinige Wärme- und bedeutsame Energiequelle durch Kohle, Öl, Gas und Kernenergie zu ersetzen, Wo derartige Technologien und alternative Energiequellen fehlen, schreitet die Waldvernichtung noch immer ungehemmt fort mit den sattsam bekannten Folgen für Lebensqualität, Natur und Klima.

Allerdings ist es unzweifelhaft, dass neben manchem primär wirtschaftlich motivierten Fehlverhalten manche dieser Eingriffe in die Natur unmittelbare Folge des wachsenden Bevölkerungsdrucks auf unserer Erde sind. Die Breitstellung von Siedlungsraum, Nahrung, Kleidung und Energie für immer mehr Menschen tritt dann in Konkurrenz zu den ethischen Prinzipien der Umwelterhaltung. Solange unter ethisch-religiösen Aspekten artifizielle Methoden der Empfängnisverhütung abgelehnt werden und der Schutz des ungeborenen Lebens ein höchster Stellenwert beigemessen wird, solange wird man mit dem Dilemma leben müssen, dass man die Ursachen vieler Fehlentwicklungen zwar erkennt, deren Folgen aber nicht hinreichend ausweichen kann. Man kann mit Jonas nur hoffen, dass es mit der Menschheit nicht zu einer Rettungsboot-Situation kommt, wo immer mehr Menschen aus dem Wasser in das rettende Boot streben, die, würden sie alle aufgenommen, das Boot zum Sinken bringen. Wenn sich überhaupt bei anhaltender Bevölkerungszunahme ein neues Gleichgewicht zwischen den Ansprüchen der Menschen an die Natur und deren Regenerationsvermögen ausbilden soll, so ist dies nur durch strikte Anwendung technischer Erkenntnisse möglich und durch nichts sonst. Hierfür Einsichten zu wecken kann jedoch nicht nur Ingenieuren wie Herrn Syrbe überlassen bleiben. Die heute so weit verbreitete und geradezu moderne Beschworung von Ängsten und die Förderung von Technikfeindlichkeit werden jedenfalls bei der Problemlösung nicht hilfreich sein.

Die Sicherung der Lebensgrundlagen wird in hohem Maße durch die Technik bestimmt. So kann man diesen Bemühungen eine ethische Komponente nicht absprechen. Ob diese Feststellung auch auf Entwicklung und Bau solcher technischer Einrichtungen übertragen werden darf, die auf Lebenszerstörung abzielen, muss selbst dann in Zweifel gezogen werden, wenn als Auftraggeber für solche Einrichtungen die politischen Institutionen des Staates verantwortlich zeichnen. Auch hier haben wir es mit konkurrierenden Werten zu tun. Sowohl der Sicherung des Lebens wie der Sicherung der Freiheit einer Gesellschaft werden höchste ethische Attribute zugesprochen. Damit obliegt es der Gewissensentscheidung des Einzelnen, welchem dieser konkurrierenden Wertesysteme er sich in höherem Maße verpflichtet fühlt. Eine für alle verbindliche und anerkannte Richtschnur ethischen Handelns und Verhaltens im Umfeld von Naturwissenschaft und Technik fehlt bis heute. Dieses Fehlen darf aber nicht dahingehend fehlinterpretiert werden, dass nur das Machen des Machbaren menschliches Wohlergehen optimiert.

Naturwissenschaft und Technik haben entscheidend dazu beigetragen, die Lebensverhältnisse der Menschen zumindest in den Industrieländern grundlegend zu verbessern. Vor 7 Generationen wurde den Arbeitern in den Manufakturen bis zu 16 Stunden und Kindern bis zu 12 Stunden tägliche Arbeitszeit abverlangt. Im Verein mit schwerster Muskelarbeit, unzureichender Ernährung, mangelhaften hygienischen Verhältnissen und fehlender medizinischer Versorgung war die mittlere Lebenserwartung eher bescheiden. Durch den

Einsatz von Maschinen, durch Konzepte der Mechanisierung bis hin zur Automatisierung wurde Schwerarbeit zurückgedrängt, wuchs der Wohlstand rapide, wurde die Arbeitszeit verkürzt und bei uns ein Urlaubsanspruch von bis zu 6 Wochen eingeführt. Verbunden mit den Fortschritten der Medizin hat sich die Lebenserwartung in den Industrieländern in diesen 7 Generationen mehr als verdoppelt.

Dennoch ist ein Vertrauensverlust in die Wissenschaft, insbesondere die Naturwissenschaft und Technik zu beobachten. Dies mag daran liegen, dass in den zunehmend komplexer und größer werdenden technischen Einrichtungen die Wahrscheinlichkeit von unvorhergesehenen oder unvorhersehbaren Nebeneffekten wächst. Der Vertrauensverlust kann aber auch darin begründet sein, dass naturwissenschaftlich-technische Probleme vielfach hochkompliziert und von Laien schwer zu durchschauen und auch nicht mit einfachen Worten zu erklären sind. Damit bleibt den meisten Menschen vieles in unserer heutigen technisierten Welt hinter einem Schleier von Unverständnis oder Missverständnis verborgen. In unserer so genannten Informationsgesellschaft gehen Halbwissen und Meinung eine unauflösliche und kaum kontrollierbare gefährliche Allianz ein. Beobachtet man frustrierte Kunden, die sich an modernen Mensch-Maschine-Systemen wie z.B. den Fahrkartenautomaten der Bahn durch ein für sie vielfach unverständliches Menü quälen und dennoch keinen Erfolg erzielen, sieht man Hotelgäste, die bereits am Vormittag ihr reserviertes Zimmer aufsuchen wollen und lesen müssen, dass der Empfang erst ab 16.00 Uhr besetzt ist und sie ebenfalls gehalten sind, sich den Zugang über ein wenig einleuchtendes Computerprogramm zu verschaffen, so darf man sich nicht wundern, wenn viele Menschen eine zunehmende Abneigung der Technik gegenüber entwickeln. Ich sehe ethische Prinzipien verletzt, wenn Unternehmen einen nicht unerheblichen Anteil der von den Kunden zu bezahlenden Dienstleistungen diesen selbst aufbürden um damit ihren finanziellen Erfolg zu optimieren.

Aber ethische Prinzipien werden auch anderenorts in erheblichem Umfang verletzt. Das die Umwelt und die menschliche Gesundheit bedrohende „Altlastenproblem“ hat uns vor Augen geführt, dass selbst bei Einhaltung von ehemals gültigen Normen, Vorschriften und Gesetzen massive Schäden entstehen konnten, weil die Gefährlichkeit mancher Produktionsformen und deren Abfälle erst nach Jahrzehnten erkennbar wurde. Wenn von den auf der Erde jährlich anfallenden 340 Millionen Tonnen giftiger Abfälle ein erheblicher Teil überhaupt nicht entsorgt wird – siehe das Beispiel Neapel – oder man diese mit tödlichen Folgen für Menschen in Entwicklungsländer ablädt, so zeugt das nicht von einem sittlich geprägten Verantwortungsbewusstsein, das von den Verursachern in Sonntagsreden so gerne herausgestellt wird. Gesetzesmoral ist sicher eine wichtige aber doch wohl keine hinreichende Voraussetzung für ethisch geprägtes Verhalten im technischen Umfeld. Der Theologe Gründel und der Philosoph Jonas fordern einen Paradigmenwechsel in Richtung auf eine präventive Ethik, eine Ethik, die auf Vergangenheit und Gegenwart aufbauend die Zukunft mit einbezieht. Den Blick im technischen Handeln auch auf die Zukunft zu richten heißt aber nichts anderes, als mit besonderer Gründlichkeit darüber nachzudenken, welche unbeabsichtigten späteren Nebenfolgen unser Tun haben kann. Wir dürfen nach den gemachten Erfahrungen nicht darauf vertrauen, dass die heute von uns vorgenommenen Eingriffe in die Natur durch deren Selbstheilungsprozess künftige Generationen vor Schäden bewahren.

Naturwissenschaftler und Ingenieure sind die entscheidenden Träger des technischen Fortschrittes, eines Fortschrittes, der uns ein längeres, leichteres und bequemer Leben beschert hat. Ihre Arbeit ist eingebunden in eine beinahe unübersehbare Zahl von Rechtsnormen, die zunehmend undurchschaubarer werden. Ihre Arbeit ist aber auch eingebunden in ein – wenn auch nicht scharf definiertes – ethisches Bezugssystem. Gerade aber weil dieses nicht scharf definiert ist, müssen wir die Konsequenzen unseres Handelns für Mensch und Natur immer wieder kritisch hinterfragen und uns den Fragen nach Selbstbeschränkung im Erkenntnisgewinn und ethischer Disziplinierung stellen. Für alle von uns, die in wissenschaftlichen Einrichtungen tätig sind oder tätig waren mag es von großer Bedeutung sein zu wissen, was unsere Welt zusammen hält. Eine gleichermaßen bedeutsame Aufgabe ist es jedoch für jeden von uns, sie auch tatsächlich zusammen zu halten.

Unser verehrter Kollege Syrbe hat dazu einen Beitrag geleistet. Dafür gebührt ihm Dank und Anerkennung.

Literaturhinweise

Heckert, R., Schmidtke, H., H. Wegener: Reliabilität und Validität spektraler EEG-Parameter als Indikatoren der psychischen Beanspruchung. A. Hain Verlag, 1980 (Psychologia universalis 41)

Schmidtke, H.: Ergonomic Data for Equipment Design. Plenum Press, New York, 1984

Schmidtke, H.: Ergonomische Prüfung von Technischen Komponenten, Umweltfaktoren und Arbeitsaufgaben: Daten und Methoden. Hanser Verlag, München, 1989

Schmidtke, H., R. Bernotat: Ergonomie. 3. Auflage. Hanser Verlag, München, Wien, 1993

Schmidtke, H.: Vorgehensmodell Funktionsteilung Mensch-Maschine. BWB, Koblenz, 1998 (Ergonomische Studien)

Schmidtke, H., P. Schulze: Systembewertung unter dynamischen Aspekten. BWB, Koblenz, 1999

2.2 Anthropotechnik - Konzepte und Perspektiven

Karl-Friedrich Kraiss, Aachen

Ziel dieses Beitrages ist es, die Entwicklung der Anthropotechnik über etwa vier Jahrzehnte insbesondere in Deutschland nachzuzeichnen und Ideen für deren zukünftigen Entwicklungsweg aufzuzeigen.

Die Anthropotechnik entwickelte sich seit 1967 in Deutschland aus drei Keimzellen. Diese Brutstätten des neuen Forschungsgebiets waren

- das Forschungsinstitut für Anthropotechnik der Forschungsgesellschaft für angewandte Naturwissenschaften (FGAN) in Werthoven bei Bonn,
- die Gruppe Anthropotechnik der DFVLR, Braunschweig,
- die Abteilung Anthropotechnik des IITB, Karlsruhe.

Begleitend gab es damals schon eine Arbeitsgruppe Anthropotechnik der DGLR. Die Wissenschaftler dieser Keimzellen waren damals nicht sehr zahlreich, insgesamt vielleicht 20. Da diese Teams überwiegend grundfinanziert waren, betrieben sie einen edlen und freundschaftlichen Wettstreit. Der damalige fachliche Wettbewerb hat zu vielen Freundschaften geführt, die heute noch halten. Heute sind härtere Manschetten üblich, da jeder sein Geld selbst akquirieren muss.

Beim Nachdenken darüber, wann und wo ich Sie, lieber Herr Syrbe, das erste Mal kennen gelernt habe, ist mir sofort eingefallen, dass es während der INTERKAMA 1971 war. Herr Syrbe hatte damals als Vertreter der Arbeitsgemeinschaft INTERKAMA für den Kongress die sehr weitsichtige Themengruppe „Anthropotechnik in Leitständen“ vorgesehen (Abbildung 1). Als junger Wissenschaftler durfte ich damals vortragen.

◀ THEMENGRUPPE	
Anthropotechnik in Leitständen	
Anthropotechnik zur Verbesserung der Betriebsfähigkeit komplexer Mensch-Maschine-Systeme	M. Arp 171
Technische und anthropotechnische Probleme elektrischer Anzeigen	K. F. Krauß 182
Methoden zum Entwurf von Symbolen zur Darstellung von Prozessinformationen in Werten	C. Arsu 192
Kommunikation - Mensch - Trodatron	
Probleme und Lösungen für Dialog und Leitstandsplanung	J. Syrbe 198
Diskussionsbemerkungen	200

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Inhaltsverzeichnis des Kongress-Berichtsbandes zur INTERKAMA 1971, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1972.

Um die Entwicklung des Begriffes „Anthropotechnik“ seit der Anfangszeit aufzuzeigen, sei die Zitathäufigkeit bei Google betrachtet (Abbildung 2). Dieser Begriff hat sich im Gegensatz zu allen anderen, die mit Mensch und Maschine zu tun haben und hohe Zitatanzahlen aufweisen, schlecht durchgesetzt. Er ist sehr regional deutsch geblieben. Dies liegt vermutlich daran, dass ein Gutteil der Ingenieure mangels humanistischer Bildung gar nicht weiß, was „anthropos“ heißt.

Was das Arbeitsgebiet als solches betrifft ist aber festzustellen, dass neben „Ergonomie“ und „Arbeitswissenschaft“ alle Begriffe, welche die Interaktion zwischen Menschen und Maschinen betreffen sehr häufig verwendet werden, was von lebhaften Aktivitäten auf diesem Gebiet zeugt. Die Mensch-Maschine-Interaktion ist heute an den Hochschulen vor allem in vielen Informatik-Fakultäten aber auch in der Elektrotechnik und im Maschinenbau ein wichtiges und etabliertes Arbeitsgebiet.

Stand 2009	Google
Anthropotechnik	28 900
Mensch-Maschine Systeme	287 000
Arbeitswissenschaft	608 000
Ergonomie	6 110 000
Man Machine Interaction	399 000
Human Machine Interaction	473 000
Human Factors Engineering	1 190 000
Human Machine Systems	3 020 000
Man Machine Systems	3 050 000
Ergonomics	10 500 000

Abbildung 2: Zitathäufigkeit von Begriffen bei Google.

Häufig wird nicht realisiert, dass das Wachstum der Anthropotechnik zeitlich in etwa mit der Erfindung und Nutzung des Mikroprozessors zusammenfällt. Dessen Entwicklung wird bekanntlich durch das Moore'sche Gesetz beschrieben, das besagt, dass die Kapazität von Mikroschaltkreisen sich alle 18 Monate verdoppelt. Diese Gesetzmäßigkeit (Abbildung 3)

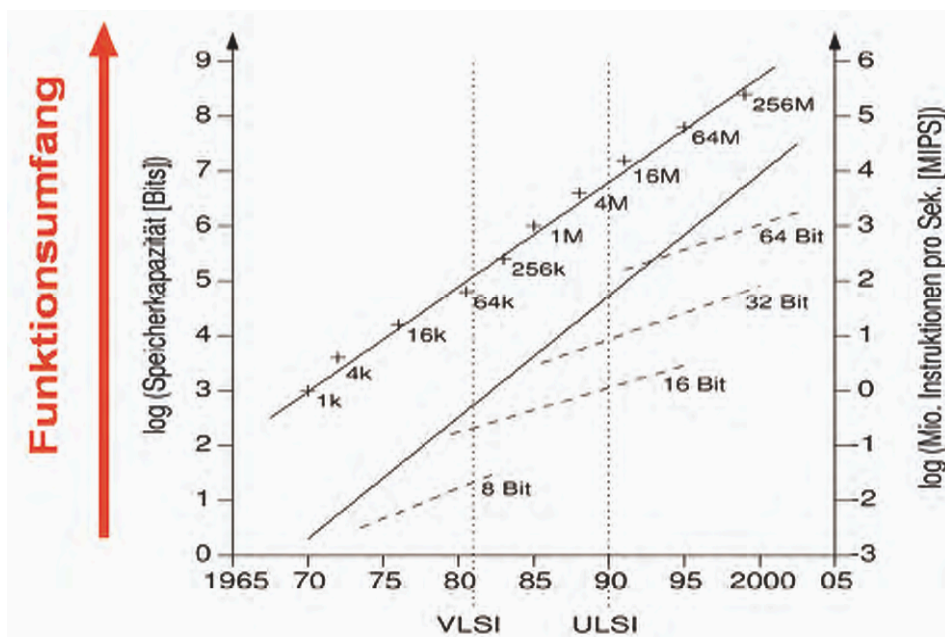


Abbildung 3: Die Entwicklung von Mikroschaltkreisen nach dem Moore'schen Gesetz und deren Bezug zur Entwicklung des möglichen Funktionsumfangs von Geräten.

führte von 1965 bis heute zu einer Kapazitätzunahme der Mikrochips von etwa 10 Zehnerpotenzen, die sich selbstverständlich in einer erhöhten Systemfunktionalität widerspiegelt.



Abbildung 4: Titelbilder zur Benutzer-Katastrophe (ca. 1991).

Ich schätze, der Funktionsumfang der Geräte hat sich in dieser Zeitspanne vielleicht verzehn- bis ver Hundertfacht. Dies führte binnen kurzem zu einer Benutzungs-Katastrophe, der sogar „BusinessWeek“ und „Der Spiegel“ ein Titelblatt widmeten (Abbildung 4).

Man kam mit den angebotenen Geräten nicht mehr zurecht, nicht nur mit den Fahrkartenautomaten sondern generell mit Geräten, die Mikroprozessoren enthielten und deren Funktionsvielfalt extensiv nutzten. Dies betraf natürlich auch die Handhabung der damaligen kommandogesteuerten Rechner. Dieser Misstand drückte sich auch in zahlreichen Cartoons zu dieser Problematik aus. Abbildung 5 zeigt als Beispiel meinen Lieblingscartoon



Abbildung 5 : Cartoon zur Bedienerfreundlichkeit.

zur Benutzungsfreundlichkeit. Solche Cartoons sieht man heute nur noch sehr selten. Die Beherrschbarkeit der Geräte ist offenbar viel besser geworden. Woran liegt das?

Die Ursache für diese positive Veränderung liegt darin, dass in den letzten 40 Jahren ganz substantielle anthropotechnische Erfindungen gemacht worden sind, die eine leichte Nutzung der Geräte ermöglichen. In Abbildung 6 sind einige dieser Errungenschaften zur Entwicklung der Mikroprozessoren zeitlich in Beziehung gesetzt. Rückblickend ist festzustellen, dass die Erfindung der Computer-Maus im Jahre 1965 nicht, wie damals viele dachten, eine Spielerei war. Es war vielmehr die „enabling technique“ für die zwingend notwendige Ablösung der Kommandosprachen bei der Rechnerbedienung.

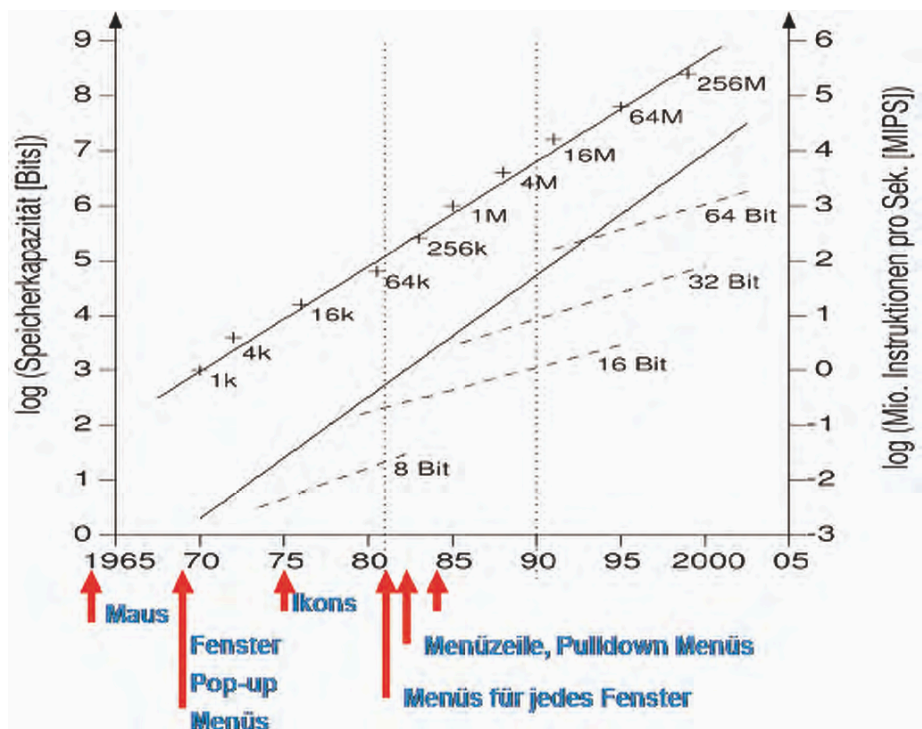


Abbildung 6: Anthropotechnische Erfindungen in Beziehung zur Entwicklung der Mikroprozessoren.

Die Schlüssel dafür, dass Geräte heute besser beherrschbar sind, sind vor allem die folgenden drei Schnittstellenkonzepte:

- WIMP-Interfaces (Windows, Icons, Menus und Pointers),
- WYSIWYG-Prinzip (what you see is what you get),
- direkte Manipulation (drag and drop, select and activate).

Aus heutiger Sicht erscheinen diese Lösungen naheliegend und fast selbstverständlich, aber es sind Schlüsseltechnologien. Wenn es diese Konzepte nicht gäbe, wären die heutigen Computer nicht beherrschbar. Es gibt bestimmt noch viele andere wichtige Errungenschaften, die man nennen könnte, aber die Genannten sind meines Erachtens die tragenden Pfeiler anthropotechnischer Entwicklung.

Nach vorn geschaut, soll nun kurz die Frage behandelt werden, mit welchen Dingen man sich künftig fruchtbar in der Forschung beschäftigen kann. Drei Arbeitsbereiche erscheinen mir hier herausragend wichtig:

- Multimodalität der Mensch-Maschine-Schnittstelle,
- Telepräsenz und Teleaktion und
- benutzeradaptive Bedienassistenten.

Diese drei Arbeitsfelder möchte ich im Weiteren kurz ausführen.

Multimodalität der Mensch-Maschine-Schnittstelle

Die Kommunikation zwischen Menschen ist inhärent multimodal. Sogar beim Telefonieren gestikuliert man und verzieht sein Gesicht, obwohl keiner zusieht. Eine wesentliche Eigenschaft zwischenmenschlicher Kommunikation ist eben Redundanz, die durch Multimodalität entsteht. Dies lässt sich auf die Mensch-Maschine Kommunikation übertragen und zwar sowohl beim Senden (Bedienen) als auch beim Empfangen (Anzeigen), wie Abbildung 7 schematisch für Ton, Sprache, Gestik und Mimik zeigt.

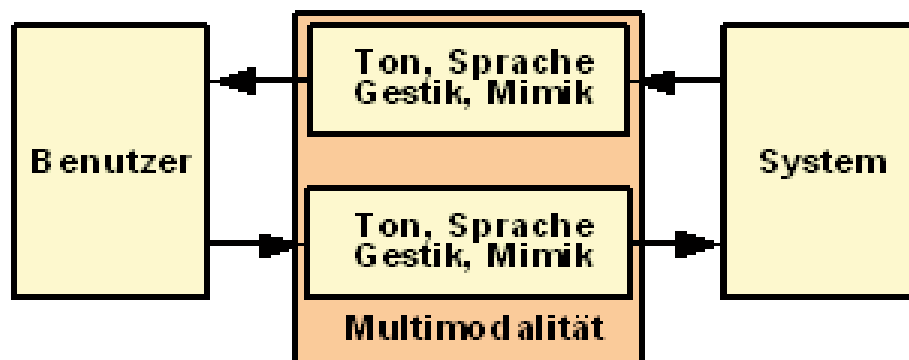


Abbildung 7: Multimodale Mensch-Maschine Kommunikation über Ton, Sprache, Gestik und Mimik.

Die für eine multimodale Kommunikation notwendigen Komponenten sind heute technisch ohne Weiteres realisierbar. Diese gilt auf der Anzeigenseite für computergrafisch erzeugte Avatare, die Sprechen, Gestikulieren und Grimassieren. Diese werden als genutzt, um Informationen intuitiv am Bildschirm zu übermitteln (Abbildung 8).

Auch die automatische Spracherkennung und die videobasierte Gestik- und Mimikerkennung sind technisch gelöste Aufgaben. Letztere kann mittels Bildverarbeitung auch unter variablen Umweltbedingungen in Echtzeit und mit großer Zuverlässigkeit ausgeführt werden. Die Abbildung 9 zeigt beispielsweise die Erfassung der Mimik bei einem Mitarbeiter, dessen durch grüne Konturen markierte Gesichtsmarkierungen für die Informationseingabe zur Verfügung stehen.



Abbildung 8: Beispiel für einen animierten Gesichts-Avatar (Microsoft Desktop Mate).

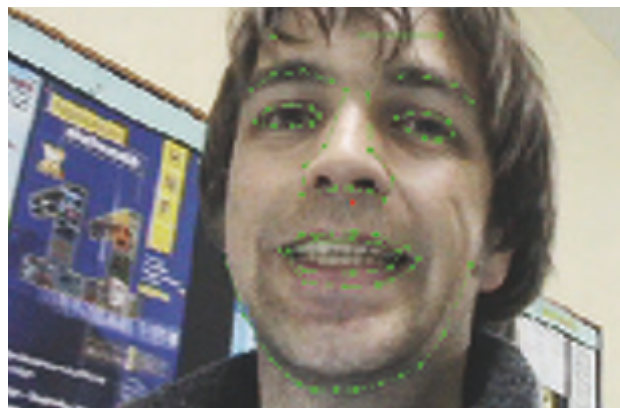


Abbildung 9: Beispiel einer videobasierten Mimikerfassung.

Dies erlaubt neue Formen der Interaktion, insbesondere auch Sondersteuerungen für motorisch Behinderte. Abbildung 10 zeigt als Beispiel einen mimikgesteuerten Rollstuhl für Querschnittsgelähmte, der völlig ohne Hand- oder Fußbewegungen allein mit Kopfbewegungen und Mimik gesteuert wird (Kopfnicken heißt „vorwärts“, Mundöffnen heißt „halt“ etc.).



Abbildung 10: Über Mimikerfassung gesteuerter Rollstuhl.



Apple bekommt iPhone-Patent (28.1.2008)
Unter anderem schützt es die Fingersteuerung des Touchscreens.

Abbildung 11: Apple iPhone mit Touchscreen als Schnittstelle.

Ebenso kommen Touchschnittstellen wieder in Mode und revolutionieren das Gerätedesign. Ein Beispiel ist das iPhone (Abbildung 11). Bemerkenswert ist, dass dieses Konzept seit dem letzten Jahr für Apple patentiert ist (was hierzulande undenkbar wäre).



Abbildung 12: Bildschirm mit Multi-Touch-Schnittstelle

Relativ neu sind Multi-Touch-Schnittstellen, die jetzt technisch verfügbar sind und bereits zu interessanten Designs geführt haben (Abbildung 12).



Abbildung 13: Multimodale Kommunikation mit Robotern

Wichtig ist die multimodale Kommunikation auch bei der Kooperation mit Robotern. Abbildung 13 zeigt hierzu den NASA-Robonaut, der sprach- und gestengesteuert mit Menschen kooperiert.



Abbildung 14: Beispiele multimodal kommunizierender Roboter (DFG-Sonderforschungsbereich 588 „Humanoide Roboter“).

In Deutschland gibt es in Karlsruhe den DFG-Sonderforschungsbereich 588 „Humanoide Roboter“, der bereits eindrucksvolle Arbeiten zu lernenden, kooperierenden multimodalen Robotern hervorgebracht hat (Abbildung 14).

Telepräsenz und Teleaktion

Im Falle von Telepräsenz und Teleaktion wird zwischen Mensch und Maschine - neben der üblichen Schnittstelle aus Anzeigen und Bedienelementen - eine weitere zwischengeschaltet, die die reale Arbeitswelt des Technischen Systems in eine virtuelle Arbeitswelt abbildet und damit den Nutzer von der realen Arbeitswelt entkoppelt (Abbildung 15). Dieser bewegt sich in der virtuellen Welt, in der die Arbeitsbedingungen leicht kontrolliert werden können.

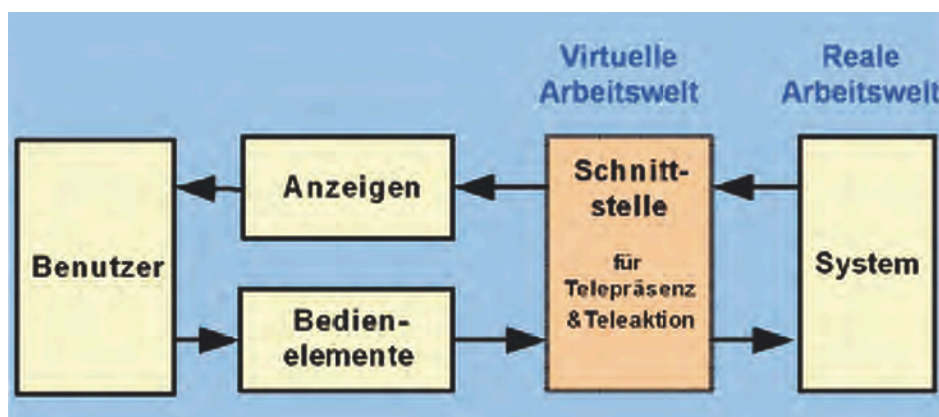


Abbildung 15: Systemübersicht zur Telepräsenz und Teleaktion.

Die „Virtuelle Realität“ ist heute bezüglich Optik und Akustik kein Problem mehr. Sehr schwierig ist aber noch die Realisierung haptischer Sinneseindrücke. Die Taktilität der Hautsinne, d.h. die Stimulation der taktilen und kinästhetischen Wahrnehmungsorgane für Lage, Bewegung, Vibration und Kräfte, muss elektromechanisch erzeugt werden. Dies ist extrem schwierig und aufwendig, weil die Sensoren so sensibel sind. Fingerkuppen können beispielsweise Vibrationen im Mikrometerbereich registrieren (Abbildung 16).

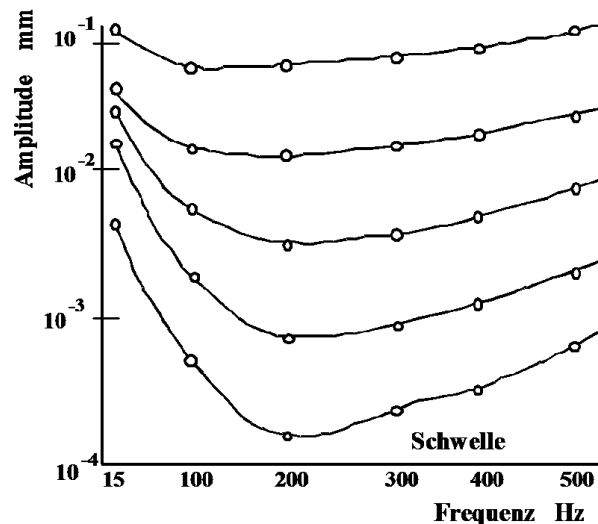


Abbildung 16: Sensibilität der Fingerkuppen.

Zu dieser Fragestellung gibt es in Deutschland eine wichtige Aktivität, nämlich den DFG Sonderforschungsbereich 453 „Wirklichkeitsnahe Telepräsenz und Teleaktion“ an der TU München. Die Kollegen dort zeigen, dass mit einem speziellen Handschuh im virtuellen Nahbereich ein entfernt angeordneter Manipulator steuerbar ist. Es bleibt aber noch viel zu tun ist, bis eine beliebige Arbeitswelt, ob nah oder fern, ob im Nano- oder Makrobereich, entkoppelt vom Benutzer betrieben werden kann.

Benutzeradaptive Bedienassistenten

Oben wurde schon auf die Benutzungs-Katastrophe hingewiesen, die durch zu viele Gerätefunktionen ausgelöst wurde. Auch heute kennen Benutzer etwa 70% der angebotenen Gerätefunktionen nicht. Wüsste man, was der jeweilige Benutzer will, kann und braucht, könnte man durch technische Maßnahmen die vorhandene Funktionalität auf den Bereich einschränken, der auch benötigt wird.

Um einen solchen intelligenten Bedienassistenten zu ermöglichen, benötigt das technische System Wissen über den Kontext, in dem ein System genutzt wird (Abbildung 17). Dieses Nutzungskontext-bezogene Wissen beschreibt den Systemstatus, die Situation und den Benutzerstatus. Während die beiden erstgenannten Wissensklassen mit einigem Aufwand im Prinzip erfassbar sind, gibt es bei Ermittlung des Benutzerstatus noch ungelöste Probleme, denn das Anbringen von Elektroden ist nicht akzeptabel.

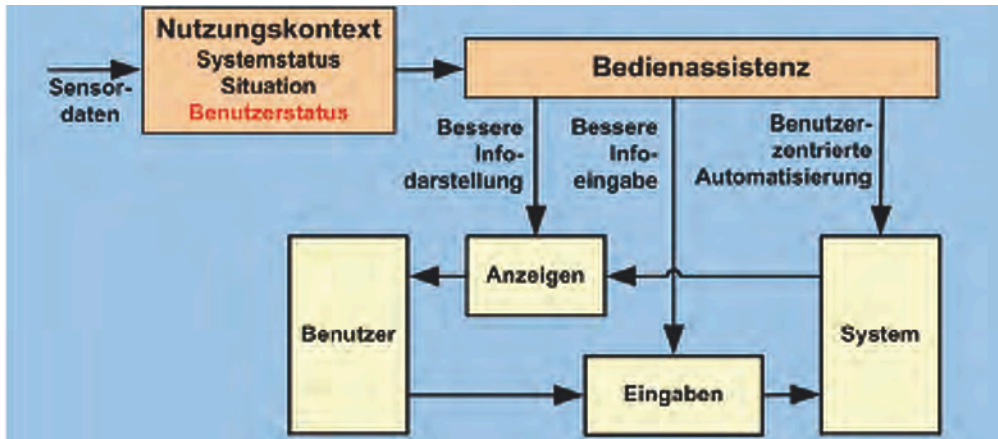


Abbildung 17: Systemübersicht benutzeradaptive Bedienassistentz.

Am weitesten sind Ansätze hierzu bei den Assistenzsystemen für Autos fortgeschritten. Die Lösung besteht in einer fortgeschrittenen Videobeobachtung des Fahrers. Diese wird heute an vielen Orten entwickelt, BMW, Bosch, Daimler und Toyota. Der japanische Hersteller liefert bereits ein Pre-Crash Safety System in Serie, das u.a. Blickrichtung und Ermüdung erfasst und danach u.a. den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einstellt.

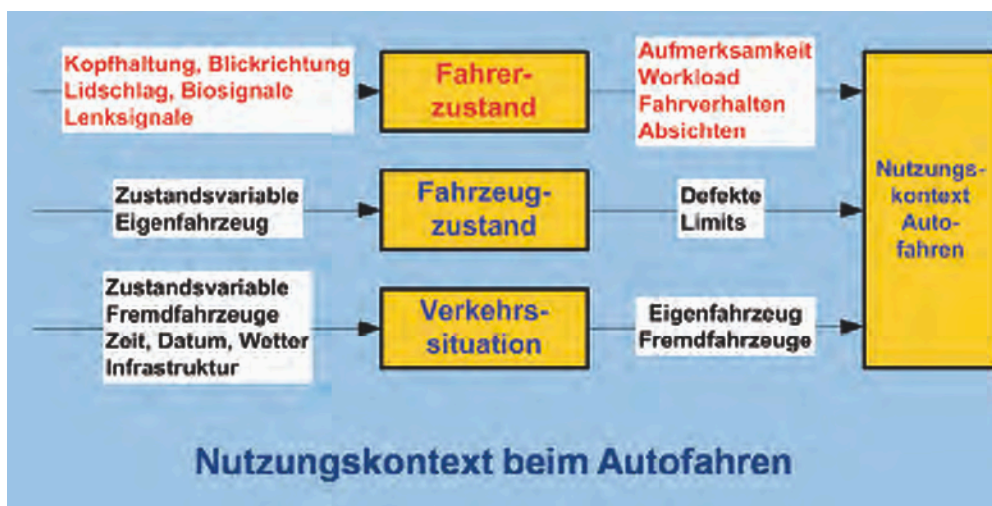


Abbildung 18: Ermittlung des Nutzungskontextes, insbesondere des Fahrerzustandes, beim Autofahren.

Ich komme zum Schluss und fasse zusammen:

Im nächsten Jahrzehnt wird die Entwicklung der Anthropotechnik m. E. ganz wesentlich von den drei Forschungsbereichen „Multimodalität der Mensch-Maschine-Schnittstelle“, „Telepräsenz und Teleaktivität“ sowie „benutzeradaptive Bedienassistentz“ bestimmt werden. Wenn diese Konzepte den Weg in die Anwendung finden, können sich daraus Schlüsseltechnologien entwickeln, die den eingangs genannten in ihrer Bedeutung nicht nachstehen.

Literaturhinweise

Akyol, S., U. Canzler, K. Bengler, W. Hahn: Gesture Control for Use in Automobiles. Proc. IAPR MVA 2000, Workshop on Machine Vision Applications, Tokyo, 2002, pp 349-352

Libuda, L., K-F. Kraiss: Dialogassistentz im Kraftfahrzeug. In M. Grandt (Hrsg.), „Entscheidungsunterstützung für die Fahrzeug- und Prozessführung“ DGLR-Bericht 2003-04, S. 255-270

Kraiss, K-F.: Advanced Man-Machine Interaction. Springer Verlag, Berlin, 2006

Zieren, J., K-F. Kraiss: Visual Hand Posture Recognition in Monocular Image Sequences. DAGM Symposium, LNCS Vol. 4174, pp. 566-575

Zieren, J., U. Canzler, B. Bauer, K-F. Kraiss: Recent Developments in Visual Sign Language Recognition von U. Agris. In “Universal Access in the Information Society” UAIS journal, Vol. 6, Issue 4, Springer Verlag, Berlin, 2008, pp. 323-362

Cancontrols (2009), <http://cancontrols.com/>

2.3 Leit- und Automatisierungstechnik für die Industrie

Klaus Wucherer, Erlangen

Sehr geehrter Herr Syrbe, ich möchte Ihnen sehr herzlich gratulieren zu Ihrem Ehrentag und zu der großartigen Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft unter Ihrer Leitung.

Ich möchte die Entwicklung der Leit- und Automatisierungstechnik und ihre Bedeutung für die Industrie einbinden und demonstrieren an der Entwicklung des Hauses Siemens. In Abbildung 1 habe ich die Zahl der Beschäftigten und einen normierten Umsatz auf einer logarithmischen Skala über der Zeit aufgetragen und mit den jeweiligen Innovationen markiert. Diese Entwicklung begann mit der wichtigen Erfindung und Markteinführung des Zeigertelegraphen, des Dynamos und der Elektrischen Eisenbahn und reicht auf diesem Bild bis zur Computertomographie, zum Home Entertainment und zur elektronischen Keilbremse.

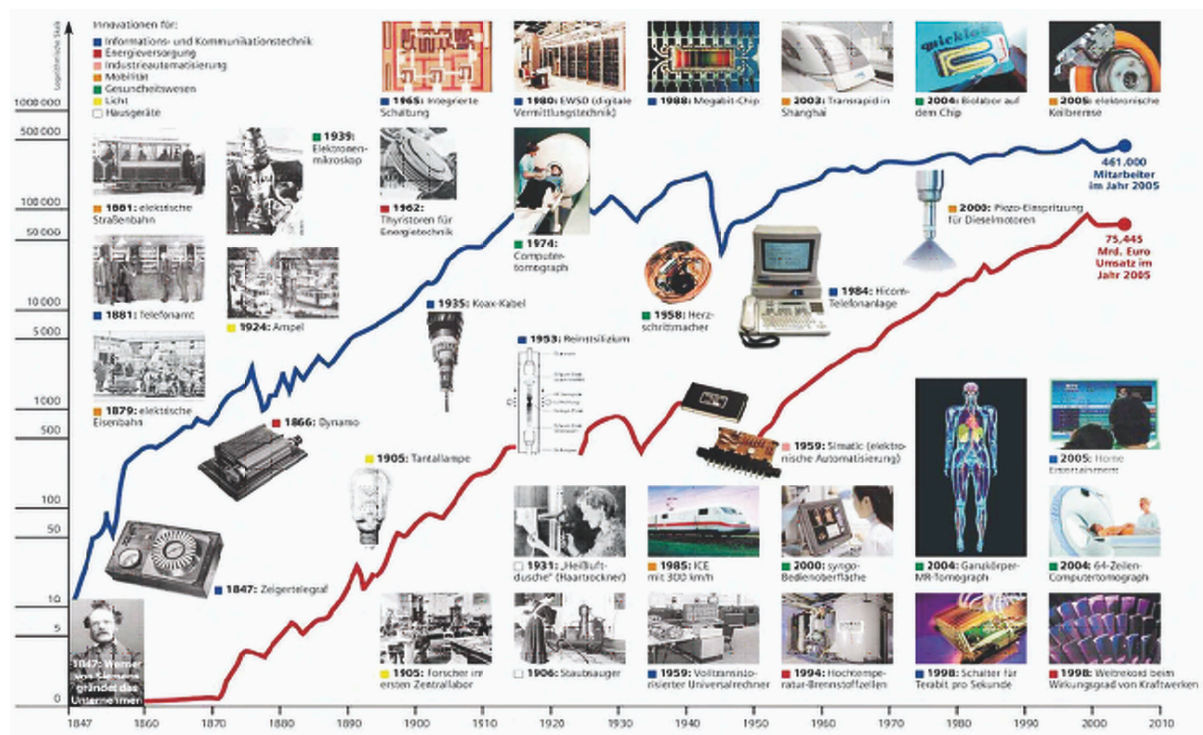


Abbildung 1: Innovationen von Siemens haben die Welt verändert (Einheiten rechts am Kurvenende).

Die Innovationen waren und sind das Geheimnis des Erfolgs. Innovationen müssen im Normalfalle weltweit wirken, sich auf Leitmärkten bewähren. Hierzu Abbildung 2. Die Leitmärkte, Europa auch USA bzw. Asien auch Russland und Südamerika, sind in Marktsegmente M1 bis M4 eingeteilt, die im Einzelnen hier nicht erläutert werden. Wir sind in Europa in der Lage technologisch beste Systeme auf unseren Feldern als Technologieführer zu liefern.

Dagegen kann man in Asien nur mit Systemen erfolgreich sein, die kostengünstige Produkte kostengünstig herstellen. Der Kunde zahlt nur für die Technologie, die er braucht. Dabei sind die Qualitätsansprüche in beiden Märkten hoch. Wenn man also Weltmarktführer sein will, muss man sowohl die Hochtechnologie für Europa/USA beherrschen als auch

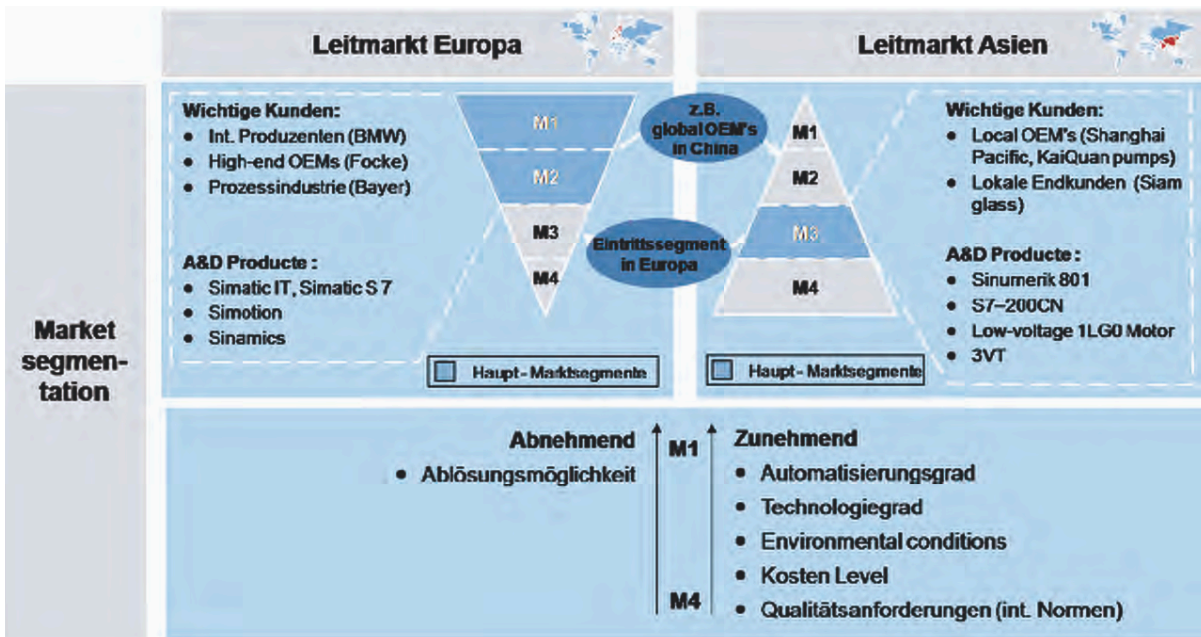


Abbildung 2: In den Leitmärkten Europa und Asien sind die Haupt-Marktsegmente unterschiedlich.

die Technologie für kostengünstige Massenprodukte für Asien. Man muss Mitstreiter in der Industrie Asiens sein. Nur wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, ist man auf dem richtigen Wege.

Weiter muss man zukunftsorientiert planen. Hierzu Abbildung 3. Es ist zwar naheliegend das heutige Produkt, sei es ein Auto, eine Werkzeugmaschine, ein Automatisierungssystem, weiter zu optimieren, sozusagen die „goldene Stoßstange“ zu erfinden.

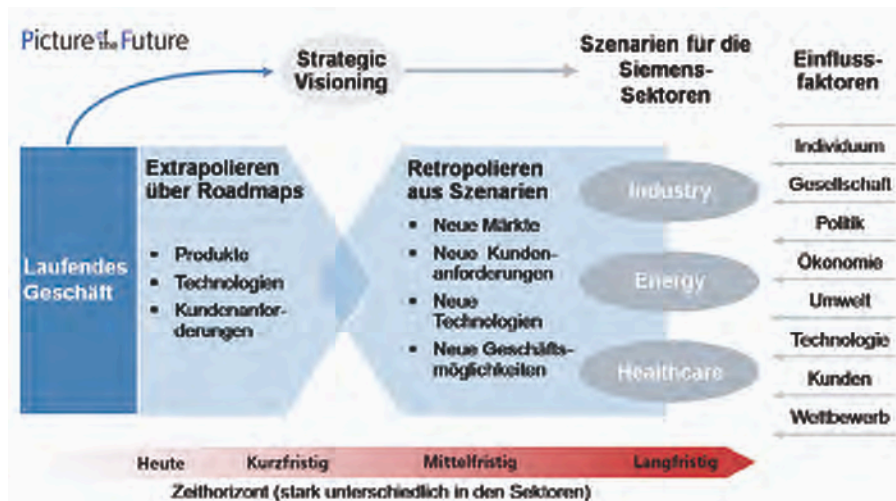


Abbildung 3: Strategische Innovationsplanung für alle Bereiche.

Dies ist Teil der Aufgaben einer Entwicklungsabteilung. Aber man muss darüber hinaus arbeiten, um seine Zukunft abzusichern. Je nach Innovationszyklus muss man sich 5, 10, 15, 20 Jahre in die Zukunft begeben und fragen, welche technischen Entwicklungen, d.h. hierzu ermittelte Roadmaps, stoßen voraussichtlich auf welche Einflussfaktoren mit den sich daraus ergebenden Szenarien. Beispielsweise sind heute Mikrotechnologien Basis von

Anwendungen, morgen werden es Nanotechnologien sein oder bezüglich Einflussfaktoren steigt in Europa der Altersdurchschnitt in Asien fällt dieser mit Rückwirkungen auf die Medizintechnik, die Gesellschaft ist weniger oder ganz besonders technikbegeistert, die Umweltpolitik ist vor- oder nachrangig. Hierbei darf man sich nicht nur auf die eigene Forschung und Entwicklung verlassen sondern man muss mit den besten Universitäten und Forschungseinrichtungen weltweit zusammenarbeiten.

Eine solche Planung muss jährlich nachjustiert werden und auch auf völlig Neues gefasst sein. Sowohl Erfindungen können zu letzterem führen als auch Änderungen der Einflussfaktoren.



Abbildung 4: Komponenten der Automatisierungstechnik.

Damit komme ich zur Automatisierungstechnik selbst. Maschinensteuerungen waren ihr Ursprung. Mit der Einführung integrierter elektronischer Bauelemente insbesondere von Mikroprozessoren entwickelten sich 6 Komponenten der Automatisierungstechnik, in Abbildung 4 beschrieben von oben links nach unten rechts:

1. Numerischen Steuerungen für die Bewegung von Werkzeugmaschinen und Robotern im Raum;
2. Binäre Steuerungen gestützt auf die Boolesche Algebra, die mittels elektronischer Speicher unter Verwendung einer Programmiersprache programmierbar werden und eine individuelle Verdrahtung ersetzen;
3. Motoren und Antriebe bilden die „Muskeln“ der Automatisierungssysteme;
4. Mehrgrößen-Antriebsregelungen für Produktionsmaschinen, wie Walzwerksantriebe oder Verdichter ggf. mit Frequenzumrichtern, aber auch für Haushaltgeräte z.B. Waschmaschinen;
5. Prozessleitsysteme fassen als Schnittstelle zum überwachenden und bedienenden Menschen Zustandsanzeigen und Bedienmöglichkeiten zusammen und integrieren die Komponenten;
6. Sensoren, die die Basis zum Steuern, Regeln, Überwachen und Bedienen bilden.

Mit diesen Komponenten und Systemen wurden weltweit 2007 Umsätze erzielt, die in Abbildung 5 Anwender bezogen auf Amerika, Europa und Asien verteilt dargestellt sind. Die Herstellerverteilung ist anders und im Fluss. Es sind Milliarden-Märkte, für die es sich lohnt zu arbeiten.

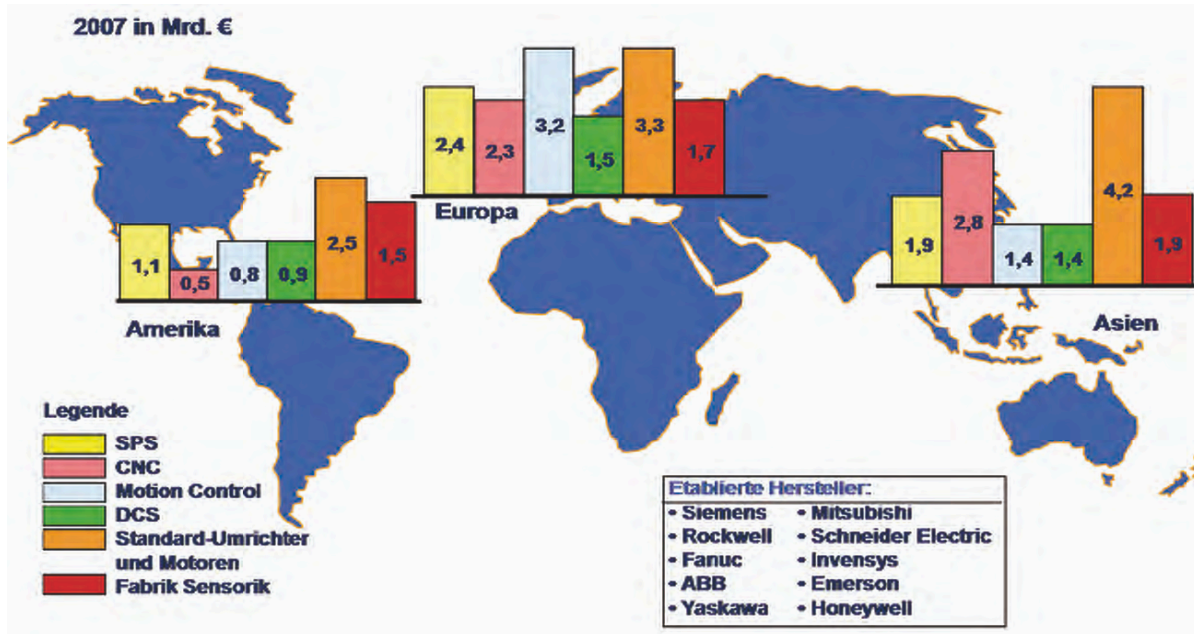


Abbildung 5: Weltmarkt Automatisierungs- und Antriebsprodukte.



Abbildung 6: Beginn der elektronischen Automatisierungssysteme bei Siemens.

Speicherprogrammierbare Steuerungen und computergesteuerte Werkzeugmaschinen hatten ihren Ursprung in USA. Durch Anstrengungen vor allem in Deutschland, verstärkt durch die DV-Förderprogramme des BMwF/BMFT ab 1967¹, wanderten Entwicklung und Produktion nach Europa (Abbildung 6) und Asien, in USA gibt es heute nur noch wenige Aktivitäten.

¹ Reuse, Bernd, Roland Vollmer (Hrsg.): Informatikforschung in Deutschland. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2008



Abbildung 7: Der Markt teilt sich auf in 4 Segmente mit unterschiedlichen Geschäftsarten.

Über die Antriebstechnik in Anwendungssystemen wird selten gesprochen, obgleich diese die Wettbewerbsfähigkeit wesentlich mitbestimmen. Der Markt kann je nach Fertigungstückzahlen und Zahl der erreichbaren Kunden in 4 Segmente/Ausprägungen des Geschäfts gesehen werden (Abbildung 7). Es prägen entweder einsetzfallspezifische, häufig benötigte

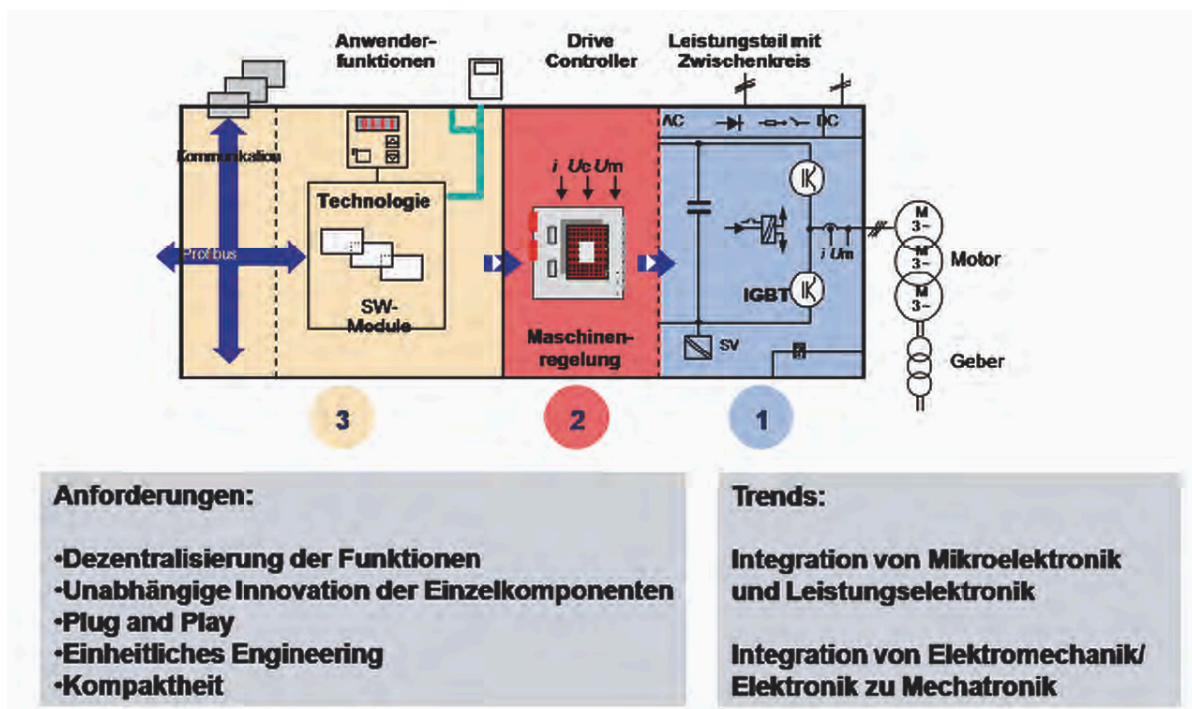


Abbildung 8: Systemplattform zur Automatisierung von Antriebsaufgaben.

Systemlösungen (z.B. für Werkzeugmaschinen) das Marktsegment oder große Objekte (z.B. für Walzwerke) oder vielfältig benötigte Produkte (z.B. für Pumpen oder Haushaltgeräte) oder kundenspezifische Großserien. Hierbei werden heute neben über komplexe Zwischenkreisumrichter gespeisten Drehstrom-Motoren auch Frequenzumrichter für einfache Antriebsaufgaben eingesetzt (Abbildung 8). Auf jedes Segment muss die jeweilige Lieferanten-Prozesskette optimal ausgerichtet sein, wenn man auf Dauer Erfolg haben will.

Aggregate, die über Antriebe automatisiert werden, benötigen alle etwa die gleichen Regelungen wie Strom, Drehzahl, Lage, Weg bzw. deren Ableitungen oder Grenzen. In Verbindung mit eingeführten BUS-Techniken lassen sich einheitliche Systemplattformen mit ausreichenden Funktionalitäten auch für komplexe Anwendungen entwickeln. Diese erlauben auch eine Ausführung als „System on a Chip“, hergestellt als „anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis“ ASIC (Abbildung 9) z.B. in zwei Ausprägungen für Einfachantriebe und für komplexe Antriebe wie für Walzwerke und Werkzeugmaschinen, welche Fehlerfreiheit, Zuverlässigkeit und große Stückzahlen ermöglichen, z.B. 1 Million Stück pro Jahr, was sich lohnt. Sie profitieren auch von der allgemeinen Weiterentwicklung der Chip-Technik.

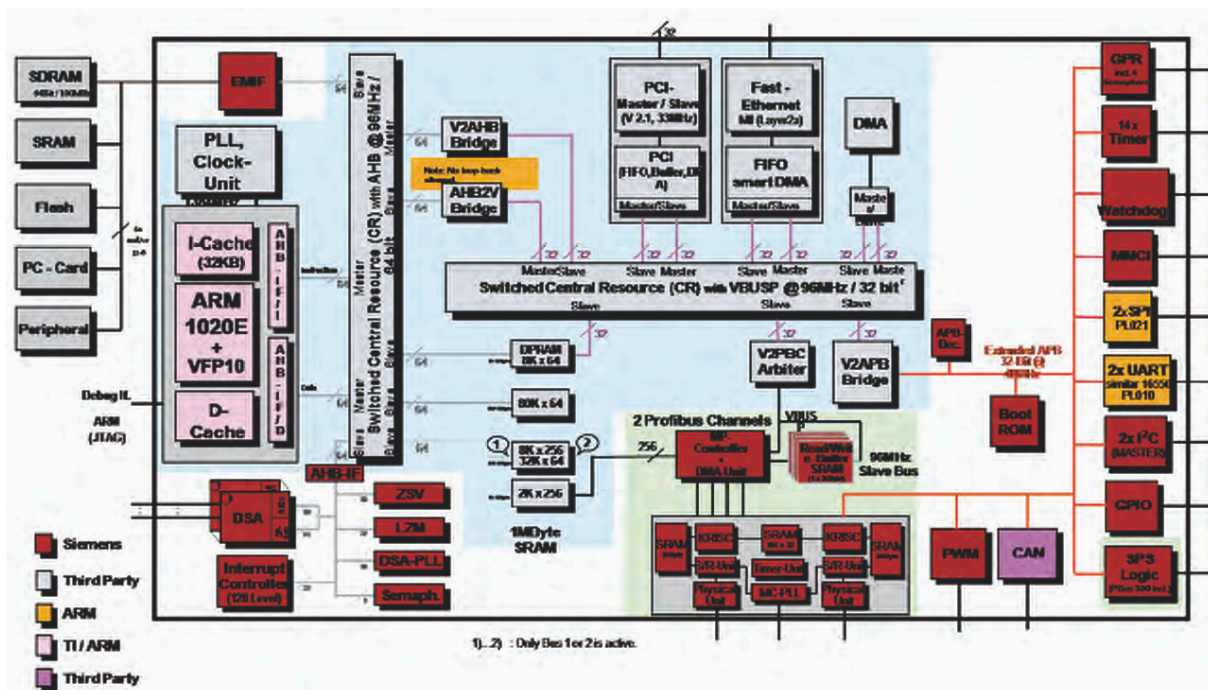


Abbildung 9: Integration einer Systemplattform mittels eines ASICS zu einem „System on a Chip“.

Die weitere Entwicklung ist von einer Gesamtbetrachtung der Fertigungswelt ausgegangen. Dies gilt sowohl für die diskrete Fertigung, wie in der Automobilindustrie, die ich im Fehlerfall anhalten muss, als auch für die kontinuierliche Verfahrenstechnik in der Chemie, wo im Fehlerfall der Betrieb aufrecht erhalten werden muss.

Beide Techniken kommen aber auch zusammen vor, z.B. bei der Bierbrauerei, weshalb ich die Gesamtbetrachtung an diesem Beispiel in Abbildung 10 zeige. Der gesamte Produktionsprozess ist in 4 gekoppelte Teile gegliedert, die diskret, kontinuierlich, diskret und wieder diskret sind.

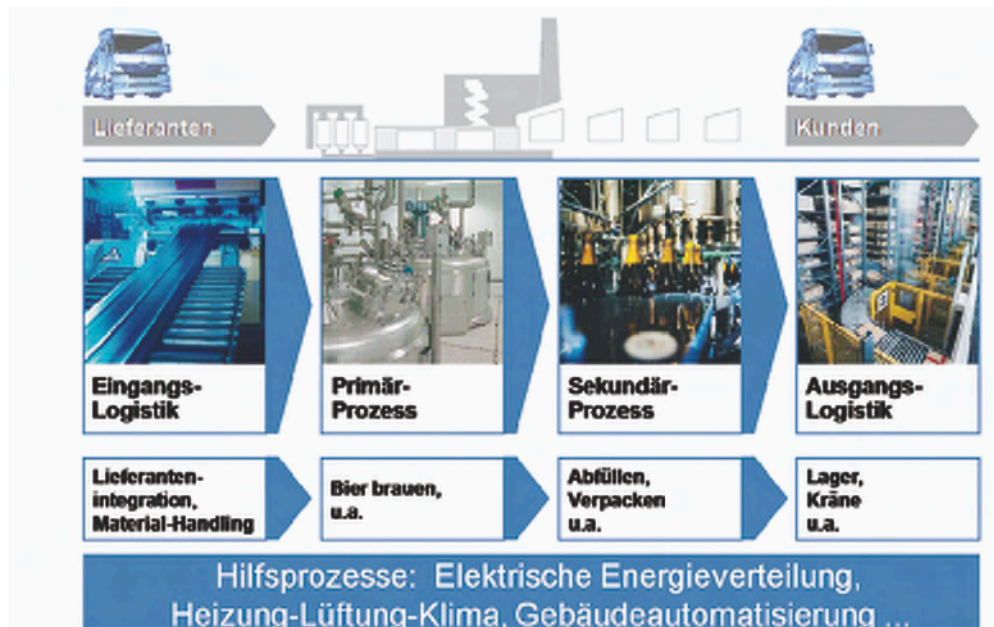


Abbildung 10: Die vier Teile eines als Ganzes behandelten Produktionsprozess.

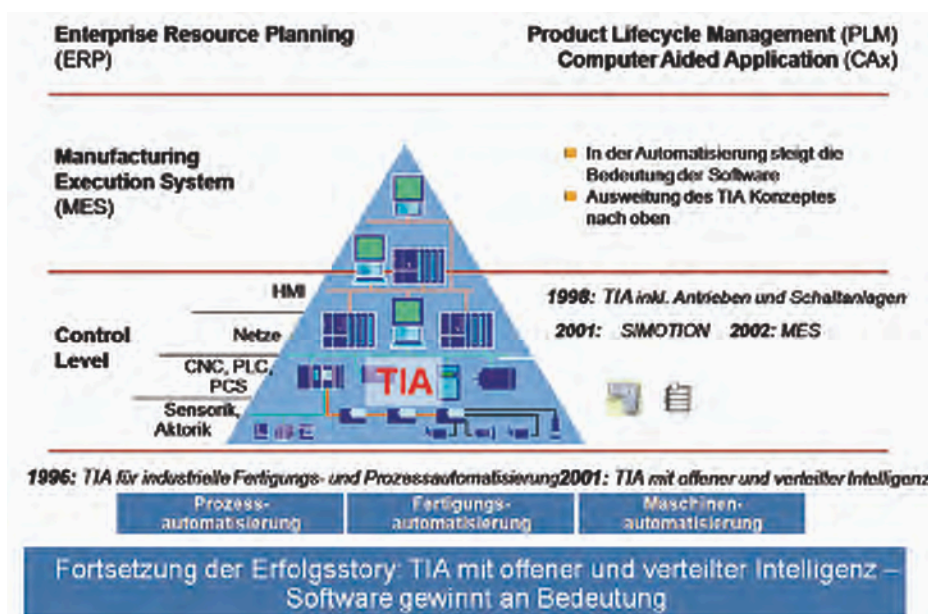


Abbildung 11: Totally Integrated Automation (TIA).

Diese Betrachtungsweise der Fertigungswelt legt nahe auch die Prozessautomatisierungswelt ganzheitlich zu behandeln, obgleich diskrete Prozesse mit speicherprogrammierbaren Steuerungen mit Kontaktplan oder Anweisungslisten oder Ähnlichem automatisiert werden und verfahrenstechnische Prozesse mit Hochsprachen für Regelungsalgorithmen. Daraus ein System zu machen, wurde noch 1996 als Unsinn abgetan. Eine totale

Integration der Automatisierungsfunktionen (Abbildung 11) bringt aber dem Kunden ein einheitliches Engineering und einen einheitlichen Service und dem Hersteller auch noch größere Stückzahlen. Beide haben Vorteile. Die Grundvoraussetzung war, dass alle Sensoren, Aktoren sowie Steuerungen und Regelungen an einer Busstruktur hängen und eine durchgängige Kommunikation ermöglichen. Im zweiten Schritt waren eine durchgängige Datenverarbeitung und ein gemeinsames Engineering zu entwickeln.

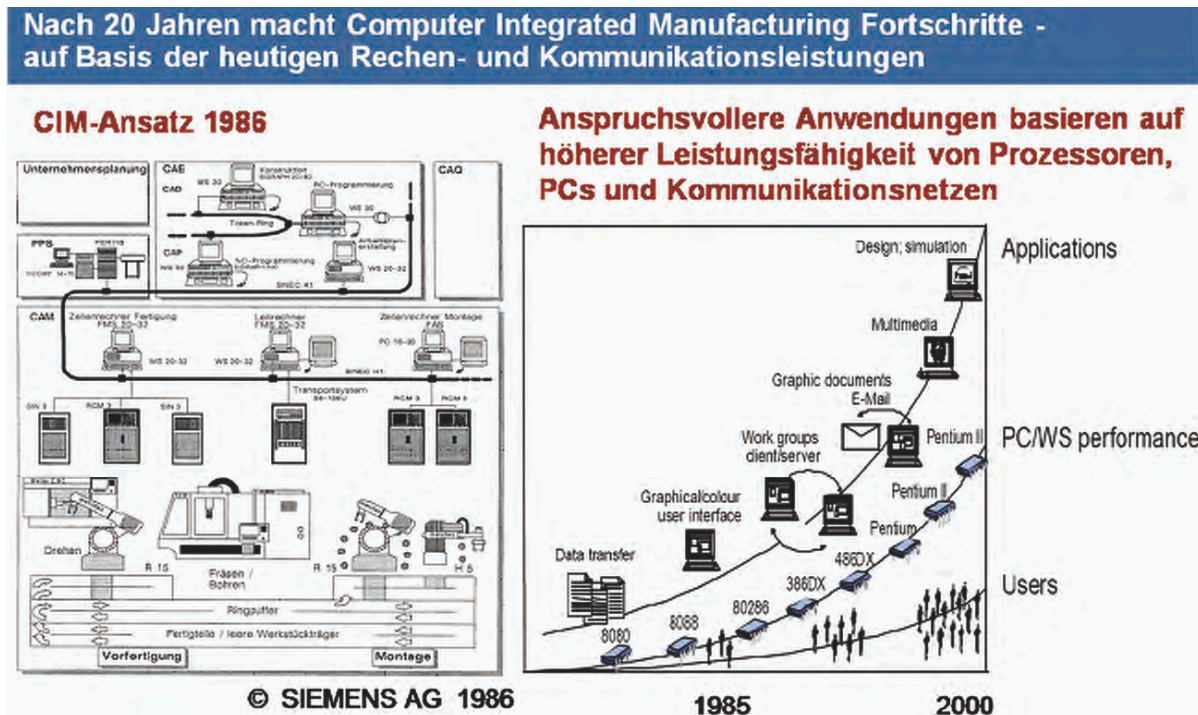


Abbildung 12: Computer Integrated Manufacturing (CIM), Wiederaufnahme der Vision aus den 80er Jahren.

Das ist eine hohe Anforderung, denn es wird ein verteiltes, echtes Rechnersystem geschaffen, das in Echtzeit vielfältig kommunizieren und Daten auch in Kleinsteinheiten ablegen muss, die nur wenige Euro kosten. Die Datensystematik muss einheitlich durchgängig sein trotz sehr unterschiedlicher Inhalte. Noch komplizierter und anspruchsvoller ist ein durchgängiges Engineering und ein durchgängiges Beobachten und Bedienen. Hier half eine Gliederung in Ebenen, welche immer wieder eine Zusammenfassung und Spezialisierung der großen Funktionenvielfalt ermöglichen. Diese Entwicklung ist von 1996 bis zum Anfang dieses Jahrtausends geschehen, überall gut gelungen aber noch verbesserungsfähig. Die Integration ist keine neue Idee. Bereits 1986 hieß diese Computer Integrated Manufacturing, CIM (Abbildung 12).

Man sah die Notwendigkeit, die Fertigungswelt mit der Welt der darüber liegenden Systeme zu verknüpfen. Das war wissenschaftlich richtig, aber es gelang nicht, die Prozessorleistungen waren zu gering. Man hatte einigen Kunden eine Verwirklichung versprochen und damit dummerweise falsche Erwartungen geweckt. CIM kam in Verruf. Heute, 20 Jahre später, bestehen ganz andere Möglichkeiten zur Realisierung. Also ran an die Aufgabe.



Abbildung 13: Engineering: Das Design für Mechanik und Automatisierung wird in den nächsten 10 Jahren konvergieren.

Wie sieht nun die Zukunft aus, was wird in den Nächsten 10 Jahren passieren? Es gibt zwei Ansätze: Zum einen Enterprise Resource Planning, da kann man auch SAP schreiben, ist ganz gut gelungen, zum anderen CAD und Product Lifecycle Management verbunden mit der automatisierten Fertigung. Für den zweiten Ansatz fehlt heute die Durchgängigkeit (Abbildung 13).

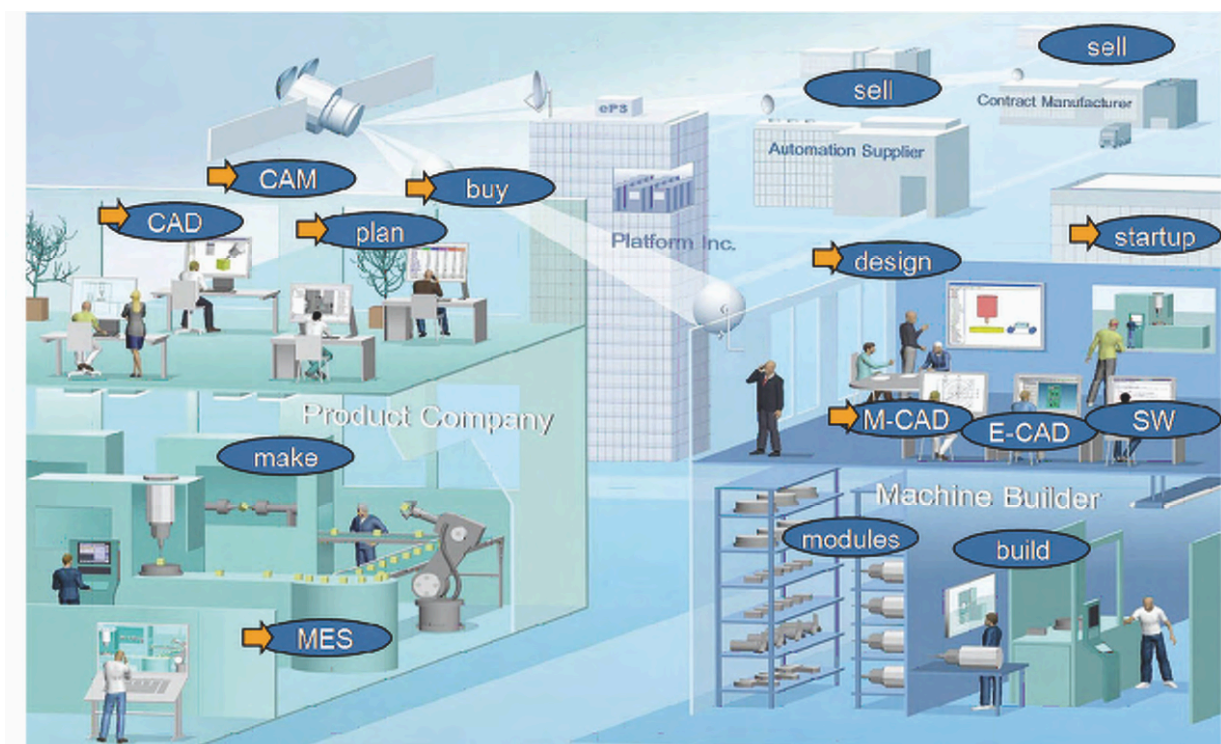


Abbildung 14: Vision Produktfertigung auf dem Sektor Werkzeugmaschinen mit der PLM-Prozesskette.



Abbildung 15: Simulations-Portfolio für Produkt- und Produktionsentwicklung.

Es sitzen Menschen dazwischen, das ist fehleranfällig und führt zu einem erheblichen Aufwand die Fehler zu beheben. Dieser Mangel ist nur mit einem mechatronischen Datenmodell zu beseitigen, das Konstruktionsdaten in die automatisierte Fertigungswelt überträgt und das standardisiert ist. Ein Team der IEC arbeitet daran. Es müssen aber die Asiaten, die Amerikaner und die Europäer mitmachen. Ein Zwischenschritt ist mittels eines Automation Designer möglich, der allerdings eine Art Post-Prozessor ist, immer noch fehleranfällig bei den Datenübertragungen von der CAM-Welt in die Automatisierungswelt und zurück. Ein einheitliches Datenmodell ist also unumgänglich. Der Zeithorizont ist 10 Jahre mit einer intensiven Arbeit der Wissenschaftseinrichtungen und der Industrie. Was kommt dabei heraus?

Die Idee ist, dass der Konstrukteur, der ein Bauteil entwirft, in die Lage versetzt wird, die für die vorgegebene Qualität notwendigen Fertigungsmittel unterstützt durch Simulation zu finden, für kleine oder große Stückzahlen, und die dafür günstigsten Fertigungsstätten, möglichst weltweit (Abbildung 14). Für all das, aufbauend auf einer fertigungsgerechten Konstruktion mit vorhersagbaren (simulierten) Eigenschaften, sind durchgängige, passende, standardisierte Datenmodelle unausweichlich. Außerdem gewinnt die simulationsunterstützte Produkt- und Produktionsentwicklung eine sehr große Bedeutung, für die immer genauere Werkzeuge entwickelt wurden und werden (Abbildung 15).

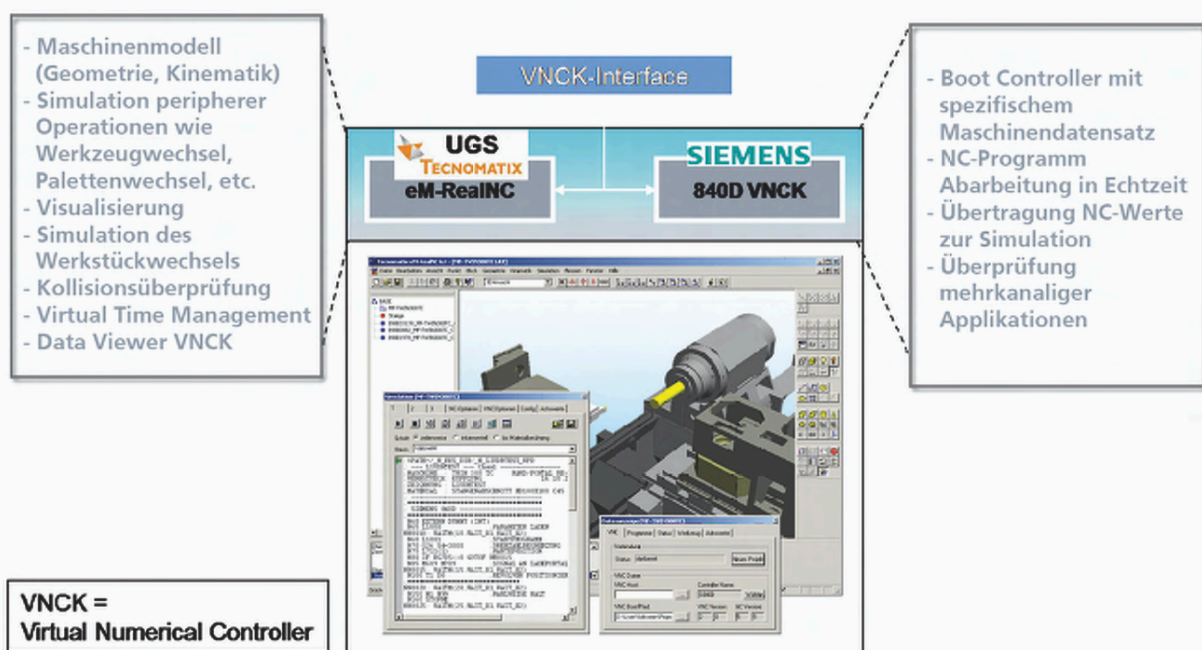


Abbildung 16: Fertigungssimulation in Verbindung mit dem Virtual Numerical Controller 840D VNCK.

Diese müssen bei der Ideenfindung beginnen und können sich auf die Megabytes fantastischer Software für Spiele abstützen. Die nächsten Simulationsschritte sind vom mechatronischen Denken der Maschinenbauer, Elektroingenieure und Informatiker gemeinsam bestimmt: Gibt es Schwachstellen, wird die Maschine stabiler durch Material oder geeignet geregelte Antriebe, wie wirkt sich eine Alternative auf Qualität und Kosten aus? Der letzte Schritt ist eine virtuelle, d.h. simulierte Produktion: Wird Erzeugnis und Herstellung das erwartete Ergebnis bringen? Das alles ohne dass ein realer Span gefallen ist! (Abbildung 16)



Abbildung 17: Zukünftige Wartung und Instandhaltung mit einer Internet basierten Plattform.

Meine Damen und Herren, das ist keine Fantasie. Wie auf der letzten Messe gemeinsam mit einem schwäbischen Unternehmen gezeigt, lässt sich auf einem PC eine Fertigung auf einer Werkzeugmaschine heute schon simulieren und danach in die reale Fertigung gehen, ohne böse Überraschungen zu erleben.

Also nicht in 10 Jahren, die Werkzeugmaschinen-Lieferanten sind immer ein bisschen schneller. Ergänzt werden wird das ganze durch Internet basierte Dienste gestützt auf eine möglichst ebenfalls standardisierte Plattform mit Zielen, wie in Abbildung 17 dargestellt.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, damit hoffe ich Ihnen einen Überblick gegeben zu haben:

1. Was ist zu tun, wenn man Weltmarktführer sein will.
2. Welche Systeme haben wir heute.
3. Wie wird die zukünftige Entwicklung verlaufen.

Wenn es uns gelingt wie bisher die Entwicklungsschritte schneller zu tun als andere, dann werden wir die technologisch führende Position behalten und gut aus der Wirtschaftskrise herauskommen.

Ich habe da keine Angst.

3 Aktuelle Arbeiten des Fraunhofer IITB

3.1 Automatisierung – Informationstechnik und Mensch

Hartwig Steusloff

Die Überschrift meines Beitrages ist in zwei Teile gegliedert, die ich in der vorgegebenen Kürze behandeln muss. Zunächst möchte ich den Begriff Automatisierung noch einmal klären und dann Zuflucht zu zwei Modellen nehmen, anhand derer gezeigt werden soll, was wir in der Zeit von Herrn Syrbe und danach auf diesen Gebieten getan haben. Abbildung 1 zeigt den mechanischen Webstuhl, den Edmond Cartwright, ein irischer Geistlicher, erfunden hat. Diesen mechanischen Webstuhl hat er als „die wundervolle Ordnung der Maschinen“ bezeichnet.



Abbildung 1: Der mechanische Webstuhl von Cartwright als Automat.

Hier war ein Automat erfunden worden, und ein Automat ist zunächst einmal etwas, was dem Menschen Arbeit abnimmt; was seine begrenzte physische Leistungsfähigkeit überwindet, seine Ermüdbarkeit überwindet und insgesamt die Produktivität erhöht. Ein Automat verbessert auch die mangelnde Reproduzierbarkeit. In solch einem Automat ist das Wissen über die zielgerichtete Funktion in dem Sinne implementiert, dass der Automat genau das tut, wofür er und wie er gebaut wurde, und nichts anderes. Wenn der Automat dies nicht tut, kann er sich selbst nicht helfen – sondern er braucht den Menschen, um Abhilfe zu schaffen. Damit sind wir bei dem Thema Information und Mensch. Deshalb komme ich jetzt zur Automatisierung. Es geht dabei darum, das Wissen über zielgerichtete Funktionen zu kombinieren mit Wissen über Störungen der Ordnung und deren automatische Beseitigung. Der wesentliche Unterschied zwischen einem Automaten und der Automatisierung, wie wir sie heute kennen, ist der, dass die Automatisierung mehr weiß, als nur das, was als Funktion ablaufen soll. Sie weiß auch,

was passieren kann und hat Mittel, u.a. im Design, die dafür sorgen, dass diese Störung beseitigt wird. Abbildung 2 zeigt einen Zwischenschritt, den Watt'schen Fliehkraftregler, einen Drehzahlregler für eine Dampfmaschine. Er hält nur die Drehzahl konstant gegenüber Störungen von außen, wie Änderungen der Last oder Änderungen der Befuerung. Er wäre aber nicht in der Lage mit Problemen des Dampfkessels fertig zu werden. Er kann nur den Dampfstrom regulieren und damit die Drehzahl konstant halten und ist in dem Sinne kein Automatisierungssystem.

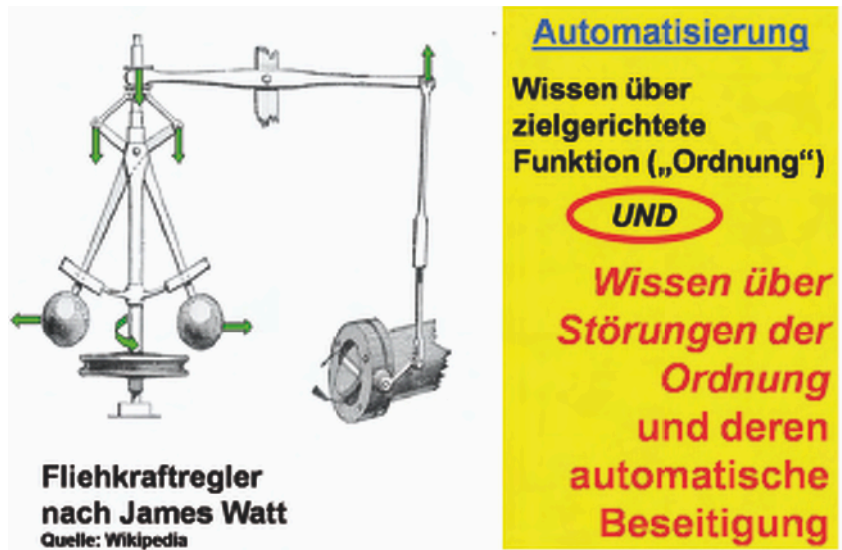


Abbildung 2: Watt'scher Fliehkraftregler als Zwischenschritt zur Automatisierung.

Damit komme ich zu den beiden Modellen, die ich ansprechen möchte: Zuerst das Strukturmodell der Mess-, Leit- und Automatisierungstechnik, das die GMA vor vielen Jahren aufgestellt hat und das aus meiner Sicht nach wie vor unverändert gültig ist.

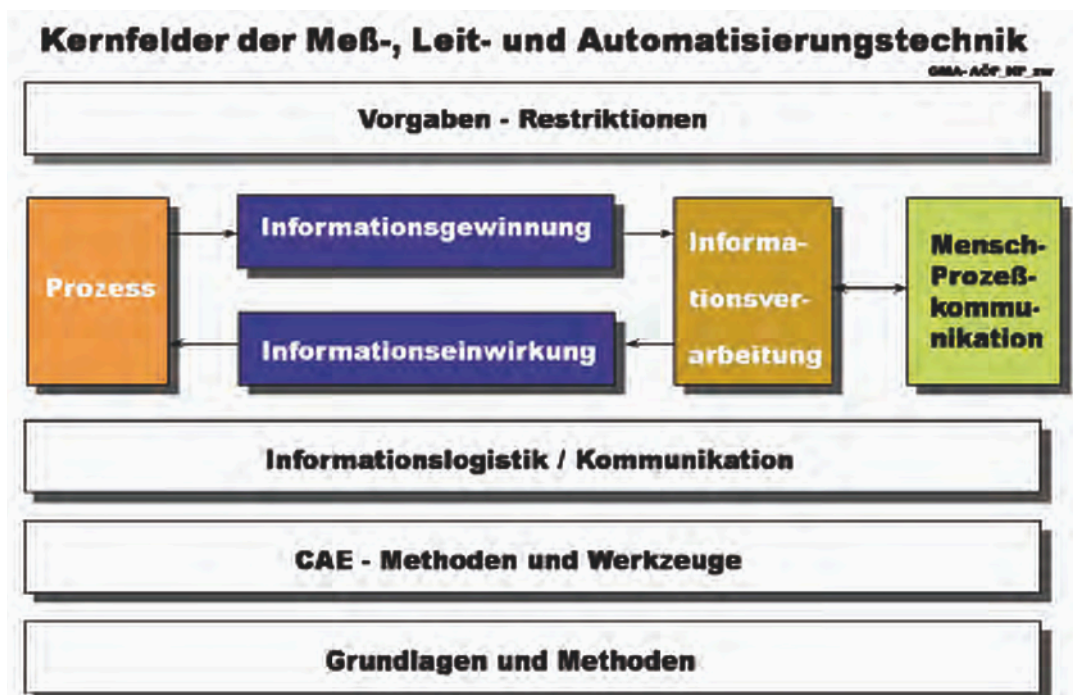


Abbildung 3: Das Strukturmodell der Mess-, Leit- und Automatisierungstechnik der GMA.

Auf der linken Seite der Abbildung 3 sind der Prozess und die Informationsgewinnung aus dem Prozess dargestellt. Dort steht ganz bewusst nicht „Messsignalgewinnung“, sondern „Informationsgewinnung“. Denn es gibt viel mehr Informationen aus dem Prozess, als wir messen können. Rechts ist die Informationsverarbeitung dargestellt, die mit diesen Informationen arbeitet, um den Prozess beeinflussen zu können. Deshalb kommt nach links in der Wirkungsrichtung die Informationseinwirkung. In der Regelungstechnik spricht man von Sensoren und Stellgeräten.

Letztendlich ist dies eine relativ hoch angesiedelte Abstraktion, die sich aber sehr bewährt hat, weil sie gestattet, andere Informationsgewinnung als durch Sensoren und andere Einwirkungen als durch Stellgeräte mit zu erfassen. Bis hierher hätten wir die ideale Automatisierung: Die Informationsverarbeitung kennt den Prozess vollständig, kennt alle möglichen Störungen und handelt entsprechend.

Dies ist in der Realität aber nicht so; deshalb brauchen wir den Menschen. Der Mensch ist auch heute und trotz aller hoch entwickelten Automatisierungstechnik die ultima ratio, wenn etwas nicht funktioniert. Die Automatisierungstechnik deckt nicht alles ab, weil sie nicht alles notwendige Wissen hat. Deshalb brauchen wir die Mensch-Prozess-Kommunikation, die auf der Basis einer Mensch-Maschine-Interaktion funktioniert. Die Interaktion ist eine Schnittstelle, die Kommunikation ist eine Funktion. Wir brauchen diese Funktion des Menschen in unseren Systemen, um mit Unvorhergesehenem fertig zu werden.

Hinzu kommen noch eine ganze Reihe anderer Dinge, unten in Abbildung 3 dargestellt, die ich hier im Detail nicht schildern will. Herr Wucherer hat sie bereits angesprochen. Wenn wir diese Struktur vollständig erfüllen, können wir das, was wir heute Automatisierungstechnik nennen, vollständig implementieren und beschreiben. Dies ist ein Strukturbild, das nicht darstellt, was in dem System, insbesondere in den rückgekoppelten Kernsystemen passiert. Dies leisten Regelkreisdarstellungen.

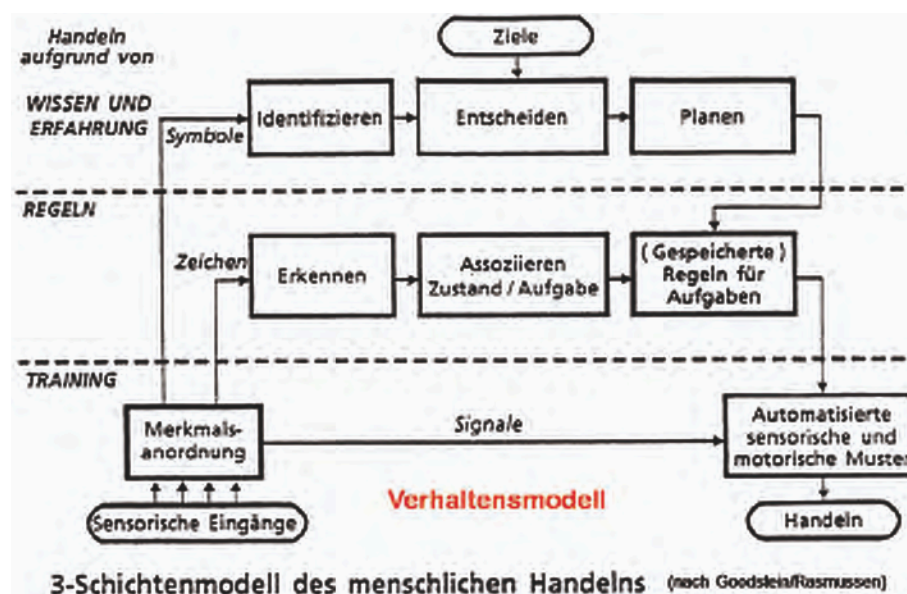


Abbildung 4: Das Verhaltensmodell menschlichen Handelns, hier als Modell zur Wissensgewinnung.

Die Basis des zweiten Modells zeigt Abbildung 4. Es beschreibt nicht nur menschliches Handeln an der Mensch-Maschine-Schnittstelle sondern auch den Weg zur Wissensgewinnung über

den jeweiligen Prozess. Wir gehen zunächst davon aus, dass wir aus dem Prozess Daten erhalten. Daten sind Bit-Haufen, zunächst ohne Bedeutung. Über einen Kanal (Sensorische Eingänge) werden große Mengen von Bits in das System „hinein geschaufelt“.

Diese Daten müssen wir zunächst in Information umformen (Abbildung 5). Hierzu brauchen wir Kontexte, innerhalb derer wir die Daten interpretieren können. Mit dieser Information können wir dann weiterarbeiten, indem wir Wissen herstellen. Wissen entsteht aus Information durch Klassifikation, durch Ordnungssysteme. In der oberen Ebene des Modells nach Abbildung 4 ist alles Wissen abgelegt, das unter Nutzung der Daten und der Information zur Aktion führen kann. Dazwischen gibt es noch eine Stufe (Entscheiden), die ich gerne Kompetenz nenne (siehe Abbildung 5). Entscheidend ist, dass wir für die Entwicklung der Kompetenz Ziele brauchen. Es genügt nicht, Wissen zu haben, wir müssen auch wissen, wofür wir das Wissen einsetzen wollen. Kompetenz in dieser Definition heißt: Wissen plus Ziele plus Erfahrung ist Kompetenz. Ein Kollege aus England nannte dies „wisdom“. Mit dem Begriff „Weisheit“ habe ich in diesem Kontext Erklärungsschwierigkeiten; daher habe ich mich auf den Begriff der „Kompetenz“ zurückgezogen. Besteht an der Mensch-Maschine-Schnittstelle ein Anlass, das kann ein periodischer Anlass sein oder eine Störung, dann ist Aktion gefordert. Die ganze Kette muss durchlaufen werden, sie muss bewusst und implementiert sein. Ansonsten funktioniert Automatisierung nicht. Geschlossen wird der Kreis über die Systemumgebung, i.a. den Prozess (Maschine); die Aktion beeinflusst diesen. Dies merken wir über die Datenerfassung und damit ist der Kreis geschlossen. Es ist dabei Echtzeit in der Informationsverarbeitung nötig. Echtzeit bedeutet in der Übersetzung Rechtzeitigkeit. Nicht mehr und nicht weniger. Meinen Studenten sage ich immer: Bei der Steuererklärung bedeutet das „innerhalb eines Jahres“, bei der Motorregelung „2 Millisekunden“. Das ist alles Echtzeit. Die Aktion muss eben rechtzeitig fertig sein. Dies ist die Grundaufgabe eines Regelkreises bzw. der Automatisierungstechnik.

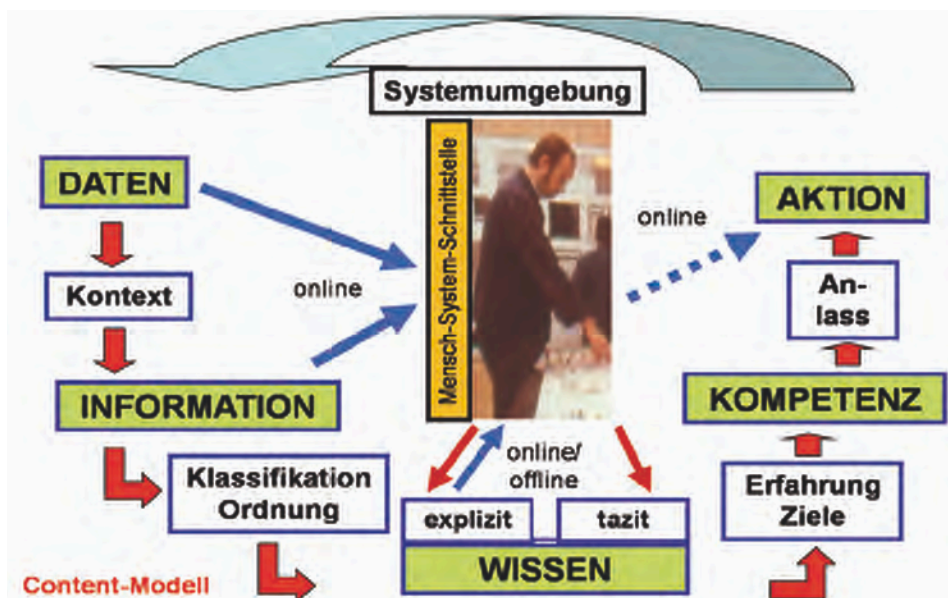


Abbildung 5: Von Abbildung 4 losgelöstes Wirkungsmodell, das Content-Modell.

Wenn das explizit in das System eingespeicherte Wissen nicht ausreicht, kommen wir zwangsläufig in die Situation, in der wir den Menschen zur Ergänzung dieses Wissens brauchen. Der Mensch muss zunächst explizites und besonders auch tacites Wissen in das System hinein geben. Das heißt, wenn das System feststellt, dass es mit einer Störung nicht fertig wird, muss es dieses Wissen über den Menschen von außen dazu bekommen. Explizites Wissen heißt Parameterveränderung und ähnliche Dinge. Tacites Wissen heißt „da ist mir doch noch in Erinnerung, da war irgendwas. Wenn ich diesen Knopf dreimal nach rechts drehe, wird es, glaube ich, wieder in Ordnung sein.“ Beides wird gebraucht. Im Idealfall genügt ein Eingriff, wie er hier dargestellt ist. Im schlimmsten Falle genügt dies nicht. Dann wird der Mensch sich über Daten und Informationen und explizites, verfügbares Wissen direkt eine Aktion überlegen müssen. Dies ist der äußerste Notfall. Wir alle wissen, wie komplex und kompliziert eine solche Situation werden kann. Ich brauche Sie nur an zwei Kernkraftunfälle zu erinnern, bei denen der Mensch sehr deutlich nicht in der Lage war, die Situation zu bewältigen. Soweit sollte es also gar nicht erst kommen. Deshalb ist mir dieses Modell so wichtig. Es macht deutlich, dass wir ein möglichst umfassendes Wissen brauchen, um ein System zu implementieren. Und wir brauchen auch den Menschen, der dieses Wissen ggf. in Echtzeit ergänzt, wenn wir es trotz aller Vorausschau, trotz aller Designüberlegungen und Analysen im System nicht untergebracht haben.

Von diesen Modellen ausgehend, gibt es eine Reihe von Projekten, die ich vorstellen möchte. Zunächst gehe ich auf das Projekt Tiefofenanlage bei der Thyssen AG in Duisburg ein.



Abbildung 6: Tiefofen-Anlage der Thyssen AG, Werk Ruhrort, Duisburg 1978.

Im Kreise der Teilnehmer heute sehe ich beinahe die ganze Projektmannschaft von damals, was mich sehr freut. Viele, die auf diesem Gebiet massiv und erfolgreich gekämpft haben, sind heute da. Es war damals ein Projekt, das im Rahmen des BMFT-Programms Prozesslenkung mit DV-Anlagen (PDV, 1971-1975, danach auslaufend) zustande kam. Es war sehr wichtig, dass Herr Syrbe mit seinen Erfahrungen aus der Industrie hier auch den richtigen Partner fand. Einerseits ist es wichtig, dass der Partner aus der Forschung

seinen Partner in der Industrie kennt. Genauso wichtig ist, dass der Partner in der Industrie Vertrauen zu seinem Partner aus der Forschung hat. In Tieföfen werden große Mengen Stahlblöcke erwärmt und große Energiemengen umgesetzt – das ist ein Sicherheitsthema und ein wirtschaftliches Thema.

Wenn eine Thyssen AG ihre 28 Tieföfen dem Produkt eines Fraunhofer-Instituts anvertraut, und damit seine Produktivität auf dem Gebiet der Stahlerzeugung letztlich in die Hände des Instituts legt, dann ist das ein großer Vertrauensbeweis. Um Namen zu nennen: Herr Wischermann hat damals das Projekt gemeinsam mit Herrn Syrbe verantwortet und ohne Herrn Wischermann wäre das Projekt nicht zustande gekommen. Es ist ganz wichtig, dass unsere Partner in der Industrie an uns glauben. Damals gab es im Bereich der Automatisierung mit Rechnern nichts, was unsere oder die Ansprüche unseres Partners hätte erfüllen können.

In der Situation, dass mit dem BMFT-Projekt ausreichend Mittel zur Verfügung standen, haben wir eine Systementwicklung begonnen, die damals bereits auch zur Zusammenarbeit mit Ihrem Haus, Herr Wucherer, führte. Im Bereich der Ofenausrüstung auf der einen Seite und dem Automatisierungssystem, das wir entwickelt haben, auf der anderen Seite, hat Siemens uns massiv unterstützt. Abbildung 7 zeigt links das Hardwaresystem, ein verteiltes Prozessrechnersystem mit dem Namen RDC, Really Distributed Control.

BMFT-PDV (1973-1979) : Das RDC / EAF-System aus dem IITB

The diagram on the left shows the architecture of the RDC (Really Distributed Control) system. It features a central 'PEARL RECHNER' and 'EAF RECHNER' connected to various control units like 'RDC', 'EAF', and 'TEMP'. Below these are 'Platte1', 'Platte2', and 'Drucker1', 'Drucker2'. The system is connected to a 'Programmier Platz' and 'Hard-corr'. A control console is shown on the right with a hand pointing at a screen displaying 'TYSSSEN IN RECHNER (A-B) RECHNER' and a yellow 'EAF' label.

PEARL:
 Echtzeitprogrammierung
 in Hochsprache
PROBLEM; DCL A CHAR(255);
 ! String: 255 Bytes DCL
 SEMVAR SEMA PRESET(1);
 !Init: Zugriff erlaubt DCL FAILED
 FIXED INIT(0);
T1: TASK; DCL B1 CHAR(255);
 REQUEST SEMVAR; A=B1;
 RELEASE SEMVAR; END;
T2: TASK; DCL B2 CHAR(255);
 REQUEST SEMVAR; A=B2;
 RELEASE SEMVAR; END;
TEST: TASK; IF TRY SEMVAR
 THEN RELEASE SEMVAR;
 !Semaphor wieder freigeben
 AFTER 10 SEC ACTIVATE
 TEST; END;

Abbildung 7: Das verteilte, dezentrale, fehlertolerante, lichtleitergekoppelte, bildschirmgeführte, hochsprachenprogrammierte Prozessrechnersystem des IITB.

Es gab damals auf dem Markt ein Konkurrenzsystem, TDC, Totally Distributed Control von Honeywell, aber mit einer zentralen Kommunikationssteuerung, d.h. es war nicht durchgängig dezentral. Auf Vorschlag von Herrn Heger haben wir unser System „Really Distributed

Control“ genannt, und als „RDC“ ist es auch in die Literatur eingegangen. Ausgestattet mit der Möglichkeit, von jeweils benachbarten Rechnern zwei benachbarte Öfen, über Kreuz verbunden, zu steuern, wurde Fehlertoleranz erreicht. Wenn ein Rechner ausfiel, hat der andere beide Öfen übernommen.

Auf diese Weise haben wir tatsächlich Verfügbarkeiten in Duisburg erhalten, die weit oberhalb dessen lagen, was bis dahin mit Prozessrechnern erreicht worden war.

Die Kommunikation über Glasfasern war damals völlig neu und erlaubte Regelkreissignalübertragung und Ladevorgänge in Echtzeit.

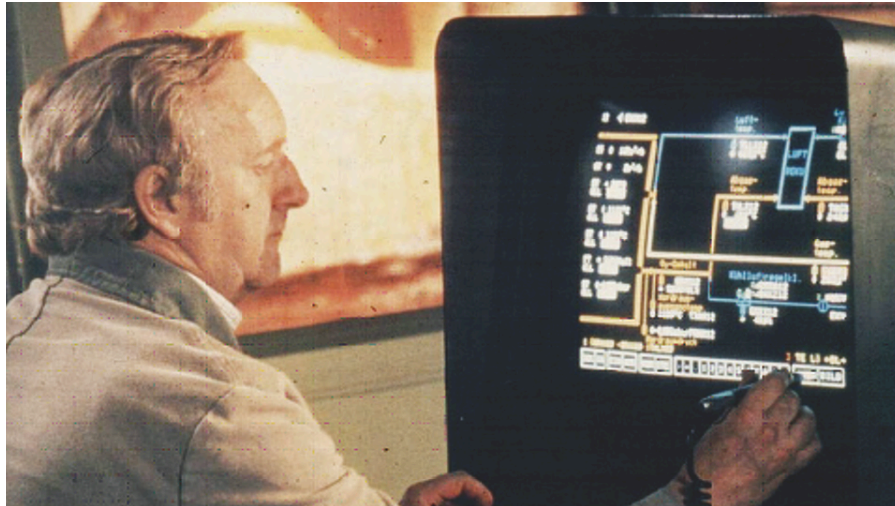


Abbildung 8: Das EAF-System mit Lichtgriffelbedienung als Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Hinzu kam die – das ist aus meinem zweiten Modell deutlich geworden – notwendige Interaktions-Schnittstelle für den Bediener, unser Ein-Ausgabe-Farbbildschirm-System, das EAF-System. In Abbildung 8 ist Herr Leiendecker zu sehen, ein Betriebsangehöriger von Thyssen. Draußen fährt gerade ein Block vorbei. Er sitzt vor dem EAF System und hat einen Lichtgriffel in der Hand. Eine Maus war uns in einer staub- und dreckerfüllten Umgebung nicht sicher genug und auch nicht anthropotechnisch optimal. Es war erstaunlich, wie schnell sich die Bedienmannschaft an diesen Lichtgriffel gewöhnt hat.

Die Software baute auf der Echtzeit- Programmiersprache PEARL in der Mehrrechner-Form auf, einer Hochsprache, die vom BMFT gefördert wurde. Sie hat damals die Welt der Software-Erstellung im Automatisierungsbereich massiv vorangebracht. Wir haben also ein vollständiges System erstellt; das ist wichtig zu erwähnen. Wir müssen uns Dinge vornehmen, die eigentlich noch nicht gehen und kommen durch Druck, den der Kunde macht, weiter in der Realisierung: „Ihr habt das versprochen. Nun macht mal!“ Das ist ein wichtiges Charakteristikum von Fraunhofer-Instituten, die sich auf dieses Vorgehen einlassen.

Nun zum Regelschema in Abbildung 9. Es war eine volldigitale Regelung mit zwei sehr interessanten Eigenschaften: Einen Überschwingschutz der Ofentemperatur. Die Temperatur der Blöcke, die dicht bei der Schmelztemperatur des Stahls lag, durfte auf keinen Fall höher werden. Wenn die Stahlblöcke zusammen geschmolzen wären, „helfe nur noch bergmännischer Abbau“ – das heißt, der Ofen ist praktisch nicht mehr benutzbar. Mit einer analogen Regelung war das nicht realisierbar. Grund war die Totzeit bei der Sauerstoffmessung, die technologische Ursachen hat.

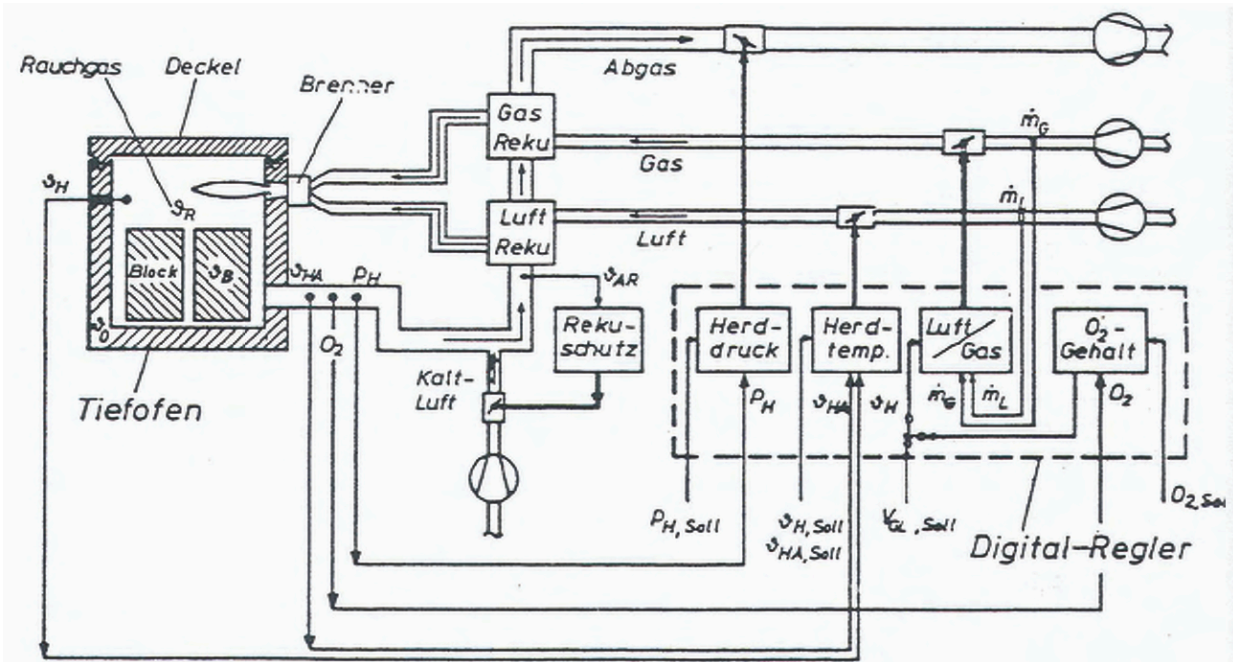


Abbildung 9: Das Tiefofen-Regelschema mit einer vollständigen Digitalenregelung.

Auf digitale Weise konnte erstmalig ein Smith-Predictor realisiert werden. Es war eine theoretische Aufgabe, die erst durch die Digitaltechnik verwirklicht werden konnte. Wir haben sehr schöne Ergebnisse erzielt (Abbildung 10). Hierzu noch wenige Dinge: Das System hat sich automatisch an die Zahl der Blöcke im Ofen adaptiert.

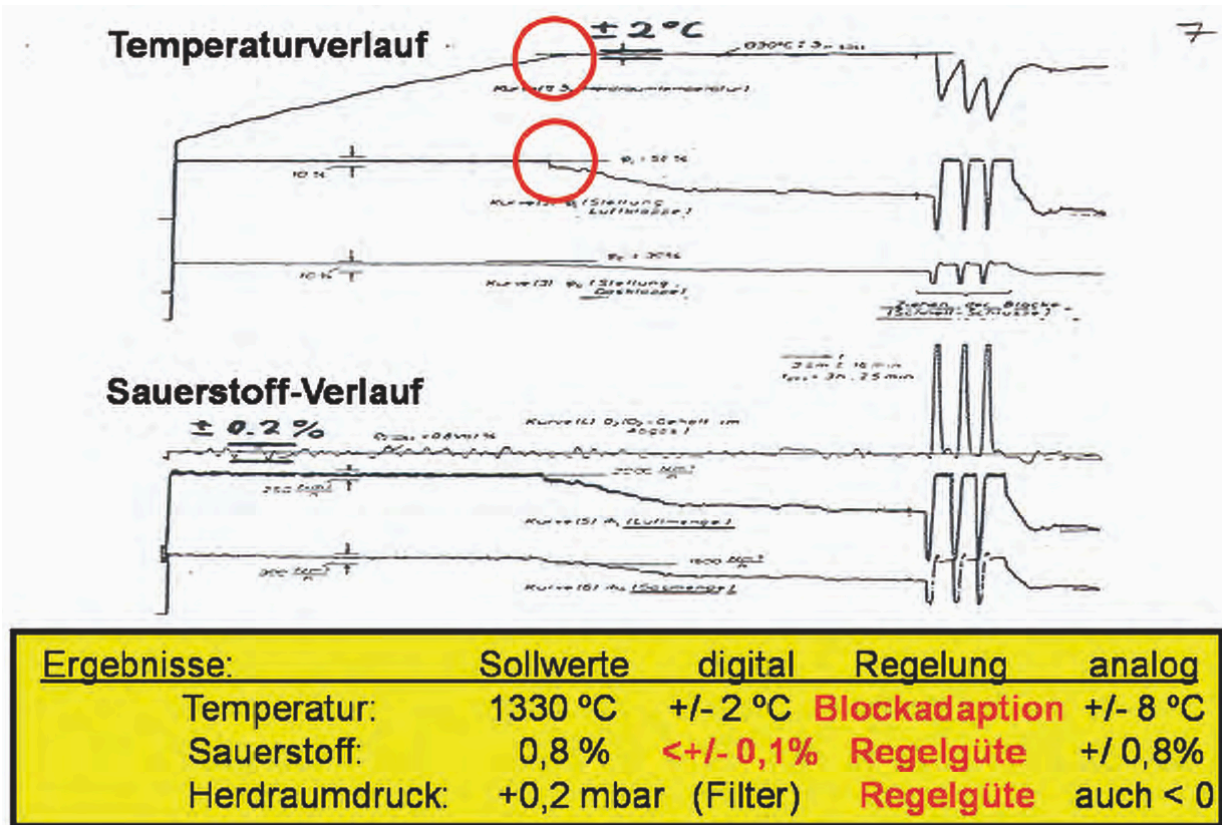


Abbildung 10: Erzielte Ergebnisse der digitalen Regelung im Vergleich, rechts Blockziehen.

Normalerweise hätte beim Ziehen der Blöcke Parameter nachgestellt werden müssen. So wurde eine erhebliche Verbesserung der Regelgüte für den Sauerstoff und bei der Blocktemperatur erzielt.

Wir konnten beim Herdraumdruck digital filtern. Das wäre analog sehr schwierig gewesen und wurde auch bei der früheren analogen Automatisierung nicht gemacht. Das System in dieser Form läuft heute noch. Es wurde Ende der 70er Jahre in Betrieb genommen, und ist von den Algorithmen her völlig unverändert weiter in Betrieb. Es wird nicht nur für Stahl, sondern mittlerweile auch für Kupfer, Aluminium und Magnesium genutzt. Alles sehr heikle Metalle, insbesondere Magnesium, bei denen die Automatisierung wirklich laufen muss. Wir hatten weiter eine Engineering Plattform dazu entwickelt (Abbildung 11), d. h. die Bilder im Hintergrund wurden durch das Ausfüllen von Tabellen an die realen Signale angeschlossen.

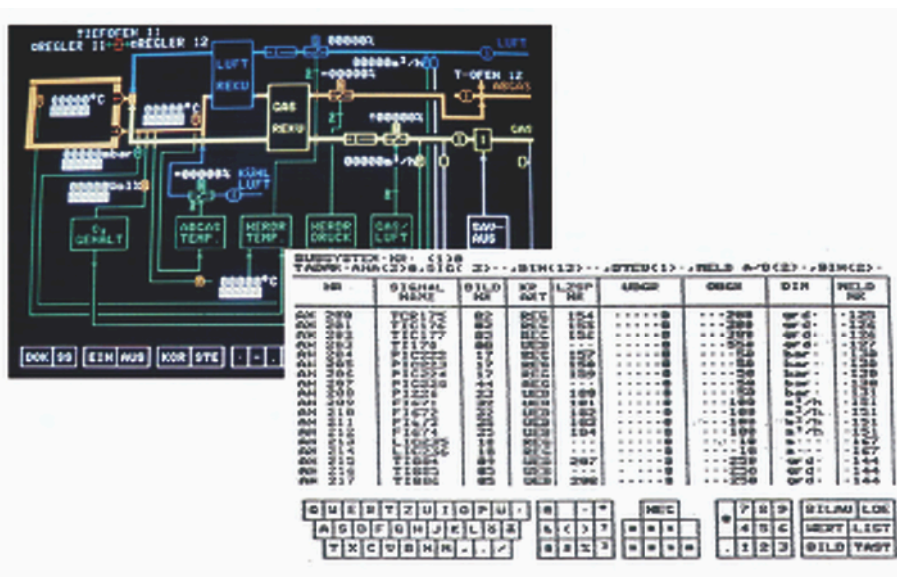


Abbildung 11: Engineering-Plattform für das Leitsystem.

Insofern glaube ich, dass wir damals mit dieser Entwicklung etwas Bahnbrechendes geschaffen haben. Sie führte auch dazu, dass der Technologiepreis von Herrn Minister Riesenhuber an das IITB verliehen wurde. Ein vollständiges System wurde geschaffen, und dies dank des Auftrages, dank der vielen Ideen von uns allen, die in die Sache hinein getragen wurden, nicht zuletzt von Herrn Syrbe. Herr Syrbe, ich denke, das ist eines der Samenkörner, das Sie gelegt haben und das sehr schön aufgegangen ist. Das System ist in weiteren Ausführungen, auf PC (Abbildung 12) und auf Windows (Abbildung 13) portiert, nach wie vor in Betrieb.

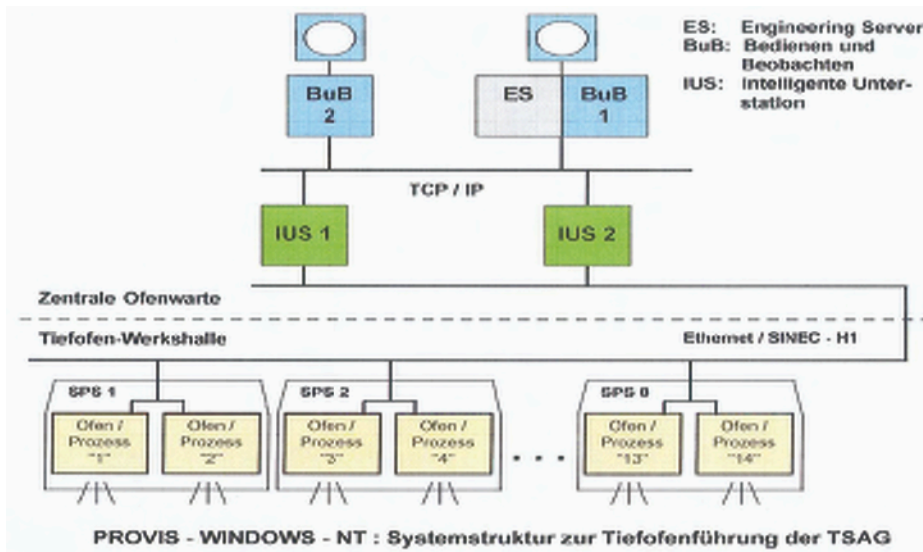


Abbildung 12: Systemausführung mit SPS danach PC/AT-80386.

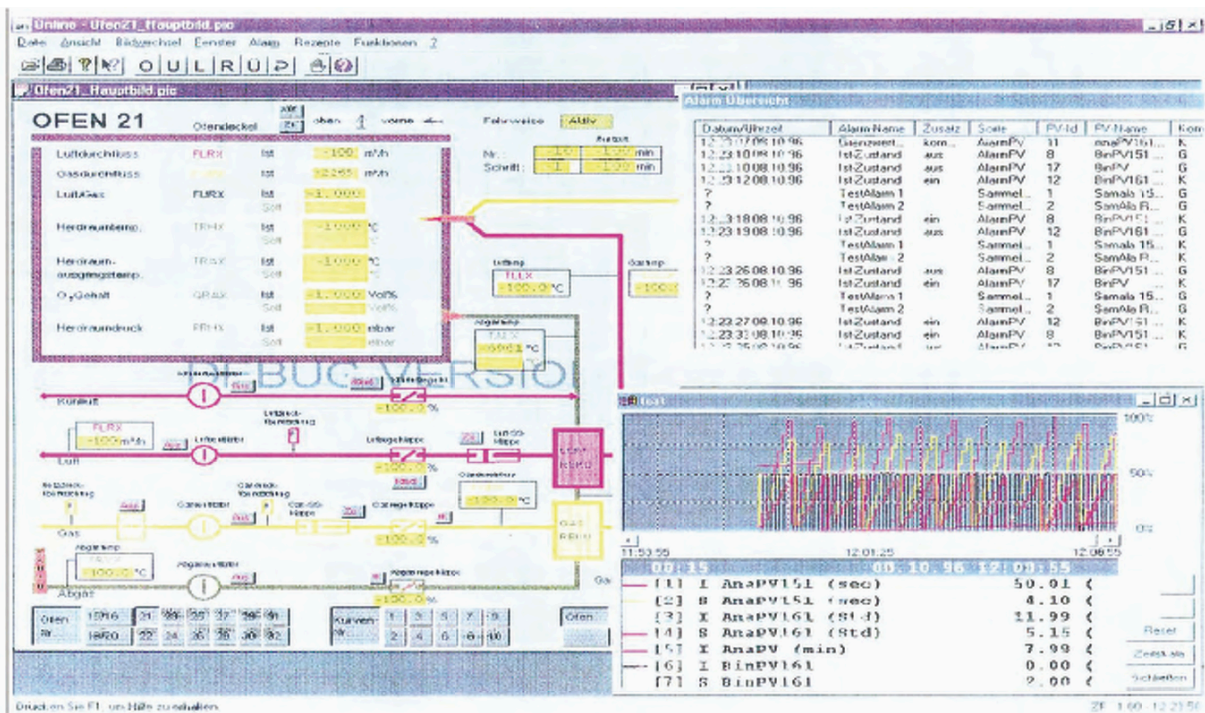


Abbildung 13: Systemausführung mit Windows NT/XP.

Wenn man so ein schönes System hat, und es auch ordentlich läuft, sucht man nach weiteren Anwendungsmöglichkeiten. Es ergab sich als großer Glücksfall, dass Daimler Benz damals in Bremen ein neues Werk gebaut hat. Wir haben wiederum durch Vermittlung von Herrn Syrbe, der den damaligen Werksleiter, Herrn Zeyfang, kannte, die Möglichkeit erhalten, die Anlagenbetriebsleittechnik zu realisieren, die dafür sorgt, dass der Produktionsplan auch durchgeführt werden kann, dass die Anlagen in Ordnung sind, dass sie repariert werden, dass sie vorbeugend gewartet werden, sodass die Anlage auch tatsächlich funktioniert. Dies haben wir in Sindelfingen und Bremen, und heute auch in Würth, eingesetzt (Abbildung 14 und 15).



Abbildung 14: Anlagenbetriebsleitsystem in Mercedes-Benz Werken.

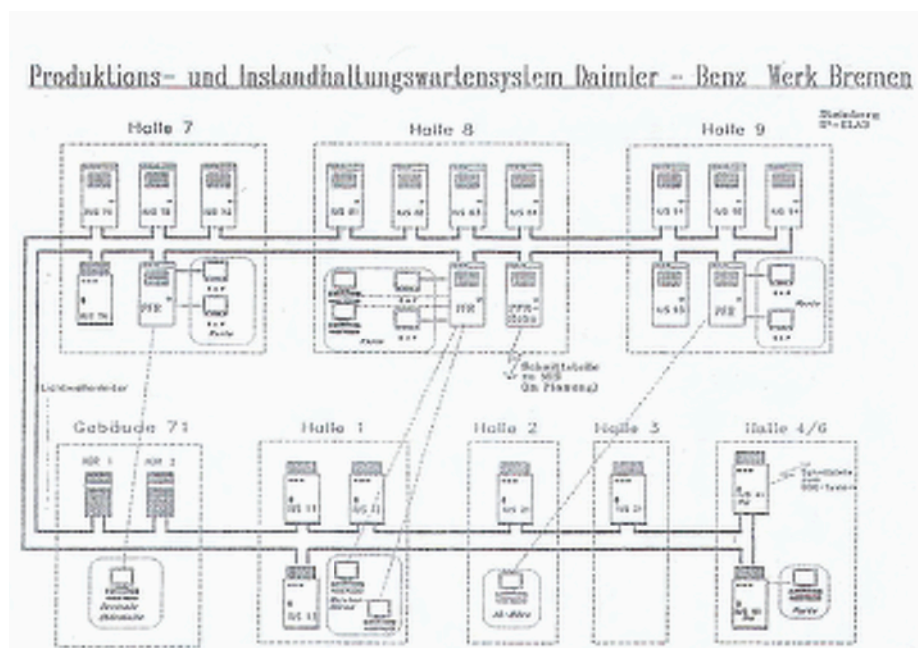


Abbildung 15: Anlagenbetriebsleitsystem im Werk Bremen, erster, RDC-basierter Systemaufbau.

Natürlich in deutlich veränderter Form inzwischen. Ich will später noch auf die Stichworte in Abbildung 14 – Signale, Objekte, Software Agenten – eingehen. Abbildung 15 kommt Ihnen bekannt vor. So ähnlich sah es auch beim Tiefofen aus. Das heißt, die Systemtechnik war genau die des Tiefofens. Die Anwendung war damals für die Automobilindustrie völlig ungewöhnlich.

Dieses System erschuf die Möglichkeit einer zentralen Anlagenüberwachung und ebenso, die Steuerung von Instandhaltung und Instandsetzung zentral zu organisieren. Diese waren bis dahin auf kleine Einheiten in der Produktion verteilt, die jeweils für ihren Bereich sozusagen darauf gewartet haben, dass Fehler auftraten. Hier war endlich die Möglichkeit gegeben, dass mehrere Leute sich koordinierten und

beispielsweise die optimale Reparaturmannschaft zusammen stellten und dafür sorgten, dass der Fehler in kürzest möglicher Zeit behoben war. Sehr viel später haben wir außerdem noch nachgerüstet, dass für den Betrieb Information über die Verfügbarkeit von Anlagen generiert werden konnte. Der Betrieb wusste also, wann er weiter produzieren und ob er noch Puffer leeren kann. Weiter war eine Simulationsmöglichkeit der Betriebsführung aufgrund der Zustände von Betriebsanlagen ganz wichtig. Heute ist die Warte modern (Abbildung 14, rechts unten). Es fehlt eine gerätetechnisch ausgeführte Tafel, die das Ganze ursprünglich in Hardware abgebildet hatte. Es hatte kein halbes Jahr gedauert, bis diese Tafel nicht mehr aktualisiert wurde, denn Produktionsanlagen ändern sich im Detail ständig.

Damit hatte das Werk Bremen unser System und unsere Technologien vollständig übernommen.

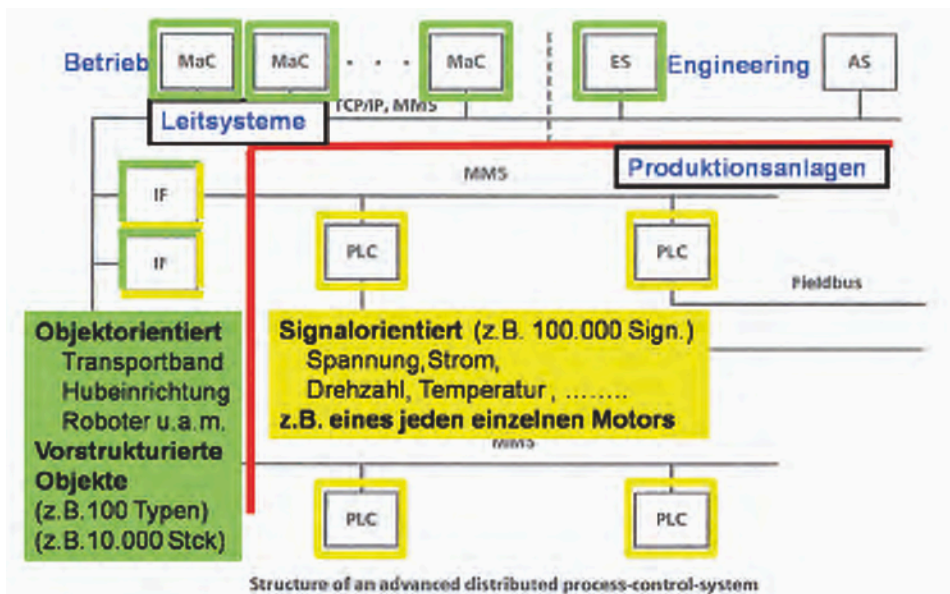


Abbildung 16: Weiterentwickelte Form der Leitsysteme durch Objektorientierung.

Ein sehr wichtiger Punkt der Weiterentwicklung betraf die Datenstruktur. Wir haben einerseits in Abbildung 16 die Produktionsanlagen und andererseits die Leitsysteme zu betrachten. Produktionsanlagen arbeiten nach wie vor mit einer großen Anzahl von Signalen. PLC heißt Programmable Logic Controller, bei Herrn Wucherer war das die SPS, das ist genau das Gleiche. Diese regeln signalorientiert. Da können bei einem Daimler Werk oder einem großen Kraftwerk ohne jede Schwierigkeit 100.000 Signale zusammenkommen, vielleicht auch noch mehr. Stellen Sie sich vor, dass die Liste, die ich vorhin beim Tiefofen zeigte, 100.000 Positionen enthielte, die einzeln ausgefüllt werden müssten. Und es gäbe praktisch keine Möglichkeit, die Konsistenz dieser Liste zu überprüfen. Inbetriebnahmen signalorientierter Systeme dauerten Wochen, und danach waren immer noch Fehler unentdeckt. Deshalb haben wir in Bremen erstmalig objektorientierte Systeme eingeführt. Das bedeutet, wir sehen nicht mehr jeden einzelnen Motor, sondern wir sehen übergeordnete Komponenten der Produktion wie Transportbänder, Hubeinrichtungen oder Roboter und beschreiben diese einmal typisch – als Klassen von Objekten – und füllen nur noch klassenspezifische oder objektspezifische Werte aus, um von diesen 100.000 Signalen auf vielleicht nur noch 10.000 Instanziierungen solcher Objektklassen zu kommen. Ohne weiter ins Detail zu gehen, war dies ein gewaltiger Fortschritt im Engineering.

Die Änderungen der Produktionsanlagen im Automobilbereich, die häufiger sind als im Stahlbereich, konnten nun sehr schnell nachgezogen werden. Interface Rechner oder „intelligente Feldrechner“ (IF) übersetzen die Signalwelt in die Objektwelt. Dies war das erste objektorientierte Leitsystem der Welt. Es entstand im Laufe der 80er Jahre; das war noch zu Ihrer Zeit, Herr Syrbe. Abbildung 17 zeigt eine so gewonnene Darstellung, der man natürlich nicht ansieht, dass sie objektorientiert erzeugt wurde.

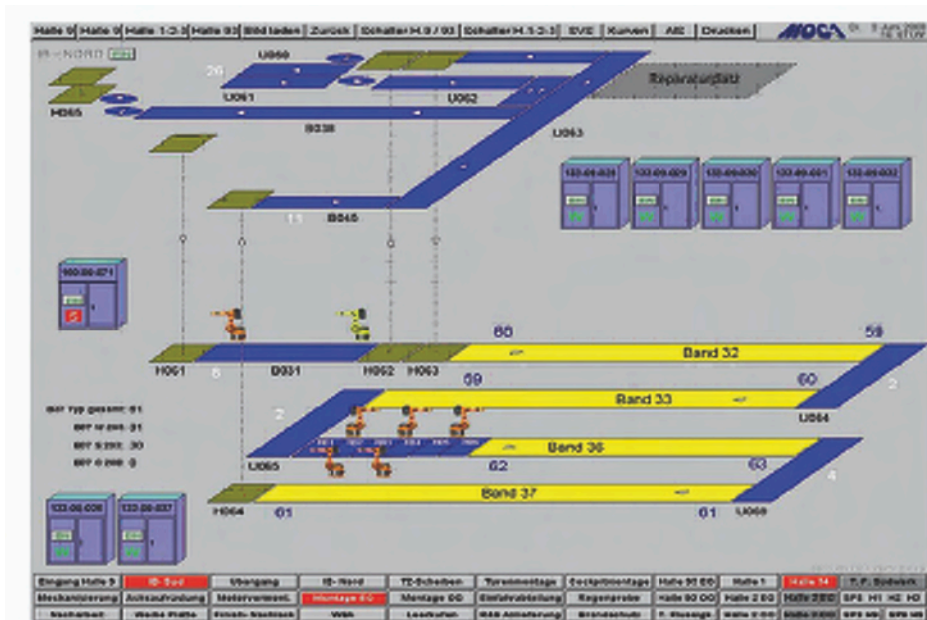


Abbildung 17: Objektorientiert gewonnene Darstellung von Betriebsanlagen, Werk Bremen.

Es ist die Information über die verschiedenen Betriebsanlagen einschließlich von Robotern. Abbildung 18 zeigt ein Schichtprotokoll, oben sieht man die Störungen. Weiter sieht man den Schichtverlauf, die Sollstückzahl wurde nicht erreicht, weil zwischenzeitlich unerwartete Störungen aufgetreten waren. Der Anlagenbetrieb wird so sehr transparent.

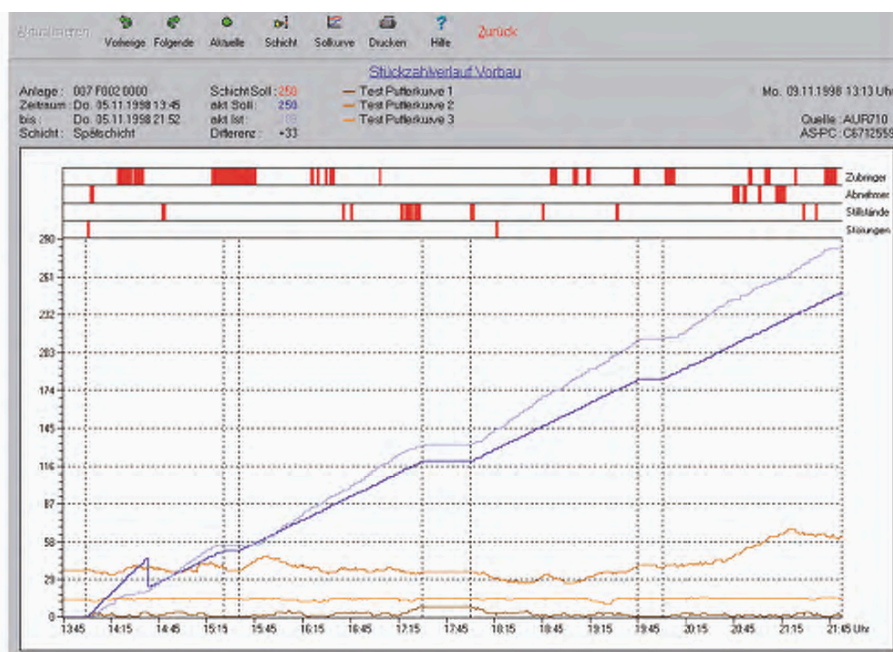


Abbildung 18: Ein Schichtprotokoll mit Störungen, rote Balken oben.

Herr Dr. Sauer mit der Abteilung LTS arbeitet weiterhin massiv für die Leittechnik im Automobilbereich und einer Reihe anderer Gebiete. Die Bilder 19 und 20 zeigen das auf einer Client-Server-Architektur mit Agenten aufbauende, heutige IITB-Leitsystem PROVIS.

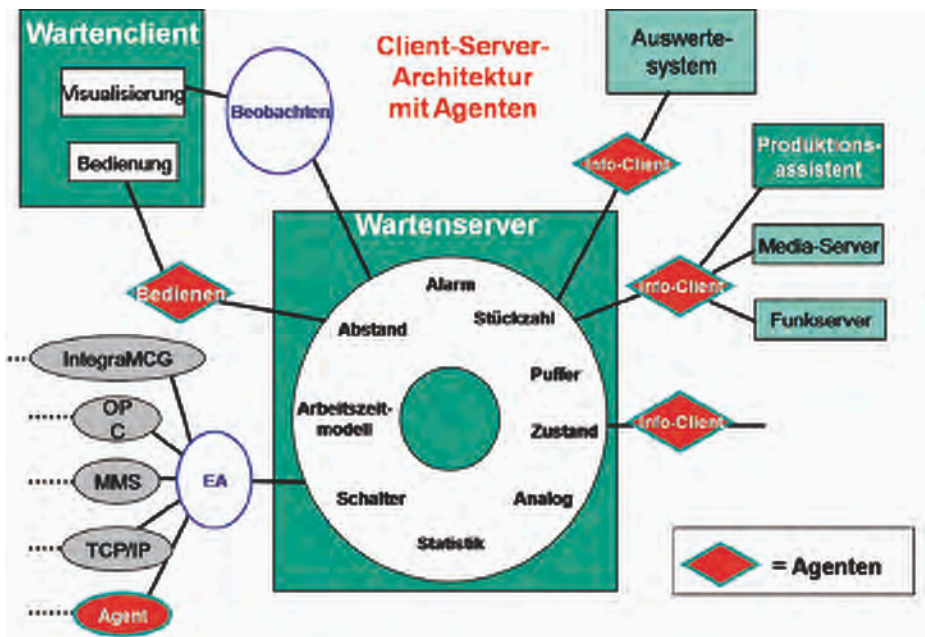


Abbildung 19: Client-Server-Architektur mit Agenten für Leitsysteme.

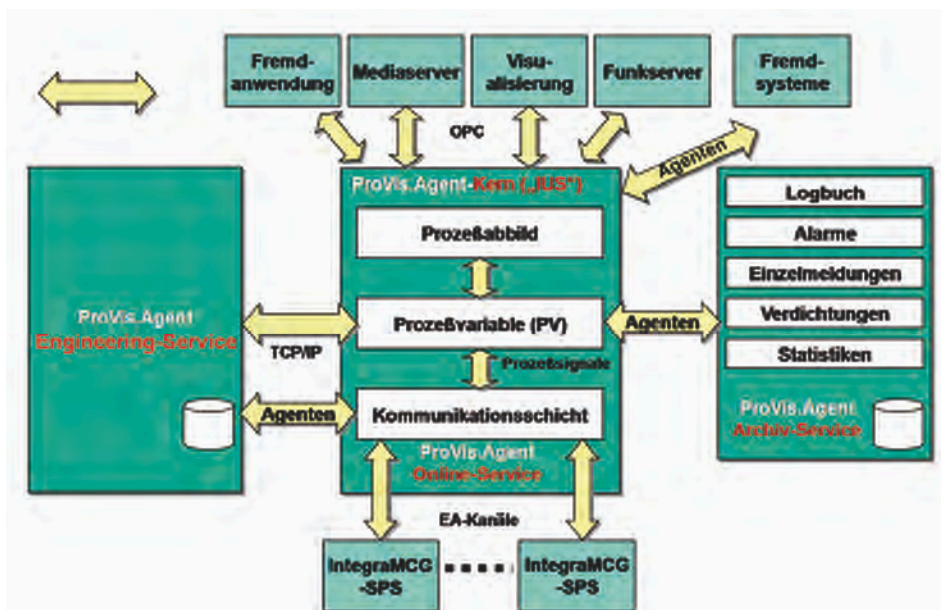


Abbildung 20: Heutiges IITB-Produktionsleitsystem PROVIS.

Ich möchte noch einige andere Leuchttürme streifen. Da wäre einmal die Robotik. Im Rahmen des von Herrn Wörn erwähnten HDA Projektes haben wir uns einen VW Roboter gekauft und den Griff auf das laufende Band entwickelt (Abbildung 21). Links ist eine Kamera, die auf den Anfang des Bandes schaut und die dort liegenden Teile sieht. Das Band transportiert diese, der Roboter ergreift die Teile und legt sie auf einer Palette ab.

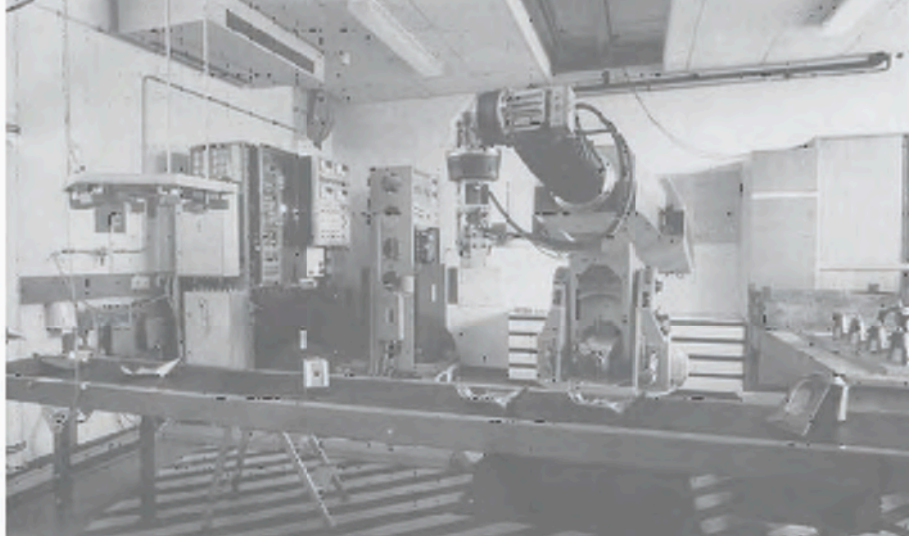


Abbildung 21: Roboter ergreift willkürliche Teile vom laufenden Band, 1980.

Anfang der 80er Jahre, war das noch ein sehr gewagtes Unterfangen. Wir sind stolz darauf, trotz allem nachgewiesen zu haben, dass es funktioniert. Es war noch in der Phase, die ich vorhin ansprach: „eigentlich geht es nicht, aber wir probieren es einmal“. Wir haben dann in der Robotik sehr umfangreich gearbeitet, über genaue Vermessungsanlagen für die Roboterbewegung, über die Demontage von Autos bis hin zur Kanalrobotik – Sie sehen in Abbildung 22 unseren Kanalroboter KARO, der sich besonders durch seine optische und akustische und mikrowellenbasierte Sensorik auszeichnete.

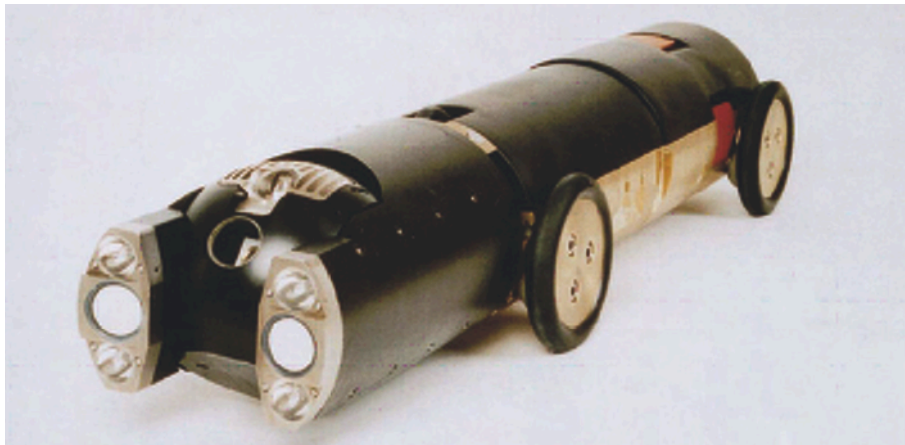


Abbildung 22: Roboter KARO zur Inspektion von Abwasserrohren.

Derzeit arbeiten wir mit der Universität Karlsruhe (TH) im DFG-Sonderforschungsbereich 588 zum Thema humanoide Roboter insbesondere zur bildgestützten Objekterkennung: Der Roboter merkt, wenn die Tasse, in die er den Kaffee einfüllen möchte, sich bewegt, und fährt hinterher und schenkt den Kaffee richtig ein (Abbildung 23). Dies ist keine Spielerei sondern ein anspruchsvolles Szenario, beispielsweise im Szenario „Küche“ als typische Tätigkeitsumgebung.



Abbildung 23: Objekterkennung und Manipulation für humanoide Roboter.

Weiter möchte ich noch auf eine Prozessart eingehen, die bei uns ein besonders große Rolle in den letzten Jahren gespielt hat und weiterhin spielt. Das sind Prozesse, die wissensbasiert geführt werden müssen, für die es Bedienmannschaften gibt, die wissen, wie es geht, aber das implizite, tacite Wissen kaum formulieren können. Ein Beispiel ist der adaptive Bohrhammer (Abbildung 24). Wir möchten hier weg vom Menschen als Qualitäts-erzeuger weil der Mensch dies auf Dauer einfach nicht gleichmäßig kann.

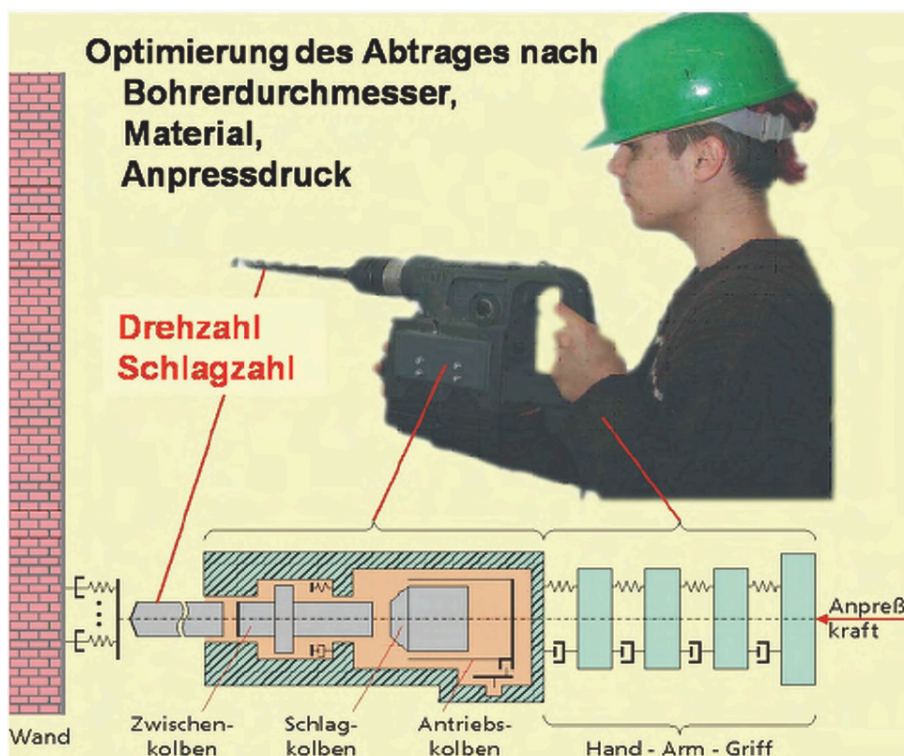


Abbildung 24: Adaptiver Bohrhammer als Beispiel wissensbasiert geführter Prozesse.

Ein weiteres besonders schwieriges Beispiel mit sehr hohem Nutzen ist ein Projekt mit der Firma Heraeus zum Ziehen von Quarzglasröhren als Vormaterial für Lichtleiter mit extrem hohen Qualitätsansprüchen (Abbildung 25). Was war das Problem? Die Präzision der

Glasröhren und die Eigenschaften des Prozesses (2000 °C Schmelztemperatur) sind eine Herausforderung. Die Erweichungszone ist in Abbildung 25 rot umrandet, hier „tropft“ das Rohr sozusagen heraus. Die Rohreigenschaften sind beeinflussbar durch einen inneren Blasdruck (Inertgas) und durch die Abziehggeschwindigkeit des Glasrohres. Ein wesentliches Problem ist die große Messtotzeit dadurch, dass das Rohr erst gemessen werden kann, wenn es fest ist, circa zwei Metern entfernt von der eigentlichen Entstehung des Rohres. Totzeit ist immer kritisch, insbesondere bei einem so hoch nichtlinearen Prozess. Für die „Ziehzwiebel“ unten im Ofen, in dem das weich wird, gab es keine Messgeräte.

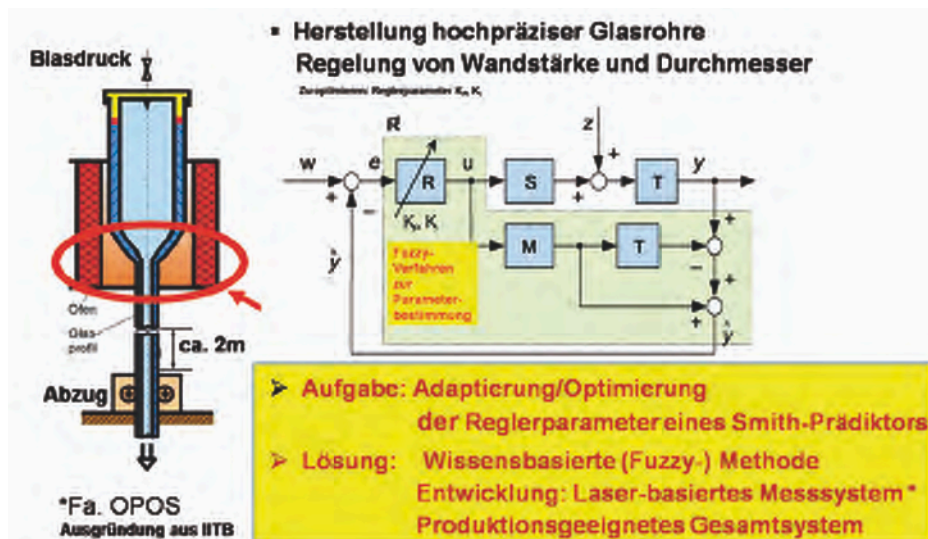


Abbildung 25: Wissensbasierte Regelung eines hochpräzisen Quarzrohr-Ziehprozesses.

Die Aufgabe, die sich stellte, war ein Reglersystem mit einem Smith Predictor zu parametrisieren, was nur mit einem wissensbasierten, nichtlinearen Verfahren, einer Fuzzy Methode gelang. Die stark verkoppelten Stellgrößen machen diese Regelung außerordentlich schwierig. Dazu wurde ein laserbasiertes Messsystem für diesen Hochtemperaturbereich entwickelt. Dieses Messsystem wird nach wie vor von einer Ausgründung hier aus dem IITB gebaut und weltweit an alle Standorte, an denen dieses System eingesetzt wird, geliefert. Das Ganze musste produktionsgeeignet sein, aber das war uns seit dem Tiefofen nichts Neues. An dem Gesamtsystem hängt die Produktion von Quarzglasröhren bei Heraeus in Deutschland, in USA und demnächst in China. Es wurde eine Toleranz des Außendurchmessers von 0,0015 mm erreicht, es können sehr dicke und sehr dünne Rohre hergestellt werden mit einem Verhältnis von Außen- zu Innendurchmesser im Bereich von 1,1 - 15. Die Toleranz der Wandstärke ist ebenfalls sehr klein und das bei Röhren von bis zu 1,5 m Länge.

Abschließend möchte ich deutlich machen (Abbildung 26): Es ist ein technisches System, dass die Prozessbeeinflussung leisten muss und es ist der Mensch, der das richtige Wissen in das System hinein bringen muss. Beides zusammen, der Mensch als Überwacher und Entscheider, und die intelligente, autonome, verteilte Informationsverarbeitung - das ist nach wie vor unser Credo auf dem Gebiet der informations- und wissensgestützten Automatisierungstechnik, wie wir sie von Ihnen, Herr Syrbe, gelernt haben.

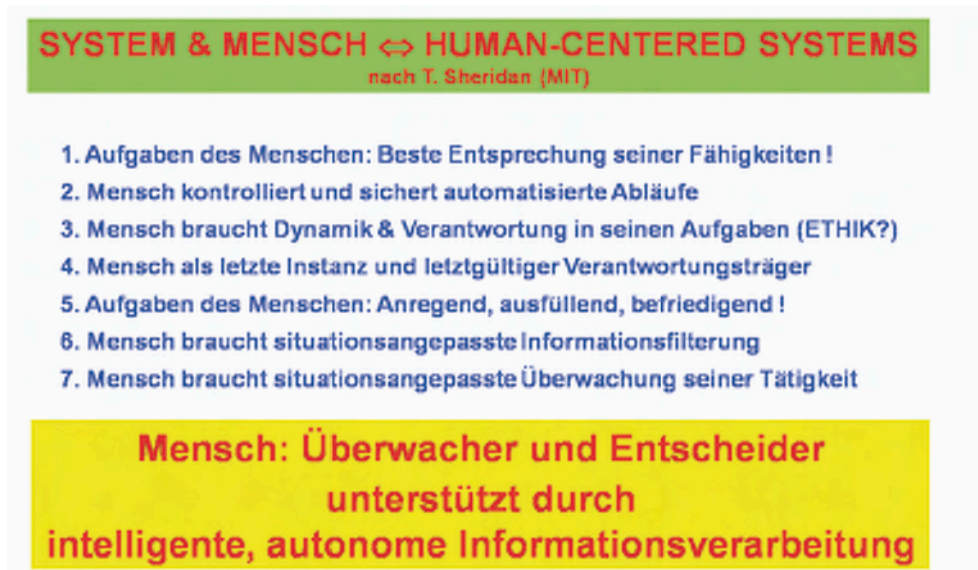


Abbildung 26: Die Aufgaben des Menschen in Automatisierungssystemen.

Ich hoffe, Sie alle stimmen mir zu, dass die Samenkörner, die Herr Syrbe bis Anfang der 80er Jahre, als er Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft wurde, gelegt hat und dabei manches der sich entwickelnden Pflänzchen noch selbst gegossen hat, sich gut weiterentwickelt haben. Ich glaube, dass die Grundlagen der Automatisierungssysteme, die wir damals erarbeitet haben, auch heute noch ein tragfähiges Konzept sind.

Literaturhinweise (vertiefende Literatur)

G. Bleisteiner u.a.: Handbuch der Regelungstechnik, Springer Verlag, 1961

D. Heger, H. Steusloff, M. Syrbe
Echtzeitrechner mit verteilten Mikroprozessoren. Fraunhofer-Institut für Technik und Biologie (IITB). Bundesministerium für Forschung und Technologie, Forschungsbericht DV 79-01 – Datenverarbeitung; Oktober 1978

R. Baumann (Ed.)
Fachtagung Prozeßrechner 1981 Proceedings. Informatik-Fachberichte 39 Springer 1981, ISBN 3-540-10617-0

G. Färber, M. Polke, H. Steusloff:
Mensch-Prozeß-Kommunikation. Chem.-Ing.-Tech. 57, no. 4 pp. 307-317; Wiley-VCH 1985

Polke, M. (Editor): Process Control Engineering. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1994, ISBN 3-527-28689-6

Geiser, Georg: Mensch-Maschine-Kommunikation in Leitständen: Grundwissen und Gestaltungsregeln für die Anwendung – Forschungszentrum Karlsruhe, Forschungsbericht KfK-PDV-131-133 1983

VDI/VDE-GMA: Formalisierte Prozessbeschreibungen VDI/VDE Richtlinie 3682, ICS 25.040.40, September 2005, VDI/VDE-Handbuch Mess- und Automatisierungstechnik - Band 3: Automatisierungstechnik

Lauber, Jens: Methode zur funktionalen Beschreibung und Analyse von Produktionsprozessen als Basis zur Realisierung leittechnischer Lösungen. Dissertation an der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Geowissenschaften der RWTH Aachen, 1996.

DIN EN ISO 9241-11 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, 1999; DIN EN ISO 9241-110 Grundsätze der Dialoggestaltung, 2006. Beuth-Verlag, Berlin

Elena Averboukh, Ray Miles, Roland Schoeffel: Creativity and Usability Engineering for Next Generation of Human Computer Interaction. HCI (1) 1999: 426-430, Proceedings of HCI International 99, Volume 1 (ISBN 0-8058-3391-9) Lawrence Erlbaum Associates

Steusloff, H.; Färber, G.; Görke, W.; Polke, M.: Mensch-Prozeß-Kommunikation: Aufgaben, Mensch, Technik: Status und Trend. VDE-Kongreß '98, Tagungsband der GMA-Fachtagung „Mensch-Prozeß-Kommunikation“. GMA-Fachbericht 6, 1998, S.5-14; VDE-Verlag Berlin

Sauer, O.: Modern production monitoring in automotive plants. Proceedings of the FISITA World Automotive Congress, May 23-27, Barcelona, 2004, Book of abstracts, S. 15, Paper code: barcelona2004/F2004A033-paper

Sauer, Olaf; Sutschet, Gerhard (Hrsg.): Karlsruher Leittechnisches Kolloquium 2008 28.-29. Mai 2008; Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2008. ISBN 978-3-8167-7626-0

Sauer, O.: Stetige Anpassung in der produzierenden Industrie. In: Digital Manufacturing. 2/2009, S. 6-8., WIN-Verlag GmbH & Co KG, Vaterstetten, ISSN: 1867-9781

3.2 Visuelle Perzeption und Anthropomatik

Jürgen Beyerer, Karlsruhe

Anthropotechnik und Mensch-Maschine-Systeme haben eine lange Tradition am IITB, die ganz wesentlich von Herrn Max Syrbe geprägt wurde. Auch heute noch ist er in diesem Felde sehr aktiv. So schrieb er kürzlich für die Jubiläumsausgabe 2008 des Standardlehrbuches „Hütte – Das Ingenieurwissen“ das Kapitel „Anthropotechnisches Basiswissen für Mensch-Maschine-Wechselwirkungen“, bei dem ich die Ehre hatte, als Co-Autor mitzuwirken.

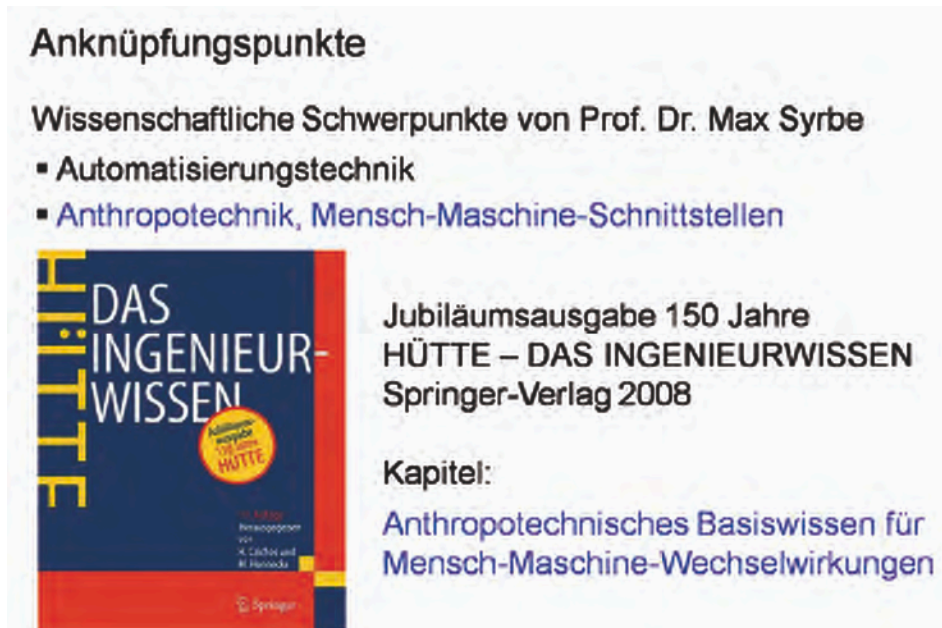


Abbildung 1: Anknüpfungspunkte zu früheren Arbeiten des IITB.

In meinem heutigen Vortrag soll es zusätzlich um das Thema visuelle Perzeption/Videoüberwachung gehen, sowie die Perspektiven, die sich im Zusammenspiel dieser Gebiete eröffnen. Im Einzelnen werde ich Ihnen berichten über:

- Videoüberwachung der nächsten Generation,
- Mensch-Maschine-Videoüberwachungssysteme,
- Aktuelle Forschung am IITB zum Thema „Visuelle Perzeption und Anthropomatik“,
- Strukturelle Entwicklung des Instituts.

Videüberwachung der nächsten Generation

Die Videoüberwachung, wie sie heute eingesetzt wird, zeigt Abbildung 2. Es werden viele Kameras installiert aber deren Potenzial nicht ausgeschöpft. Mit einem veraltetem Paradigma, nämlich pro Kamera ein Bildschirm, ein Fenster, handelt man sich eine Datenflut ein, die man nicht vernünftig auswerten kann, auch dann nicht, wenn man vor jeden Monitor bzw. jedes Fenster einen Menschen setzen würde. Deswegen wird hauptsächlich aufgenommen und archiviert. Vollautomatische Systeme sind heute eigentlich nur bei

sehr einfachen Aufgaben im Einsatz. Anstatt das Frühwarnpotential, das in diesen Daten steckt, zu nutzen, verfährt man heute typischerweise so, dass nach Eintreten eines relevanten Ereignisses mit einem irrsinnigen Aufwand Daten durchmustert werden, was natürlich viel Zeit und Geld kostet.

Videüberwachung heute

- Heute: bereits viele Kameras installiert, aber ihr Potenzial wird nicht genutzt.
- Veraltetes Paradigma: 1 Bildschirm/Fenster für jede Kamera
- Problem: Datenflut
- Hauptsächlich aufnehmen und archivieren
- Vollautomatische Systeme bislang erfolgreich nur bei einfachen Aufgaben.
- Nachträgliche Durchmusterung anstatt Frühwarnung

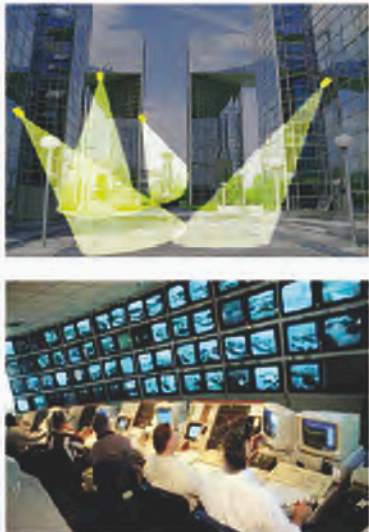


Abbildung 2: Der heutige Stand der Technik im Bereich Videüberwachung.

Wir arbeiten am IITB an Videüberwachungssystemen mit einem neuen Paradigma, wir nennen es Videüberwachung der nächsten Generation. Dieses neue Paradigma verabschiedet sich von der zentralen Bedeutung einzelner Kameras. Nicht die Kameras sind die Schlüsselemente, sondern spezielle Überwachungsaufgaben, wie beispielsweise die Verfolgung eines Objektes. Diese Aufgaben spielen in unserem System die fundamentale Rolle. Sie werden definiert und durch das System bearbeitet. Nur wenn Ergebnisse solcher Überwachungsaufgaben einen Toleranzbereich verlassen, dann wird der Mensch involviert.

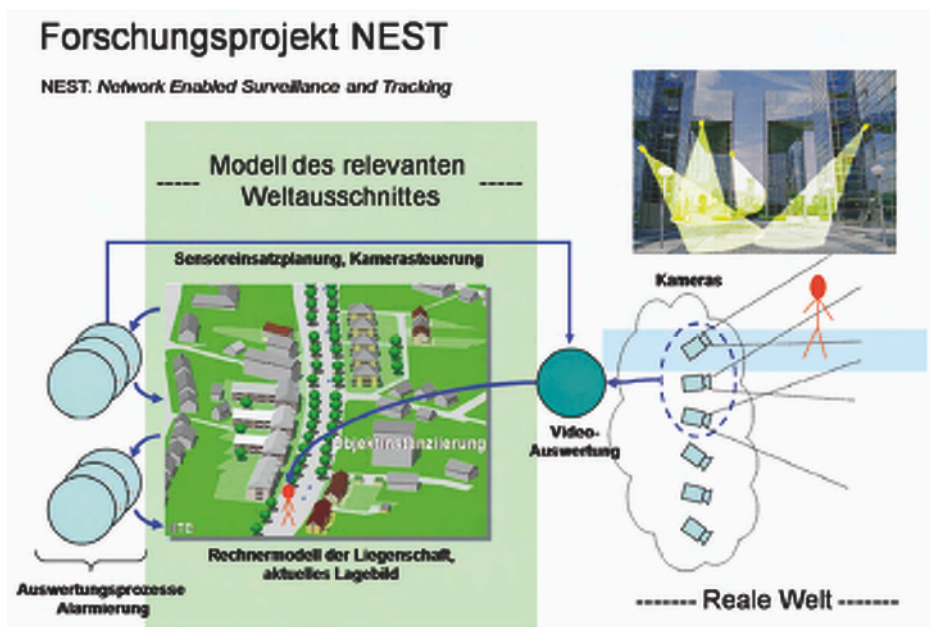


Abbildung 3: Basis der nächsten Generation von Videüberwachungssystemen.

Damit realisieren wir eine Art „Management by Exception“. Dazu gehört auch eine objektorientierte Szenenrepräsentation (modellbasierter Ansatz) und eine offene, service-orientierte Architektur, die eine Skalierbarkeit erlaubt, bis hin zu „Plug and Protect“ Mechanismen, mit denen die Systeme offen bleiben, um auch von anderen Herstellern leistungsfähige Komponenten integrieren zu können. Ein wichtiges Prinzip unserer Herangehensweise ist auch die Klassifikation und Identifikation durch „Dranbleiben“. Das meint, dass das System Hypothesen generiert und für diese Hypothesen fortlaufend Informationen gesammelt werden, diese Hypothesen weiterentwickelt werden, bis sie tatsächlich entscheidungsreif sind, um beispielsweise eine Hypothese dann zu verwerfen oder einen Alarm auszulösen. Wichtig ist auch, dass man nicht darauf besteht, ein vollautomatisches System zu schaffen, sondern dass man vielmehr nach einer Symbiose technischer und menschlicher Fähigkeiten strebt, also nach Mensch-Maschine-Systemen für die Videoüberwachung.

Mensch-Maschine-Videoüberwachungssysteme

Das zugehörige Forschungsprojekt am IITB heißt „NEST“ und steht für „Network Enabled Surveillance and Tracking“. Man hat ein beliebig großes Netzwerk mit sehr vielen Kameras und in diesem Netzwerk bewegt sich dann ein Mensch oder ein Objekt. Wenn es von einer Kamera gesehen wird, wird eine Objektinstanz in einem Modell des relevanten Weltausschnittes erzeugt.

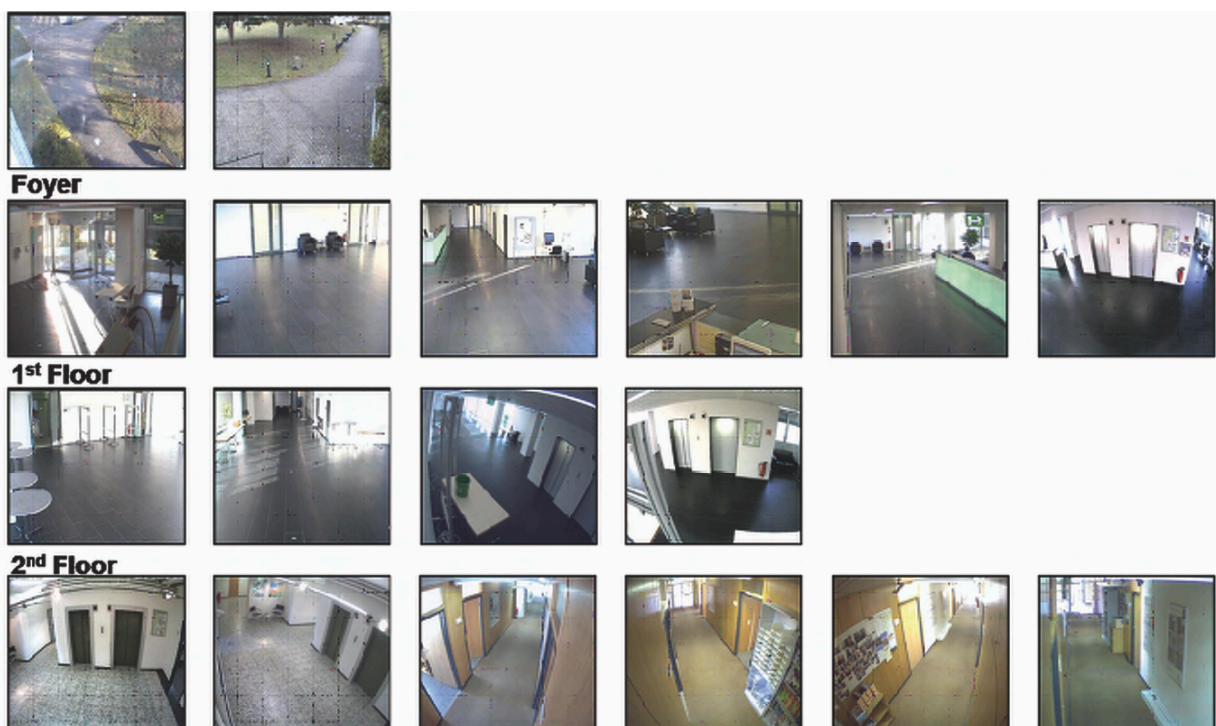


Abbildung 4: Kameraansichten des NEST-Demonstrators am IITB.

Auch wenn ein Mensch oder Objekt den Sichtbereich einer Kamera verlässt, wird dieses Objekt dennoch als Instanz im Modell memoriert, wird also nicht vergessen. Wenn dieses Objekt dann vor einer anderen Kamera auftaucht, dann wird es wieder erkannt und die zusätzlich gewonnene Information zu dieser Instanz im Modell fusioniert. Dieses Modell

fungiert gewissermaßen als ein gemeinsames Gedächtnis für alle Kameras und stellt eine Art Informationsdrehscheibe für das ganze System dar. Es entkoppelt die Informationsbeschaffung und die -auswertung, sodass mit diesem Modell kameraübergreifend mehrere Auswertungsprozesse parallel laufen können.

Abbildung 4 zeigt die Ansichten je einer Kamera, wie wir diese hier im Haus installiert haben. Ein Demonstrator wurde mit mehr als 20 Kameras aufgebaut, davon sind 18 Kameraansichten im Bild zu sehen. Es wird deutlich, wie schwer es für einen Menschen ist, solche Szenarien zu überblicken. Obwohl es sich um ein Videobildauswertungssystem handelt, liegt der eigentliche Schwerpunkt nicht auf der Signalauswertung. Ganz besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang eine sehr leistungsfähige Architektur (Abbildung 5), die es erlaubt, die oben genannten Elemente des neuen Paradigma alle umzusetzen. Die service-orientierte Architektur soll es erlauben, andere Komponenten von anderen Herstellern oder Instituten mit hinein zu nehmen, denn wir sind nicht so naiv, zu glauben, bei dieser komplexen Aufgabenstellung alles selbst am besten zu können. Die Bedienung erfolgt rein über Webschnittstellen, über Standardbrowser und das Herzstück unseres Systems, das sind die Services. Sie sind für das Job-Management, die Überwachungsaufgaben – für die Kreierung dieser Aufgaben und für die Auswertung dieser Aufgaben – zuständig. Das zweite Herzstück ist ein Mechanismus zur Verwaltung eines Modells des relevanten Weltausschnittes.

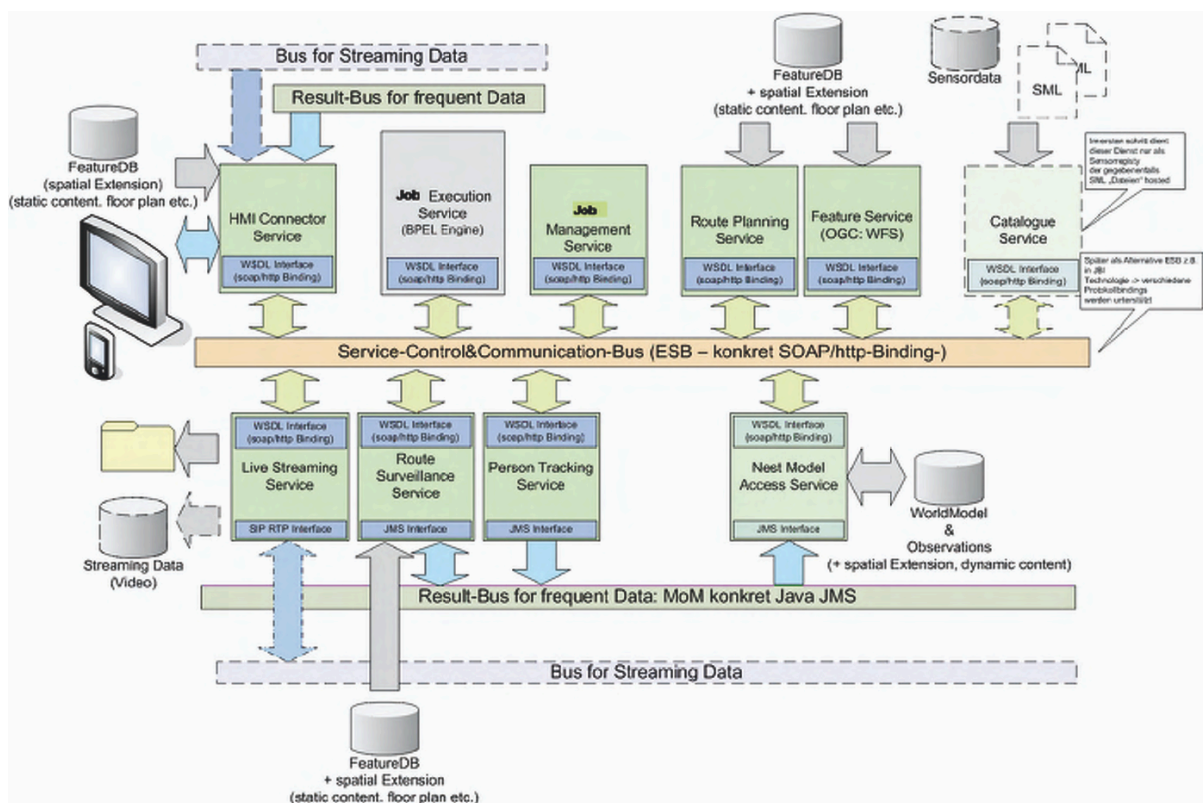


Abbildung 5: Architektur des Überwachungssystems NEST.

Lassen Sie uns einen Sprung zu dem Großversuch machen, der im Bahnhof Mainz vor etwas mehr als zwei Jahren stattfand (Abbildung 6). Das Bundeskriminalamt hat dort ein Experiment zur vollautomatischen Videoüberwachung abgeschlossen. Dabei war die Aufgabe, Personen mit einer Kamera zu erkennen, die auf den blau gekennzeichneten Treppenbereich schaute. Die Anforderung war die vollautomatische Identifikation mit

einer Falschalarmrate von $< 0,001\%$. Vollautomatische, technische Systeme sind aber in der Regel mindestens eine Größenordnung schlechter als diese Forderung. Absolut gesehen ist die Leistung von vollautomatischen Bildauswertungssystemen sehr gut, konnte aber bei dieser Forderung einer Falschalarmrate von $< 0,001\%$ nicht bestehen. Da muss die Frage erlaubt sein: war die Aufgabenstellung, insbesondere die Forderung nach Vollautomatik, eigentlich geeignet, um das vorhandene Potential existierender Technologien zu erschließen?

Aufgabenstellung: Personenerkennung mit einer Kamera
Anforderung: Vollautomatische Identifikation, Falschalarmrate $< 0,001$



Frage: War die Aufgabenstellung – mit der Forderung nach Vollautomatik – geeignet, um das Potenzial existierender Technologien zu erschließen?

Abbildung 6: Versuch einer vollautomatischen Videoüberwachung im Bahnhof Mainz.



		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kognition ▪ Kreativität ▪ Intuition 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombinatorische Leistung ▪ Genauigkeit ▪ Geschwindigkeit
Mensch		++	-
Rechner		-	++

Abbildung 7: Unterschiedliche Stärken und Schwächen von Menschen und Rechnern.

Schauen wir an dieser Stelle auf die unterschiedlichen Stärken von Menschen und Maschinen in Abbildung 7. Menschen haben überragende kognitive, kreative und intuitive Fähigkeiten. Rechner hingegen haben eine überragende kombinatorische Leistungsfähigkeit, eine hohe Rechengenauigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit. Wenn wir es schaffen, diese beiden Vorteile miteinander in einem Videoüberwachungssystem zu kombinieren, dann wäre damit ein großer Fortschritt erzielt. Wäre es also nicht ein erfolversprechender Ansatz für diesen Großversuch gewesen, die bestmögliche Kombination und Integration technischer und personeller Ressourcen zu fordern? Das Sicherheitspersonal, das in einem solchen Szenario ohnehin vorhanden ist, in das Konzept von vorne herein mit einzubinden, um ein Mensch-Maschine-System zu schaffen? Um dann beispielsweise durch die

Automatismen die rare und wertvolle Aufmerksamkeit des Sicherheitspersonals dahin zu lenken, wo sie tatsächlich gebraucht wird und damit Aufmerksamkeit und Reichweite des Sicherheitspersonals deutlich zu erweitern?

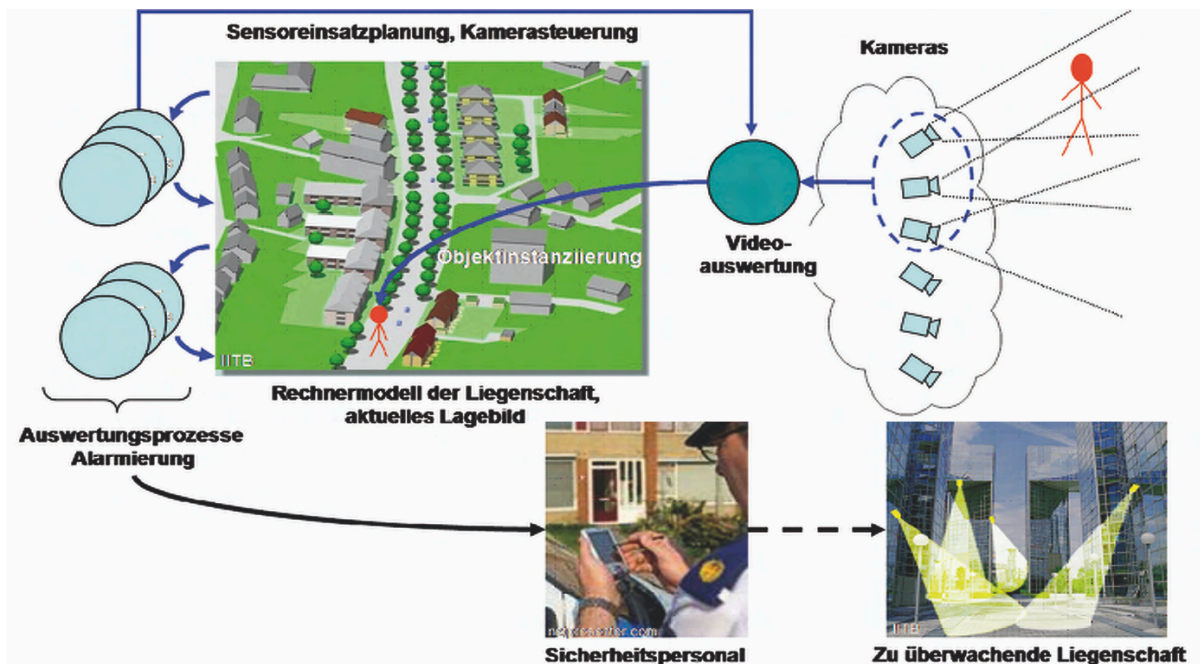


Abbildung 8: Mensch-Maschine-Überwachungssystem NEST.

Für unser NEST-System (Abbildung 8, 9) bedeutet das, dass spezielle Auswertungsprozesse auf dem Weltmodell laufen, die dann entsprechende Alarmierungen erzeugen, wenn bestimmte Überwachungsaufgaben einen Toleranzbereich verlassen. Dann werden beispielsweise kurze, prägnante Videobotschaften erzeugt, die beispielsweise auf das Endgerät einer Sicherheitsperson geleitet werden, sodass die Sicherheitsperson dann auf Basis ihrer Intuition und Erfahrung entscheiden kann, ob es sich um eine harmlose Situation handelt, ob diskret abgeklärt werden muss oder ob es Sinn macht, entschlossen einzugreifen.



Abbildung 9: Beispiele einer Mensch-Maschine-Überwachung.

Eine andere Möglichkeit, die Informationen, die in einem solchen Netz entstehen, zusammenzuführen, ist unser Digitaler Lagetisch mit FOVEA-Tablet (Abbildung 10). Das ist ein

Projektionstisch, auf den man Tablet-PCs auflegen kann. Diese werden dann in Echtzeit präzise eingemessen, und die darunter liegende Information wird dann in hochauflösender oder alternativer Darstellung gezeigt. Gleichzeitig wird die Möglichkeit geboten, über diesen Tablet-PC georeferenziert mit dem System zu interagieren.

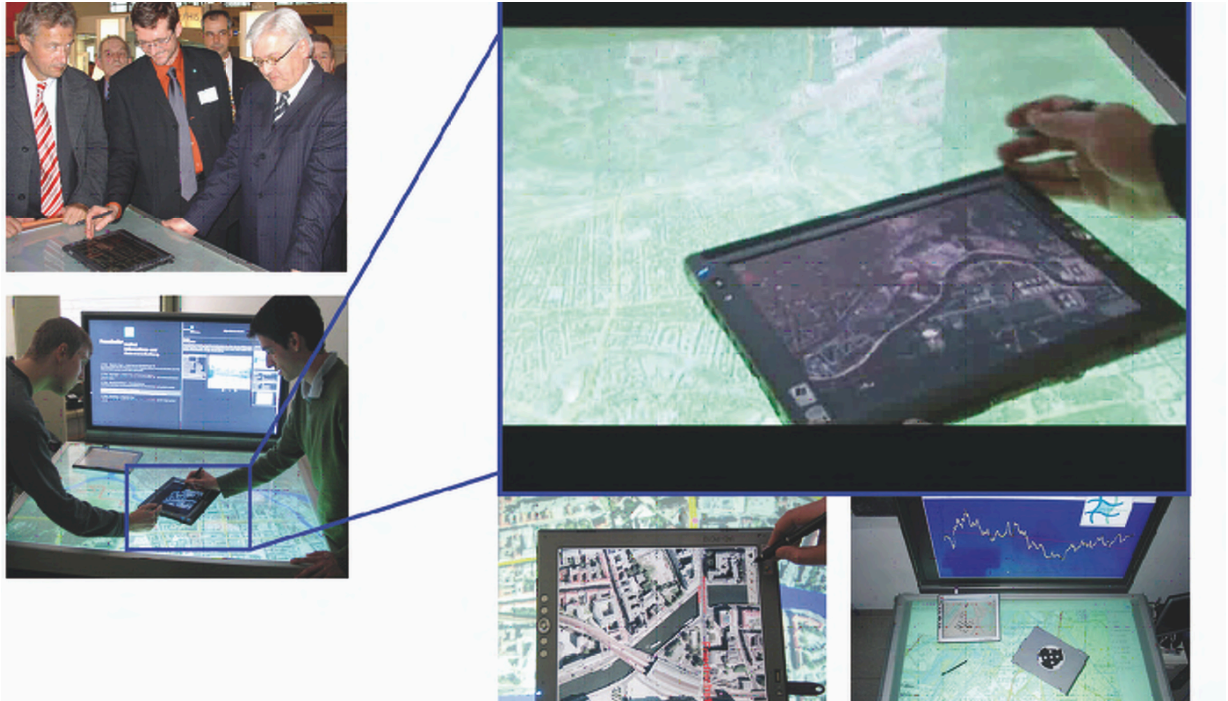


Abbildung 10: Digitaler Lagetisch mit FOVEA-Tablet (Tablet-PC) des IITB.

Ein solches System erlaubt dann einem Team, das um diesen Lagetisch versammelt ist, mit ihren Tablet-PCs gleichzeitig mit dem System sehr präzise und vielfältig zu kommunizieren. Abbildung 11 zeigt den Digitalen Lagetisch bei einem sehr erfolgreichen Anwendungstest bei der Bundeswehr im letzten September in Eckernförde bei der NATO Übung Common Shield.



Abbildung 11: Anwendung bei NATO-Übung Common Shield in Eckernförde.

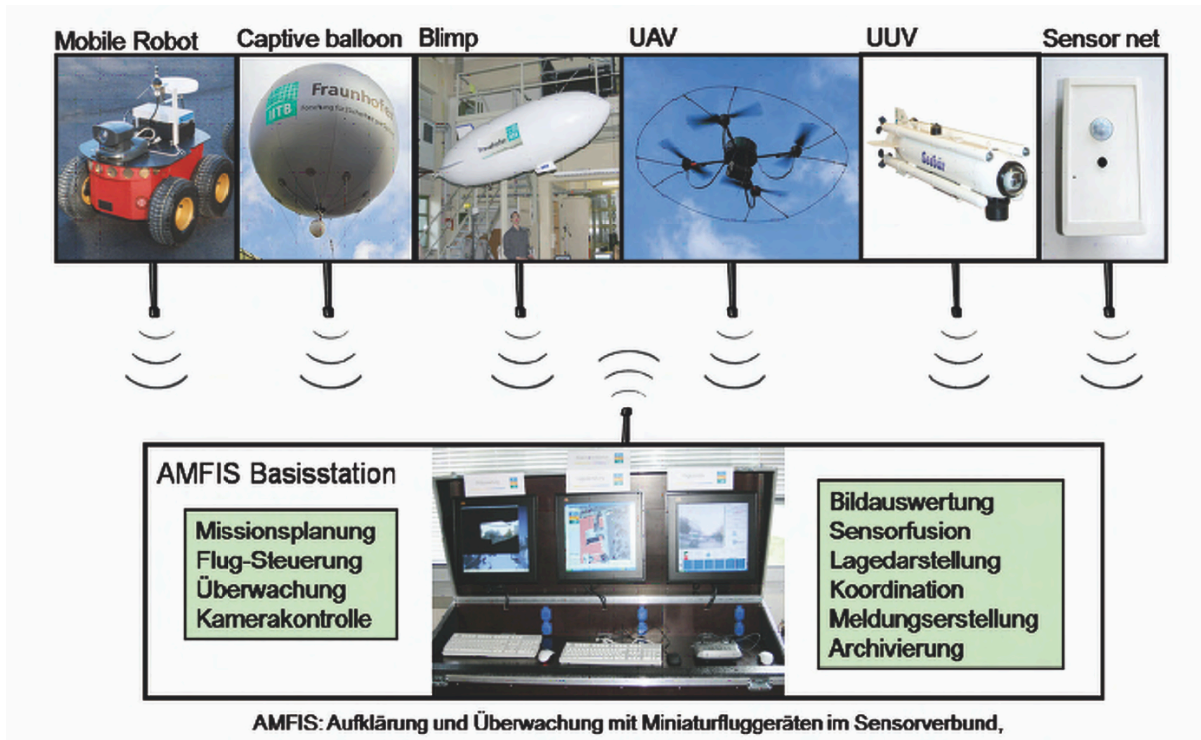


Abbildung 12 : Das mobile Aufklärungs- und Überwachungssystem AMFIS.

Aktuelle Forschung am IITB zum Thema „Visuelle Perzeption und Anthropomatik“

Weiter arbeiten wir auch an mobilen Überwachungssystemen. In Abbildung 12 ist das System AMFIS: Aufklärung und Überwachung mit Miniaturfluggeräten im Sensorverbund.

Die Idee ist, ein transportables, mobiles System zu schaffen, an dessen Basisstation eine unterschiedliche Zahl von fahrenden, fliegenden und auch schwimmenden Sensorträgern angekoppelt werden kann. Dafür wurde ein Arbeitsplatz für zwei Personen geschaffen, an dem auch große Liegenschaften mit vielen Sensoren sehr gut überwacht werden können, ohne dass die beiden Nutzer des Systems besondere technische Kenntnisse brauchen, um die einzelnen Teilsysteme zu bedienen. Rechts unten im Bild ist der Steuerarbeitsplatz bzw. Pilotenarbeitsplatz dargestellt, mit dem man auch einzelne Systeme, wenn es denn sein muss, manuell manövrieren kann. Links im Bild wird die Planung und Koordination am Einsatzplanungsarbeitsplatz durchgeführt und in der Bildmitte wird das Lagebild, das Übersichtsbild über die gesamte Liegenschaft dargestellt, in dem die Information aller Sensoren zusammen fließt.

In Abbildung 13 ist ein Intrusionsszenario durchgespielt. Es geht darum, Eindringlinge auf das Gelände zu erkennen und diese im Innenraum unseres Geländes zu verfolgen. Dafür kommen am Zaun fest installierte Kameras und Sensoren zum Einsatz, im Innenbereich mobile Systeme wie z. B. kleine, automatische Flugzeuge, die mit Kameras ausgestattet sind, aber auch mobile Robotersysteme, die auf dem Gelände patrouillieren und dort gewissermaßen Nachtwächterdienste durchführen können.



Abbildung 13: Versuche mit Intrusionsszenarien am IITB.

Abbildung 14 zeigt ein neues Forschungsthema, das wir gerade angehen, die blickinduzierte Objektauswahl. Die Idee hier ist, dass ein Mensch auf einen Monitor schaut und dieser Monitor wiederum mit Beleuchtung und Kamerasystemen so ausgestattet ist, dass er feststellen kann, an welcher Stelle der Mensch auf diesen Monitor schaut.



Bildschirm mit integrierter Blickverfolgung

Abbildung 14: Blickinduzierte Objektauswahl zur Videoüberwachung.

Wenn ein Mensch eine bestimmte Überwachungsaufgabe durch Betrachten eines Videos am Monitor zu lösen hat, schaut er ganz automatisch dort hin, wo es interessant oder spannend ist, ohne, dass es ihn besonders anstrengt und ohne darüber nachzudenken.

Ein Rechner stellt dann fest, auf was es dem Menschen in diesem Videostrom ankommt. Dann kann man die Rechenleistung auf die Bereiche bündeln, die offenbar für den Menschen interessant sind. Ein sehr spannendes Projekt.

Strukturelle Entwicklungen am Institut

Zum Schluss noch Hinweise auf zwei strukturelle Veränderung für das IITB, die sehr wichtig für uns sind. Die Fakultät für Informatik der TH Karlsruhe hat im Januar 2009 ein Institut für Anthropomatik gegründet (Abbildung 15). Die Kollegen Dillmann, Hanebeck, Schultz, Waibel und ich haben dieses Institut gegründet und es wird darüber nachgedacht, noch weitere Kollegen aufzunehmen.

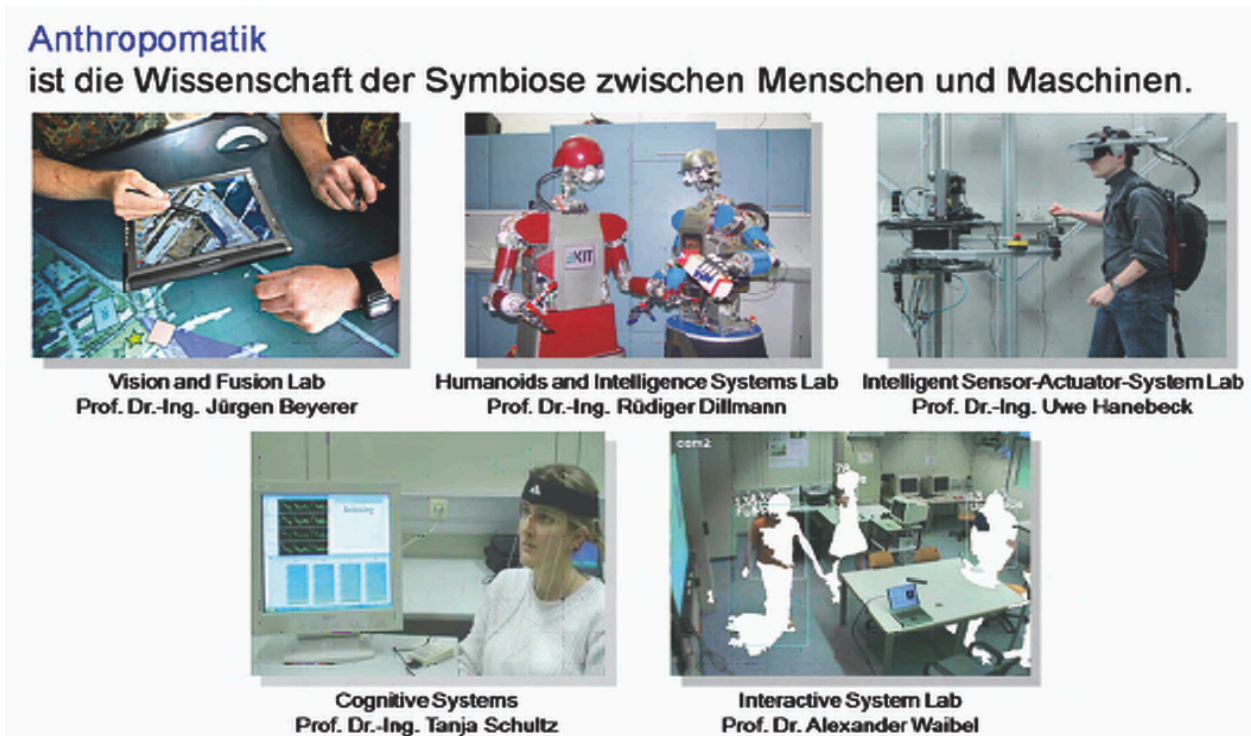


Abbildung 15: Neues Institut für Anthropomatik der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH)/KIT.

Wir definieren die Anthropomatik als die Wissenschaft der Symbiose zwischen Menschen und Maschinen und wollen einerseits die Wissenschaft auf diesem Gebiet vorantreiben, und andererseits gemeinsam neue, leistungsfähige Systeme auf der Basis unserer gemeinsamen Kompetenzen entwickeln.

Die zweite, sehr wichtige strukturelle Veränderung ist die anstehende Fusion des FGAN-FOM (Forschungsinstitut für Optronik und Mustererkennung) in Ettlingen und des Fraunhofer IITB.

Das FGAN-FOM wird von Prof. Tacke geleitet. Unsere gemeinsame Vision ist, Europas erste Adresse für Bildauswertung, Bilderfassung und -nutzung in automatischen und

Mensch-Maschine-Systemen zu werden. Und dass hier eins und eins mehr sein kann als zwei, zeigt ein Blick auf die gemeinsamen Kompetenzen, hier sehr stark vereinfacht dargestellt (Abbildung 16). Sie sehen, das Kompetenzspektrum reicht hier links von der Physik bis rechts zur Anthropomatik.

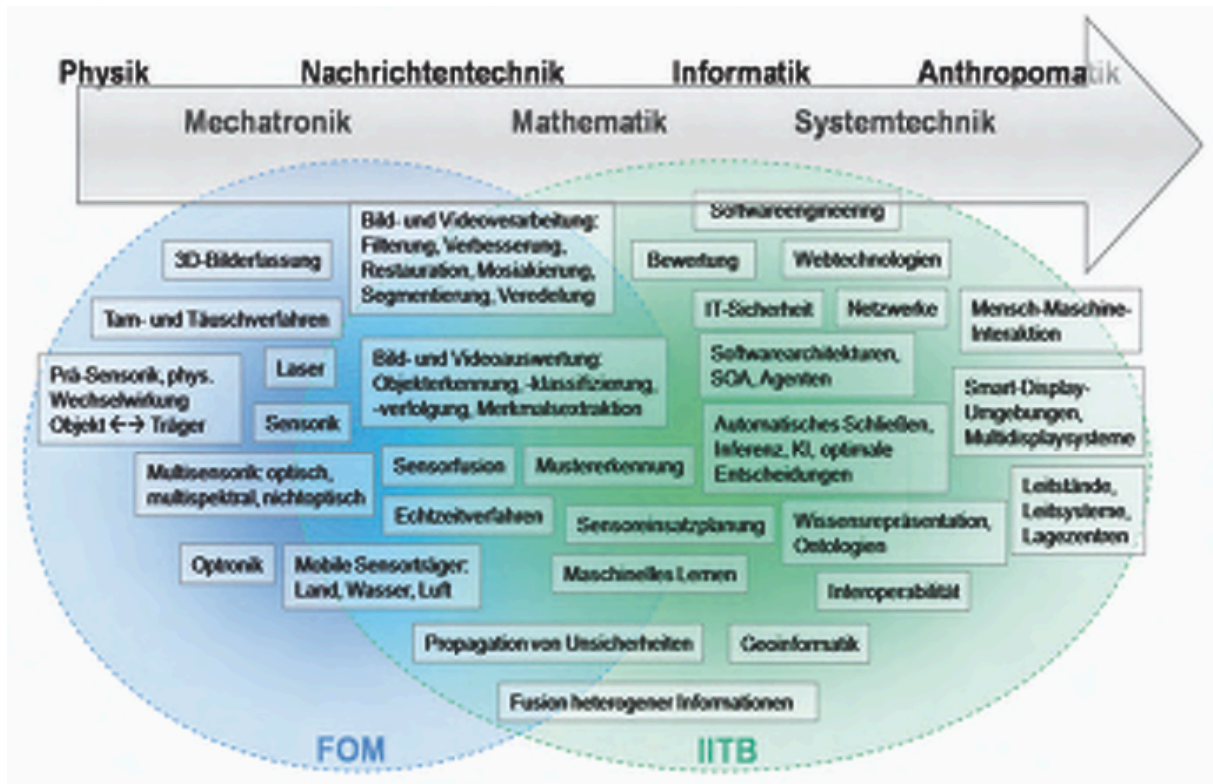


Abbildung 16: Kompetenzen von FOM und Fraunhofer IITB.

Europaweit hat das fusionierte Institut hervorragende Alleinstellungsmerkmale und eine ganz fantastische Ausgangslage, unsere Visionen zu erreichen. Damit bin ich schon am Ende meines Vortrages, der insbesondere zeigen sollte, was wir in den Bereichen der Bild- und Videoauswertung und der Mensch-Maschine-Systeme forschen und entwickeln. Anknüpfungspunkte zur Anthropomatik, wie sie Herr Syrbe hier am Institut massiv vorangetrieben hat, sind offensichtlich.

Literaturhinweise

Bauer, A.; Eckel, S.; Emter, T.; Laubenheimer, A.; Monari, E.; Moßgraber, J.; Reinert, F.: N.E.S.T. – Network Enabled Surveillance and Tracking. In: Thoma, Klaus (Hrsg.): Fraunhofer Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung: Future Security. 3rd Security Research Conference Karlsruhe; 10.-11. September 2008: Congress Center Karlsruhe, Germany. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008, S. 349-353.

Beyerer, J.:

Sicherheitstechnik, Sicherheitssysteme und Sicherheitsforschung – Aktuelle Herausforderungen. 9. Hamburger Sicherheitsgewerberechtstag. In: Stober, Rolf (Hrsg.): Sicherheitsgewerbe und Sicherheitstechnik – Von der Personalisierung zur Technisierung. Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln, München, 2009, S. 1-10.

Beyerer, J.; Geisler, J.:

Next generation video surveillance systems. In: Thoma, Klaus (Hrsg.): Fraunhofer Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung: Future Security. 3rd Security Research Conference Karlsruhe; 10.-11. September 2008: Congress Center Karlsruhe, Germany. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008, S. 155-160

Emter, T.; Gheta, I.; Beyerer, J.:

Object Oriented Environment Model for Video Surveillance Systems. In: Thoma, Klaus (Hrsg.): Fraunhofer Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung: Future Security. 3rd Security Research Conference Karlsruhe; 10.-11. September 2008: Congress Center Karlsruhe, Germany. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008, S. 315-319.

Leuchter, S.; Partmann, T.; Berger, L.:

Rule Based Support System for Multi Sensor Surveillance. In: Thoma, Klaus (Hrsg.): Fraunhofer Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung: Future Security. 3rd Security Research Conference Karlsruhe; 10.-11. September 2008: Congress Center Karlsruhe, Germany. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008, S. 339-344.

Syrbe, M.; Beyerer, J.:

Mensch-Maschine-Wechselwirkungen, Anthropotechnik. Hütte – Das Ingenieurwissen, 33. aktualisierte Ausgabe, Hrsg.: Czichos, H.; Hennecke, M., Akademischer Verlag Hütte e.V. Berlin, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2007, S. K 80-K 99.

3.3 Maschinensehen für die Mensch-Maschine Interaktion

Rainer Stiefelhagen, Karlsruhe

Nach all den prominenten Rednern und deren hervorragenden Beiträgen werde ich jetzt versuchen am Ende des Tages auch noch einen möglichst interessanten Vortrag zu halten. Er passt, denke ich, thematisch sehr gut in dieses Symposium, auch in der Fortführung dessen, was wir heute gehört und gesehen haben.

Mein Forschungsthema ist Maschinensehen vom Menschen - oder auch visuelle Perzeption vom Menschen - um damit bessere Mensch-Maschine-Schnittstellen zu entwickeln.

Warum Perzeption vom Menschen?

Mit steigender Leistung heutiger Rechner, und deren Einzug in allen Bereichen des Lebens und der Gesellschaft, tritt die freundliche, einfache, natürliche kurzum “menschzentrierte” Interaktion zwischen Mensch und Maschine als Problem und damit als Schwerpunkt der Informatik in den Vordergrund. Diese Interaktion benutzt direkte Interaktionschnittstellen, bei denen ein Mensch direkt einen Rechner instruiert, aber auch indirekte, bei denen ein Rechner die Aktivitäten und Interaktion zwischen Menschen beobachtet und von diesen lernt, beziehungsweise diese unterstützt. Um den Kontext, die Intention, die aktuellen Aktivitäten eines Menschen zu erfassen, bedarf es des Maschinensehens mit besonderer Betonung des Erkennens menschlicher Aktion und Interaktion. Maschinensehen für Mensch-Maschine Interaktion beschäftigt sich somit nicht primär mit der Erfassung von Objekten, sondern mit dem Sehen und Verstehen von menschlichen Aktions- und Interaktionsabläufen. Es stellt fest, wann, wer, wo, was tut und mit wem, wie interagiert. Auf diese Weise kann der Sinn, der Kontext und die Intention von Handlungen verstanden werden, mit Hilfe derer der Computer den Menschen unterstützen kann. Ohne Wahrnehmung von Menschen und Ihren Aktivitäten sind humanoide Roboter, intelligente Räume, automatische Sicherheitsanlagen, Unterstützung älterer Menschen im eigenen Haus (Home-Care), und viele andere Anwendungen letztendlich undenkbar. Das Ziel meiner Forschungsarbeit ist es, Technologien für die Perzeption von Menschen und Ihren Aktivitäten zu entwickeln, um so intelligente Computer, Roboter oder Räume (Smart Rooms) zu ermöglichen, welche Menschen wahrnehmen, und ihre Handlungen und Kommunikationsmodalitäten verstehen können. Hierbei habe ich mich in meiner Forschung auf die Entwicklung von Verfahren zur visuellen Perzeption von Menschen konzentriert, mit deren Hilfe wesentliche Informationen über das “Wer, Was, Wie, Wo, Wohin und mit Wem” der menschlichen Aktivitäten und Interaktion erfasst werden können.

Im Folgenden möchte ich auf einige wichtige Komponenten zur visuellen Perzeption von Menschen eingehen. Danach werde ich Ihnen den „Smart Control Room“ am Fraunhofer IITB vorstellen, in dem wir verschiedene solcher Perzeptionskomponenten nutzen, um die Zusammenarbeit von Einsatzkräften in einem aufmerksamen Lageraum (control room) zu unterstützen.

Lokalisierung und Verfolgung von Personen

Ein grundlegender Baustein für die Entwicklung solcher wahrnehmenden Systeme ist das Lokalisieren und Verfolgen von Personen. Dies ist eine Voraussetzung für weitere Perzeptionskomponenten, wie die Identifikation von Personen, Erkennung von Blickrichtung, Mimik, Körperhaltung, etc. Die Lokalisierung von Personen ist also für die Realisierung wahrnehmender Roboter oder Räume unumgänglich, und ist daher auch eines der wichtigen Problemfelder mit denen wir uns beschäftigen. So haben wir bereits, verschiedene Verfahren für die 3D Lokalisierung von Personen entwickelt.

Ein Beispiel ist die Lokalisierung mehrerer Personen in Smart Rooms mit Hilfe mehrerer kalibrierter Kameras (siehe Abbildung 1)[NGSM05]. Durch Extraktion verschiedener Merkmale in den einzelnen Kameransichten, die auf das Vorkommen von Personen im Bild schließen lassen, wie beispielsweise Vordergrund/Hintergrundsegmentierung, Bewegung, Detektion von Köpfen oder Körperteilen, Detektion bestimmter Farben, die der Kleidung einzelner Personen entsprechen, können durch geeignete Fusions- und Lokalisierungsverfahren, die 3D-Positionen mehrerer Personen im Raum in Echtzeit geschätzt werden. Für die 3D-Lokalisierung haben sich in unserer Arbeit sogenannte Partikelfilteransätze bewährt. Hierbei werden die Positionen von Personen durch gewichtete Positionshypothesen modelliert (sogenannte Partikel). Die Partikel werden in jedem Zeitschritt durch ein Beobachtungsmodell auf Basis der verschiedenen beobachteten Merkmale (Vordergrund, Farbe, Detektoren) neu bewertet und dann weiterpropagiert.



Abbildung 1: Mehrpersonentracking in einem Smart-Room. Für die Lokalisierung werden fünf Kameras genutzt. Außerdem können auch Mikrophone für eine zur Lokalisierung mit genutzt werden.

Ein solches Verfahren kann analog auch auf andere Sensorkonfigurationen angewandt werden. So konnten wir einen solchen Ansatz auch für die Mehrpersonenlokalisierung mit Hilfe eines Stereokamerasystems für einen Roboter realisieren (siehe Abbildung 2) [NS08, NS07]. Wie man sieht, ist es hiermit auch möglich verschiedene Körperregionen, wie Kopf, Torso und Beine in Echtzeit zu lokalisieren. Das Verfahren ermöglicht weiterhin eine dynamische Gewichtung der unterschiedlichen Merkmale, und ermöglicht auch die Lokalisierung bei teilweiser Verdeckung, bspw. der Beine.

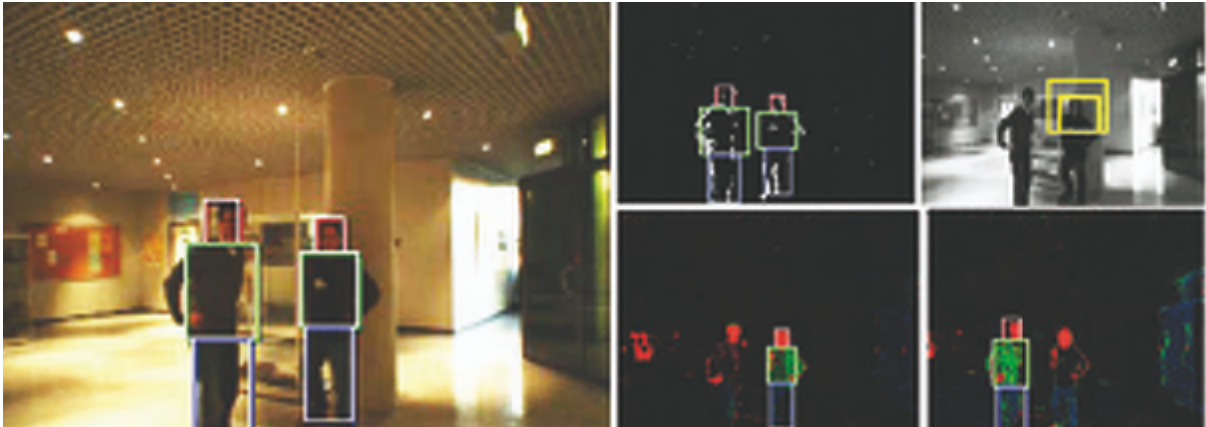


Abbildung 2: Mehrpersonentracking auf einem Roboter (links). Es werden folgende Merkmale genutzt: Bewegung (rechte Seite, links oben), Kopf- und Oberkörperdetektoren (rechte Seite, rechts oben), Farbmodelle verschiedener Personen (rechts unten), sowie Disparitätenbilder (nicht gezeigt).

Identifikation von Personen

Eine weitere wichtige Komponente für die Wahrnehmung und das Verstehen menschlicher Interaktion ist die Identifikation von Personen. Sie liefert die Antwort auf die “Wer”-Frage, und ist beispielsweise wichtig um zu verstehen, wer in einem Raum ist, wer etwas gesagt hat, wer mit dem System interagiert.

Ein Schwerpunkt unserer Arbeit ist hierbei der Entwurf und die Umsetzung neuer, robuster Verfahren zur Gesichtserkennung, welche auch unter realistischen Einsatzbedingungen, wie sie in einem Smart Room oder auch bei der Mensch-Roboter Interaktion auftreten, funktionieren müssen (Abbildung 3). Herausforderungen sind hierbei insbesondere veränderliche Beleuchtung, sich bewegende Personen, unterschiedliche Kopfdrehungen und auch die oft geringe Bildauflösung. Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über ein von uns entwickeltes lokales ansichtsbasiertes Gesichtserkennungsverfahren [ES05b, ES06a, ES06b].

Teilbereiche des Gesichts werden hier durch Merkmale auf Basis der Diskreten Cosinus



Abbildung 3: Komponenten des Gesichtserkennungssystems

Transformation (DCT) klassifiziert. Diese blockbasierten Ergebnisse werden dann fusioniert. Alternativ ist auch eine Fusion auf Merkmalsebene möglich.

Das Verfahren erzielt hervorragende Ergebnisse auf den gängigen Benchmarks und ist robust gegenüber Beleuchtungsunterschieden und Mimik. Außerdem kann es auch bei teilweisen Verdeckungen – beispielsweise durch Brillen – noch erfolgreich eingesetzt werden [ES09].

Abbildung 4 (links) zeigt die Anwendung des Gesichtserkennungssystems auf einem Roboter. Hierdurch kann eine personalisierte Interaktion zwischen Mensch und Roboter ermöglicht werden. Ähnliche Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich in Smart Room Umgebungen (Abbildung 4, rechts) So können hier beispielsweise auf Basis der Personen-erkennung personalisierte Dienste oder Arbeitsumgebungen bereitgestellt werden.

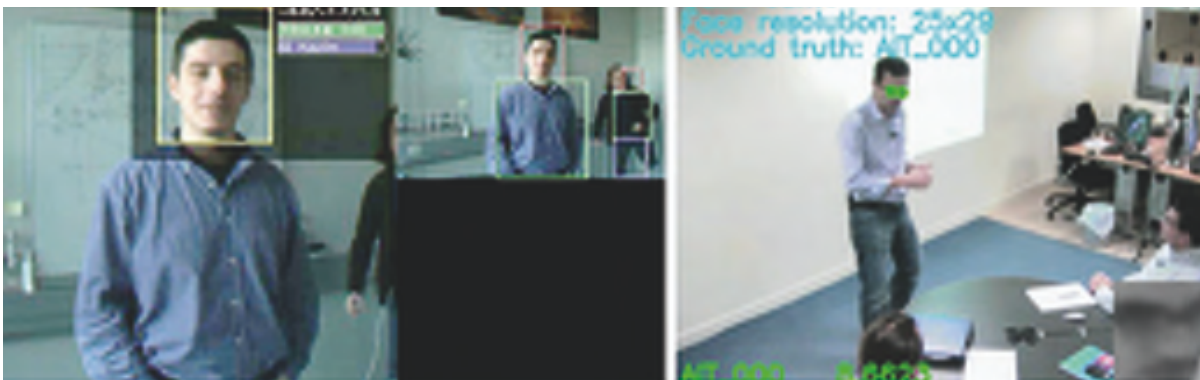


Abbildung 4: Personenerkennung auf einem Roboter (links) und in einem Smart Room (rechts). Man beachte die schwierigen Bedingungen im Hinblick auf die variable Beleuchtung, variable Kopforientierungen und niedriger Bildauflösung.

Bestimmung des Aufmerksamkeitsfokus

Für die Analyse menschlicher Interaktion ist die Wahrnehmung der Blickrichtung und des Aufmerksamkeitsfokus von Personen ein weiterer wichtiger Aspekt. Dies ist einerseits wichtig, um menschliche Interaktion besser zu verstehen, beispielsweise um festzustellen, wer wen anschaut und wer mit wem spricht. Andererseits ist die Erkennung des Aufmerksamkeitsfokus auch notwendig, um “aufmerksame” Schnittstellen zu entwickeln, die wahrnehmen, ob sie angesprochen werden. In unserer Forschungsarbeit beschäftigen wir uns schon recht lange mit diesem Thema. So haben wir verschiedene Verfahren zur bildbasierten Bestimmung der Kopfdrehung und Blickrichtungen von Personen untersucht. Beispielsweise ist es möglich, mithilfe Künstlicher Neuronaler Netze, welche vorverarbeitete Bilder des Kopfes einer Person als Eingaben erhalten, die Orientierung des Kopfes mit recht genau zu Schätzen (je nach Szenario sind hier mittlere Fehler von unter 10 Grad möglich). So können wir ein solches Auswertesystem beispielsweise nutzen, um in Besprechungen festzustellen, wer wen anschaut, oder wer wen angesprochen hat [Sti02b]. Eine weitere Anwendung ist die Nutzung der Kopfdrehung für die Mensch-Roboter Interaktion. Hier zeigte sich, dass die Kopfdrehungen von Personen sehr gut Rückschlüsse ermöglichen, ob eine Personen einen Roboter oder eine andere Person im Raum anspricht [KSS+04].

Im Rahmen des Smart Control Room Projektes am IITB, auf das ich später noch zu sprechen kommen werde, sind wir nun daran, die Robustheit eines Systems zur Erfassung

der Kopfdrehungen aller Personen weiter zu verbessern. Hierzu nutzen wir alle Kameras im Raum. Die aus den verschiedenen Kameras gewonnenen Schätzungen über die Kopfdrehung einer Person können mittels geeigneter Fusionsansätze kombiniert werden, um so eine bessere Kopfdrehungsschätzung im ganzen Raum zu erzielen (Abbildung 5). Derzeit ist es mit unseren Verfahren möglich in einem Smart Room mit vier Kameras mittlere Fehler von sieben Grad für die horizontale und neun Grad für vertikale Kopfdrehung zu erzielen [VR09].



Abbildung 5: Erkennung von Kopfdrehungen und Aufmerksamkeit in einem Smart Room.

Erkennung von Körperhaltung und Gesten

Gesten und insbesondere Zeigegesten gehören zu den natürlichen non-verbale Kommunikationsmitteln von Menschen. Die automatische Erkennung von Gesten ist daher wichtig, um menschliche Kommunikation richtig zu interpretieren und um effizientere Mensch-Maschine Schnittstellen zu entwickeln.

So sollte beispielsweise ein humanoider Haushaltsroboter nicht nur die Sprache sondern auch Gesten einer Person interpretieren können, um multimodale Anweisungen wie „Gib mir diese (Zeigeste) Tasse“ oder „Stelle das dorthin (Zeigeste)“ korrekt interpretieren zu können.

Zur Erkennung solcher Zeigegesten haben wir im Rahmen des Karlsruher Sonderforschungsbereiches 588 „Humanoide Roboter“ ein System zur Zeigegestenerkennung entwickelt [NS07]. Hierbei werden zunächst Kopf- und Hände einer Person durch Auswertung von Stereokamerabildern in 3D lokalisiert. Aufbauend darauf werden mit Hilfe von Hidden-Markov-Modellen Zeigegesten detektiert, und die Zeigerichtung extrahiert. Durch Integration dieser Zeigegestenerkennung in ein multimodales Dialogsystem können die obengenannten multimodalen Interaktionsmöglichkeiten mit einem Humanoide Roboter realisiert werden [SEF+07]. Eine weitere Anwendung ist die Gesten- und Berührungsbasierte Interaktion mit großen Displays, wie wir sie im Rahmen des Smart Control Room Projekts am Fraunhofer IITB entwickeln.

Der Smart Control Room am IITB

Ich möchte nun auf Anwendungsmöglichkeiten der bereits genannten Perzeptionskomponenten in sogenannten Smart Rooms eingehen, und Ihnen den „Smart Control Room“ vorstellen, an dem ich gemeinsam mit meiner Forschungsgruppe „Perceptual User Interfaces“ am Fraunhofer IITB seit Ende 2007 arbeite. Diese Forschungsarbeiten werden im Rahmen des Fraunhofer Attract Projektes »Visuelle Perzeption für Mensch-Maschine Interaktion – Interaktion in und mit aufmerksamen Räumen« für insgesamt fünf Jahre durch die Fraunhofer Gesellschaft und das IITB gefördert.

Das Ziel des Projektes ist es, einen aufmerksamen, wahrnehmenden Raum zu entwickeln, welcher durch visuelle - und zukünftig auch akustische Sensorik - alle Personen im Raum, ihre Position, Körperhaltung, Blickrichtung, Gestik, etc. wahrnimmt. Die durch Sensorauswertung gewonnenen Informationen über die Personen und die Situation im Raum sollen dann dazu genutzt werden, einen »aufmerksamen« Smart Room zu entwickeln, der Personen bei Ihrer Zusammenarbeit, sowie bei der Interaktion mit dem Raum, beispielsweise mit einer großen Videowand oder anderen Geräten, unterstützt. So soll der Raum wahrnehmen können, wer sich wo im Raum befindet, wer mit wem spricht und wer mit welchem Gerät interagiert. Außerdem sollen beispielsweise erkannte Gesten für eine natürliche und – in Kombination mit Spracherkennung – multimodale Interaktion genutzt werden können.

Der Smart Control Room am IITB ist ein sechs mal acht Meter großes Labor, das mit einer vier mal zwei Meter großen Video-Rückprojektionswand ausgestattet ist (Abbildung 6). In den oberen Raumecken befinden sich vier passive, kalibrierte Kameras, an der Decke eine, sowie über der Videowand weitere vier. Zwei aktive Pan-Tilt-Zoom Kameras sind an den Seitenwänden angebracht. Dadurch ist der Raum als Ganzes wahrnehmbar und an besonders interessanten Stellen, wie an der Videowand, eine höhere Auflösung erreichbar.



Abbildung 6: Smart Control Room: Kooperatives Arbeiten an der Videowand

Durch die Auswertung der Kamerabilder in Echtzeit können mehrere Personen im Raum geortet werden. In Kombination mit den aktiven Kameras ist eine gezielte Identifikation der Personen mittels Gesichtserkennung möglich. Die Aufmerksamkeit aller Personen wird durch Bestimmung ihrer Kopfdrehung, und des damit verbundenen Sichtkegels, verfolgt [VS09]. Hierbei wird insbesondere die Verteilung der vier Ekkameras ausgenutzt, um die Kopfdrehung im ganzen Raum unabhängig von Verdeckungen bestimmen zu können. Durch die vier Kameras über der Videowand ist mittels eines Voxel-basierten Ansatzes eine 3-D-Rekonstruktion der Szene möglich. Bei einem solchen Ansatz wird der zu beobachtende Raum in kleine 3-D-Würfel – sogenannte »Voxel« – unterteilt. Für jedes Voxel im Raum wird dann analysiert, ob es durch eine Person überdeckt ist oder nicht. Die resultierende 3-D-Rekonstruktion des Raumes wird dann benutzt um die Körperhaltung der Personen und darauf aufbauend deren Gesten zu bestimmen (siehe Abbildung 7). Das System erkennt sowohl direkte Berührungen der Videowand als auch Interaktionen durch Zeigegesten. [SS09,SCJ+09]. Der Übergang zwischen beiden Modalitäten ist dabei fließend.

Auf den perzeptuellen Komponenten baut weiterhin eine Situationsmodellierung auf. Sie fusioniert die Ergebnisse um damit die Szenenbeschreibung auf einer höheren Abstraktionsebene zu ermöglichen.



Bild 7: Voxeldarstellung und Interaktionserkennung

Das Projekt zielt in erster Linie auf die Unterstützung von Führungskräften in Stabsräumen ab, bspw. im Bereich des Katastrophenmanagements. Die auf Basis der genannten Wahrnehmungsmodul entwickelten Interaktionskomponenten ermöglichen intuitive Schnittstellen zu den unterstützenden Diensten. Die Technik tritt in den Hintergrund und erlaubt den Nutzern, sich auf ihre Aufgaben zu fokussieren. Als erste Testumgebung wurde eine Beispielanwendung für Krisenmanagement in Karlsruhe implementiert. Diese zeigt, aufbauend auf den Tracking- und Identifikationsergebnissen, personalisierte Arbeitsplätze genau dort an wo sich der Benutzer befindet. Außerdem ist es möglich, den Benutzern gezielt Nachrichten an ihren aktuellen Positionen an der Videowand anzuzeigen. Durch

Gesteninteraktion können die Arbeitsplätze an der Videowand verschoben und Inhalte angepasst werden. Zusätzlich kann der Aufmerksamkeits-Fokus einer Person vor der Videowand durch die Schätzung seiner Kopfdrehung auf dieser veranschaulicht werden. Dies ermöglicht allen Beteiligten kooperativ und unter Einsatz der Videowand in Verbindung mit den perzeptuellen Komponenten die Krisensituation zu managen.

Für die weitere Projektlaufzeit streben wir eine Kooperation mit potentiellen Anwendern an, um die erzielten Verfahren im Hinblick auf realistische Anwendungsszenarien weiter zu entwickeln.

Außerdem wird in Kürze eine Integration von Spracherkennung und weiteren akustischen Perzeptionskomponenten in die Laborumgebung stattfinden.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen: Die maschinelle Wahrnehmung, und insbesondere die visuelle Wahrnehmung, von Menschen, ist eine Voraussetzung, um bessere, intelligentere Mensch-Maschine-Systeme entwickeln zu können. Beispiele hierfür sind Humanoide Roboter die mit dem Menschen auf natürliche Weise interagieren, sowie intelligente Umgebungen (Smart Rooms), welche Menschen bei Ihrer Arbeit oder in Ihrem Alltag wahrnehmen und unterstützen.

Eine Herausforderung bei der Entwicklung solcher Systeme sind neben den Echtzeitanforderungen die bei interaktiven Systemen beachtet werden müssen, auch die Robustheit der Systeme in realistischen Bedingungen, mit veränderlicher Beleuchtung, dynamischem Hintergrund und sich bewegenden Personen. Ich denke, wir konnten hier in den letzten Jahren gut Fortschritte erzielen.

Literaturhinweise

[NGSM05] Kai Nickel, Tobias Gehrig, Rainer Stiefelhagen, John McDonough, A Joint Particle Filter for Audio-visual Speaker Tracking , International Conference on Multimodal Interfaces ICMI 05, Trento, Italy, October 2005.

[NS08] Kai Nickel and R. Stiefelhagen, Dynamic Integration of Generalized Cues for Person Tracking, 10th European Conference on Computer Vision - ECCV'08, October 12-18, Marseille, France

[NS07] Kai Nickel, Rainer Stiefelhagen, Fast Audio-Visual Multi-Person Tracking for a Humanoid Stereo Camera Head, IEEE-RAS 7th International Conference on Humanoid Robots - Humanoids'07, Pittsburgh, PA, November 2007

- [ES05b] H. Ekenel, R. Stiefelhagen, Local Appearance Based Face Recognition Using Discrete Cosine Transform. In 13th European Signal Processing Conference, Antalya, Turkey, September 2005.
- [ES06a] H.K. Ekenel, R. Stiefelhagen, Block Selection in the Local Appearance-based Face Recognition Scheme, CVPR Biometrics Workshop, New York, USA, June 2006.
- [ES06b] H.K. Ekenel, R. Stiefelhagen, Analysis of Local Appearance-based Face Recognition: Effects of Feature Selection and Feature Normalization, CVPR Biometrics Workshop, New York, USA, June 2006
- ES09] Hazim K. Ekenel and Rainer Stiefelhagen, Face Alignment by Minimizing the Closest Classification Distance, IEEE Third International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems, Sept. 2009 Washington, DC
- [KSS+04] M. Katzenmaier, R. Stiefelhagen, T. Schultz, I. Rogina, and A. Waibel. Identifying the Addressee in Human-Human-Robot Interactions based on Head Pose and Speech. International Conference on Multimodal Interfaces ICMI 2004, State College, PA, USA, October 2004.
- [VS09] M. Voit, R. Stiefelhagen, A System for Probabilistic Joint 3D Head Tracking and Pose Estimation in Low-resolution, Multi-view Environments, 7th International Conference on Computer Vision Systems, October 2009, Liege, Belgium
- [Sti02b] Rainer Stiefelhagen. Tracking Focus of Attention in Meetings. In International Conference on Multimodal Interfaces, pages 273–280, Pittsburgh, PA, October 2002. IEEE.
- [NS07] Kai Nickel, Rainer Stiefelhagen, Visual recognition of pointing gestures for human-robot interaction, Image and Vision Computing, Elsevier, Volume 25, Issue 12, 3 December 2007, Pages 1875-1884.
- [SEF+07] R. Stiefelhagen, H. Ekenel, C. Fügen, P. Gieselmann, H. Holzapfel, F. Kraft, Kai Nickel, M. Voit, A. Waibel, Enabling Multimodal Human-Robot Interaction for the Karlsruhe Humanoid Robot, IEEE Transactions on Robotics, Special Issue on Human-Robot Interaction, Vol. 23, No.5, Oct. 2007.
- [SS09] Alexander Schick, Rainer Stiefelhagen, Real-Time GPU-Based Voxel Carving with Systematic Occlusion Handling, DAGM-Symposium 2009, pp. 372-381, Jena, Germany, September 2009
- [SCJ+09] A. Schick, F. van de Camp, F., J. IJsselmuiden, R. Stiefelhagen, Extending Touch: Towards Interaction with Large-Scale Surfaces, Interactive Tabletops and Surfaces 2009, Banff, Canada, November 2009.

4 Eröffnung des »Smart Control Room«-Labors

4.1 Forschen mit dem Smart Control Room.

Jürgen Geisler, Rainer Stiefelhagen, Karlsruhe

In vielen Räumen der Zukunft, z.B. industriellen Leitwarten oder Lagezentren, werden die Wände Bildschirme sein. Sie werden sehen und hören können und somit Teil einer aufmerksamen Umgebung werden, die mit ihren Benutzern interagiert, die wahrnimmt, was der Mensch in ihr erfasst und was er von dieser Umgebung an Information erwartet.

Das Fraunhofer IITB ist Schrittmacher auf dem Weg in diese Zukunft und erforscht insbesondere in dem Projekt »Visuelle Perzeption für die Mensch-Maschine-Interaktion« Verfahren des Maschinensehens für das Sehen und Verstehen menschlicher Aktions- und Interaktionsabläufe (siehe 3.3 Maschinensehen für die Mensch-Maschine Interaktion, Rainer Stiefelhagen). Pilotanwendungsfeld dafür sind Leit- und Lagezentren für das Katastrophenmanagement.



Abbildung 1: Interaktion mit der Bildschirmwand am Beispiel der Einsatzleitung bei einer Großschadenslage

Dieses Projekt wird von der Fraunhofer-Gesellschaft im Attract-Programm gefördert und schließt den Aufbau eines Labors ein. Dieses »Smart Control Room«-Labor wurde am 5. März 2009 im Rahmen des Informationstechnischen Kolloquiums zu Ehren des achtzigsten Geburtstags von Herrn Max Syrbe eingeweiht und in Betrieb genommen. In einem Raum mit ca. sechs Metern Breite, neun Metern Tiefe und vier Metern Höhe ist als zentrales Element eine vier Meter breite und zwei Meter vierzig hohe Bildschirmwand eingebaut. Sie ist zusammengesetzt aus acht Rückprojektionseinheiten der Fa. Barco, von denen jede 1024x768 Bildpunkte darstellt. Die Bildschirmwand wird von einem unter Linux betriebenen, handelsüblichen Desktop-PC angesteuert, in den zwei Grafikkarten eingebaut sind.

Umgeben ist diese Wand im Raum von elf Kameras, welche die gesamte Fläche vor dem Großbildschirm überdecken und die Bestimmung von Position, Körperhaltung und Identität der Personen erlauben. Zwei dieser Kameras sind schwenkbar und können ihre Brennweite verändern. Die anderen neun Kameras sind fest eingebaut.

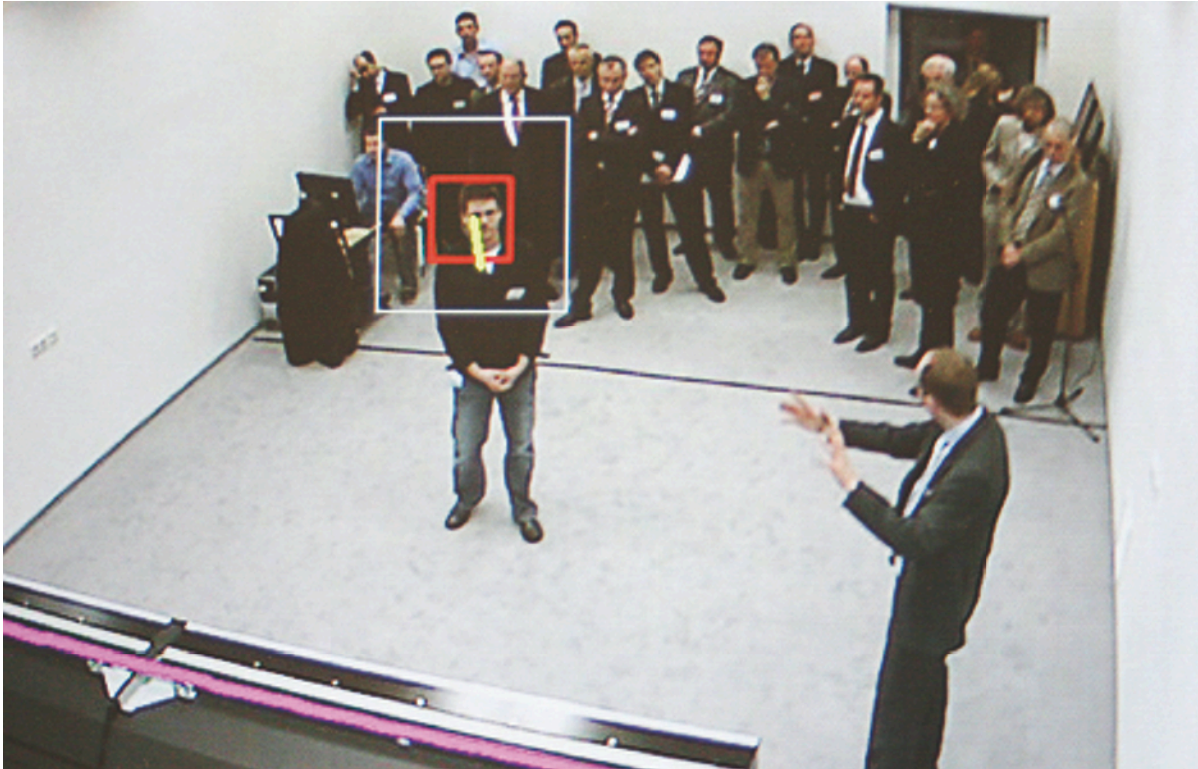


Abbildung 2: Bild von einer der Raumkameras während der Eröffnungs-Vorführung; eingeblendet ist das Ergebnis der automatischen Schätzung der Kopfrichtung für eine Person.

Anlässlich der Einweihung wurde anhand einer fiktiven Großschadenslage den Teilnehmern gezeigt, wie Einsatzleitkräfte vor der an der Bildschirmwand dargestellten Karte eines Gesamtgebiets (in diesem Fall Karlsruhe) unterschiedliche Einsatzschwerpunkte parallel bearbeiten können (Abbildung 1). Da der aufmerksame Raum immer »weiß«, wo sich welche Person befindet, wird auf der Bildschirmwand vor der jeweiligen Kraft immer der für sie passende Darstellungsmodus eingestellt, z. B. ein spezialisiertes »Overlay«-Fenster, und die für sie erforderliche Information eingeblendet, z.B. ein digitaler Meldezettel. Diese personalisierten Informationselemente kann der Benutzer durch Zeigegesten interaktiv verschieben oder sie wandern mit ihm mit, wenn er an der Bildschirmwand entlanggeht, um sich z. B. mit einem Kollegen zu beraten. Von dem Gesamteinsatzleiter, der sich hinter den lokalen Einsatzbearbeitern aufhält, die direkt an der Bildschirmwand arbeiten, registriert der aufmerksame Raum die Kopfdrehung. Damit kann dem lokalen Bearbeiter über die Bildschirmwand signalisiert werden, dass sich der Gesamtleiter gerade seinem Verantwortungsgebiet widmet und er kann mit ihm direkt Verbindung aufnehmen (Abbildung 2).

Neben der weiteren Verbesserung von Präzision und Robustheit der bisher entwickelten Verfahren zur bildgestützten Interaktionsregistrierung wird das Labor auch dahingehend ergänzt werden, dass eine Interaktion über Sprache möglich ist. Die wissenschaftliche Herausforderung dabei ist, über im Raum verteilte Mikrofone und Lautsprecher eine für die einzelnen Benutzer personalisierte Sprachverbindung zu erreichen.

5 Epilog

Max Syrbe, Karlsruhe

Das interessante Kolloquium ist der Initiative von Jürgen Beyerer und Jürgen Geisler zu verdanken. Geisler übernahm auch alle Vorbereitungsarbeiten und die Führung durch das Kolloquium, das die Autoren wirklich zu einer brillanten Reise durch die Ergonomie mit der Anthropotechnik und die Automatisierungstechnik machten. Alle haben mir zusammen mit ihren mit eingeschalteten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein beeindruckendes Geburtstagsgeschenk gemacht, über das ich mich ganz besonders freue. Auf beiden Arbeitsfeldern liefert die deutsche Wissenschaft und Wirtschaft seit mehreren Jahrzehnten Spitzentechnik ab, was durch die Beiträge des Berichtsbandes schlaglichtartig sichtbar wird. Dieser Band liefert nicht nur wertvolle Fakten und unterstützt Erinnerungen an gemeinsam Erlebtes, sondern gibt auch allen Lesern der aufeinander aufbauenden Generationen, im und außer Dienst, Denkanstöße.

Da der Berichtsband, wie im Vorwort dargelegt, vor allem wissenschaftliche Aufgaben wahrnehmen soll, sind hier diejenigen zu kurz gekommen, die im Zuge des Kolloquiums durch Grußworte meinem 80. Geburtstag Ehre erwiesen haben:

- Ministerialdirigent Günther Leßnerkraus, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
- Prof. Dr. Ulrich Buller, Vorstandsmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft, verbunden mit einer TV-Einblendung der Grüße des Präsidenten, Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger
- Prorektor Prof. Dr.-Ing. Jürgen Becker, Universität Karlsruhe (TH)
- Dekan Prof. Dr.-Ing. Heinz Wörn, Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH)
- Prof. Dr. Gert Siegle, Vorsitzender des Kuratoriums des Fraunhofer IITB.

Sie haben mein Engagement in ihren Verantwortungsbereichen ausführlich und sehr freundlich nachgezeichnet, wofür ich ihnen sehr danke. Sie haben mir viel Freude gegeben, wobei ich mich selbst zur Ordnung rufe mit dem Wissen, dass viel Weihrauch auch Engel schwärzt². So danke ich allen Beteiligten herzlich für die Mühe, die sie neben ihrer hohen Alltagsbelastung aufgewendet haben um dieses Kolloquium zu gestalten und ebenso allen Besuchern, die durch ihre Teilnahme ihre Verbundenheit mit der Fraunhofer Gesellschaft, dem IITB und mir Ausdruck verliehen.

Möge die „Generation im Dienst“ die bisherigen Erfolge auch in schwierigeren Zeiten fortsetzen und womöglich noch ausbauen können. Ich wünsche allen Glück und eine gute Zeit.

² Schwäbisches Sprichwort

6 Die Autoren

Prof. Dr. rer. nat. Heinz Schmidtke



studierte Physik und Psychologie an der TH Braunschweig von 1945 bis 1949 und promovierte dort zum Dr. rer. nat. 1949 wurde er Leiter eines Physiklabors in der Chemieindustrie bis 1955. Danach erhielt er eine Einladung zu einer Gastprofessur an der University of California in Berkeley bis 1956 mit anschließender Berufung zum Abteilungsleiter an das Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund. 1962 folgte die Berufung an die TU München als Direktor des Instituts für Ergonomie. 1970 bis 1975 war er Rektor der TU München. 1992 emeritierte Prof. Schmidtke.

Prof. Dr.-Ing. Karl-Friedrich Kraiss

studierte Nachrichtentechnik an der TU Berlin. Danach war er Abteilungsleiter am Forschungsinstitut für Anthropotechnik der Forschungsgesellschaft für angewandte Naturwissenschaften (FGAN). In diese Zeit fällt die Promotion zum Dr.-Ing. und ein Aufenthalt als Gastwissenschaftler beim Ames Research Center der NASA. Nach der Habilitation erhielt er 1992 den Ruf auf den Lehrstuhl für Technische Informatik (LTI) der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an der RWTH Aachen.



Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Klaus Wucherer



begann 1970 als Projektingenieur bei der Siemens AG und leitete eine Vielzahl von Geschäften im In- und Ausland. Als Bereichsvorstand von Siemens A&D und als Mitglied des Vorstandes der Siemens AG war er für die Bereiche A&D, I&S und TS sowie die Region Asien und Australien zuständig. 2003 bis 2005 war Prof. Wucherer Präsident des VDE und ist Präsident des IEC Deutschland. Er ist Mitglied der Aufsichtsräte von SAP, Infineon und Leoni sowie Mitglied des Hochschulrates der Universität Erlangen – Nürnberg.

Prof. Dr. rer. nat. Hartwig U. Steusloff

studierte an den Technischen Universitäten Darmstadt und München Nachrichtentechnik und promovierte 1977 an der Universität (TH) Karlsruhe zum Dr. rer. nat. Im Jahr 1984 wurde er zum Institutsdirektor für den Bereich Datenverarbeitung des IITB ernannt. Nach der Zusammenführung der beiden Institutsbereiche Informations- und Datenverarbeitung wurde Prof. Steusloff Geschäftsführender Direktor des Gesamtinstituts. 1987 wurde Prof. Steusloff zum Honorarprofessor an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe berufen und vertritt seitdem dort die Fachgebiete Verteilte / vernetzte Echtzeitsysteme, Mensch-Maschine-(Prozess-)Kommunikation, Normung und Standardisierung.



Prof. Dr.- Ing. Jürgen Beyerer

studierte Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe (TH). Für seine 1994 abgeschlossene Promotion zum Thema „Analyse von Riefentexturen“ wurde ihm 1995 der Messtechnikpreis des AHMT (Arbeitskreis der Hochschullehrer für Messtechnik) verliehen. 1999 habilitierte er im Fach Messtechnik an der Fakultät für Maschinenbau der Universität Karlsruhe (TH). Im Anschluss wechselte er zur Firmengruppe Hottinger in Mannheim, wo er die neue Firmentochter Hottinger Systems GmbH mit den Schwerpunkten automatische Sichtprüfung und Robotertechnik aufbaute und als Geschäftsführer leitete. Zum März 2004 wurde er als Leiter des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung IITB in Karlsruhe und auf die Professur für Interaktive Echtzeitsysteme an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) berufen.



Prof. Dr.-Ing. Rainer Stiefelhagen



studierte und promovierte im Fachbereich Informatik an der Universität Karlsruhe (TH). In dieser Zeit tätig er mehrere mehrmonatige Aufenthalte als Gastwissenschaftler an der Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA. In 2009 habilitierte er sich für den Fachbereich Informatik an der Universität Karlsruhe (TH). Seit Mai 2009 hat er eine Professur für „Maschinensehen für Mensch-Maschine Interaktion“ an der Universität Karlsruhe (TH) inne. Die Professur wird zu teilen vom Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) gefördert, an welchem Prof. Stiefelhagen das Themenfeld Perceptual User Interfaces (Wahrnehmende Schnittstellen) leitet.

Dr. rer. nat. Jürgen Geisler

studierte von 1978 bis 1982 Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität der Bundeswehr in München-Neubiberg. Bis 1989 leistete er Dienst als Technischer Offizier in Luftwaffe und wechselte dann als wissenschaftlicher Mitarbeiter zum Fraunhofer IITB. 2006 promovierte Dr. Geisler an der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH).



Dr. Jürgen Geisler leitet die Abteilung „Interaktive Analyse und Diagnose“ am Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB und ist Stellvertreter von Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer als Leiter dieses Instituts. Im Auftrag des Lehrstuhls IES lehrt Dr. Geisler Grundlagen der Mensch-Maschine-Wechselwirkung in der Anthropomatik.

Prof. Dr. rer. nat. Max Syrbe

Prof. Syrbe studierte Physik an der Universität Frankfurt, wo er 1953 promovierte. Anschließend begann er seine Industrielaufbahn bei BBC in Mannheim als Entwicklungs- und Projektingenieur. Dort führte er den Geschäftsbereich Elektronik mit 1300 Beschäftigten. 1962 erhielt er Prokura und wurde 1964 zum Direktor ernannt. Nach ersten Kontakten zum Institut für Schwingungsforschung (ISF) im Jahr 1962 übernahm er 1964 den Vorsitz im Kuratorium des ISF. In den Senat der Fraunhofer-Gesellschaft wurde Prof. Syrbe 1966 berufen. 1968 verließ er BBC und trat dem nach Karlsruhe verlegten ISF, jetzt ein Fraunhofer-Institut, als Direktor bei. 1971 wurde Prof. Syrbe zum stellvertretenden Vorsitzenden der Hauptkommission der Fraunhofer-Gesellschaft gewählt. Seiner Initiative ist es zu verdanken, dass ein Konzept zur Forschungs- und Ausbauplanung erarbeitet wurde, das die Basis bildete zu den Grundzügen der Weiterentwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft. Er vertrat die erfolgsabhängige Vertragsforschung für Wirtschaft und öffentliche Hand als geeignete Basis für die Fraunhofer-Gesellschaft in ihrer Eigenschaft als Trägerorganisation der angewandten Forschung in der Bundesrepublik.

Im Jahre 1975 berief die Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) Prof. Syrbe zum Honorarprofessor. 1983 wählte ihn die Fraunhofer-Gesellschaft zu ihrem Präsidenten, einem Amt, das er bis 1993 innehatte. In dieser Zeit formte er entscheidend die Fraunhofer-Gesellschaft zur erfolgreichsten europäischen Forschungsorganisation.

Neben seinen leitenden Tätigkeiten hat Prof. Syrbe zahlreiche eigene wissenschaftlich-technische Arbeiten und Bücher veröffentlicht, z. B. das Buch »Messen-Steuern-Regeln mit Prozessrechnern« und ist Herausgeber der Buchreihe »Informationsverarbeitung in technischen, biologischen und ökonomischen Systemen«.

1991 wurde er zum Vorsitzenden des Kuratoriums der Steinbeis-Stiftung gewählt. 1993 verlieh ihm die Gerhard-Mercator-Universität Duisburg die Ehrendoktorwürde und die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg ernannte ihn zum Ehrensensator. Schwerpunkte seiner fachlichen Arbeit liegen in den Bereichen der Automatisierung und der Anthropotechnik, insbesondere der Mensch-Maschine-Systeme. Ebenso befasste er sich mit Forschungspolitik und Forschungsmanagement.

Lehrstuhl für Interaktive Echtzeitsysteme
Karlsruher Institut für Technologie

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung
IITB Karlsruhe

ISSN 1863-6489
ISBN 978-3-86644-457-7

