

Exzerpte und Resümees
aus deutschen und amerikanischen Publikationen
als orientierende und anregende Diskussionsgrundlage zur
LIFIS-Konferenz Kognitionstechnologien in Theorie und Praxis.

Gerhard Öhlmann

1. Einige Begriffsdefinitionen

Unter **Converging Technologies** wird seit 2002 die Konvergenz von insbesondere vier Schlüsseltechnologien verstanden – nämlich der Nano-, der Bio-, der Informations- und der **Kognitions- bzw. Neurotechnologien**. Für diese vier Technologien hat sich, von den englischen Ausdrücken abgeleitet, die Abkürzung NBIC etabliert, so dass man auch von NBIC-Konvergenz spricht. Zentrale These ist die Annahme einer Kompatibilität der 'Grundelemente' Atom, Gen, Bit und Neuron, die als Bedingung der Erschließung neuer technischer Möglichkeiten und Produkte wie Nano-Bio-Prozessoren, 'smart dust' und intelligente Materialien vorausgesetzt wird. (s. BMBF Forschungsverbund "Verkörperter Information")

Unter dem Begriff **Kognition** fasst man in der **Kognitionspsychologie** diejenigen Funktionen zusammen, die das Wahrnehmen und Erkennen, das Enkodieren, Speichern und Erinnern sowie das Denken und Problemlösen, die motorische Steuerung und schließlich den Gebrauch der Sprache umfassen. Kognition ist der wissenschaftliche Begriff vom Prozess des Denkens zum Wissen. Zum Kern der Kognition sind diejenigen Prozesse zu rechnen, die mit **mentalenen Repräsentationen** operieren, und für die deshalb ein **Gedächtnis** angenommen werden muss, d.h. die Fähigkeit zur Akkumulation und Speicherung von Wissen. Auch periphere Prozesse, die der Weiterverarbeitung sensorischer Daten (Wahrnehmung) sowie der Planung und Steuerung von Bewegungen (Motorik) dienen, müssen zumindest zum Teil als kognitive Prozesse betrachtet werden.

Selbst die in der Psychologie traditioneller Weise von Kognition unterschiedenen Bereiche der **Motivation und Emotion** haben starke kognitive Anteile und sind zwar unterscheidbar von Kognition, aber dennoch untrennbar mit ihr verbunden. Kognition interveniert zwischen Reizaufnahme und Verhalten – dies ist geradezu definitorisch für Kognition. Die Reiz-Reaktionskopplung wird dadurch indirekt und durch kognitive Prozesse (u.a. auf der Grundlage der Nutzung gespeicherter früherer Erfahrungen) modifiziert.

Kognitive Systeme sind in der Lage, die optimal geeignete Handlung in einer gegebenen Situation auszuwählen, wobei Wissen über die aktuelle Umgebung und ihre eigenen Fähigkeiten verarbeitet wird.

Durch „kognitive Fähigkeiten“, wie z.B. Wahrnehmung, Überlegung, Lernen und Planen, werden **technische Systeme** zu Systemen, die über Wissen verfügen und lernen.

Durch kognitive Fähigkeiten verbessern sich Zuverlässigkeit, Flexibilität, Anpassbarkeit und Leistungsfähigkeit der technischen Systeme. Es wird leichter sein, mit ihnen zu interagieren und kooperieren.

Nach der Position der **Verteilten Kognition** ergibt sich menschliche Kognition oder der menschliche Geist aus dem Zusammenwirken und wechselseitiger Beeinflussung von Gehirn, übrigen Körper sowie Strukturen der materiellen und sozialen Umgebung. Kognitive Prozesse sind damit über das Gehirn, den übrigen Körper und die Umwelt verteilt. Zusammen mit Strukturen des übrigen Körpers und der Umwelt bildet das menschliche Gehirn ein erweitertes kognitives System, das eigentliche kognitive System. Das bedeutet auch, dass die Haut als Grenze des Körpers nicht die Grenze des kognitiven Agenten bildet. Nach der Position der Verteilten Kognition muss der Begriff des menschlichen Geistes über die Grenzen des Gehirns und Körpers hinaus erweitert werden. (Wandmacher, Vorlesung 2 SWS, WS 08/09)

Der Begriff „Menschlicher Faktor“, auch “ Menschliche Einflussgröße“, „Humanfaktor“ (engl. Human Factor) ist ein Sammelbegriff für psychische, kognitive und soziale Einflussfaktoren in sozio-technischen Systemen und Mensch-Maschine-Systemen.

Weil sich die Fähigkeiten technischer Systeme immer weiterentwickeln, haben die typisch menschlichen Fertigkeiten, wie die zur Kooperation, zur Problemlösung (Non-Technical Skills), eine immer stärkere Bedeutung.

Die Fragestellungen sind: Welche menschlichen Eigenschaften müssen berücksichtigt werden, um:

- eine technische Umgebung dem Menschen optimal anzupassen,
- die Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten zwischen Mensch und Maschine optimal zu verteilen,
- eine reibungslose Interaktion an der Mensch-Maschine-Schnittstelle zu ermöglichen,
- die Folgen technischer und menschlicher Fehler zu vermindern und
- die Sicherheit und Effektivität des Gesamtsystems Mensch-Maschine zu verbessern.

Die **Kognitionswissenschaft** erforscht interdisziplinär wie Informationen im Gehirn repräsentiert und transformiert werden. Sie besteht aus multiplen Forschungsdisziplinen, darunter Psychologie, künstliche Intelligenz, Philosophie, Neurowissenschaften, Lernwissenschaften, Linguistik, Anthropologie, Soziologie und Erziehungswissenschaften. Sie umfasst verschiedene Niveaus der Analyse, vom unteren Niveau des Lernens und der Entscheidungsfindung bis zum hohen Niveau der Logik und Planung; von der neuronalen Schaltungsanordnung bis zur modularen Hirnorganisation.

Der beste Weg, die Komplexität des menschlichen Denkens zu erfassen, ist die Anwendung multipler Methoden, insbesondere psychologischer und neurologischer Experimente und mathematischer Modellierung. Theoretisch sind Repräsentation und Berechnung die fruchtbarste Herangehensweise, den Verstand zu begreifen.

Kognitives Engineering (Kognitionstechnik) ist ein multidisziplinäres Feld, das auf die Verbesserung der Anpassung zwischen Mensch und von ihm bedientem System fokussiert. Kognitives Engineering ist ein multidisziplinäres Unterfangen, das sich mit der Analyse, der Konstruktion und der Bewertung komplexer Systeme von Mensch und Technologie beschäftigt.

Es zeichnet sich aus durch:

- seinen spezifischen Fokus auf die kognitiven Anforderungen, die durch die Arbeitsplatz-Umgebung auferlegt sind und
- seine Beschäftigung mit komplexen soziotechnischen Bereichen in denen die Handlungen auf das erwartete Verhalten anderer Teilnehmer, sowohl menschlicher als auch autonomer, angepasst sein müssen

2. Kognitive Technologien

Kognitive Technologien umfassen künstliche Intelligenz und ihre Untergliederungen sowie verwandte Gebiete wie die Verarbeitung und die Technologien der natürlichen Sprache auf hohem Niveau, kognitive Roboter, automatisiertes Schlussfolgern, Multiagenten-Systeme (ein **Agent** ist ein zu flexibler, autonomer Handlung in einer dynamischen, unvorhersehbaren und offenen Umgebung befähigter Computer), symbolische Lern-Theorien und Lern-Praxis, Wissensrepräsentation und das semantische Web, intelligente Tutorensysteme, künstliche Intelligenz und Erziehung.

Technologie spielt eine zunehmende Rolle in der Gesellschaft. Im Maße des Fortschritts von Technologien durchdringen diese schnell das tägliche Leben normaler Menschen genauso wie den Experten-Bereich. In dem Maße wie Technologien in unseren kognitiven Prozessen genutzt werden, wie sie mit uns und für uns „kognizieren“, beeinflussen sie stark die Art und Weise, wie wir Informationen erwerben und denken, und haben Auswirkungen auf die eigent-

liche Natur der Kognition. Solche Technologien können als **kognitive Technologien** charakterisiert und bezeichnet werden.

Kognizieren (d.h. Denken, Verstehen und Wissen) ist ein Geisteszustand (mental state). Systeme ohne Geisteszustand, solche wie **kognitive Technologien** können manchmal zur menschlichen Kognition beitragen, aber das macht sie nicht zu „**Kognizierern**“. Kognizierer können einige ihrer kognitiven Funktionen auf kognitive Technologien „abladen“ und dadurch ihr Leistungsvermögen über die Grenzen ihres eigenen Gehirns hinaus ausdehnen. Die **Sprache** ist eine Form kognitiver Technologie, die es Kognizierern erlaubt, einige ihrer kognitiven Funktionen auf das Gehirn anderer Kognizierer abzuladen. Die Sprache erweitert ebenfalls das individuelle und gemeinschaftliche Leistungsvermögen der Kognizierer, indem sie die Last durch interaktive und kooperative Kognition verteilt. Lesen, Schreiben, Drucken, Telekommunikation und Arbeit mit dem Computer führen zur weiteren Ausdehnung der Fähigkeiten des Kognizierers. Schließlich das **Web** mit seinem Netzwerk von Kognizierern, digitalen Datenbasen und Software-Agenten, alle zu jeder Zeit zugänglich, überall. Es wurde zum „**Kognitiven Gemeingut**“, in dem verteilte Kognizierer und kognitive Technologie global zusammenwirken können, mit einer Geschwindigkeit, in einem Umfang und einem Grad der Interaktivität, die unvorstellbar ist für lokale, individuelle Kognition allein. Mit der **Sprache** – dem Kognitionswerkzeug par excellence – sind solche technologischen Veränderungen nicht bloß instrumentell und quantitativ, sie können profunde Auswirkungen darauf haben, wie wir denken und Informationen encodieren, darauf wie wir miteinander kommunizieren, auf unsere Geisteszustände, ja und auf unsere Natur selbst. (Abstract des Artikels: „Offloading cognition onto kognitive technology“ von Itiel E. Dror & Steven Harnad, University of Southampton/Université du Québec à Montréal

*This is a contribution from **Cognition Distributed. How cognitive technology extends our minds.** Edited by Itiel E. Dror and Stevan Harnad.*

© 2008. John Benjamins Publishing Company

3. Kognitive Verstärkungstechnologien:

Nach *Bostrum und Sandberg* kann eine **kognitive Verstärkung** definiert werden als“ die Verstärkung oder Ausdehnung von Kernfähigkeiten des Verstandes durch Verbesserung oder Vergrößerung interner oder externer Systeme der Informationsverarbeitung“ (*Bostrum, N., & A. Sandberg. (2006). Cognitive enhancement: Methods, ethics, regulatory challenges. Oxford: Oxford University. The Future of Humanity Institute.*

Nanotechnologie, Biotechnologie, Informationstechnologie und die Kognitionswissenschaft sind auf jeweils besondere Weise konvergiert um kognitive Verstärkungen zu ermöglichen: Die **Nanotechnologie** liefert das Forschungsinstrumentarium zur Verbesserung unserer Kenntnisse der Hirnstruktur und- Funktion sowie neue Mittel der Verabreichung von Medikamenten.

Die **Neurobiologie** entwickelt ein verbessertes Verständnis darüber wie Hirne und assoziierte Nervensysteme arbeiten. Die **Informationstechnologie** steuert Signalverarbeitungsfähigkeiten für die neurobiologische Forschung und für Schnittstellen zwischen Sensoren, Computern, Hirnen und prothetischen Vorrichtungen bei; sie ermöglicht ebenfalls Modellierung und Simulation für die mathematische Neurowissenschaft. Die **kognitive Neurowissenschaft** hat die traditionelle Psychologie ausgeweitet in das Reich des Verstehens der Korrelationen zwischen **Hirnstruktur und- Funktion und Kognition.**

Die gegenwärtigen Entwicklungen **kognitiver Verstärkungstechnologien (Enhancement)** vollziehen sich in drei Bereichen: Hirn-Maschine Schnittstellen, kosmetische Neurologie und Neurochirurgie. (*Arthur Saniotis; University of Adelaide Australia; Journal of Futures Studies, August 2009, 14(1): 27 - 38*) Nach *Kornwachs* lassen sich in der Enhancement unterscheiden: **Kompensatorische** (Alte, Kranke, Behinderte) und **Surplus** (Optimierung, Verstärkung, Erweiterung).

Während die Hirn-Maschine-Technologien sich im Kindesstadium befinden, werden kosmetische Neurologie und Neurochirurgie zunehmend für die Behandlung mentaler Krankheiten genutzt. Alternativ dazu zielt die Transcraniale Magnetische Stimulierung (TMS) auf bestimmte Hirnbereiche in der Hoffnung, neue Behandlungsmethoden für Depressionen und andere Psychopathologien zu finden.

Tabelle: Kognitive Verstärkungstechnologien

Technologie	zu verstärkende Fähigkeit
<u>Lehr- und Lernmethoden und Technologien.</u> (Environments, Software)	Gedächtnisleistung und Lernfähigkeit, Arbeitsgedächtnis Wissen und Entscheidungsfindung
<u>Computer gestützte Kognitionswerkzeuge</u> <ul style="list-style-type: none"> • Humanfaktor gerecht konstruierte Schnittstellen, Oberflächenelektroden für EEG adaptive Schnittstellen und Systeme. • Verstärkte Wirklichkeit (reality) 	Gedächtnisleistung (Informationsspeicherung und- Wiedergewinnung) Wissen (d.h. Entscheidungsregeln, Kontext-Verständnis) Entscheidungsanalyse (Berechnung und Simulation. Wahrnehmungsvermögen (maßgeschneider-tes Sensor-Input, Visualisierung)
<u>Transkranielle Magnetstimulation</u>	Geschwindigkeit des analogen Schlussfolgerns
<u>Psychopharmazeutika</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cholinerge Funktionsverstärker • Adrenerge Agonisten (d.h. Guanfacin) • AMPA Rezeptor-Modulatoren (d.h. Ampakine) CREB Aktivatoren Koffeine, Modafinil	Lernfähigkeit, Gedächtnisleistung Aufmerksamkeit, psychomotorische Leistung Räumliches Arbeitsgedächtnis Langzeit-Gedächtnis
Neurale Schnittstellen <ul style="list-style-type: none"> • Periphere Nerven-Implantate • Vagus-Nerv Stimulierung • Kortikale Implantate <ul style="list-style-type: none"> • Hippokampale Implantate 	Sensorisches Wahrnehmungsvermögen Wiedererkennungsgedächtnis Sensorisches Wahrnehmungsvermögen Fernbedienung von Roboter-Sensorsystemen – Telepräsenz Computer Schnittstellen Gedächtnisleistung
Gentechnik <ul style="list-style-type: none"> • Embryo-Auswahl • Keimbahn-Modifizierung 	Psychometrisches Messen von Intelligenz

Neurotechnologien sind seit einigen Jahren im klinischen Einsatz. Besonders bekannt sind die **Cochlea-Implantate** und die Tiefenhirnstimulation. Bei ersteren werden für die Behandlung von Gehörlosigkeit Elektroden zur Stimulation des Hörnervs in das Innenohr implantiert. Bei der **Tiefenhirnstimulation** werden die Elektroden dagegen in eng umgrenzte Bereiche direkt im Gehirn implantiert. Sie werden bei schweren Formen von Morbus Parkinson im Endstadium zur Behandlung der motorischen Dysfunktionssymptome eingesetzt. Ermutigt durch zahlreiche Erfolge in der Behandlung von Parkinson Patienten wird der Einsatz der Tiefenhirnstimulationen immer weiter ausgedehnt. Aktuell erforschter Anwendungsbereich sind psychiatrische Erkrankungen wie Schwere Depression und Zwangsstörungen. Ableitende Verfahren wie der Einsatz von Gehirn-Computer-Schnittstellen zur Ansteuerung motorischer **Neuroprothesen** befinden sich gegenwärtig im Übergang von der Phase der tierexperimentellen Grundlagenforschung zu ersten Einsätzen beim Men-

schen.(Jens Clausen: „Innovative Neurotechnologien in ethisch-anthropologischer Perspektive“)

Die Aussicht auf sich schnell entwickelnde technologische Möglichkeiten, die menschliche Kognition zu verstärken, macht eine erschreckend große Anzahl von Fragen, Spannungen, Ambitionen und Sorgen dringend. Der Workshop (s. unten) erkannte **Dilemmata und Sorgen in zehn sich überlappenden Gebieten**: Wissenschaft und Demokratie, Gerechtigkeit und Recht, Freiheit und Überwachung, Generationsprobleme, Ethik und Wettbewerb, Individuelles und gemeinschaftliches Recht, Tempo und Bedächtigkeit, ethische Ungewissheit, Menschlichkeit, soziokulturelles Risiko(Aus: *Policy Implications of Technologies for Cognitive Enhancement. May 3-5, 2006, Arizona State University; Workshop der “Advanced Concepts Group am Sandia National Laboratory und des Consortium for Science, Policy and Outcomes an der “Arizona State University”.*)

4. Ausgewählte Forschungsaktivitäten in Deutschland

1. Rahmenprogramm Mikrosysteme

Im aktuellen **Rahmenprogramm Mikrosysteme** (2004–2009) spielen Konvergenzen zwischen den Mikro, Nano-, Bio- und IKT-Feldern eine zentrale Rolle. Inspiriert u.a. durch das NBIC-Konvergenzkonzept findet in Aktivitäten zum Rahmenprogramm in letzter Zeit **die Kognitionswissenschaft** – einschließlich oder neben den **Neurowissenschaften und -technologien** – verstärkt Beachtung. Im Rahmenprogramm Mikrosysteme (BMBF 2004) konzentriert sich die Förderung auf **vier Innovationsbereiche**, die als wichtig für den Wirtschaftsstandort Deutschland eingeschätzt werden:

- Industrielle Prozesse (MST-basierte Prozessinnovationen für die Investitionsgüterindustrie; »neue Chemie« durch Mikroverfahrenstechnik; neue Möglichkeiten im Bereich der Automatisierung sowie der Robotik durch »dynamisches 3D-Sehen«; kompakte, hybride Systeme; MST-basierte innovatorische Impulse für den Maschinen- und Anlagenbau);
- Lebenswissenschaften (Bereiche: Gesundheitsvorsorge/Wellness, Diagnose und individualisierte Therapie von Krankheiten sowie Mikrochirurgie und intelligente Implantate; Innovationen: Gesundheitsmonitoringsysteme; überall einsatzbereite Biochips, auch – zusammen mit Radio-Frequency-Identification- bzw. RFID-Technik – für den Bereich der Überwachung von Lebensmittelketten);
- Mobilität (miniaturisierte Energieversorgung durch Mikrobrennstoffzellen oder energieautarke Systeme; »Internet der Dinge«, zunächst für den Bereich Logistik und auch durch RFID-Etiketten; Assistenzsysteme für Autofahrer);
- Systemintegration (MST-Techniken zur Integration von Komponenten zu einem intelligenten Gesamtsystem, u. a. um die Nano- mit der Mikro- und diese wiederum mit der Makrowelt zu verbinden; wichtige Themen: Aufbau- und Verbindungstechnik, Mikro-Nano-Integration, Zuverlässigkeitsbetrachtungen, Mess- und Prüftechniken sowie Simulation und Designfragen).

Die Konvergenzperspektive ist hinsichtlich aller vier Innovationsbereiche relevant und wird in konzeptionellen Aktivitäten der VDI/VDE-IT dementsprechend diskutiert. Der grundlegende Vorteil der MST im Konvergenzzusammenhang ist nach Ansicht des BMBF (2004), dass diese unterschiedliche Basistechnologien wie die Mechanik, die Optik, die Fluidik, die Polymerelektronik und neue Materialien vereine. Außerdem liefere sie die nötigen Schnittstellen, um innovative Entwicklungen aus neuen Technologiefeldern wie der Bio- oder der Nanotechnik in Produkte zu integrieren, da die meisten neuen Entwicklungen der Nanotechnologie ohne MST nicht nutzbar seien. (Christopher Coenen, *Konvergierende Technologien und Wissenschaften. Der Stand der Debatte und politischen Aktivitäten zu »Converging*

Technologies«, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, März 2008)

2. München

Der **Exzellenzcluster COTESYS**, ein gemeinsamer Forschungscluster der TU München, der Ludwig-Maximilians Universität München, des DLR sowie der Universität der Bundeswehr München untersucht die Kognition von technischen Systemen wie Fahrzeugen, Robotern und Fabriken. Kognitive technische Systeme (KTS) sind Informationsverarbeitende Systeme, die ausgerüstet mit künstlichen Sensoren und Aktuatoren in physische Systeme integriert und eingebettet sind und in einer physischen Welt agieren. Sie unterscheiden sich von anderen technischen Systemen insofern als sie eine kognitive Überwachung (control) ausüben und kognitive Fähigkeiten besitzen. Kognitive Überwachung instrumentiert reflexives und gewohnheitsmäßiges Verhalten in Übereinstimmung mit Langzeit-Absichten. COTESYS erforscht die Realisierung von kognitiven Fähigkeiten wie Wahrnehmung, Lernen, Schlussfolgern, Planen und deren Ausführung in technischen Systemen einschließlich humanoider Roboter, zukünftiger Produktionssysteme und autonomer Fahrzeuge.

(Aus: **COGNITIVE TECHNICAL SYSTEMS —TECHNOLOGIES FOR FUTURE ROBOTICS** Martin Buss*, Michael Beetz # , Dirk Wollherr* Institute of Automatic Control Engineering (LSR),

Faculty of Electrical Engineering and Information Technology# Intelligent Autonomous Systems, Department of Informatics Technische Universität München.)

3. Technische Universität Dresden, Human Performance in Socio-Technical Systems (Schwerpunkt III)

Institut für Psychologie III an der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der TUD
Der Schwerpunkt III soll den langjährigen, national und international beachteten Bereich einer kognitions- und handlungstheoretisch fundierten "Arbeits-, Ingenieur- und Organisationspsychologie" an der TU Dresden zukunftsorientiert und im Einklang mit dem Gesamtprofil der Fachrichtung weiterentwickeln. Der Schwerpunkt beschäftigt sich mit Analysen des zielgerichteten Leistungsverhaltens in den komplexen Teilsystemen Arbeit, Bildung, Wirtschaft und Verkehr. Ziel ist die empirisch-experimentelle Untersuchung und Gestaltung sozialer, psychologischer, neurophysiologischer und organisatorischer Bedingungsfaktoren, die Menschen in die Lage versetzen, ihre Leistungsmöglichkeiten beim Umgang mit komplexen soziotechnischen Systemen unter Berücksichtigung und Förderung ihrer Gesundheits- und Persönlichkeitsentwicklung zu optimieren. Diese komplexen Aufgaben werden hauptsächlich mit den Ressourcen der folgenden Professuren gelöst: **Arbeits- und Organisationspsychologie, Ingenieurpsychologie und Kognitive Ergonomie, Sozialpsychologie, Psychologie des Lehrens und Lernens, Pädagogische Psychologie, Diagnostik und Intervention, Methoden der Psychologie sowie die Arbeitsgruppe Wissen, Denken, Handeln**. Mit dem Schwerpunkt ist außerdem die Professur Verkehrspsychologie assoziiert (Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List").

Zu den einzelnen Forschungsthemen des Schwerpunkts III gehören:

- Entscheidungsorientierte Diagnostik der Leistungspotentiale des Menschen vom Standpunkt ihrer neurokognitiven, behavioralen und sozialen Grundlagen
- Menschengerechte und leistungsförderliche Gestaltung von Arbeits- und Organisationssystemen in der Informations- und Dienstleistungsgesellschaft
- Gestaltung optimaler sozialer und kommunikativer Bedingungen für Spitzenleistungen
- Angewandte Kognitionsforschung, u.a. im Bereich der Entwicklung sensorischer und kognitiver technischer Systeme
- Knowledge-Engineering und Knowledge-Management
- Entwicklung und Förderung von Angeboten zum lebenslangen Lernen
- Optimierung der Mensch-Computer-Interaktion und e-Learning, u.a. durch wissenschaftlich fundierte Usability-Analysen und Feedbackgestaltung

- Computergestützte Kommunikation und kooperative Telearbeit
- Kognitiv-behaviorale Analysen in Wirtschaft und Verkehr als Beitrag zur Lösung von Mobilitäts- und Verkehrsproblemen (z.B. Travel Demand Management und Verkehrssicherheit).

Diese Themen werden im Rahmen von fakultätsübergreifenden Kooperationen und in Verbindung mit den Profillinien der TU Dresden bearbeitet. Dafür stehen speziell ausgerüstete Labors zur Verfügung, wie z.B. das Blickbewegungs- und Virtual-Reality-Labor der Professur für Ingenieurpsychologie und Kognitive Ergonomie, das Konzentrationstest-Labor der Professur für Diagnostik und Intervention, sowie das Multimedia-Lernlabor der Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Der Schwerpunkt III wird zum Referenzzentrum für Beratungs- und Evaluierungsleistungen auf nationaler Ebene, z.B. in Verbindung mit der Erstellung von DIN-Richtlinien im Bereich der psychologischen Diagnostik. Die Spitzenqualifikation der vertretenen Professuren wird durch ihre Einbindung in internationale Forschungsprojekte verstärkt. Dazu gehört unter anderem die Beteiligung der Professuren des Schwerpunktbereiches an Europäischen Networks-of-Excellence sowie an der Entwicklung weiterer internationaler wissenschaftlicher Initiativen im Rahmen von NEST (New and Emerging Science and Technology) Programmen der Europäischen Kommission.

Die Arbeitsgruppe "**Angewandte Kognitionsforschung**" der Professur **Ingenieurpsychologie und Kognitive Ergonomie** gehört zur Fachrichtung Psychologie (speziell Institut für Psychologie III) der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der Technischen Universität Dresden. Die generelle Ausrichtung ist anwendungsorientierte **Grundlagenforschung auf den Gebieten der menschlichen Augenbewegungen, Wahrnehmung und Kognition**.

Das Interesse der AG gilt der Untersuchung und Optimierung dynamischer Aufmerksamkeitseffekte in realen und virtuellen Umgebungen. Zu den Forschungsschwerpunkten gehören Blickverhalten bei freier Bildbetrachtung, Levels-of-Processing Effekte beim menschlichen Gedächtnis, aufmerksamkeitszentriertes Design in der Mensch-Computer Interaktion sowie intelligente Benutzer- (und Fahrer-) Unterstützung durch online Evaluierung von Intentionen und Situationsbewusstsein. Für unsere Untersuchungen verwenden wir hochauflösende videobasierte Eye-Tracking-Systeme. Die Arbeitsgruppe kooperiert mit Partnern auf nationaler und internationaler Ebene. Innerhalb der TU Dresden ist sie in das Zentrum Virtueller Maschinenbau (ZVM) eingebunden.

4. Bielefeld, Universität

Exzellenzcluster: „Cognitive Interaction Technology“(CITEC)

Die Vision der Wissenschaftlerinnen am CITEC sind technische Systeme, die für den Menschen intuitiv und leicht zu bedienen sind: von Alltagsgeräten bis hin zu Robotern. Zukünftige Maschinen sollen sich auf den Menschen einstellen anstatt – wie bisher – die Menschen auf die Maschine. Natürliche Interaktion mit Menschen sowie die Flexibilität der Maschine, ihre Fähigkeit sich an wechselnde Bedingungen anpassen zu können, sind Grundvoraussetzungen – die Erforschung der Grundlagen der „Cognitive Interaction Technology“ die erforderliche Pionierarbeit. Hierzu zählt beispielsweise die Suche nach den grundlegenden Architekturprinzipien kognitiver Mensch-Maschine-Interaktion. Die Forschung im Bereich CITEC gliedert sich in 4 große Themenfelder und deren zentrale Fragestellungen:

- **Bewegungsintelligenz:** wie können wir Wahrnehmung und Aktion verbinden, um Robotern intelligente Bewegungen und das Assistieren des Menschen in realen Situationen zu ermöglichen?

- **Systeme mit Aufmerksamkeit:** Wie schafft es ein System das Wichtigste zu verstehen, sich darauf zu konzentrieren und seine Aufmerksamkeit mit dem Menschen zu teilen?
- **Situierte Kommunikation:** Wie können wir Sprache, Wahrnehmung und Aktionen so koordinieren, dass die Kooperation zwischen Mensch und technischem System möglichst natürlich verlaufen kann.
- **Gedächtnis und Lernen:** Welche Gedächtnisstruktur bietet Allgemeinheit, Flexibilität und Skalierbarkeit, um autonomen, intelligenten Systemen die Möglichkeit zu geben, Wissen über Situationen zu lernen, zu speichern und abzurufen sowie ihre Fertigkeiten zu verbessern?

5. Aachen, Rheinisch-Westfälische Hochschule

Exzellenzcluster: „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“

Der Exzellenzcluster, an dem 19 Professoren der RWTH Aachen aus der Werkstoff- und Produktionstechnik sowie mehrere An-Institute, zum Beispiel der Fraunhofer Gesellschaft beteiligt sind, verfolgt das Ziel, aus der Produktionstechnik heraus Beiträge zur Erhaltung arbeitsmarktrelevanter Produktion in Hochlohnländern zu liefern. Volkswirtschaftlich relevant sind dabei Produkte, die nicht nur Nischenmärkte sondern Volumenmärkte adressieren. Die Lösung der angesprochenen Fragen erfordert teilweise ein grundlegend neues Verständnis der produkt- und produktionstechnischen Zusammenhänge.

Der Exzellenzcluster zielt daher auf die Erarbeitung von Grundlagen für eine zukunftsfähige, produktionswissenschaftliche Strategie und Theorie sowie der dafür notwendigen **Technologieansätze** ab. Auf Basis der wissenschaftlichen Analyse des Polylemmas der Produktionstechnik wurden die Individualisierung, die Virtualisierung, die Hybridisierung und die **Selbstopтимierung der Produktion** als Handlungsfelder identifiziert.

* * *