



Europäische Akademie

zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH

Direktor:
Professor Dr. Carl Friedrich Gethmann

Newsletter

Akademie Brief ▪ No.23 (December 2000)

Editorial

Already since the Europäische Akademie was founded in the year 1996 the Federal Ministry of Education and Research has provided co-financing in the form of project-funding. For the years 2001 to 2006 the funding was to be provided based upon an evaluation to be conducted in the year 2000. Accordingly, the partners, i.e. the Land Rhineland-Palatine and the German Aerospace Center, formed an evaluation committee.

The evaluation committee inspected the Europäische Akademie on August 30th and 31st 2000 and presented its report dated October 10th 2000. Members of the committee have been: Professor Dr. Dr. Brigitte Falkenburg (Dortmund), Professor Dr. Christoph Hubig (Stuttgart), Professor Dr.-Ing. Michael F. Jischa (Clausthal), Professor Dr. Dr. h.c. Klaus Pinkau (München) and Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Günter Spur (Berlin). Chairman (without vote) has been Professor Dr. Carl Böhret (Speyer).

The summarised result reads as follows: "Altogether the committee comes to a very positive general assessment concerning the work of the Academy so far and its unique position in the field of comparable institutions. The committee unanimously recommends to the partners and the Ministry the continuation and support of the institution in its present form" (report, p. 4) By this vote the financing of the Europäische Akademie is fully guaranteed up to and including the year 2006.

CFG

Focus

Von der natürlichen zur Künstlichen Intelligenz. Ein weiter Weg?

Thomas Christaller

The dream of artificial beings is an old one, but only in this century have these fantasies turned into technical reality: robots. This article tries to answer questions like: What have we learned from the developments so far? What will be possible in the near future? And: how will the relationship between robots and humans change? The article builds up on the hypothesis that it is not the traditional, functionalistic idea of intelligence that will lead research on artificial intelligence in the future. The key for understanding human intelligence is the social competence of human beings. The future construction of intelligent robots will be inspired by our knowledge about the human brain and human social intelligence.

Der Traum von künstlichen Wesen oder gar künstlichen Menschen ist alt. Doch erst in diesem Jahrhundert verwandelten sich die mythischen Vorstellungen und Phantasien in technische Gebilde: Roboter. Was haben wir aus den bisherigen Entwicklungen gelernt? Was ist absehbar möglich? Und: wie wird sich das Verhältnis zwischen Robotern und Menschen entwickeln?

Schon in Homers Illias tauchen sie auf – menschenähnliche, künstliche Wesen. Dieses Urbild wurde in den nachfolgenden Jahrhunderten variiert: als Golem des Rabbi Loew in Prag, als Homunkulus des Paracelsus oder als Geschöpf des Doktor Frankenstein. Nachdem einige Frühformen von Automaten-Menschen im anbrechenden Industriezeitalter entstanden waren, wandeln sich die Phantasie-Geschöpfe erst in den Zwanziger und Dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts in ein durch und durch technisches Bild. Maschinen- oder Automatenähnlichkeit und elektrische Energie sind die Hauptbestandteile. Ende der Vierziger Jahre ist es dann soweit. Inspi-

riert von den Geschichten Isaac Asimovs – der den Begriff Robotik als Ingenieursdisziplin erfand – gründet ein Jungunternehmer namens Joseph Engelberger die Firma Unimation Inc. mit dem Ziel, Roboter tatsächlich zu bauen.

Der Ursprung und die Vorläufer der Künstlichen Intelligenz (KI) sind mit denen der Robotik verwoben und doch an entscheidenden Stellen verschieden. Das Teilgebiet Informatik der Künstlichen Intelligenz entstand mit dem Beginn der Informatik selbst. Man kann sogar sagen, dass die Vision, denkende Maschinen konstruieren zu können, eine der Hauptwurzeln für die Entwicklung der Computer gewesen ist. Über die Monaden des Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) und die Rechenanlagen von Charles Babbage (1792-1871) führt der Weg zur universellen Turing-Maschine (nach dem Mathematiker Alan Turing 1912-1954 benannt) und damit zu den Rechenmaschinen, wie wir sie heute kennen.

Doch was versteht man heute unter Künstlicher Intelligenz? Definitionen,

z. B. im Wörterbuch der Kognitionswissenschaft, sprechen von KI als „...Forschungs- und Wissensgebiet, das den Computer als Modell für die Charakterisierung kognitiver Prozesse und als Medium für deren Synthetisierung einsetzt...spezifische (menschliche) kognitive Fähigkeiten und ihre Voraussetzungen besser verstehen und nachbilden zu können...“

Wenn man sich aber, wie hier geschehen, auf das Verstehen menschlicher Intelligenz abstützt, so muss man natürlich sagen, was man unter dieser verstehen möchte. Doch allzu oft werden in den Lehrbüchern der Künstlichen Intelligenz einfach die Fähigkeiten aufgeführt, die nach landläufiger Meinung Intelligenz erfordern, wie zum Beispiel Sprache, Planen und Problemlösen. Eine weitere wichtige Eigenschaft des Intelligenz-Verständnisses in der Anfangszeit der KI war die Abwesenheit eines Körpers, für den die Intelligenz lebensnotwendig ist. Es ist deshalb auch nicht verwunderlich, dass das Schachspielen eine lange Zeit als ein Paradebeispiel menschlicher Intelligenz angesehen wurde.

In seinem KI-Lehrbuch geht Matt Ginsberg von der University of Oregon in Eugene, USA, bei der Definition von KI auch darauf ein, welche menschlichen Eigenschaften die KI nicht berücksichtigt. Und neben so offensichtlichen wie Essen und Trinken schließt er auch folgendes Phänomen für die Künstliche Intelligenz explizit aus, dass nämlich Menschen gut darin seien, Menschen zu sein. Genau diese Eigenschaft ist aber der wichtigste Schlüssel zum Verständnis menschlicher und damit auch künstlicher Intelligenz.

Wir Menschen und einige andere Säugtierarten sind in hohem Maße soziale Wesen, die komplexe individuelle Beziehungen unterhalten. Nicht umsonst empfinden wir die Isolation von anderen Menschen über längere Zeit als unerträglich. Darüber hinaus ist unser Repertoire an unterschiedlichen Verhaltensweisen sehr groß, etwa im Vergleich zu Ameisen, und sie lassen sich durch individuelle, soziale und kulturelle Anpassung und Lernprozesse ganz unterschiedlich entwickeln. Beides zusammen hat uns aber möglicherweise in der Entwicklung vor das folgende Problem gestellt: Wie kann man wissen, was der Artgenosse als nächstes tun wird oder tun möchte?

Die hier aufgestellte Hypothese lautet deshalb, dass die menschliche Intelligenz sich in erster Linie deshalb entwickelt hatte, weil damit plausible und ei-

nigermaßen zuverlässige Antworten auf diese Frage erzeugt werden konnten. Die Vorhersage möglichen, in erster Linie sichtbaren Verhaltens von Artgenossen trieb die Evolution von Intelligenz voran. Eine entscheidende Fähigkeit dafür ist das sogenannte Probehandeln, bei dem wie vor einem geistigen Auge Handlungsmöglichkeiten durchgespielt werden können.

Mitte der Achtziger Jahre wendeten sich eine Reihe von KI-Wissenschaftlern (u. a. R. Brooks, MIT, L. Steels, Brüssel, R. Pfeifer, Zürich) radikal von dem symbolorientierten Ansatz ab und formulierten den Gegenentwurf eines KI-Forschungsprogramms: Die verhaltensorientierte KI. Brooks formulierte es besonders prägnant: Problemlösen, Sprache, Fachwissen und seine Anwendung sowie Vernunft seien eigentlich ganz einfach, wenn nur die Basis von Dasein und Reagieren-Können gegeben sei. Diese bestehe in der Fähigkeit, sich in einer dynamischen Umgebung zu bewegen sowie diese Umgebung so gut wahrzunehmen, dass schließlich Lebenserhaltung möglich würde und sogar Reproduktion. Da Intelligenz in der Natur nie ohne einen Körper auftritt und existieren kann, muss sie in ihm eingebettet sein (embodiment). Die Einbettung geschieht durch aufeinander aufbauende sensormotorische Rückkopplungsschleifen. Will man versuchen, ein künstliches intelligentes System zu konstruieren, so geht dies nur mit Hilfe und auf der Basis von Robotern.

Im Unterschied zur sonst üblichen Robotik verlangen die Wissenschaftler dieser Richtung darüber hinaus, die Umgebung nicht künstlich so zu verarmen, dass sie für den Roboter präzise vorher-sagbar wird. Diese Situietheit oder strukturelle Kopplung erfordert eine beständige interaktive Anpassung zwischen Umgebung und System (situatedness). Sowohl das System als auch die Umgebung verändern sich dadurch in systematischer Weise.

In den letzten zehn Jahren sind eine Reihe von Roboterexperimenten durchgeführt worden, denen Prinzipien aus der Gehirnforschung zugrundeliegen, die davon ausgehen, dass jedes Gehirn sich seine eigene subjektive Wirklichkeit konstruiert. Diese Roboter zeichnen sich alle dadurch aus, dass sie ihr beobachtbares Verhalten mit Hilfe mehrerer, oft gleichzeitig aktiver, sehr einfacher sensomotorischer Rückkopplungen erreichen. So konnte man mit verschiedenen methodischen Ansätzen sehr natürlich wirkende Bewegungsmuster für sechsbeinige Laufmaschinen realisieren.

Wie so oft in der KI und Neuroinformatik glückte es mit einem sehr einfachen Prinzip, rasche Anfangserfolge zu erzielen, doch jetzt stellt sich die Frage, wie komplexere Systeme entwickelt werden können: Wie können die heute üblichen 20 bis 40 Verhaltensweisen zu tausend, Millionen und noch mehr ergänzt werden? Dies ist das Scaling-up Problem, für das augenblicklich niemand ein überzeugendes Konzept hat. Und es ist mehr als blauäugig anzunehmen, dass man von einer Bewegungssteuerung für eine sechsbeinige Laufmaschine – sei sie noch dicht an einer Heuschrecke modelliert – oder von Teelichter einsammelnden Robotergruppen aus schnurstracks die Komplexität der Gehirne von Primaten erreichen könne oder dass damit die entscheidende Einsicht gewonnen würde, wie ein solches Gehirn funktioniert.

Das Fazit lautet also: Die Forderungen nach Embodiment, Situatedness und Bottom-up Konstruktion deuten in die richtige Richtung. Aber es müssen in noch viel größerem Umfang die vorliegenden empirischen Befunde der Naturwissenschaften aufgegriffen werden, um ein Forschungsprogramm der Künstlichen Intelligenz zu formulieren, in dem, von der Natur lernend, die Konstruktionsprinzipien für potentiell intelligente Artefakte entwickelt werden können.

Die Konstruktion intelligenter Roboter wird bestimmt inspiriert sein durch die Kenntnisse über das menschliche Gehirn und die menschliche Intelligenz. Doch Roboter werden immer ein anderes Gehirn haben als Menschen, da sie immer einen anderen Körper haben werden und andere „Bedürfnisse“ des sozialen Zusammenlebens. In jedem Fall werden die von Menschen entwickelten Artefakte nicht die Freuden und Leiden und die Verantwortung eines menschlichen Lebens ersetzen können.

This paper is the shortened text of a lecture that Professor Christaller held in Bad Neuenahr-Ahrweiler on invitation of the Europäische Akademie and the Kreissparkasse Ahrweiler on 8 November 2000. The detailed version can be found in the article "Mit dem Roboter der Natur auf der Spur" in Spektrum der Wissenschaft, Dossier 4/1998 "Roboter erobern den Alltag", 104-108.

Professor Dr. Thomas Christaller is Full Professor for Artificial Intelligence at the University of Bielefeld and Director of the GMD Institute of System Design Technology, since 1999 called Institute for Autonomous intelligent Systems (AiS) in Sankt Augustin.

He is chairman of the project group "Robotics. Options for the Substitutability of Humans" initiated by the Europäische Akademie.



Working groups

Electronic Signatures

On 19/20 July 2000 the project group held its Midterm Meeting in Bonn. The members of the project group discussed the recommendations of the draft memorandum with external reviewers. On September 21 and 22, 2000 the project group held its final meeting. The group prepared the text of the memorandum including feedback and suggestions at the Midterm Meeting. The memorandum is to appear in spring 2001.

Chair: Dr. Otto Ulrich (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik Bonn)

Project Manager:
Dr.-Ing. Christian J. Langenbach
phone: +49 (0) 2641-973 311
christian.langenbach@dlr.de

Robotics

The project group held a meeting on 25/26 September 2000 at the Institute for Robotics and Mechatronics (German Aerospace Center Oberpfaffenhofen) on invitation of Professor Hirzinger, who is a member of the project group. It was the third time that the project group inspected autonomous robots in action and got thereby an impression of the status quo of the technology.

Chair: Professor Dr. Thomas Christaller (GMD St. Augustin)

Project Manager: Dr. Michael Decker
Phone: +49 (0) 26 41-973 308
michael.decker@dlr.de

Low Dose Effects

On 7 November 2000 the second meeting of a core group was held in Bad Neuenahr-Ahrweiler to prepare a project on „Environmental Standards. Low Dose Effects Relations and their Risk Evaluation“. Members of the core group are: MD PhD P. Hall (Stockholm), Professor Dr. D. Henschler (Würzburg), Professor Dr. W.K. Lutz (Würzburg), Professor Dr. E. Rehbindler (Frankfurt), Professor Dr. Dr. h.c. C. Streffer (Essen), Dr. E. Swaton (Wien)

Project Manager: Dr. Kathrin Prieß
Phone: +49 (0) 26 41-973 309
kathrin.priess@dlr.de

Soil Protection

The study group „Preventive Soil Protection“ completed its work with a concluding report, focusing on the problem dimensions and normative issues of soil protection. The report is available as volume 23 of the „Graue Reihe“-series.

Contact: Dr. rer. nat. Stephan Lingner
Phone +49 (0) 2641-973 306
stephan.lingner@dlr.de

News in Brief

Xenotransplantation

The final report of the project group „Xenotransplantation“ is now available in the book series of the Europäische Akademie „Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung“ as volume 8 (see „New Publications“). Based on an analysis of the current situation in transplantation medicine, the report discusses xenotransplantation (that is transplantation from animal tissues to humans) as one putative alternative to allotransplantation (transplantation between humans). The interdisciplinary approach integrates medical, immunological, physiological, genetical, virological, ethical, legal and economic aspects. The results of the two years' work of the project group will be presented to the public in January in Berlin.

Lectureship

Stephan Lingner was appointed for a lectureship on „Ökologie und Umwelt“ and Christian J. Langenbach on „Einführung in die Informatik“ at the Remagen branch of the Koblenz University of Applied Sciences.

Conferences

“On the uniqueness of humankind – Über die Sonderstellung des Menschen“

March 28-30, 2001, Bad Neuenahr-Ahrweiler, organised by the Europäische Akademie jointly with the Medical Society Giessen

The conference plans to approach the theoretical and practical concept of the Sonderstellung against the background of present-day knowledge in biosciences.

Contact: Dr. Kathrin Priess
Phone: +49 (0)2641/973 309
Kathrin.Priess@dlr.de
Or see our homepage: www.europaeische-akademie-aw.de

Lectures

Michael Decker:

03.10.00 „Interdisciplinary Expertise. How to organize it?“, Tagung „Expertise and its interfaces“ (Budapest)

05.10.00 „Interdisziplinäre Forschung. Über die Prozedur zur Qualität?“, Tagung

„Zugänge zur Wirklichkeit“ (Heppenheim)
Carl Friedrich Gethmann:

27.09.00 Interview „Konfliktvermeidung in der Raumfahrt“ Saarländischer Rundfunk 2. Programm, 18.00-18.30 Uhr

07.12.00 „Partizipation: Kommunikation oder Legitimation?“, Gesprächskreis „Innovative Technikfolgenabschätzung“ des BMBF (Stuttgart)

08.12.00 „Die Phasenhaftigkeit der Existenz und die Subjektivität des Menschen“, Roundtable „Visionen zur Zukunft des Alters“, Schering AG/Max-Planck-Gesellschaft (Berlin)

Christian J. Langenbach:

28.09.00 „Electronic Signatures. Cultural Rules and Moral Responsibility“, ISSE-2000 The Information Security Solutions Europe Conference & Exhibition (Barcelona)

28.11.00 „Multimedia möglich machen. Die Wege der rationalen Technikfolgenbeurteilung“, Action Jean Monnet der EU, Fachhochschule (Remagen)

Stephan Lingner:

01.09.00 „Ethische Konzepte zum Umgang mit Umweltproblemen“, Internationale Konferenz „Globale Umweltpolitik – Nachhaltige Entwicklung, Ethik, Umweltmonitoring – Erfahrungen und Perspektiven (Pushkin, St. Petersburg)

Eva M. Neumann-Held:

22.11.00 „Was bedeuten uns die Gene?“, Hochschulpolitischer Tag an der Kirchlichen Hochschule Wuppertal

New Publications

J. P. Beckmann, G. Brem, F. W. Eigler, W. Günzburg, C. Hammer, W. Müller-Ruchholtz, E. M. Neumann-Held, H.-L. Schreiber: *Xenotransplantation von Zellen, Geweben oder Organen. Wissenschaftliche Entwicklungen und ethisch-rechtliche Implikationen*. Springer, Berlin 2000

C. F. Gethmann: „Die Krise des Wissenschaftsethos. Wissenschaftsethische Überlegungen“, in: Max-Planck-Gesellschaft (Hg.) *Ethos der Forschung*. Ringberg-Symposium Oktober 1999, München 2000, 25-41

C. F. Gethmann: „Das abendländische Vernunftprojekt und die Pluralität der Kulturen“, in: K. Pinkau/C. Stahlberg (Hg.) *Zukunft der Aufklärung*. München 2000, 23-44

C. F. Gethmann: „Wahrheit und Beweisbarkeit. Heytings formale Regeln der intuitionistischen Logik und ihre philosophi-

sche Bedeutung“, in: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (Hg.) *Berichte und Abhandlungen*, Bd. 8, Berlin 2000, 45-70

C. F. Gethmann: „Logik und Topik: die Vernunft der Philosophie“, in: J. Cobet/ C.F. Gethmann/D. Lau (Hgg.) *Die Gewichtigkeit der antiken Überlieferung*, Aachen 2000, 337-355 (mit Th. Sander)

C. J. Langenbach: „Digitale Signaturen auf dem Prüfstein der Wissenschaften“, in: *TA-Datenbank-Nachrichten*, Nr. 2, 9. Jg., Juni 2000, 94 – 97

C. J. Langenbach: „Virtuelle Bildung in der Informationsgesellschaft“, in: H. Sax (Hg.) *Entwicklung und Gestaltung der Informationsgesellschaft*. Ingolstadt 2000, 175-185

S. Lingner: „Soil contamination and long-term obligations for soil protection“, in: FZK, TNO, UFZ (eds.) *Contaminated Soil 2000*. Vol. 2, London 2000, 1440-1447

Book Series

The Series *Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung* (Ethics of Science and Technology Assessment) serves to publish the results of the work of the Europäische Akademie. It is published by the Academy's director. Besides the final results of the project groups, the series includes volumes on general questions of ethics of science and technology assessment as well as other monographic studies:

Band 1: A. Grunwald (Hrsg.) *Rationale Technikfolgenbeurteilung. Konzeption und methodische Grundlagen*. Springer, Berlin 1998

Band 2: A. Grunwald, S. Saupe (Hrsg.) *Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation*. Springer, Berlin 1999

Band 3: H. Harig; C. J. Langenbach (Hrsg.) *Neue Materialien für innovative Produkte. Entwicklungstrends und gesellschaftliche Relevanz*. Springer, Berlin 1999

Band 4: J. Grin, A. Grunwald (Eds.) *Vision*

Assessment. Shaping Technology for 21st Century Society. Springer, Berlin 1999

Band 5: C. Streffer, J. Bückler, A. Cansier, D. Cansier, C. F. Gethmann, R. Guderian, G. Hanekamp, D. Henschler, G. Pöch, E. Rehbinder, O. Renn, M. Slesina, K. Wuttke: *Umweltstandards. Kombinierte Expositionen und ihre Auswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt*. Springer, Berlin 2000

Band 6: K.-M. Nigge: *Life Cycle Assessment of Natural Gas Vehicles. Development and Application of Site Dependent Impact Indicators*. Springer, Berlin 2000

Band 7: C. R. Bartram, J. P. Beckmann, F. Breyer, G. Fey, C. Fonatsch, B. Irrgang, J. Taupitz, K. M. Seel, F. Thiele: *Human-genetische Diagnostik. Wissenschaftliche Grundlagen und gesellschaftliche Konsequenzen*. Springer, Berlin 2000

Band 8: see „New Publications“

Graue Reihe

The „Graue Reihe“ („Grey Series“) includes material and documentation on current topics in Technology Assessment and Ethics of Science which are continuously surveyed and analysed by scientists at the Europäische Akademie. This year the following volumes appeared and can be ordered free of charge at the Europäische Akademie:

Nr. 19 *Environmental Standards. Combined Exposures and their Effects on Human Beings and their Environment*; Christian Streffer et al.; 1/00

Nr. 20 *Genetische Diagnostik und Versicherungsschutz*; Felix Thiele (Hrsg.); 1/00

Nr. 21 *Entwicklung und Innovation*; Michael Weingarten; 4/00

Nr. 22 *Species Concepts in Prokaryotic Taxonomy*; Ramon Rosello-Mora, Rudolf Amann; 8/00

Nr. 23 *Präventiver Bodenschutz. Problemdimensionen und normative Grundlagen*; Stephan Lingner, Erik Borg; 9/00

Personalities



Professor *Gernot Klepper*, Ph.D., graduated 1977 in Economics at Heidelberg University (diploma) and 1979 in Agricultural Economics at the University of Kentucky (M.S.). 1983 he finished his Ph.D. at the University of Kentucky.

Since 1984 Professor Klepper has joined the Kiel Institute for World Economics, where he became the head of the Research Department of Environmental and Resource Economics in 1995. Since 1988 he has also been Research Fellow at the London Centre for Economic Policy Research from 1988 on. Since 1998 he holds an honorary professorship from the Land Schleswig-Holstein.

Professor Klepper's main research areas are international trade, economic policy as well as environmental and resource economics. Focal points of his research are analyses of instruments of environmental policy and the development of numerical models for the simulation and assessment of the impacts of climate change and climate politics.

Professor Klepper is a member of the project group „Climate Prediction and Precautions“ initiated by the Europäische Akademie.

Publisher:	Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH, Wilhelmstraße 56, D-53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler e-mail: europaesche.akademie@dlr.de homepage: www.europaesche-akademie-aw.de
Director:	Professor Dr. phil. Carl Friedrich Gethmann (V.i.S.d.P.)
Editing:	Dagmar Uhl, M. A., Phone +49 (0) 26 41-97 33-13, Fax -97 33-20, dagmar.uhl@dlr.de
Print:	Druckerei Warlich, Bad Neuenahr-Ahrweiler ISSN 1432-0150, frequency of publication: 6 times per year, 2.500 copies, reproduction is permitted with reference to the source, please send two voucher copies.