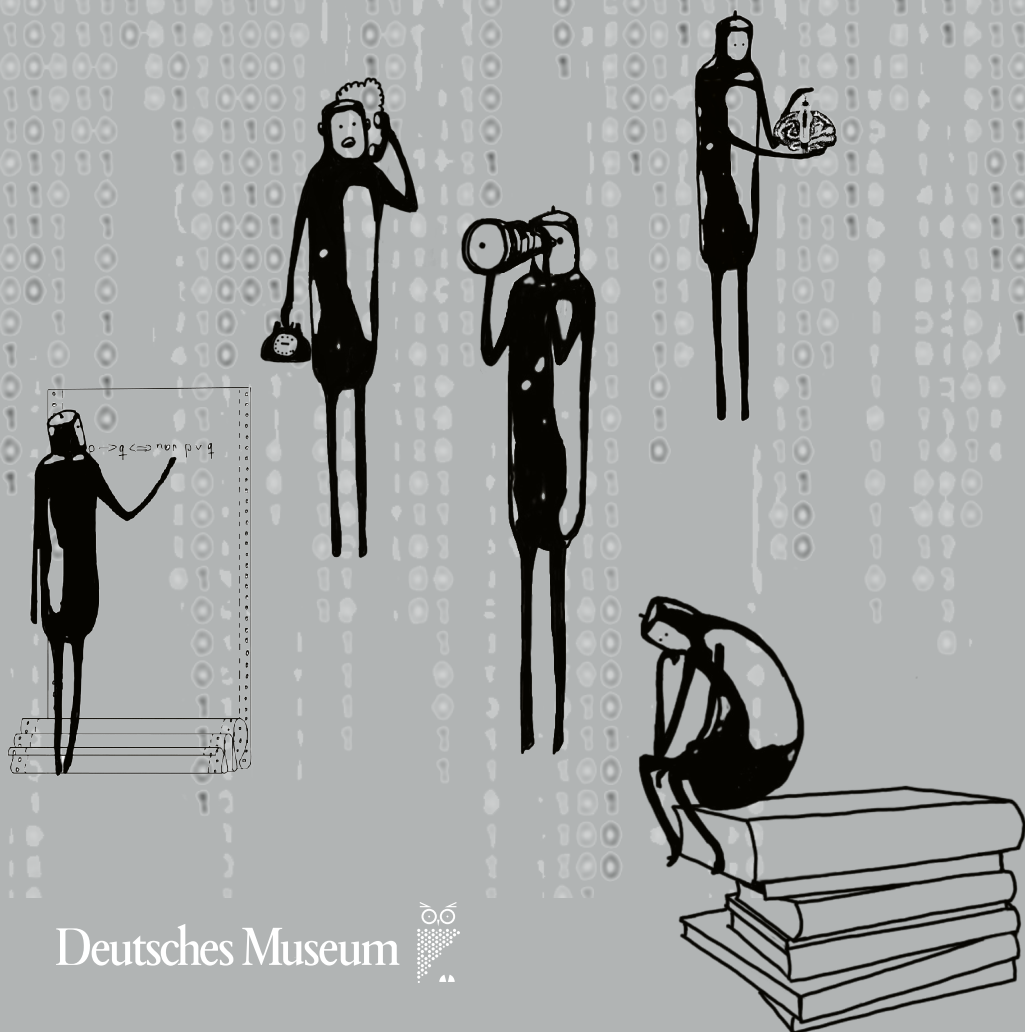


Studies 13

Rudolf Seising (Hrsg.)

Geschichten der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland



Deutsches Museum



Geschichten der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland

Deutsches Museum Studies

Herausgegeben von Eva Bunge, Frank Dittmann, Ulf Hashagen, Marisa Pamplona,
Matthias Röschner, Helmuth Trischler

Band 13

Rudolf Seising ist promovierter Wissenschaftsphilosoph und habilitierter Wissenschaftshistoriker. Seit 2019 leitet er das BMBF-Projekt »IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure« am Forschungsinstitut des Deutschen Museums.

Rudolf Seising (Hrsg.)

Geschichten der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <https://dnb.dnb.de> abrufbar.

Diese Publikation – ausgenommen Zitate und Abbildungen – ist lizenziert unter Creative Commons CC BY-SA 3.0 DE. Siehe Abbildungsverzeichnis für Bildnachweise.

Rudolf Seising (Hrsg.): »Geschichten der Künstlichen Intelligenz

in der Bundesrepublik Deutschland«

© Deutsches Museum Verlag, 2023

Alle Rechte vorbehalten

Redaktion: Markus Ehberger

Satz, Layout, Umschlagsgestaltung: Jutta Esser

Umschlagsabbildungen: Illustrationen der Figuren Dinah Pfau, Hintergrundgrafik: Jutta Esser

Druck und Bindung: Steiner Druck, Eichenried

ISSN 2365-9149

ISBN 978-3-948808-21-1

URN urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies13-6

Inhalt

7 **Vorwort**

9 *Rudolf Seising*

Einleitung: Künstliche Intelligenz und Informatik.

Zur Geschichte einer schwierigen Beziehung

41 *Dinah Pfau*

Mit Blick auf KI. Von der Teilchenphysik zur KI, 1964–1976

93 *Rudolf Seising*

Vom Entscheidungsverfahren zur Mensch-Maschine-Interaktion.

Gerd Veenkers Arbeiten zum automatischen Beweisen

141 *Florian Müller*

Von der Linguistik zur KI-Forschung. Maschinelle Sprachverarbeitung

und Forschungsförderung am Institut für Deutsche Sprache

175 *Jakob Tschandl*

Expertensysteme und Forschungspolitik im Spiegel der Gesellschaft

für Mathematik und Datenverarbeitung

227 *Helen Piel*

Das Münchener Intellektik Komitee. Diskussionsforum und Netzwerk

in der frühen bundesdeutschen Kognitionswissenschaft

Anhang

275 Abbildungsverzeichnis

276 Personenregister

279 Autorinnen und Autoren



Vorwort

Rudolf Seising

Mit diesem Band in der Reihe »DM Studies« erscheinen die ersten Arbeitsergebnisse aus dem wissenschafts- und technikhistorischen Forschungsprojekt »IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure: Eine Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland«, das in den Jahren 2019 bis 2023 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und im Forschungsinstitut des Deutschen Museums in München durchgeführt wurde.¹ Das Projekt kam zustande, nachdem ich 2018 mit Prof. Dr. Wolfgang Bibel ein Interview zur Geschichte der KI in Deutschland führen konnte. Für dasselbe Jahr war die Veröffentlichung des von Wolfgang Bibel und Ulrich Furbach herausgegebenen Bandes »Formierung eines Forschungsgebiets – Künstliche Intelligenz und Intellektik an der Technische Universität München« geplant.² In Vorbereitung auf die dazugehörige Einleitung, die ich zusammen mit Frank Dittmann vom Deutschen Museum schreiben sollte, suchte ich das Gespräch mit Bibel. Beiläufig erzählte ich ihm damals von meiner Idee, gern ein Forschungsprojekt zur Geschichte der KI in Deutschland durchzuführen. Ich hatte vor, den Antrag dazu im darauffolgenden vom BMBF zum Thema »Künstliche Intelligenz« ausgerufenen Wissenschaftsjahr 2019 zu stellen. Dieser Plan wurde damals von Wolfgang Bibel sowie Prof. Dr. Hartmut Raffler, Prof. Dr. Jörg Siekmann und Prof. Dr. Wolfgang Wahlster unterstützt. Das BMBF beschied den Antrag positiv. Projektträger wurde das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR). Herrn Alexander von Schmidt und seinem Team danke ich für die stets sehr wohlwollende Betreuung. Ebenfalls begleiteten unsere Forschungstätigkeit einige Wissenschaftler*innen des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI), darunter dessen Ko-Gründer und Direktoren Prof. Dr. Wolfgang Wahlster und Prof. Dr. Jörg Siekmann sowie der jetzige Geschäftsführer und wissenschaftliche Direktor Prof. Dr. Antonio Krüger.

Während der gesamten Förderungszeit wurde das IGGI-Projekt von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet: Prof. Dr. Martina Heßler, Dr. Manuela Lenzen, Prof. Dr. Eyke Hüllermeier, Prof. Dr. Hartmut Raffler, Prof. Dr. Bernd Bischl und Prof. Dr. Martin Wirsing. Ihnen sei für ihre hilfreichen Fragen und Kommentare zu unserer Forschung sehr gedankt.

Die Durchführung wissenschaftlicher Projekte war in den Zeiten der Corona-Pandemie zahlreichen Einschränkungen unterworfen. Viele historisch arbeitende Wissenschaftler*innen sind auf Archivstudien angewiesen. Archive waren aber während der Pandemie mehrere Monate geschlossen, ließen später nur wenige Personen gleichzeitig in

¹ BMBF Förderkennzeichen 01IS19029.

² Bibel, W.; Furbach U. (Hrsg.): Formierung eines Forschungsgebiets – Künstliche Intelligenz und Intellektik an der Technischen Universität München. Dortmund, München 2018. Einsehbar unter: <https://www.deutsches-museum.de/museum/verlag/publikation/formierung-eines-forschungsgebiets> (22.7.2023).

ihre Räume und führten lange Wartelisten. Manche angefragten Interviewpartner*innen wollten wegen der Ansteckungsrisiken lieber erst später zusagen, so dass unsere Interviewreisepläne verschoben werden mussten. Einige geplante Interviews konnten wir nicht mehr durchführen, weil die Gesprächspartner*innen verstorben waren. Glücklicherweise wurde der im Jahr 2021 gestellte Antrag, die Projektlaufzeit um ein Jahr zu verlängern, vom BMBF genehmigt. Mein herzlicher Dank geht an alle, die diesen Antrag befürwortet haben, denn ohne diese zusätzliche Zeit hätten wir das Projekt zu keinem Abschluss bringen können.

Als Herausgeber dieses Bandes danke ich zunächst meinen Mitarbeiter*innen Florian Müller, Dinah Pfau, Helen Piel und Jakob Tschandl für ihre hier vorliegenden Beiträge, die einen Vorgeschmack auf ihre bald erscheinenden Monografien geben. Den in die Begutachtung einiger dieser Schriften involvierten Wissenschafts- bzw. Technikhistoriker*innen Prof. Dr. Martina Heßler (Darmstadt), Prof. Dr. Andreas Fickers (Luxemburg) und Prof. Dr. Bernhard Kleeberg (Erfurt) bin ich ebenso dankbar für Kommentare und Verbesserungsvorschläge, wie den mir unbekannten Reviewer*innen zu allen Teilen dieses Bandes.

Das Lektorat von Markus Ehberger war hervorragend! Ihm und den Verlagsangestellten im Deutschen Museum verdanken wir die vorliegende Form und Gestaltung dieses Bandes. Wertvolle Hilfe bei letzter Durchsicht des Manuskripts kam von Pascal Hopfendorf, der zu dieser Zeit bei uns ein Praktikum absolvierte.

Als IGGI-Team wurden wir zu Beginn des Jahres 2020 im Deutschen Museum mit unserem Thema »Geschichte der KI in der Bundesrepublik Deutschland« spontan sehr herzlich von den Kolleg*innen willkommen geheißen, insbesondere im Forschungsinstitut des Deutschen Museums durch den Forschungsdirektor Prof. Dr. Helmuth Trischler und den Leiter des Forschungsinstituts PD Dr. Ulf Hashagen. Andrea Walther und Daria Schumann organisierten den alltäglichen Ablauf des Institutslebens perfekt und die Beschäftigten der großartigen Bibliothek des Deutschen Museums halfen in Fragen der Literaturbeschaffung, allen voran Florian Preiß.

Für viele Video-Interviews stellten Dr. Helmut Hilz und seine Stellvertreterin Eva Bunge uns den Rara-Raum der Bibliothek zur Verfügung. Im Archiv des Deutschen Museums halfen uns der frühere Archivleiter Dr. Wilhelm Füßl und sein Nachfolger Dr. Matthias Röschner. Wir konnten einige dort archivierte Nachlässe einsehen und werden demnächst Vor- und Nachlässe, die wir während unserer Projektzeit von KI-Wegbereiter*innen erhalten haben, an ihn übergeben. Ebenso erhält das Archiv des Deutschen Museums die Videoaufnahmen der über 40 Oral-History-Gespräche, die wir im IGGI-Projekt während der letzten vier Jahren geführt haben. Den 40 Interviewpartner*innen danken wir sehr herzlich für ihre Bereitschaft zu diesen Gesprächen.

Ein weiterer Dank geht an die vielen hilfsbereiten Führungskräfte und Angestellten zahlreicher öffentlicher Archive, sowie an viele Menschen, die unser Projekt engagiert begleitet und dafür gesorgt haben, dass wir es in dieser Form durchführen konnten.



Einleitung: Künstliche Intelligenz und Informatik. Zur Geschichte einer schwierigen Beziehung

Rudolf Seising

Alan Turing (1912–1954) hat sich geirrt! Nachdem er zu Beginn seines Artikels »Computing Machinery and Intelligence« aus dem Jahre 1950 die Frage stellte, ob Computer denken können,¹ beantwortete er sie nicht etwa, sondern erörterte die Bedeutung des Verbs »denken«. Er kam zu dem Schluss, dass eine Maschine zu denken fähig genannt werden kann, wenn sie unter bestimmten, vorgeschriebenen Bedingungen, einen Menschen bei der schriftlichen Beantwortung von dessen Fragen so gut imitiert, dass dieser über einen angemessenen Zeitraum hinweg meint, mit einem anderen Menschen zu kommunizieren. Darüber hinaus, so Turing, werde die Rede von »Thinking Machines« bis zum Ende des 20. Jahrhunderts gebräuchlich sein und unser Verständnis von »denken« sich entsprechend verändert haben.

Nun, zu denken war im Jahr 2000 und ist auch im Jahr 2023 immer noch nicht den Maschinen eigen geworden. In diesem Band wird allerdings auch nicht von denkenden Maschinen die Rede sein, wohl aber von »Künstlicher Intelligenz« (KI) als deutscher Übersetzung des zur Mitte der 1950er-Jahre eingeführten Begriffs »Artificial Intelligence« (AI). Das englische Wort *intelligence* hat allerdings nicht denselben Bedeutungsumfang wie das deutsche Wort *Intelligenz*. Während das englische *intelligence* oftmals auf das Gewinnen oder den Inhalt von Nachrichten verweist und in früheren Zeiten das bezeichnete, was wir heute als Information bezeichnen, steht das deutsche *Intelligenz* schon seit dem Mittelalter für die Fähigkeit von Lebewesen, vernünftig zu denken, zu abstrahieren, zu lernen und aus diesem Denken heraus zweckvoll handeln zu können. Seit dem 18. Jahrhundert bezeichnete man mit diesem Wort auch die Gebildeten.²

Zur Bildung des amerikanischen Begriffs Artificial Intelligence kam es, als in den 1950er-Jahren mathematisch und nachrichtentechnisch ausgebildete Wissenschaftler über die Möglichkeiten der damals noch neuen Computer reflektierten. Wie könnten die innerhalb eines Computers verarbeiteten Nachrichten in Interaktion mit Menschen so konstruiert und programmiert werden, dass sie menschlich-intelligentes Verhalten simulieren? So jedenfalls wurde der Begriff »Artificial Intelligence« erstmals verwendet, und zwar 1955 in einem von den Wissenschaftlern John McCarthy (1927–2011), Marvin Minsky (1927–2016), Claude Shannon (1916–2001) und Nathaniel Rochester (1919–2001) bei der Rockefeller Foundation eingereichten Antrag zur Förderung des »Dart-

¹ Turing, Computing Machinery, 1950.

² Siehe dazu Seising, Es, 2021, Kap. 1.

mouth Summer Research Projekt on Artificial Intelligence«:³ »The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it.«⁴

Zu Zeiten dieses im Sommer 1956 durchgeführten Dartmouth-Treffens waren Computer noch riesige Maschinen. Mit ihnen zu kommunizieren bedeutete, ihre Aktionen über in Lochkarten gestanzte Befehle in Maschinensprache einzulesen bzw. die von ihnen errechneten Ergebnisse in den von der Maschine ausgegebenen Zeichen zu lesen. Vier Jahre später schrieb Marvin Lee Minsky in dem programmatischen Artikel »Steps towards Artificial Intelligence«,⁵ dass seiner damaligen Ansicht nach künstlich-intelligente Computer derart programmierbar sein müssten, dass sie fähig wären, zu suchen (search), Muster zu erkennen (pattern-recognition), zu lernen (learning), zu planen (planning) und unter Verwendung eines Induktionsschemas Modelle ihrer Umgebung zu konstruieren.

Die in diesem Band zusammengestellten Arbeiten handeln allerdings nicht von den Anfängen der AI-Forschung in den USA, sondern von wissenschaftlich-technischen Arbeiten, Gruppierungen und Ereignissen, die am Anfang der KI-Forschung in der Bundesrepublik Deutschland standen.

Das Projekt IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure: Eine Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland

In dem von 2019 bis 2023 vom BMBF geförderten wissenschafts- und technikhistorischen Projekt »IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure« wurden fünf Forschungsgebiete ausgewählt, die in den 1970er- und 1980er-Jahren in der bundesdeutschen KI-Forschung Bedeutung erlangten: Automatisches Beweisen, Sprach- und Bildverarbeitung, Expertensysteme und die Beziehungen zwischen KI und Kognitionswissenschaft. Sie standen bisher noch nie im Fokus historischer Forschung und die Ergebnisse des IGGI-Projekts werden erste Mosaiksteine für eine fundierte KI-Geschichte Deutschlands sein, die auch ein halbes Jahrhundert nach ihren Anfängen noch ein Desiderat ist. Einige Protagonisten und Zeitzeugen verfassten in späteren Jahren Überblicksaufsätze, die Ansatzpunkte für vertiefte historische Arbeiten gewähren.⁶ Auch die mittlerweile 20 Jahre alte wissenschaftssoziologische Publikation von Petra Ahrweiler bietet einen wertvollen Einblick,⁷ nimmt allerdings nicht die fachlichen Diskussionen, Irrwege,

³ McCarthy u. a., Proposal, 1955. Zum Dartmouth-Treffen siehe auch McCorduck, *Machines*, 2004; sowie Seising, *Es*, 2021, Kap. 1.

⁴ McCarthy u. a., Proposal, 1955, S. 1.

⁵ Minsky, *Steps*, 1961.

⁶ Bibel/Nagel, *AI-Research*, 1977; Bibel, *Artificial Intelligence*, 2014; Konrad, *Geschichte*, 1998; Siekmann, *Künstliche Intelligenz*, 1994; Siekmann, *Entwicklung*, 2009.

⁷ Ahrweiler, *Künstliche Intelligenz-Forschung*, 1995.

Erfolge, Misserfolge und Resultate der einzelnen KI-Entwicklungsstränge und deren Wechselwirkungen untereinander sowie mit Wirtschaft und Politik in den Blick.

Das Projekt IGGI fragt nach den Spezifika der westdeutschen KI-Entwicklung: Welche Rolle spielten Politik und Wirtschaft, Medien und Öffentlichkeit, internationale Kontakte zu den KI-Communities im Ausland? Welche Bedeutung hatten die Unterscheidungen zwischen Grundlagenforschung, anwendungsbezogener Forschung und Militärforschung? Von besonderem Interesse ist die Frage, warum die KI in der akademischen Landschaft der Bundesrepublik Deutschland zunächst jahrelange Ablehnung erfuhr, bevor sie universitäres Studien- und Forschungsfach innerhalb der Informatik wurde und schließlich ein Wandel von der vernachlässigten KI-Forschung zum stark geförderten universitären und außeruniversitären Hochtechnologie-Fach einsetzte.

Die hier vorgelegten »Geschichten der KI in Deutschland« handeln von Forschungen einiger Wissenschaftler*innen, die sich dem Thema »Künstliche Intelligenz« in der Bundesrepublik der 1960er-, 1970er- und 1980er-Jahre näherten, und es waren längst nicht alle Informatiker*innen.

- Hans-Hellmut Nagel (geb. 1935) ist habilitierter Physiker, der in den 1960er-Jahren am CERN, am MIT und am DESY arbeitete, bevor er 1971 an der Hamburger Universität Professor für Informatik wurde. Dort entwickelte er Verfahren zur digitalen Verarbeitung und Auswertung von Bildsequenzen. Wie dieses Forschungsprogramm seinen Weg in die KI fand, zeigt die Arbeit von Dinah Pfau.
- Gerd Veenker (1936–1996) war Mathematiker und arbeitete schon als Student im Rechenzentrum der Universität Tübingen, wo er – ebenfalls in den 1960er-Jahren und wohl als Erster in Deutschland überhaupt – Programme zum automatischen Beweisen von mathematisch-logischen Theoremen schrieb. Als Professor in Bonn setzte er diese Arbeiten im Bereich Künstliche Intelligenz fort. Diesen Anfängen widmet sich Rudolf Seising in seinem Beitrag.
- Sprachforscher*innen, Linguist*innen und Kommunikationswissenschaftler*innen forschten zu Beginn der 1970er-Jahre am Institut für Deutsche Sprache in der neugründeten Abteilung »Linguistische Datenverarbeitung« zur maschinellen Sprachverarbeitung. Dafür stehen das von Gerold Ungeheuer (1930–1982) geleitete Projekt ISLIB⁸ und, in dessen Weiterentwicklung, das von Dieter Krallmann (1937–2016) geleitete Projekt PLIDIS.⁹ Wie sich in PLIDIS die Forschung von der Linguistik entfernte und auf KI ausgerichtet wurde, letztlich aber an diesen Ansprüchen scheiterte, beschreibt Florian Müller in seiner Studie.
- Schon mit dem PLIDIS-Projekt zeichnete sich die Entwicklungsphase eines KI-Teilgebiets ab, das in den 1980er-Jahren die westdeutsche KI prägen sollte, nachdem es in den 1970er-Jahren in den USA entstand: Expertensysteme. Die forschungspolitischen Einflüsse und die daraus resultierenden wissenschaftlich-wirtschaftlichen

⁸ ISLIB: Informationssystem auf Linguistischer Basis.

⁹ PLIDIS: Problemlösendes Informationssystem mit Deutsch als Interaktionssprache.

Verflechtungen dieser Entwicklungen speziell in der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) beleuchtet Jakob Tschandl in seiner Arbeit.

- Schließlich untersucht Helen Piel einen ebenfalls in den 1980er-Jahren gegründeten und ein Jahrzehnt bestehenden interdisziplinären Arbeitskreis: Dieses sich monatlich treffende »Münchner Intellektik Komitee« (MIK) diskutierte die Beziehungen zwischen KI und der Kognitionswissenschaft, die als »Cognitive Science« im Jahrzehnt zuvor in den USA aufkam. Ein Höhepunkt war der im April 1984 gemeinsam mit dem Arbeitskreis »Kognition« der GI-Fachgruppe¹⁰ »Künstliche Intelligenz« organisierte Workshop zum Thema Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Insgesamt zeigen die hier vorgestellten Arbeiten, dass es immer auch um die Problematik ging, die Zusammenarbeit zwischen Computer und Mensch zu ermöglichen und zu verbessern; sei es beim Beweisen von Theoremen, beim Verarbeiten von Bildern bzw. natürlicher Sprache, beim Dialog zwischen menschlichen Experten und technischen Expertensystemen oder eben bei den an der Kognitionswissenschaft interessierten Mitgliedern des MIK, die zu diesem Thema ihren Workshop veranstalteten.

Das IGGI-Projekt ging erste Schritte auf dem Weg, Forschungslücken zu deutschen KI-Entwicklungen im nationalen und internationalen Kontext zu schließen: Es wurde eine große Zahl an Akten in öffentlichen Archiven gesichtet und ausgewertet, Vor- und Nachlässe von KI-Wegbereiter*innen gesammelt und verarbeitet. Als weitere Quellen wurden von den Projektmitarbeiter*innen über 40 Oral-History-Gespräche geführt, auf Video aufgenommen und archiviert.

In den folgenden Kapiteln werden erste Untersuchungsergebnisse zu den fünf genannten Teilgebieten der deutschen KI-Forschung präsentiert, doch zuvor sollen die vorausgegangenen Entwicklungen im westdeutschen Wissenschaftssystem geschildert und den in den Vereinigten Staaten entsprechenden Geschehnissen gegenübergestellt werden.

Anfänge von Forschung und Lehre der Computer Science in den USA

In den USA wurden Computer in den 1950er-Jahren zum wissenschaftlichen Studienobjekt, nachdem schon in den 1940er-Jahren die ersten fünf Universitäten¹¹ mit intensiver Computerforschung begonnen hatten und »Computing programs« in den 1950er- und 1960er-Jahren auch an Universitäten in Illinois, Michigan und Indiana (Purdue), Stanford und Pittsburgh (Carnegie Mellon) eingeführt worden waren.¹² Als wissen-

¹⁰ GI: Gesellschaft für Informatik.

¹¹ Die fünf US-Universitäten, die Computerforschung betrieben und auch in den 1940er-Jahren schon entsprechende Lehrveranstaltungen anboten, waren MIT, Harvard, die Pennsylvania University, die Columbia University in New York und die Princeton University. Vgl. Minker, Beginning, 2004, S. 1; Aspray, Entry, 2000.

¹² Zur Geschichte der Computer Science siehe Campbell-Kelly/Aspray, Computer, 1996; Haigh/Ceruzzi, History, 2021.

schaftliche Disziplin institutionalisierte sich die »Computer Science« (CS) in den 1960er-Jahren. Der US-amerikanische Wissenschaftshistoriker William Aspray charakterisierte sie als ein »amalgam of three or four intellectual traditions«, die durch Lehrveranstaltungen in ihren jeweiligen Universitätsabteilungen repräsentiert wurden:¹³

- Mathematik, mit ihren Wurzeln in mathematischer Logik,¹⁴
- Ingenieurwissenschaften, die den Computerbau ermöglichten,
- eine eng mit Herbert Simons »Science of the Artificial« verbundene experimentelle Wissenschaftstradition¹⁵
- sowie »Software Engineering« mit Verbindungen zu den Organisationswissenschaften.¹⁶

Asprays Analyse basiert auf diesen vier Ansätzen zur Formierung der Disziplin CS in der US-Universitätslandschaft und stellt die Bedeutung für die Genese des Fachs im gegenseitigen Wechselspiel dar. Bis in die 1980er-Jahre war die Anzahl der mathematisch ausgerichteten Theoretiker in einem CS-Department stark mit dem Ruf der Abteilung verknüpft – wohl weil das Fach anfänglich noch sehr um wissenschaftliche Anerkennung kämpfen musste, war der harte mathematische Kern von Vorteil.¹⁷ Danach wurden ingenieurwissenschaftliche Aspekte wichtiger: »One indicator is the number of departments that have renamed themselves as ›computer engineering‹ or ›computer science and engineering‹ departments.«¹⁸

Die von Herbert Alexander Simon (1916–2001) propagierte »Science of the Artificial«¹⁹ thematisierte und interpretierte damalige Forschungen der »Artificial Intelligence«. Gemeinsam mit Allen Newell (1927–1992) hatte Simon im Sommer 1956 am Dartmouth-Treffen teilgenommen und dort das von ihnen beiden entwickelte und von John Clifford Shaw (1922–1991) geschriebene Programm »Logic Theorist« präsentiert. Damit gehören Simon und Newell zu den sogenannten Gründungsvätern der AI, die ansonsten in den 1950er- und 1960er-Jahren vor allem wegen der Planungen zur maschinellen Sprachübersetzung und -erkennung große Förderung erfuhr. Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) koordinierte 1959 als erste US-amerikanische akademische Institution ein AI-Lab, gegründet von John McCarthy und Marvin Minsky. Es war sowohl im Research Laboratory for Electronics (RLE) als auch im Computation Center angesiedelt. 1965 gründete McCarthy, nachdem er von Massachusetts nach California wechselte, das AI-Lab an der Stanford University.

¹³ Aspray, Computer Science, 2002.

¹⁴ Mahoney, Computer Science, 1997.

¹⁵ Simon, Sciences, 1969.

¹⁶ Siehe dazu die Dissertation von Jonathan Penn: Penn, Inventing, 2021.

¹⁷ Aspray vermutet, dass die Förderorganisationen und die National Science Foundation (NSF) darauf Wert legten.

¹⁸ Aspray, Computer Science, 2002, S. 610.

¹⁹ Simon, Wissenschaften, 1994.

Table 1. Structure of the recommended computer science program. (Reproduced from the ACM's 1965 report.²⁸) The course numbers show the sequence of courses in the preliminary recommendations.

Courses\ Recommendations	Computer Science				
	Basic Courses	Theory Courses	Numerical Algorithms	Computer Models and Applications	Supporting
Required	1 Introduction to Algorithmic Processes 2 Computer Organization and Programming 4 Information Structures	5 Algorithmic Languages and Compilers	3 Numerical Calculus (or Course 7)		Beginning Analysis (12 cr) Linear Algebra (3)
Highly Recommended Electives	6 Logic Design and Switching Theory 9 Computer and Programming Systems		7 Numerical Analysis I 8 Numerical Analysis II		Algebraic Structures Statistical Methods Differential Equations Advanced Calculus Physics (6 cr)
Other Electives	10 Combinatorics and Graph Theory	13 Constructive Logic 14 Introduction to Automata Theory 15 Formal Languages		11 Systems Simulations 12 Mathematical Optimization Techniques 16 Heuristic Programming	Analog Computers Electronics Probability and Statistics Theory Linguistics Logic Philosophy and Philosophy of Science

Abb. 1 Vorschläge zur universitären Computer Science-Lehre der ACM, 1965.

Was die Lehre angeht, taten sich die Universitäten des Landes sehr viel schwerer damit, Artificial Intelligence in die Curricula der Computer Science Departments aufzunehmen. Die ersten CS-Abteilungen in den Mathematik-Departments bzw. eigene CS-Departments und -Programme entstanden erst in den frühen 1960er-Jahren und es bestand sowohl national als auch international Uneinigkeit über die Benennung des Fachs: Computer Science oder Computing Science. Man war sich auch uneinig, ob es überhaupt ein neues Fach sei, über seine Inhalte erst recht. Weder eine »panel discussion on university education in information processing« während des Kongresses der International Federation of Information Processing (IFIP) 1962 in München²⁰ brachte Einigkeit, noch die Panels der National Conferences der Association for Computing Machinery (ACM) 1963 und 1964. 1965 hatten die Universitäten längst Nägel mit Köpfen gemacht und Lehrveranstaltungen in Computer Science angeboten – auch der Name war inzwischen

²⁰ Siehe dazu Gupta, Computer Science, 2007, S. 42; Ceruzzi, Electronics, 1988.

etabliert. Das ACM Curriculum Committee on CS bemühte sich nun, Leitlinien für das neue Fach festzulegen. Diese Vorschläge zeigt Abbildung 1; sie enthalten weder Kurse über Computer Architecture, Operating Systems, Computer Graphics noch Software Development. Sie enthalten auch keine Kurse zur Artificial Intelligence! (Abb. 1)

Nachdem im Juni 1967 an der State University of New York at Stony Brook eine »Conference on Academic and Related Research Programs in Computing Science« stattgefunden hatte, wies der Computerwissenschaftler Aaron Finerman (1925–1994) im Vorwort des Konferenzbandes darauf hin, wie unvollständig CS ihm damals erschien:

many aspects of computing science are as yet incompletely defined; indeed, one such aspect is the choice of a proper name for the field itself. In this connection, the choice of »computing,« in the Conference and workshop titles, rather than the more traditional and popular »computer,« reflects simply the Conference Chairman's own prejudice that the former is more comprehensive. Several participants voiced their objection to the »ing« rather than »er« suffix, and these objections are hereby duly noted.²¹

Involviert in diese Diskussionen über die Lehre in Elektrotechnik, Mathematik und nun auch in Computer (oder »Computing«) Science war auch Lotfi A. Zadeh (1921–2017), der zu dieser Zeit das Department of Electrical Engineering and Computer Science an der University of California at Berkeley leitete. Er sah in den Computer Sciences eine Ansammlung von Konzepten und Techniken, »which serve to systematize the employment of the means with which modern technology provides us for purposes of stage, representation and processing of information.«²² Seiner Ansicht nach lag das neue Fach quer zu anderen schon etablierten:

Computer science cuts across the boundaries of many established fields. It is glamorous; it draws a large number of students – many of them from other departments; it is hitched to the bandwagon of computers and the information revolution.²³

»Berkeley's solution« für dieses »Dilemma of Computer Science«²⁴ bestand darin, sowohl ein »Department of CS« im College of Letters and Science als auch ein »Program in CS« im College of Engineering im Department of EECS zu betreiben, da der »gespaltene Charakter« der CS die Vereinheitlichungsbestrebungen habe scheitern lassen:

²¹ Finerman, Foreword, 1968, S. vii.

²² Zadeh, Education, 1968, S. E157.

²³ Ebd., S. E158.

²⁴ Dies war der Titel von Zadehs Beitrag in Finerman, University, 1968: Zadeh, Dilemma, 1968.

Essentially, the main premise of Berkeley's »solution« is that computer science is not a homogeneous and unified field – at least not at this time – and that, in paraphrased words of Professor A. Oettinger of Harvard, »... it has some components which are the purest of mathematics and some that are the dirtiest of engineering.«²⁵ This split personality of computer science makes it very difficult to create a single academic unit within the university structure where mathematically oriented automata theorists, formal language experts, numerical analysts and logicians could establish a comfortable *modus vivendi* with non-mathematical oriented hardware designers, systems programmers and computer architects.²⁶

Die Grenzen zwischen Computer Science, Mathematik, Elektrotechnik und anderen »neighboring fields« schienen für Zadeh fließend zu sein. Er sah hier lediglich eine Ansammlung von Fachgebieten (subjects), die mit gewissen Graden zu diesen Disziplinen gehörten. So ordnete er ihnen Werte zwischen 0 und 1 zu, mit denen sie der »Computer Science« angehörten.²⁷ Beispielsweise habe das Fach »Programmiersprachen«, das eine zentrale Rolle in der CS spielt, einen Zugehörigkeitswert gleich Eins. Andererseits habe ein für die Computer Science eher randständiges Gebiet wie die »Mathematische Logik« einen Zugehörigkeitsgrad von etwa 0.6.²⁸ In einem »Containment Table for Computer Science« (Abb. 2) listete Zadeh die wichtigsten »subjects in question and their degrees of containment in computer science« auf. »Artificial Intelligence and heuristic programming« hatten demnach große Bedeutung (Grad 0,9) für das Fach Computer Science, »Pattern recognition and learning systems« gehörten seines Erachtens zum Grade 0,6 dazu.²⁹

²⁵ Hier zitierte Zadeh Anthony Gerwin Oettinger (1929–2022): Oettinger, Hardware-Software-Complementarity, 1967.

²⁶ Zadeh, Education, 1968, S. E158.

²⁷ Zu Zadehs Werk und zur Theorie der Fuzzy Sets siehe Seising, Fuzzification, 2007. Zu Zadehs Konzept der Computer Science siehe Seising, Geschichte, 2015.

²⁸ Zadeh, Computer Science, 1968, S. 913.

²⁹ Zadeh räumte ein, dass diese numerischen Werte nur seine eigene Einschätzung der Bedeutsamkeit einzelner Fächer für die Computer Science in Zahlen fassen: »Clearly, such numerical values of degrees of containment represent merely this writer's subjective assessment, expressed in quantitative terms, of the current consensus regarding the degrees of inclusion of various subjects in computer science.« Er betonte auch »that a high degree of containment of a particular subject in computer science does not imply that it cannot have a similar high or even higher grade of containment in some other field. For example ›automata theory‹ has the degree of containment of 0.8 in computer science; it also has the same, or nearly the same, degree of containment in system theory. Also, the subjects listed in the table may have substantial overlaps with one another. This is true, for example, of ›automata theory‹ and ›finite state systems‹.« Zadeh, Computer, 1968, S. 913–914.

TABLE 1
Containment Table for Computer Science

Subject	Degree of Containment in Computer Science
Programming languages	1
Computer design and organization	1
Data structures	1
Models of computation	1
Operating systems	1
Programming systems	1
Formal languages and grammars	0.9
Computational linguistics	0.8
Automata theory	0.8
Finite-state systems	0.8
Theory of algorithms	0.9
Discrete mathematics	0.8
Mathematical logic	0.6
Combinatorics and graph theory	0.8
Dynamic programming	0.7
Mathematical programming	0.7
Numerical methods	0.8
Switching theory	0.8
Analog and hybrid computers	0.7
Computer graphics	0.7
Digital devices and circuits	0.7
Artificial intelligence and heuristic programming	0.9
Information retrieval	0.7
Information theory and coding	0.6
Pattern recognition and learning systems	0.6

Abb. 2 Gebiete der Computer Science mit Zugehörigkeitsgraden nach Lotfi Zadeh (1968).

Anfänge von Forschung und Lehre der Informatik in der Bundesrepublik Deutschland

Als sich nach Mitte der 1960er-Jahre auch in der Bundesrepublik Deutschland zeigte, dass immer mehr qualifizierte Fachkräfte für die Bedienung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen gebraucht wurden, deren Ausbildung die Wirtschaftsunternehmen selbst allerdings nicht länger zu leisten in der Lage waren, sollte ähnlich wie in den USA auch hier ein Studiengang an den Hochschulen entstehen. Dazu setzte der damalige Bundesminister für wissenschaftliche Forschung Dr. Gerhard Stoltenberg (1928–

2001) beratende Fachbeirat für Datenverarbeitung (FDV)³⁰ 1967 das vom Bundesausschuss für wissenschaftliche Forschung verabschiedete »Programm für die Förderung der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung für öffentliche Aufgaben« – das »Erste DV-Programm«³¹ der Bundesregierung – um. In der Universitätslandschaft der Bundesrepublik Deutschland hatte sich schon eine »Informatik« genannte, neue wissenschaftliche Disziplin gebildet, die sich mit dem Computer und dem Computing beschäftigte. In dem vom Fachbeirat für Datenverarbeitung eingesetzten (Ad-hoc-) Ausschuss DV-Lehrstühle und Ausbildung,³² der vom Darmstädter Elektrotechnik-Professor Robert Piloty (1924–2013) geleitet wurde, bestand darüber Einigkeit, dass ein schneller Aufbau von Forschung und Lehre der Informatik an den bundesdeutschen Hochschulen die gemeinsame Aufgabe von Bund und Ländern sein sollte. In der ersten Sitzung wurde dazu vorgeschlagen, die Einrichtung von »Informatik«-Studiengängen zu fördern,

1. vor allem an solchen Hochschulen, die sowohl über elektrotechnische als auch mathematische Fakultäten bzw. Abteilungen verfügten,
2. die, ähnlich zu den Studienplänen der Computer Science in den USA, nach neun Semestern mit einem akademischen Abschlussgrad wie »Diplom-Informatiker« abgeschlossen werden konnten,
3. durch die Einrichtung von Lehrstühlen, die zweckmäßigerweise in Zukunft in einem interfakultären Institut zusammengefasst werden sollten.³³

Für die Lehre legten die Ausschussmitglieder das Gewicht auf die theoretische und systemorientierte Informatik sowie auf mathematische Grundlagen.³⁴ Stoltenberg empfahl die Vorschläge am 20. Juni 1968 der Kultusministerkonferenz (KMK), dem Wissenschaftsrat und der Westdeutschen Rektorenkonferenz (WRK). Das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF) und WRK waren zudem an die beiden wissenschaftlichen Gesellschaften herangetreten, in denen sich die westdeutschen Mathematiker*innen bzw. Elektrotechniker*innen organisiert hatten: die Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM) und die Nachrichtentechnischen

³⁰ Dieser Fachbeirat setzte sich aus Wissenschaftlern und Firmenvertretern zusammen und wurde von Prof. Dr. Karl Ganzhorn (1921–2014) geleitet. Karl E. Ganzhorn war Geschäftsführer der IBM Deutschland, leitete den Direktionsbereich Laboratorien und war Direktor der IBM-Laboratorien Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Auf der 33. Tagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) in Karlsruhe wurde er zum Designierten Präsidenten gewählt und im Herbst 1969 folgte er in diesem Amt Prof. Dr. Martin Kersten, dem damaligen Leiter der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig.

³¹ Das Bundeskabinett verabschiedete das erste DV-Programm am 26. April 1967. Es wurden 230 Millionen DM für »Technologien und Systemprogrammierung von DV-Anlagen« bereitgestellt. Das Programm lief von 1967 bis 1971.

³² Mitglieder waren hier: Prof. Dr. Heinz Unger (1914–2007, Universität Bonn), Prof. Dr. Kurt Fränz (1912–2002, AEG-Telefunken), Dr. Karl Ganzhorn (1921–2014, IBM) und Min. Rat Dr. Hans H. Donth (BMwF)

³³ Siehe Reuse, *Schwerpunkte*, 2008, S. 6–7; Donth, *Aufbau*, 1984.

³⁴ Vgl. Pieper, *Hochschul-informatik*, 2009, S. 25.

Gesellschaft (NTG). Sowohl die Vertretung der Mathematik- als auch der elektrotechnischen Fakultäten hatten bisher angestrebt, die Informatik in ihr jeweiliges Studienfach als Nebenfach einzubinden: »Die Mehrzahl der Experten war damals der Meinung, dieses Gebiet komme nur als Nebenfach oder Aufbaustudium in Frage.«³⁵ Dass diese Studienempfehlungen mit sehr großen Mathematikanteilen versehen waren, lag vor allem an der Befürchtung vieler Beteiligten, »dass die Informatikausbildung sich vielleicht doch als Strohfeuer erweisen könnte, und in diesem Fall könnten die Absolvent(inn)en sich in der Praxis auch als brauchbare Mathematiker erweisen.«³⁶

Gerhard Goos (1937–2020),³⁷ der 1970 die Nachfolge von Piloty als Ausschussvorsitzender übernahm, erinnerte sich:

Wirklich große Sorgen bereiteten uns drei Technische Hochschulen, in denen sich Mathematik, Informatik und Elektrotechnik nicht auf die Gestaltung eines einheitlichen Informatikstudiums einigen konnten. Es gab ein Beispiel, bei dem mehrere Jahre lang drei verschiedene Prüfungsordnungen für Informatik mit unterschiedlicher Akzentuierung nebeneinander existierten.³⁸

Trotz großer Uneinigkeiten legten der GAMM-Fachausschuss Informationsverarbeitung und der NTG-Fachausschuss Nachrichtenverarbeitung als gemeinsamer Ad-hoc-Ausschuss Einführung von Informatik-Studiengängen unter Vorsitz des Münchner Informatik-Professors Friedrich Ludwig Bauer (1924–2015) und des Darmstädter Mathematikers und Computer-Pioniers Wolfgang Händler (1920–1998) am 20. Juni 1969³⁹ einen Studienmodellvorschlag (Abb. 3) für die Informatik an Hochschulen mit Empfehlungen für die Ausbildung von Diplom-Informatikern an wissenschaftlichen Hochschulen vor, »wobei sich im Abschluss 1969 die mathematische Fraktion behauptete.«⁴⁰

Ihre Orientierung am »Curriculum for Computer Science« der amerikanischen Association for Computing Machinery (ACM) aus dem Vorjahr war unverkennbar⁴¹ und wurde schon bald kritisiert.⁴² Letztendlich basierte die erst am 1. Februar 1973 von der KMK verabschiedete »Rahmenordnung für die Diplomprüfung in Informatik« auf den GAMM/NTG-Empfehlungen, die von der Kommission für Prüfungs- und Studienordnungen der KMK schon im Oktober 1969 an die Fakultäten ging. Ohne die end-

³⁵ Reuse, Schwerpunkte, 2008, S. 7.

³⁶ Claus/Ritter, Informatik-Fachbereiche, 2020, S. 255.

³⁷ Gerhard Goos hatte 1965 an der Universität Erlangen-Nürnberg promoviert und 1970 den ersten Lehrstuhl für Informatik an der Universität Karlsruhe erhalten, der noch an der Fakultät für Mathematik angesiedelt war. 1988 wurde er (bis 1991) Mitglied des Gründungsaufsichtsrats des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI).

³⁸ Goos, Jahre, 2008, S. 139.

³⁹ Haacke/Fischbach, Informatik, 1972, S. 61.

⁴⁰ Goos, Zeitfenster, 2008, S. 14.

⁴¹ Pieper, Hochschulinformatik, 2009, S. 28; Bauer, Informatik, 1974, S. 334.

⁴² Schriftleitung der Zeitschrift Elektronische Rechenanlagen, Editorial, 1969.

1) Theoretische Informatik	Automatentheorie, formale Sprachen, Turing-Maschinen und Berechenbarkeit, Codierungstheorie, Informationstheorie
2) Systemorientierte Informatik	Programmiersprachen, Schaltwerkentwurf, Organisation digitaler Systeme, Systemprogrammierung, Datenverwaltungssysteme, digitale Speicher, Kommunikation Mensch-Maschine, Eingabe/Ausgabe-Geräte, Hybridrechner, Datenübertragung, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wartung
3) Anwendungsorientierte Informatik	
a) Verwaltung und Wirtschaft	Betriebliche Datenerfassung und -verarbeitung, Netzplantechnik, automatische Belegverarbeitung
b) Prozessautomatisierung	Prozessrechner, Systemplanung
c) Numerische Mathematik	Numerische Mathematik, Fehleranalyse

Tabelle 3: Studienmodell Informatik der GAMM und der NTG 1969 (Haacke/Fischbach 1972: 61; Brauer/Münch 1996: 59–60)

Abb. 3 Tabelle zum Studienmodell Informatik der GAMM und der NTG 1969.

gültige Verabschiedung abzuwarten, förderte der Bund ab 1969 an einigen Hochschulen Forschung und Lehre der Informatik. So konnte F. L. Bauer im Rahmen des Mathematikstudiums an der TU München den Studiengang Informationsverarbeitung errichten. Ein Jahr später wurde an der TH Darmstadt der Studiengang Informatik eingeführt, 1969 zudem der Studiengang Datentechnik (Technische Informatik) und 1970 der Mathematikstudiengang mit Abschluss als Diplom-Ingenieur im Fach Mathematik mit Schwerpunkt Informatik.

Im Rahmen des ersten DV-Programms wurde das »Überregionale Forschungsprogramm Informatik« (ÜRF) vorbereitet, für das ab 1970 Mittel vorgesehen waren: Insgesamt standen 361 Millionen DM bereit, wobei der Hauptanteil mit 244,9 Millionen DM an die industrielle Forschung und Entwicklung der DV-Technologie ging. Weitere 30,1 Millionen DM waren zur Erschließung neuer Anwendungen von DV-Anlagen für öffentliche Aufgaben vorgesehen. Für die Ausbildung in Datenverarbeitung und für den Aufbau von DV-Kapazitäten an den Hochschulen blieben Fördermittel in der Höhe von 46,6 Millionen DM.⁴³

Das ÜRF kam aufgrund einer Vereinbarung zwischen Bund und Ländern vom 27. November 1969 zustande, die vom neu gebildeten Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW) erarbeitet wurde. Daraufhin konnten die Länder Förderanträge für Forschungsgruppen zur Informatik beim Bund einreichen, der diese ab April 1970 beschied. In dieser Aufbauphase wurden 13 Forschungsgebiete definiert:

⁴³ Grande/Häusler, Industrieforschung, 1994, S. 135.

1. Automatentheorie und formale Sprachen
2. Programm- und Dialogsprachen sowie ihre Übersetzer
3. Rechnerorganisation und Schaltwerke
4. Betriebssysteme
5. Systeme zur Informationsverwaltung
6. Verfahren zur digitalen Verarbeitung kontinuierlicher Signale
7. Rechnertechnologie
8. Automatisierung technischer Prozesse mit Digitalrechnern
9. Rechnerunterstütztes Planen, Entwerfen und Konstruieren
10. Methoden zur Anwendung der Datenverarbeitung in der Medizin
11. Methoden zur Anwendung der Datenverarbeitung im pädagogischen Bereich
12. Betriebswirtschaftliche Anwendungen der Datenverarbeitung
13. Methoden zur Anwendung der Datenverarbeitung in Recht und öffentlicher Verwaltung

Die ersten neun Gebiete bildeten die so genannte »Kerninformatik« und alle am ÜRF teilnehmenden Hochschulen sollten Forschung in diesen Gebieten betreiben. Die Gebiete 1–5 und 9 wurden vorwiegend den neuen Informatikfachbereichen zugeordnet. Die Gebiete 6–8 sollten unter die Elektrotechnik fallen, während die letzten vier Gebiete (10–13) – manchmal abwertend »Bindestrich-Informatiken« genannt – an Medizin, Pädagogik, Betriebswirtschaft bzw. Recht und öffentliche Verwaltung ausgelagert wurden. Damit das ÜRF aber nicht »auf Kosten der Kerninformatik« von den Anwendungsgebieten beansprucht würde, sollten Letztere lediglich »an einigen wenigen Stellen schwerpunktmäßig zu betreuen« sein.⁴⁴

Im zweiten DV-Programm der Bundesregierung für die Jahre 1971–1975 war das Forschungsprogramm Informatik ein eigener Förderschwerpunkt. Im Rahmen des ÜRF beschaffte das BMBW Datenverarbeitungssysteme für 190 Millionen DM, um Hochschulzentren und Informatik-Professuren an den bundesdeutschen Hochschulen auszustatten. Damit eine Hochschule am ÜRF teilnehmen konnte, musste sie bis zum Wintersemester 1971/72 die Einführung eines Studiums der Informatik mit mindestens zwei Lehrstühlen und vier Planstellen für wissenschaftliches Informatik- oder DV-Personal vorweisen. Diese Voraussetzungen erfüllten die Universitäten in Erlangen-Nürnberg, Hamburg, Bonn, Dortmund (ab 1973), Kiel, Kaiserslautern (ab 1973), die Universität des Saarlandes, und die Technischen Hochschulen bzw. Technischen Universitäten in Karlsruhe, Stuttgart, München, Berlin, Darmstadt, Braunschweig, Hannover (bis 1973) und Aachen.

⁴⁴ Ergebnisniederschrift der 1. Sitzung der Arbeitsgruppe »Überregionales Forschungsprogramm Informatik« des Fachbeirats für Datenverarbeitung vom 26.2.1969, in: Bundesarchiv Koblenz, B 138/3513 o. B., zitiert nach: Pieper, Hochschul-informatik, 2009, S. 36.

Über 60 Forschungsgruppen wurden vom Bund bis 1971 in den Bereichen der Kerninformatik ausgestattet. Umgekehrt boten die Hochschulen ab dem Wintersemester 1970/71 Studienmöglichkeiten der Informatik an. Aus diesen »Keimzellen« wurden Informatik-Fachbereiche oder -Fakultäten.⁴⁵

Der ÜRF-Fachausschuss, in dem man das zukünftige Vorgehen beim Ausbau des Fachs Informatik an den Hochschulen ausgiebig diskutierte, wurde im Jahre 1972 mit je einem Mitglied pro teilnehmender Hochschule, Industrievertreter*innen sowie je einem Repräsentanten der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)⁴⁶ und der Zentralstelle für maschinelle Dokumentation (ZMD)⁴⁷ neu zusammengesetzt und zum Sachverständigenkreis »Forschungsprogramm Informatik« umbenannt.

Künstliche Intelligenz als Teilgebiet der Informatik?

Neben den schon genannten deutschen Mathematikern und Elektrotechnikern trug vor allem auch der Wiener Computerpionier Heinz Zemanek (1920–2014) zur Konstituierung der Informatik bei, die er in einem Abnabelungsprozess begriffen sah:

Schlechten Eltern gleich stellen diese Wissenschaften manchmal nämlich übertriebene Forderungen an das erwachsene Kind, um es ihnen ähnlicher zu machen, als recht ist. Mathematik und Nachrichtentechnik, Buchhaltung und Statistik sind zwar Wurzeln und Bausteine, aber seit geraumer Zeit bilden sie nicht mehr den Kern der Computer-Wissenschaften, und nichts wäre verkehrter, als die Informatik als Konglomerat der eben genannten Felder zu konzipieren; was von ihnen noch bleiben wird in der Informatik, muss sehr kritisch geprüft sein.⁴⁸

Auch F. L. Bauer sah die Wurzeln des »neuen, wissenschaftlichen Gebiets« Informatik in der Nachrichtenübermittlung, im Automatenbau und in der Mathematik, als er 1974 den Artikel »Was heißt und was ist Informatik?« schrieb. Dies seien die Grundlagen des Wissensinhaltes der Informatik, aus denen Programme gebildet werden, die Algorithmen darstellen. Diese seien nicht materiell, sondern immaterielle, abstrakte Objekte.⁴⁹ Schon drei Jahre zuvor hatte Zemanek aus einer nahezu identischen Charakterisierung »des Informatikers« eine Forderung formuliert:

Der Informatiker muß seiner Ausbildung und seiner Geisteshaltung nach Ingenieur werden – aber ein Ingenieur ganz neuer Art. Was nämlich der bisherige Ingenieur zu Papier brachte, waren abstrakte Darstellungen von konkreten

⁴⁵ Claus/Ritter, Informatik-Fachbereiche, 2020, S. 254.

⁴⁶ Hermann Haller.

⁴⁷ Rüdiger Bernhard.

⁴⁸ Zemanek, Informatik, 1971, S. 158.

⁴⁹ Bauer, Informatik, 1974, S. 336.

Gebilden wie Brücken und Fahrzeugen, Reaktoren und Schaltungen; es waren Zeichnungen und Rechenverfahren. Beim Informatiker sind die Gebilde, über die er spricht, bereits abstrakt und auf dem Papier, nämlich Programme und Beschreibungen. Das verleitet sehr dazu, die Notwendigkeit der nächsthöheren Abstraktionsebene zu übersehen oder zu unterschätzen. Der Informatiker konstruiert, aber was er konstruiert, sind abstrakte Objekte, die auf dem Papier stehen und erst in einem zweiten Vorgang in einer elektronischen Schaltung realisiert werden. Derartige abstrakte Gegenstände sind bisher nur in Logik und Mathematik behandelt worden, aber wenn dort von konstruktiver Vorgangsweise die Rede ist, dann meint man nur selten die Ingenieur Tätigkeit. Gerade die Ingenieurmentalität ist aber das Um und Auf der Informatik.⁵⁰

Bauer versuchte nun, das Fach Informatik zu definieren: Die »Lehre von der Programmierung der Rechenanlagen von der Mathematik abzutrennen« habe man in den USA um 1960 begonnen und »um die Mitte des Jahrzehnts« seien die Entwicklungen in Großbritannien, Frankreich und Deutschland nachgekommen. Diese Abgrenzung des neuen Gebiets von der Mathematik und den Ingenieurwissenschaften versuchte er inhaltlich zu fassen: In der »anwendbare[n] und nach Anwendungen verlangende[n] Wissenschaft« Informatik werden Algorithmen gefunden und Programme geschrieben. »Insofern ist sie eine Ingenieurwissenschaft.« Ihre Schöpfungen sind aber immateriell: »nicht an Stoff und Energie gebunden. Insofern ist die Informatik eine Geisteswissenschaft wie die Mathematik.«⁵¹ Sein Fazit war: »Informatik ist also weder Mathematik noch Nachrichtentechnik, sie ist eine Ingenieur-Geisteswissenschaft (oder eine Geistes-Ingenieurwissenschaft, wem das besser gefällt)«.⁵² – Dieser Satz gab unserem Forschungsprojekt zur Geschichte der KI in der Bundesrepublik Deutschland seinen Namen: »IGGI«: »Ingenieur-Geisteswissenschaft – Geistes-Ingenieurwissenschaft«. Im Rahmen dieses BMBF-Projekts haben wir die Entwicklungen früher KI in der Bundesrepublik Deutschland verfolgt und in die Wissenschafts- und Technikgeschichte einzubetten versucht, wobei diese tatsächlich sehr breit aufgefasst werden muss und keinesfalls auf die Computer- und Informatikgeschichte reduziert werden darf.

Die in den USA und in der Bundesrepublik Deutschland sehr unterschiedlich verlaufenen Diskussionen um das nach dem Zweiten Weltkrieg um den Computer entstandene Forschungs- und Lehrfach Computer Science bzw. Informatik prägten den jeweiligen Umgang mit den Thesen über die technische Nachahmung intelligenten Verhaltens in beiden Staaten. An amerikanischen Universitäten wurde zwischen Elektroingenieuren und Mathematikern auf der einen und Vertretern der Geisteswissenschaften auf der anderen Seite darüber verhandelt, wo die Informatik in der Universitätslandschaft an-

⁵⁰ Zemanek, Informatik, 1971, S. 161.

⁵¹ Bauer, Informatik, 1974, S. 335.

⁵² Ebd., S. 336.

gesiedelt werden sollte. Das Beispiel der University of California at Berkeley war eine Kompromisslösung. In der Bundesrepublik Deutschland verlief dagegen ein erbitterter Kampf um die Vorherrschaft über die Informatik zwischen Mathematikern einerseits und Elektroingenieuren andererseits. Geisteswissenschaftliche Aspekte des neuen Fachs wurden höchstens als »bindestrich-würdig« angesehen. In den USA wurden zum Dartmouth-Treffen auch nicht-naturwissenschaftliche und nicht-technische Akademiker wie etwa der Philosoph, Psychologe und Neurophysiologe Warren Sturgis McCulloch (1898–1969), der Sozialwissenschaftler Herbert Alexander Simon (1916–2001) und der Psychiater William Ross Ashby (1903–1972) eingeladen. Bereits Mitte der 1960er-Jahre wurde von Seiten der Philosophie durch Hubert Lederer Dreyfus (1929–2017) in »Alchemy and Artificial Intelligence«⁵³ Kritik an den »Thinking machines« und AI-Projekten geübt. Während die Forschung zur AI in den USA also praktisch von Beginn an eine geisteswissenschaftliche Begleitung hatte und diese auch in der Universitätslandschaft verankert wurde, fanden in der Bundesrepublik Abgrenzungskämpfe statt, die eine Integration der KI in die Informatik zunächst unmöglich machten.

»Künstlichen Intelligenz« war in Westdeutschland im hier bisher betrachteten Zeitraum kein Teil einer universitär verankerten Lehr- oder Forschungsdisziplin. Sie wurde mit und wegen ihres Namens im ÜRF nicht berücksichtigt, weil sie nicht als seriöse Wissenschaft angesehen wurde. Sehr wohl aber wurden im ÜRF Gebiete wie Mustererkennung, Bildverarbeitung und Linguistische Datenverarbeitung gefördert, doch galten sie damals nicht als Teilgebiete der Informatik.⁵⁴

Ein eindeutiger Anfangspunkt der KI-Forschung in der Bundesrepublik Deutschland kann nicht festgelegt werden. Ein erster Zugang führt zu dem Karlsruher Nachrichtentechniker Karl Steinbuch (1917–2005), der von 1948 bis 1958 im Unternehmen Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) beschäftigt war und dort als Entwicklungsleiter 1956 das erste volltransistorisierte Computersystem in Europa entwickelte.⁵⁵ Es war Steinbuch, der aus den Worten »Information« und »Technik« (oder »Automatik«) das Wort »Informatik« bildete, dessen Bedeutung er als »automatische Informationsverwaltung in der Fabrik der Zukunft« definierte. Das Werk, in dem der von Steinbuch und Robert Piloty entwickelte Stuttgarter Quelle-Computer produziert wurde, hieß dementsprechend »Informatikwerk«.⁵⁶ In Frankreich wurde der Ausdruck »informatique« zur Bezeichnung für die Informationstechnik, als der Manager Philippe Dreyfus (1925–2018) seine Firma »Société d'informatique Appliquée« (SIA) nannte.

Als am 3. Juli 1968 vom Pressedienst des BMwF eine »Empfehlungen zur Ausbildung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung« versandt wurde, war das Wort »Informatik« hervorgehoben:

⁵³ Dreyfus, Alchemy, 1965.

⁵⁴ Siehe dazu Pfau/Piel, Vernetzte, im Erscheinen.

⁵⁵ Zu Steinbuch siehe Guhl, Kurskorrekturen, 2020.

⁵⁶ Siehe dazu Heinz Nixdorf MuseumsForum, Karl Steinbuch, 2017; Borchers, Versandhaus Quelle, 2009.

Die rasche technische Entwicklung auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung macht an mehreren Universitäten und Technischen Hochschulen die Einrichtung eines Studiengangs *Informatik* erforderlich.

Zudem war darin schon von »Informatik-Lehrstühlen« und »Informatikern« die Rede.⁵⁷ F. L. Bauer berichtete in seinen 2009 erschienenen »Historische Notizen zur Informatik« vom mehrfachen Gebrauch des Wortes »Informatik« durch Forschungsminister Stoltenberg »anlässlich der Eröffnung einer Tagung in Berlin«; daraufhin »wurde es von den Journalisten aufgegriffen und war bald auch über die Fachwelt hinaus existent.«⁵⁸

Steinbuch war 1958 Professor für Nachrichtentechnik an der TH Karlsruhe geworden. Seine Interessen auch an organischen Informationsprozessen, an der Erweiterung der Nachrichtentechnik zu einer auch die semantischen Aspekte berücksichtigenden Kommunikationstheorie, wie sie schon in der von Norbert Wiener (1894–1964) begründeten Kybernetik⁵⁹ gefordert wurde, und seine Nähe zur Industrie prägten seine Institutsführung und führten zu großem Interesse an seinen Arbeiten.⁶⁰ In den 1960er-Jahren organisiert er Konferenzen zur Kybernetik, z.B. über »Lernende Automaten« sowie die »Karlsruher Lerntagungen«, die Philipp Aumann eine »Keimzelle eines akademischen Netzwerks, das sich um die Lernmatrix und das Forschungsproblem lernender und adaptiver Systeme konstituierte«, nannte.⁶¹ Feste Teilnehmende an diesen Lerntagungen waren Steinbuchs Mitarbeitende sowie IBM- und SEL-Angestellte, aber z.B. auch der Nachrichtentechniker Hans Alex Marko (1925–2017), der 1962 Hans Piloty (1894–1969)⁶² als Professor für Nachrichtentechnik an der TH München nachfolgte.

Steinbuch publizierte in diesem Jahrzehnt einige populärwissenschaftliche Bücher, um die möglichen gesellschaftlichen Konsequenzen der modernen Informationstechnik zu beschreiben.⁶³ Sein Bestseller war »Automat und Mensch«, der in verschiedenen Auflagen mit wechselnden Untertiteln erschien.⁶⁴ Darin beschrieb Steinbuch einen »Weg zu einer kybernetischen Anthropologie«, in der er den Menschen als eine allerdings überaus komplexe nachrichtenverarbeitende Maschine charakterisierte, deren »Denkfunktionen [wir] ebenso rational analysieren können wie unseren Stoffwechsel oder unser Muskelspiel«:

⁵⁷ Siehe Abdruck in Heinrich/Ardelt, Geschichte der Wirtschaftsinformatik, 2011, S. 341. Hervorhebung im Original.

⁵⁸ Bauer, Notizen, 2009, S. 36. Siehe dazu auch Heinz Nixdorf MuseumsForum, Geburt, 2018.

⁵⁹ Wiener, Cybernetics, 1948.

⁶⁰ Zur Geschichte der Kybernetik in Deutschland siehe Aumann, Mode, 2009.

⁶¹ Aumann, Kybernetik, 2007, S. 320.

⁶² Hans Piloty war der Vater des schon genannten Robert Piloty.

⁶³ Steinbuch, Falsch, 1968; Steinbuch, Gesellschaft, 1966.

⁶⁴ Für die erste Auflage (1961) hieß der Untertitel »Über menschliche und maschinelle Intelligenz«, für die 2. (1964) und 3. Auflage (1965) war dies »Kybernetische Tatsachen und Hypothesen« und ab der 4. Auflage (1971) »Auf dem Weg zu einer kybernetischen Anthropologie«.

Was wir an geistigen Funktionen beobachten ist Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Abgabe von Informationen. Auf keinen Fall scheint es erwiesen oder auch nur wahrscheinlich zu sein, dass zur Erklärung geistiger Funktionen Voraussetzungen gemacht werden müssen, welche über die Physik hinausgehen.⁶⁵

Steinbuch gehört in eine Darstellung der Entstehungsgeschichte der Informatik in Deutschland, zumal er 1962 ein dreibändiges »Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung« vorbereitete⁶⁶ und herausgab, das für die dritte Auflage den Titel »Taschenbuch der Informatik« führte. Für die Entfaltung dieses Fachs als Universitätsdisziplin war er allerdings nur geringfügig bedeutend, da er den damaligen Entwicklungen zur Softwaretechnik nicht folgte und sich mehr als Zukunftsforscher, Politikberater und Autor populärer Schriften engagierte. Doch die Prophezeiungen der Kybernetik zogen kaum Realisierungen nach sich und »[d]iese Anwendungslücke ließ die gesamte Theorie unglaublich erscheinen«, sie galt bald nicht mehr als seriöse Wissenschaft, sondern als »inhaltsleere Modeerscheinung«, urteilt Philipp Aumann in seiner Studie zur Geschichte der Kybernetik in Deutschland.⁶⁷ Steinbuch hatte mit seinen übertriebenen und irrationalen Verlautbarungen über die Gleichsetzung von menschlicher und maschineller Intelligenz, insbesondere in »Automat und Mensch«, diesen Eindruck mit verursacht. Zwar sieht Aumann auch die damalige Rivalität der sich gleichzeitig formierenden Kybernetik und Informatik als Begründung dafür, dass ein »Informatiker« wie F. L. Bauer hier vehement gegen die Kybernetik Stimmung machte,⁶⁸ es war aber auch die von den Kybernetikern ins Feld geführte »Anthropomorphie der Technik«, die ihn aufbrachte und nicht vor Polemik und Diffamierung zurückschrecken ließ.⁶⁹ Dieselben Gründe mögen Bauer nur wenige Jahre später mit dazu bewogen haben, sich ähnlich aggressiv gegen die Etablierung der Forschungen zur Künstlichen Intelligenz zu positionieren.

Auf der von Steinbuch organisierten »10. Karlsruher Lerntagung« im Jahre 1963, trug ein junger Mathematiker namens Gerd Veenker noch vor Abgabe seiner Diplomarbeit⁷⁰ über »Ein Entscheidungsverfahren für den Aussagenkalkül und seine Realisation in einem Rechenautomaten« vor. Der entsprechende Artikel⁷¹ war die erste Publikation in der Bundesrepublik, die zum »Automatischen (Theorem) Beweisen« erschien – ein Teilgebiet der KI-Forschung, das somit nicht nur in den USA,⁷² sondern auch in Deutschland zu

⁶⁵ Steinbuch, *Automat*, 1971, S. 2–4.

⁶⁶ Für Beiträge dazu gewann Steinbuch Deutschlands damals führende Nachrichtentechniker: Heinz Billing (1914–2017), Wilfried de Beauclair (1912–2020), Theodor Einsele (1921–2020), Wolfgang K. Giloi (1930–2009), Wolfgang Händler (1920–1998), Helmut Kazmierczak (?–2020), Karl Küpfmüller (1897–1977), Werner Meyer-Eppler (1913–1960), Robert Piloty (1924–2013), Max Syrbe (1929–2011), sowie den Österreicher Heinz Zemanek (1920–2014) und den US-Amerikaner Anthony Gerwin Oettinger (1929–2022).

⁶⁷ Aumann, *Mode*, 2009, S. 85.

⁶⁸ Bauer, *Kybernetik*, 1969, S. 14.

⁶⁹ Aumann, *Mode*, 2009, S. 85.

⁷⁰ Veenker, *Entscheidungsverfahren*, 1963 (Diplomarbeit).

⁷¹ Veenker, *Entscheidungsverfahren*, 1963 (Artikel).

⁷² Newell/Simon, *Machine*, 1956.

den frühesten gezählt werden darf. Veenker schrieb auch seine Dissertation zu computerisierten Beweisverfahren von Theoremen.⁷³ Diese und seine darauffolgende Projektfor- schung sind das Thema des Beitrags von Rudolf Seising in diesem Band. Veenker wurde später Professor an der Bonner Universität, die ihn 1972 als ihren Vertreter in den ÜRF-Fachausschuss, mittlerweile zum Sachverständigenkreis »Forschungsprogramm Informatik« umbenannt, entsandte. Veenker war eines der wenigen KI-interessierten Mit- glieder dieses Gremiums und gründete die Forschungsgruppe »Dialog- und Informa- tionssysteme«.

In Karlsruhe hatte Steinbuch 1961 als erste Veröffentlichung sein technisches Modell für ein lernfähiges System publiziert: die »Lernmatrix«.⁷⁴ Es stellte komplexe Verknüp- fungen zwischen gewissen Eigenschaftsmengen (z. B. Buchstaben eines Alphabets) und zugehörigen Bedeutungen her. Somit wies es Ähnlichkeit mit den Synapsen auf, die in Gehirnen Neuronen miteinander verbinden. Die Lernmatrix agierte entsprechend den bedingten Pawlowschen Reflexen bei Lebewesen und wurde deshalb das erste »künstliche neuronale Netz« in Deutschland genannt. Fünf Jahre später wurde sie im ersten in der Bundesrepublik erschienenen Überblicksbericht zum Stand der AI-Forschung aufgeführt. Dieser ansonsten vor allem US-amerikanische Entwicklungen vorstellende Bericht »Künstliche Intelligenz – Stand der Forschungen« wurde von den vier im Bonner Ins- titut für Phonetik und Kommunikationsforschung beschäftigten Sprachforschern Gerold Ungeheuer, Dieter Krallmann, Helmut Otto Schnelle (1932–2015) und Hans Günter Tillmann (1936–2021) verfasst. Ungeheuer, der den Bericht mit einem Beitrag über »Künstliche Intelligenz und ihre begriffliche Umgebung« einleitete, setzte »Künstliche Intelligenz« noch in Anführungszeichen, denn dies sei

kein wohldefinierter, einheitlich verwendeter Terminus. Zuerst geprägt im Jargon der Fachwissenschaftler, die sich mit dem Einsatz von Computern bei nicht- numerischen Problemen beschäftigten, hat er eher den Charakter eines Schlag- wortes.⁷⁵

Tillmanns Thema war »Künstliche Perzeption«, also die maschinelle Erkennung optischer und auch sprachlicher Zeichen. In seinem Beitrag behandelte er behavioristische und kommunikationstheoretische Modelle und besprach unter anderem verschiedene Varian- ten des Perceptron-Modells von Frank Rosenblatt⁷⁶ sowie Steinbuchs Lernmatrix.

Krallmann beschäftigte sich in seinem Beitrag »Informationserschließung« mit den Fortschritten in der maschinellen Sprachverarbeitung von der anfänglich lediglich mög- lich gewordenen Textreferenz zur Textuntersuchung und -erschließung. Diesen Fort- schritt behandelte er für die linguistische Automation, die automatische Dokumentation und für Frage-Antwort-Systeme.

⁷³ Veenker, Beweisverfahren, 1967.

⁷⁴ Steinbuch, Lernmatrix, 1961.

⁷⁵ Ungeheuer u. a., Künstliche Intelligenz, 1966, S. 1.

⁷⁶ Rosenblatt, Perceptron, 1958; Rosenblatt, Principles, 1962. Siehe dazu auch Seising, Emergence, 2018.

Schnelles Bericht über »Automatisches Problemlösen« umfasste sowohl die Arbeiten von Newell und Simon vom »Logic Theorist« bis zum »General Problem Solver«, die damals schon bequem dem frühen Sammelband »Computers and Thought« von Edward Albert Feigenbaum (geb. 1936)⁷⁷ und Julian Feldman (geb. 1920) entnommen werden konnten,⁷⁸ als auch das unter dem Namen »Mechanical Mathematics« bekannt gewordene Forschungsprogramm von Hao Wang (1921–1995).⁷⁹ Auch wenn Schnelle in seinem Bericht lediglich »eine Klassifikation verschiedener Typen von Ansätzen und Forschungsgebieten, und einige exemplarische Verfahren« vorstellen konnte, zählte er damals »die Forschungen zum automatischen Problemlösen und zum Automatischen Beweisen zu den interessantesten unserer Zeit.«⁸⁰

Nachdem im Fachbeirat für Datenverarbeitung auch eine ad hoc-Gruppe Linguistische Datenverarbeitung zur Förderung des DV-Einsatzes in der Linguistik 1969 entstanden war, wurde die am Institut für Deutsche Sprache (IDS) neu gegründete Abteilung Linguistische Datenverarbeitung (LDV) von 1971 bis 1975 im Rahmen des 2. DV-Programms der Bundesregierung gefördert. Leiter der Abteilung LDV war 1970 Gerold Ungeheuer geworden. Florian Müllers Beitrag »Von der Linguistik zur KI-Forschung. Maschinelle Sprachverarbeitung und Forschungsförderung am Institut für Deutsche Sprache« beschreibt die Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung und deren Wandel von anfangs vornehmlich linguistischen Projekten hin zur anwendungsorientierteren KI-Forschung.

An der Hamburger Universität gab es zum Wintersemester 1970/71 erstmals einen interdisziplinären Studiengang Informatik und im Sommersemester 1971 wurde als »Senatsunmittelbare Einrichtung« der interdisziplinäre Bereich Informatik im Vorlesungsverzeichnis aufgeführt. Fünf Lehrstühle wurden eingerichtet. Als erster Professor wurde am 26. April 1971 der an der Universität in Bonn promovierte Dr. Wilfried Brauer (1937–2014) berufen, als zweiter am 1. Oktober 1971 der Bonner Physiker Dr. Hans-Hellmut Nagel. Dieser Lehrstuhl bekam die Denomination »Digitale Verarbeitung kontinuierlicher Signale« und entsprach damit dem 6. ÜRF-Forschungsgebiet. Der Physiker Nagel hatte Erfahrungen im Umgang mit automatischer Bildauswertung und Fragen der Mustererkennung gesammelt, als er eine Bildauswertungsgruppe am DESY leitete. In seiner Antrittsvorlesung skizzierte er die Idee von der »Transformation eines Videos in eine natürlichsprachliche Beschreibung«:

⁷⁷ Feigenbaum hatte bei Herbert Simon promoviert und ging dann nach Stanford, wo er mit McCarthy arbeitete. Im Rahmen des ARPA-Programms entwickelte er u. a. mit dem Chemiker Carl Djerassi (1923–2015) und dem Molekularbiologen Joshua Lederberg (1925–2008) das oft als erstes Expertensystem titulierte System Dendral (Dendritic Algorithm). Siehe Buchanan/Feigenbaum, Dendral, 1978. Feigenbaum war auch an der Entwicklung des medizinischen Diagnosesystems MYCIN beteiligt. Siehe Shortliffe, MYCIN, 1974.

⁷⁸ Feigenbaum/Feldman, Computers, 1963.

⁷⁹ Wang, Mathematics, 1960.

⁸⁰ Ungeheuer u. a., Künstliche Intelligenz, 1966, S. 54.

Im Rahmen des Überregionalen Forschungsprogramms zur Informatik wäre der hier gemachte Vorschlag zunächst unter »Verfahren zur digitalen Verarbeitung kontinuierlicher Signale« zu klassifizieren. Über die Zwischenschritte »Bildverarbeitung« und »Mustererkennung« ergeben sich Zusammenhänge mit allgemeineren Fragestellungen, die im Englischen unter »Artificial Intelligence« zusammengefaßt werden.⁸¹

Der Beitrag von Dinah Pfau in diesem Band beschäftigt sich mit diesen frühen Forschungen zur Bildverarbeitung und deren Entwicklung aus der Physik in die Künstliche Intelligenz.

Zu Beginn der 1970er-Jahre forschten in der Bundesrepublik nur wenige Wissenschaftler*innen und Forschungsgruppen zu Gebieten, die später zur KI-Forschung zählen sollten. Als von Mitgliedern des Münchner Informatik-Instituts 1969 ein vom 1. DV-Programm der Bundesregierung finanziell unterstütztes Treffen deutscher Informatiker am Chiemsee organisiert wurde, fanden sich dort beiläufig erstmals einige Mittelbau-Mathematiker bzw. Informatiker mit Interesse an der aus den USA kommenden AI-Forschung. Hierzu erinnerte sich Wolfgang Bibel (geb. 1938) im Interview mit Petra Ahrweiler:

In diesem Programm gab es Untersparten, und da waren auch solche Dinge wie die Mechanisierung der Mathematik. Ich war 1969 auf einem Treffen am Chiemsee. Da war Herr Veenker da und noch so ein paar Leute. Das war vielleicht das erste Treffen, wo ein paar Leute in Deutschland so etwas wie KI gemacht haben, zusammenkamen. Dann ist lange nichts passiert.⁸²

KI-interessierte Forschende anderer Fachgebiete hatten von diesem Treffen keine Kenntnis und wussten wohl auch kaum voneinander. Dieses Chiemsee-Treffen, das offenbar in keinem Archiv belegt ist, brachte die Etablierung der KI in Deutschland nicht wesentlich voran. Hilfreicher war dagegen wahrscheinlich ein eingeladener Vortrag »Artificial Intelligence«, den Nils John Nilsson (1933–2019) vom Stanford Research Institute (SRI International) 1974 auf dem IFIP-Weltkongress in Stockholm hielt.⁸³ Jedenfalls nannte der deutsche Elektrotechniker und KI-Pionier Erhard Konrad diesen »[g]rundlegend und richtungweisend für das interdisziplinäre Gebiet.«⁸⁴ Und auch der deutsche Informatiker und KI-Pionier Herbert Stoyan (geb. 1943) meinte, dass »sich Veenker im Oktober 1974, wohl unter dem Eindruck des IFIP-Kongresses 1974 in Stockholm und dem vielbeachteten Vortrag von N. Nilsson, entschloß, eine Zusammenkunft aller an KI interessierter Wissenschaftler in der Bundesrepublik vorzuschlagen.«⁸⁵

81 Nagel, Antrittsvorlesung, 1971. Staatsarchiv Hamburg 361-5 III 2994 60.25-2.2 ÜRF.

82 Zitiert nach Ahrweiler, Künstliche Intelligenz-Forschung, 1995, S. 60.

83 Nilsson, Artificial Intelligence, 1974.

84 Konrad, Geschichte, 1998.

85 Stoyan, H.: Unveröffentlicht, IGGI-Archiv, Nachlass Freksa, (1983?).

Am 18 Februar 1975 fand in Bonn ein erstes informelles Treffen unter dem Thema »Künstliche Intelligenz« statt. Neben Fachvorträge wurde die Frage einer Institutionalisierung der Künstliche-Intelligenz-Forschung in der BRD aufgeworfen und diskutiert.⁸⁶

Veenker berichtete so im April des gleichen Jahres zusammenfassend über diese Zusammenkunft »von Interessenten am Arbeitsgebiet ›Künstliche Intelligenz‹« – es sollen etwa 30 Personen anwesend gewesen sein, darunter auch Nagel, und laut dessen Protokoll wurden »von den Teilnehmern drei Beschlüsse gefasst«:

1. Es sollte versucht werden, einen ständigen Kontakt unter den Interessenten in Form einer GI-Fachgruppe zu etablieren.
2. Ein weiteres Treffen solle am Dienstag, dem 7. Oktober 1975, in Dortmund organisiert werden (am Vortrag der GI-Jahrestagung 1975, die vom 8.–10. Oktober in Dortmund stattfand).
3. Um den Kontakt unter den (potentiellen) Interessenten zu verstärken, sollte etwa alle drei Monate ein Rundbrief versandt werden.⁸⁷

Nagel informierte darüber in der ersten Ausgabe dieses am 26. Mai 1975 erstmals (und danach zunächst vierteljährlich) erschienenen »KI-Rundbriefs zur Vorbereitung einer GI-Fachgruppe ›Künstliche Intelligenz‹«,⁸⁸ dessen Versand er zu übernehmen sich bereit-erklärt hatte; als einzigem bestallten Ordinarius dieser Gruppe bereitete ihm das keine Mühen.⁸⁹ Er übernahm zunächst auch die Redaktionstätigkeit. Mit der Benennung des Rundbriefs wurden Fakten geschaffen, denn während des ersten Treffens in Bonn wurden vier Möglichkeiten diskutiert, wie man sich zukünftig institutionell aufstellen könnte. Es bestand die Möglichkeit,

1. sich als eigener Fachausschuss an die Gesellschaft für Informatik (GI) anzuschließen,
2. mit dem schon vorhandenen GI-Fachausschuss »Mustererkennung und kognitive Prozesse« einen gemeinsamen GI-Fachausschuss unter einem neuen Namen (z. B. »Mustererkennung und Künstliche Intelligenz«) zu bilden,
3. sich »zunächst als Special Interest Committee (SIC) und später als Special Interest Group (SIG)« des deutschen Chapters der 1947 gegründeten ACM⁹⁰ zu bewerben,
4. sich unabhängig von bereits existierenden Organisationen als eigenständige Institution zu etablieren.

⁸⁶ Veenker, Zusammenfassung, 1975.

⁸⁷ Rundbrief Nr. 1 vom 26. Mai 1975 zur Vorbereitung einer GI-Fachgruppe »Künstliche Intelligenz«, S. 1. IGGI-Archiv.

⁸⁸ Zum KI-Rundbrief siehe Pfau u. a., KI-Rundbrief, 2023.

⁸⁹ Veenker, Vorwort (1), 1975, S. 2.

⁹⁰ Die Association for Computing Machinery ist die US-amerikanische und überhaupt erste wissenschaftliche Gesellschaft für Computer Science.

Es wurde beschlossen, bei der Gesellschaft für Informatik (GI) und der ACM zu sondieren und bei dem nächsten Treffen, das für den 7. Oktober 1975 terminiert wurde, einen Beschluss zu fassen.

Nagel war GI-Mitglied und gehörte deren Fachausschuss (FA) 6 »Kognitive Systeme« an. Er teilte dem damaligen GI-Präsidiumsmitglied Albert Endres (1932–2020)⁹¹ mit, »daß die in Bonn versammelten Interessenten an einem Arbeitsgebiet »Künstliche Intelligenz« beschlossen haben, ihren Informationsaustausch als Gruppe innerhalb der Gesellschaft für Informatik zu intensivieren.«⁹² Nagel gab gleichzeitig den beim Bonner Treffen beschlossenen Vorschlag weiter, Veenker und Dr. Joachim Laubsch aus Stuttgart in den FA 6 aufzunehmen, damit die Interessen an KI in diesem FA vertreten würden. Beide Vorschläge wurden von Endres als Antrag auf der nächsten GI-Präsidiumssitzung am 11. Juli 1975 eingebracht und positiv entschieden.⁹³ Ein »zweites Treffen der GI-Fachgruppe Künstliche Intelligenz« fand noch im gleichen Jahr, am 7. Oktober 1975, in der Universität Dortmund statt, und zwar unmittelbar vor der 5. Jahrestagung der GI.⁹⁴

Nilsson hatte für seinen Vortrag auf der IFIP-Konferenz 1974 in Stockholm viele Schemata gezeichnet, die er auch in die schriftliche Fassung aufnahm.⁹⁵ Sein Hauptschema über die »Major sub-parts of AI« wandelte der deutsche KI-Pionier Jörg Siekmann (geb. 1941) ab, um sie für seine »Einführung in die Künstliche Intelligenz« bei der 1982 von ihm mitorganisierten ersten KI-Frühjahrsschule in Teisendorf⁹⁶ zu nutzen. Er ließ sie im gleichen Jahr auch im von ihm und dem KI-Pionier Wolfgang Bibel zusammengestellten ersten Studien- und Forschungsführer Künstliche Intelligenz abdrucken (Abb. 4).⁹⁷

Einige der in Abbildung 4 aufgeführten Bereiche waren in Nilssons Originalschema noch nicht als KI-Teilgebiete eingezeichnet, beispielsweise die »Expertensysteme«. Oft wird das 1965 entwickelte System Dendral als erstes Expertensystem genannt. Es identi-

⁹¹ Endres war ein deutscher Informatiker und Professor der Technischen Universität München. Er hatte ab 1952 Geodäsie an der Universität Bonn sowie der Ohio State University studiert und war bei IBM (Böblingen) zuerst im Rechenzentrums-, danach im Entwicklungsbereich tätig (1957–1992). Dort befasste er sich mit der Entwicklung von Programmiersprachen, Compilern, Betriebs- und Datenbanksystemen. 1968 gründete er die deutsche Sektion (German Chapter) der Association for Computing Machinery (ACM), deren Vorsitzender er drei Jahre lang war. Endres promovierte zum Dr. rer. nat. in Informatik (1975), wurde 1986 Honorarprofessor der Universität Stuttgart, wo er von 1976 bis 1992 als Dozent für Informatik lehrte. Danach war er ein Semester Professor für Informatik an der Universität Rostock und von 1993 bis 1997 hauptberuflich Professor für Informatik an der TUM am Lehrstuhl für Software-Ingenieurwesen.

⁹² Rundbrief Nr. 1 vom 26. Mai 1975 zur Vorbereitung einer GI-Fachgruppe »Künstliche Intelligenz«, S. 1. IGGI-Archiv.

⁹³ Rundbrief Nr. 2 vom 8.8.1975, S. 1. IGGI-Archiv.

⁹⁴ Veenker, Vorwort (2), 1975, S. 1.

⁹⁵ Nilsson, Artificial Intelligence, 1974.

⁹⁶ Siekmann, Einführung, 1982.

⁹⁷ Gesellschaft für Informatik, Forschungsführer, 1983.

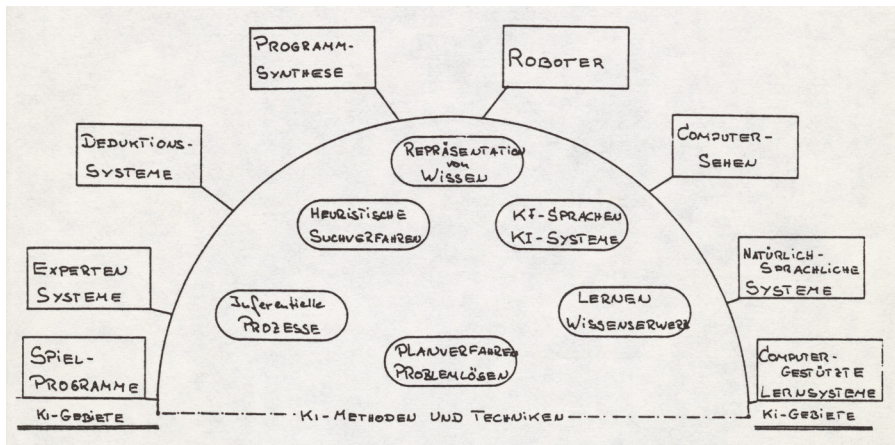


Abb. 4 KI-Methoden und Techniken (1983).

fizierte aufgrund von Daten aus Massenspektographie und atomarer Massenresonanz aus einer Anzahl von Hypothesen die mögliche Strukturformel einer organischen Substanz. Aber erst in den 1970er-Jahren setzte eine Forschungs- und Entwicklungsphase der Expertensysteme als führende KI-Systeme ein, die zu einem regelrechten Hype in den 1980er-Jahren führte. Die erste KI-Frühjahrsschule und der KI-Studien- und Forschungsführer in der Bundesrepublik fielen in diesen Hype. In seinem Beitrag zu diesem Band untersucht Jakob Tschandl die Entwicklungen der ebenfalls im Jahre 1983 gegründeten »Forschungsgruppe Expertensysteme« in der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung. Dabei fokussiert er seine Betrachtungen auf die forschungs- und förderpolitischen Aspekte der Technologie in dieser Großforschungseinrichtung.

Für die 1987 erschienene zweite Auflage des »Studien- und Forschungsführers« wurde das Schema erneut variiert (Abb. 5). Während die KI-Methoden unverändert blieben, erhielten einige KI-Techniken einen anderen Namen: »Computersehen« wurde zu »Bildverstehen«, »Computergestützte Lernsysteme« wurde zu »Rechnergestützte Ausbildungssysteme«, die »Spielprogramme« wurden nicht mehr namentlich erwähnt. Neu aufgenommen wurde dagegen das Teilgebiet »Cognitive Science«.

Die Cognitive Science als Teilgebiet der KI anzuführen ist ein interessantes Detail der bundesdeutschen Geschichte, weil sie sich in den USA in den 1970er-Jahren zwar institutionalisiert, in Deutschland aber noch keinerlei Entsprechung gefunden hatte. Helen Piel untersucht in ihrem Beitrag zu diesem Band Anfänge einer westdeutschen Etablierung dieser Forschungen als »Kognitionswissenschaft« und deren Beziehungen zur KI anhand eines »Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science«, das »Münchener Intellektik Komitee«, das für etwa ein Jahrzehnt aktives Diskussionsforum war.

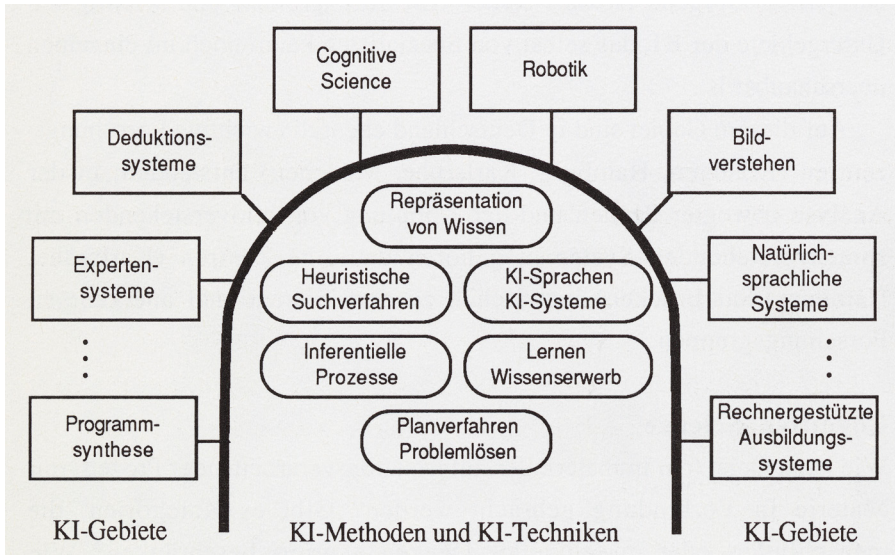


Abb. 5 KI-Methoden und Techniken (1987).

Ähnlich, wie der Computer als logische Maschine verstanden wurde, war versucht worden, die Aktivitäten natürlicher Gehirne auf logische Regeln zurückzuführen. In ihrer Arbeit »A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity« hatten Warren S. McCulloch und Walter H. Pitts (1923–1969) 1943 einen logischen Kalkül abstrakter Nervenzellen vorgeschlagen.⁹⁸ Der Mathematiker John von Neumann (1903–1957) benutzte ihren Kalkül und ihre Terminologie zwei Jahre später, um in seinem »First draft of the EDVAC« von den Organen und Neuronen dieser Rechenanlage zu reden.⁹⁹ Auch in seinen Silliman-Vorlesungen »The Computer and the Brain«¹⁰⁰ schrieb er in diesem Sinne vom Gehirn als Metapher für den Computer – wenn auch klar war, dass dies eine »simplification and idealization of reality«¹⁰¹ war.

Schon 1961 drehte der britische Psychologe und Kybernetiker Frank H. George (1921–1997) diese Metapher um: »to regard the brain itself as it were a computer-type control system, in the belief that by doing so we are making explicit what for some time has been implicit in the biological [and behavioural] sciences.«¹⁰² In den nächsten Jahren wurde daraufhin eine »Computational Theory of Mind« erarbeitet, die zur Grundlage

⁹⁸ McCulloch/Pitts, Calculus, 1943.

⁹⁹ von Neumann, Draft, 1993, S. 27–75 (Erstveröffentlichung: 1945), Section 4.0, »Elements, Synchronism Neuron Analogy«.

¹⁰⁰ von Neumann, Computer, 1958.

¹⁰¹ Ebd., S. 53.

¹⁰² George, Brain, 1961 (Zweite Auflage: 1973) »and behavioural« in der zweiten Auflage.

der Cognitive Science in den 1960er- und 1970er-Jahren wurde. Wesentlich dafür war die funktionalistische These des amerikanischen Philosophen Hilary Whitehall Putnam (1926–2016). Sie besagte, dass Denken und Problemlösung sowie ganz allgemein die gesamte funktionale Organisation sowohl bei Menschen als auch bei Maschinen »can be described in terms of the sequences of mental or logical states respectively (and the accompanying verbalizations), without reference to the nature of the ›physical realization‹ of these states.«¹⁰³

Der Cognitive Science in den USA bzw. der Kognitionswissenschaft in Deutschland liegt die These zugrunde, dass die Gehirne von Menschen (und Tieren) informationsverarbeitende Systeme sind und Wahrnehmungs-, Denk- und Entscheidungsprozesse prinzipiell wie im Computer abgearbeitet werden.¹⁰⁴ Da andererseits die KI-Forschung davon ausgeht, dass Ausprägungen menschlicher bzw. natürlicher Intelligenz im Prinzip so genau beschrieben werden können, dass ein Computer sie simulieren kann, nähern sich KI und Kognitionswissenschaft dem gleichen Ziel von verschiedenen Seiten. Hier treffen sich Ingenieurgeist und Geistesingenieure!

1983 schrieb der deutsche Physiker, IBM-Direktor und Informatik-Pionier Karl Ganzhorn (1921–2014) mit Verweis auf Bauers Diktum »Ingenieur-Geisteswissenschaft oder Geistes-Ingenieurwissenschaft« den Artikel »Informatik im Übergang«. Darin fasste er die Entwicklung des Fachs als einen fortschreitenden Abstraktionsprozess, an dessen Ende eine »Ingenieurwissenschaft des Geistes« steht: Dieses

eigentliche Feld der Informatik als »Werkzeugwissenschaft des Geistes« beginnt sich erst langsam abzuzeichnen. Es erfordert einen nochmaligen, sehr bedeutungsvollen Übergang hinauf in die Regionen der semantischen informatorischen Zusammenhänge.¹⁰⁵

Mit Blick auf die Entwicklungen der japanischen Fifth Generation Systeme¹⁰⁶ stellte er fest, dass nun »Entwicklungen aus dem Bereich der ›Artificial Intelligence‹ in allen Salons diskutiert« würden,¹⁰⁷ und er erwartete, dass

sich da in der nächsten Zeit gewaltige Sprünge abspielen. Geht es doch bei dem Thema kognitiver Systeme um die Durchforstung semantischer Zusammenhänge, etwas, was mit Programmierung zunächst gar nichts zu tun hat. [...] Es wird sicher noch eine Weile dauern, bis eine Maschine vernünftig »ja-aber« sagen kann, ohne den Benutzer zu verärgern oder zu überfordern. Denn – der »aber«-Nachsatz hängt meist vom Partner ab.¹⁰⁸

¹⁰³ Putnam, *Minds*, 1960, S. 26.

¹⁰⁴ Siehe dazu Piel/Seising/Götter, *Computer Metaphor*, 2022.

¹⁰⁵ Ganzhorn, *Informatik*, 1983, S. 5.

¹⁰⁶ Siehe dazu Callon, Sun, 1995.

¹⁰⁷ Ganzhorn, *Informatik*, 1983, S. 5.

¹⁰⁸ Ebd.

Ähnlich kompromissbereit klingen die Worte, die Bauer 1985 fand:

Vor einigen Jahren bekam ich einen Brief eines jüngeren Kollegen: Er habe gehört, ich habe etwas gegen die »Künstliche Intelligenz«. Was denn da dran wäre. Darauf will ich gerne bei dieser Gelegenheit antworten: In der Sache habe ich gar nichts gegen die Methoden und Ziele der *artificial intelligence*. [...] Was mich stört, ist das unglückliche, weil anthropomorphe, und damit zu Mißdeutungen geradezu herausfordernde Wort. Darin weiß ich mich mit dem Jubilar [Heinz Zemanek] einig, und auch darin, daß der Anspruch, der mit dem Wort erhoben und gelegentlich auch ausgesprochen wird, daß man auf menschliche Intelligenz früher oder später verzichten könne, nicht nur falsch, sondern auch gefährlich ist.¹⁰⁹

¹⁰⁹ Bauer, Informatik, 1985, S. 52. Hervorhebung im Original.

Literatur

- Ahrweiler, Petra: Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs. Münster/New York 1995.
- Aspray, William: Was Early Entry a Competitive Advantage? US Universities that Entered Computing in the 1940s. In: IEEE Annals of the History of Computing 22 (2000), H. 3, S. 42–87.
- : Computer Science and the Computer Revolution. In: Mary Jo Nye (Hrsg.): The Cambridge History of Science. Volume 5: The Modern Physical and Mathematical Sciences. Cambridge 2002, S. 598–614.
- Aumann, Philipp: Kybernetik als technisch bedingte Wissenschaft und als wissensbasierte Technologie. Karl Steinbuch und die Lernmatrix. In: Technikgeschichte 74 (2007), H. 4, S. 311–334.
- : Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland. Göttingen 2009.
- Bauer, Friedrich L.: Kybernetik als Utopie und als Realität. In: Rieger, P.; Strauß, J. (Hrsg.): Kybernetik, Medizin, Verhaltensforschung. München 1969, S. 9–30.
- : Was heißt und was ist Informatik? In: IBM Nachrichten 24 (1974), S. 333–337.
- : Informatik woher, wohin? In: Gerhard Croust (Hrsg.): Heinz Zemanek – Ein Computerpionier, Beiträge zur IFIP-Tagung »Die Rolle abstrakter Modelle in der Informationsverarbeitung«, 30.1.–2.22. 1985. Wien/München 1985, S. 41–53.
- : Historische Notizen zur Informatik. Berlin/Heidelberg 2009.
- Bibel, Wolfgang: Artificial Intelligence in a Historical Perspective. In: AI Communications 27 (2014), H. 1, S. 87–102.
- Bibel, Wolfgang; Nagel, Hans-Hellmut: AI-Research in the Federal Republic of Germany. In: Reddy, R. (Hrsg.): Proc. Intern. Joint Conference on Artificial Intelligence. Cambridge, Mass. 1977, S. 958–959.
- Bibel, W. u. a. (Hrsg.): Studien- und Forschungsführer Künstliche Intelligenz. 2. Auflage. Berlin/Heidelberg/New York 1987.
- Boden, Margaret: Mind as Machine 1 and 2: A History of Cognitive Science. Oxford 2006.
- Borchers, D.: Versandhaus Quelle: Am Anfang war ein großer Fluss. Beitrag in c't Magazin, 19.12.2009, <https://www.heise.de/hintergrund/Versandhaus-Quelle-Am-Anfang-war-ein-grosser-Fluss-890227.html> (6.6.2023).
- Buchanan, Bruce G.; Feigenbaum, Edward A.: Dendral and Meta-Dendral: Their Applications Dimension. In: Artificial Intelligence 11 (1978), H. 1–2, S. 5–24.
- Callon, Scott: Divided Sun: MITI and the Breakdown of Japanese High-Tech Industrial Policy, 1975–1993. Stanford, CA 1995.
- Campbell-Kelly, Martin; Aspray, William: Computer: A History of the Information Machine. New York 1996.
- Ceruzzi, Paul: Electronics Technology and Computer Science, 1940–1975: A Coevolution. In: IEEE Annals of the History of Computing 10 (1988), H. 4, S. 257–275.
- Claus, Volker; Ritter, Norbert: Informatik-Fachbereiche an deutschen Universitäten. In: Informatik Spektrum 43 (2020), S. 252–261.
- Crevier, Daniel: AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence. New York 1993.
- Donth, Hans H.: Der Aufbau der Informatik an Deutschen Hochschulen. In: Elektrotechnische Rechenanlagen 26 (1984), H. 5, S. 223–229.
- Dreyfus, Hubert L.: Alchemy and Artificial Intelligence. Santa Monica, California 1965, <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2006/P3244.pdf>; oder http://archive.computerhistory.org/projects/chess/related_materials/text/2-4%20and%202-0.Alchemy_and_Artificial_Intelligence_1965/Rand_Corporation.Alchemy_and_Artificial_Intelligence.Dreyfus-Hubert.1965.062303008.pdf (beide 25.7.2023).
- Feigenbaum, Edward A.; Feldman, Julian (Hrsg.): Computers and Thought. New York 1963.
- Finerman, Aaron: Foreword and Acknowledgments. In: Finerman, Aaron (Hrsg.): University Education in Computing Sciences. New York 1968, S. vii–x.
- Ganzhorn, Karl E.: Informatik im Übergang. In: Informatik Spektrum 6 (1983), S. 1–6.

- Gardner, Howard: *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. New York 1987.
- George, Frank H.: *The Brain as a Computer*. Oxford u. a. 1961.
- Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): *Studien- und Forschungsführer Künstliche Intelligenz*, zusammengestellt von W. Bibel und J. Siekmann. St. Augustin 1983.
- Goos, Gerhard: *Zeitfenster Informatikforschung in Deutschland in den 70er Jahren*. In: Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): *Informatikforschung in Deutschland*. Berlin/Heidelberg/New York 2008, S. 14–15.
- : *Die 70er Jahre*. In: Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): *Informatikforschung in Deutschland*. Berlin/Heidelberg/New York 2008, S. 133–142.
- Grande, Edgar; Häusler, Jürgen: *Industrieforschung und Forschungspolitik. Staatliche Steuerungspotentiale in der Informationstechnik*. Frankfurt/New York 1994.
- Guhl, Anton F.: *Kurskorrekturen eines Technokraten. Die politische Rechtswendung des Nachrichtentechnikers und Zukunftsforschers Karl Steinbuch nach 1970*. In: *Technikgeschichte* 87 (2020), H. 4, S. 315–334.
- Gupta, Gopal K.: *Computer Science Curriculum Developments in the 1960s*. In: *IEEE Annals of the History of Computing* 29 (2007), H. 2, S. 40–54.
- Haacke, Wolfgang; Fischbach, Franz: *Studium – Beruf: Informatik*. Bad Honnef 1972.
- Haigh, Thomas; Ceruzzi, Paul E.: *A New History of Modern Computing*. Cambridge, Mass. 2021.
- Heinrich, Lutz J.; Ardel, Rudolf G. (Mitarbeiter): *Geschichte der Wirtschaftsinformatik. Entstehung und Entwicklung einer Fachdisziplin*. Berlin/Heidelberg 2011.
- Heinz Nixdorf MuseumsForum: *Karl Steinbuch: Von der Kybernetik zur Politik*. Beitrag im HNF-Blog (Neues von gestern aus der Computergeschichte), 15.6.2017, <https://blog.hnf.de/karl-steinbuch-von-der-kybernetik-zur-politik/> (6.6.2023).
- : *Die Geburt der »Informatik«*. Beitrag im HNF-Blog (Neues von gestern aus der Computergeschichte), 2.7.2018, <https://blog.hnf.de/die-geburt-der-informatik/> (6.6.2023).
- Konrad, Erhard: *Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland*. In: Siefkes, Dirk u. a. (Hrsg.): *Sozialgeschichte der Informatik*. Wiesbaden 1998, S. 287–296.
- Mahoney, Michael: *Computer Science: The Search for a Mathematical Theory*. In: Krige, John; Pestere, Dominique (Hrsg.): *Science in the Twentieth Century*. Amsterdam 1997, S. 617–634.
- McCarthy, John u. a.: *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, 1955*, www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html (26.7.2023).
- McCorduck, Pamela: *Machines Who Think. A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence*. 2. Auflage. Natick, MA 2004.
- McCulloch, Warren S.; Pitts, Walter: *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*. In: *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1943), S. 115–133.
- Minker, Jack: *Beginning of Computing and Computer Science at the University of Maryland*. Maryland 2004, <http://www.cs.umd.edu/projects/photohistory/retirement/MinkerHistory.pdf> (21.7.2023).
- Minsky, Marvin L.: *Steps toward Artificial Intelligence*. In: *Proceedings of the IRE* 49 (1961), H. 1, S. 8–30.
- Newell, Alan; Simon, Herbert A.: *The Logic Theory Machine*. In: *IRE Transactions on Information Theory* 2 (1956), H. 3, S. 61–79.
- Nilsson, Nils J.: *Artificial Intelligence*. In: Rosenfeld, J. L. (Hrsg.): *International Information Processing 74: IFIP Congress 1974*, Stockholm. Amsterdam 1974, S. 778–801.
- : *The Quest for Artificial Intelligence*. Cambridge 2010.

- Oettinger, Anthony Gervin: The Hardware-Software-Complementarity. In: Communications of the ACM 10 (1967), H. 10, S. 604–606, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/363717.363722> (6.6.2023).
- Penn, Jonathan: Inventing Intelligence. On the History of Complex Information Processing and Artificial Intelligence in the United States in the Mid-Twentieth Century. Diss. University of Cambridge 2021, doi.org/10.17863/CAM.63087.
- Pfau, Dinah; Piel, Helen: Vernetzte Künstliche Intelligenz: frühe bundesdeutsche KI-Forschung von den 1960er bis Ende der 1980er Jahre. In: Pfau, Dinah (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Perspektiven auf epistemische, praktische und historiographische Herausforderungen. Stuttgart (im Erscheinen).
- Pfau, Dinah u.a.: The »KI-Rundbrief«, Its Editors, and Its Community: A Perspective on West German AI, 1957–1987. In: IEEE Annals of the History of Computing 45 (2023), H. 3, S. 48–65.
- Piel, Helen; Seising, Rudolf; Götter, Christian: The Computer Metaphor: Anchoring the Fear of Human Obsolescence(s) since the 20th Century. In: Technikgeschichte 89 (2022), H. 1, S. 87–118.
- Pieper, Christine: Hochschulinformatik in der Bundesrepublik und der DDR bis 1989/1990. Stuttgart 2009.
- Putnam, Hilary: Minds and Machines. In: Hook, Sidney (Hrsg.): Dimensions of Mind. A Symposium. New York 1960, S. 20–33.
- Reuse, B.: Schwerpunkte der Informatikforschung in Deutschland in den 70er Jahren. In: Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): Informatikforschung in Deutschland. Berlin/Heidelberg/New York 2008, S. 3–26.
- Rosenblatt, Frank: The Perceptron. A Theory of Statistical Separability in Cognitive Systems (Project PARA). Cornell Aeronautical Laboratory, Inc. Report No. VG-1196-G-1. Buffalo/New York 1958.
- : Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms. Washington, D.C. 1962.
- Schriftleitung der Zeitschrift Elektronische Rechenanlagen: Editorial. In: Elektronische Rechenanlagen 11 (1969), H. 1, S. 9.
- Seising, Rudolf: Die Fuzzifizierung der Systeme. Die Entstehung der Fuzzy Set Theorie und ihrer ersten Anwendungen – Ihre Entwicklung bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts. Stuttgart 2005.
- : The Fuzzification of Systems. The Genesis of Fuzzy Set Theory and Its Initial Applications – Developments up to the 1970s. Berlin u.a. 2007.
- : Die verwobene Geschichte von Informatik und Fuzzy Sets. In: Informatik Spektrum 38 (2015), H. 6 (= Sonderheft: 50 Jahre Fuzzy Sets; Gast-Hrsg.: Portman, E.; Seising, R.), S. 550–563.
- : The Emergence of Fuzzy Sets in the Decade of the Perceptron. Lotfi A. Zadeh's and Frank Rosenblatt's Research Work on Pattern Classification. In: Mathematics 6 (2018), H. 7 (= Special issue: Fuzzy Mathematics), S. 227–246.
- : Es denkt nicht! Die vergessenen Geschichten der KI. Frankfurt am Main 2021.
- Shortliffe, Edward H.: MYCIN: A Rule-Based Computer Program for Advising Physicians Regarding Antimicrobial Therapy Selection. Diss. Stanford University 1974.
- Siekmann, Jörg H.: Einführung in Die Künstliche Intelligenz. In: Bibel, Wolfgang, Siekmann, Jörg H. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Frühjahrsschule. Teisendorf, März 1982. Berlin/Heidelberg 1982, S. 1–60.
- : Künstliche Intelligenz. Von den Anfängen in die Zukunft. In: Cyranek, G.; Coy, W. (Hrsg.): Die maschinelle Kunst des Denkens – Perspektiven und Grenzen der Künstlichen Intelligenz. Braunschweig/Wiesbaden 1994, S. 11–40.
- : Die Entwicklung der Disziplin in Deutschland. In: Künstliche Intelligenz 23 (2009), H. 1, S. 47–52.
- Simon, Herbert Alexander: The Science of the Artificial. Cambridge, Mass. 1969.
- : Die Wissenschaft vom Künstlichen. Wien/New York 1994.
- Steinbuch, Karl: Die Lernmatrix. In: Kybernetik 1 (1961), H. 1, S. 36–45.

- : Die informierte Gesellschaft. Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik. Stuttgart 1966.
- : Falsch programmiert – Über das Versagen unserer Gesellschaft in der Gegenwart und vor der Zukunft und was eigentlich geschehen mußte. Stuttgart 1968.
- : Automat und Mensch. Auf dem Weg zu einer kybernetischen Anthropologie. Berlin u.a. 1971.
- Turing, Alan M.: Computing Machinery and Intelligence. In: *Mind* LIX (1950), H. 236, S. 433–460.
- Ungeheuer, Gerold u.a.: »Künstliche Intelligenz«, Forschungsbericht 66-7, Gutachterauftrag T-596-L-203, Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung. Universität Bonn 1966.
- Veenker, Gerd: Ein Entscheidungsverfahren für den Aussagenkalkül der Formalen Logik und seine Realisation in der Rechenmaschine. Diplomarbeit Universität Tübingen 1963.
- : Ein Entscheidungsverfahren für den Aussagenkalkül und seine Realisation in einem Rechenautomaten. In: *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft* 4 (1963), S. 127–136.
- : Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül. Diss. Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen 1967.
- : Zusammenfassung. In: Veenker, G. (Hrsg.): *Künstliche-Intelligenz-Forschung. Berichte über ein erstes informelles Treffen in Bonn, 18.2.1975*, Universität Bonn. Informatik Berichte 5 (1975), ohne Seiten.
- : Vorwort (1). In: Veenker, G. (Hrsg.): *Künstliche-Intelligenz-Forschung. Berichte über ein erstes informelles Treffen in Bonn, 18.2.1975*, Universität Bonn. Informatik Berichte 5 (1975), S. 1–2.
- : Vorwort (2). In: Veenker, G. (Hrsg.): *Zweites Treffen der GI-Fachgruppe Künstliche Intelligenz, Dortmund, 7.10.1975*, Abteilung Informatik, Universität Dortmund, Bericht 13 (1975), S. 1–2.
- von Neumann, John: First Draft of a Report on the EDVAC. In: *IEEE Annals of the History of Computing* 15 (1993), S. 27–75. Erstveröffentlichung: 1945.
- : *The Computer and the Brain*. New Haven 1958.
- Wang, W.: Towards Mechanical Mathematics. In: *IBM Journal of Research and Development* 4 (1960), S. 2–22.
- Wiener, Norbert: *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, Mass. 1948.
- Zadeh, Lotfi A.: Computer Science as a Discipline. In: *Journal of Engineering Education* 58 (1968), H. 8, S. 913–916.
- : Education in Computer Science. In: *Information Processing Association of Israel (Hrsg.): Proceedings of the National Conference on Data Processing. Jerusalem 1968*, S. E157–E167.
- : The Dilemma of Computer Science. In: A. Finerman (Hrsg.): *University Education in Computing Sciences*. New York/London 1968, S. 61–68.
- Zemanek, Heinz: Was ist Informatik? In: *Elektronische Rechenanlagen* 13 (1971), H. 4, S. 157–161.

Mit Blick auf KI. Von der Teilchenphysik zur KI, 1964–1976

Dinah Pfau



Einleitung

Im Rahmen seiner Tätigkeiten am Physikalischen Institut der Universität Bonn beschäftigte sich der Physiker Hans-Hellmut Nagel (geb. 1935) in den 1960er-Jahren ausführlich mit Fragen der Vermessung und Auswertung von Bildern. Die untersuchten Fotografien waren bei Experimenten der Hochenergiephysik entstanden. Dieses Teilgebiet der Physik befasst sich mit dem, was man als die kleinsten Bausteine von Materie begreift: sogenannte »Teilchen«. Da diese für das bloße oder instrumentell verstärkte Auge nicht sichtbar waren, bedurfte es Detektoren, um die Teilchen vermittels ihrer Spuren zu untersuchen. Auf diese Weise sichtbar gemacht, wurden sie zum zentralen Objekt einer ganzen Forschungsrichtung, der Hochenergiephysik oder eben der Teilchenphysik – eine Experimentalwissenschaft, die zur Mitte des 20. Jahrhunderts auf immer größere technische Aufbauten und Forschungseinrichtungen angewiesen war.

Als Gastwissenschaftler an das 1964 eingerichtete Zentrum Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg gesandt, konzentrierte sich Nagel auf die Konstruktion eines Systems, das die automatische und computergestützte Auswertung solcher Fotografien ermöglichen sollte. Nicht zuletzt aufgrund dieser Erfahrungen befand ihn der Senatsausschuss Informatik 1971 als geeignet, eine Professur am neu gegründeten Institut für Informatik der Uni Hamburg anzutreten. Basierend auf seinen Erfahrungen am DESY schlug Nagel zur Gestaltung der Professur vor, dass

Programme und elektronische Vorrichtungen für ein Kleinrechner-Netzwerk entwickelt werden, um ein mit Video-Verfahren aufgenommenes Bild beschreiben und Teile davon in einem umfassenderen Gesamtbild erkennen sowie von diesem abtrennen zu können.¹

Während dieses Vorhaben heute vermutlich schnell mit »Mustererkennung« und »Künstlicher Intelligenz« (KI) assoziiert werden würde, konnte von KI-Forschung zu Beginn der 1970er-Jahre noch kaum die Rede sein. Zwar hatte die Einigung auf den Begriff der »Informatik« als Bezeichnung für die Forschung an und mit Computern in der Bundesrepublik zum Ende der 1960er-Jahre einen (jedenfalls bis heute) gültigen Pfad eingeschla-

¹ Hans-Hellmut Nagel, 1971. Ein Kleinrechner-Netzwerk zur Manipulation graphischer Informationen auf Video- Basis. Staatsarchiv Hamburg (StaH), 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2995.

gen;² und auch »Mustererkennung« war als Begriff insbesondere durch die Kybernetik in den 1960er-Jahren geprägt worden.³ KI aber gehörte als neues, aus den USA und England kommendes Forschungsfeld noch nicht zum Kanon der Informatik. In Deutschland war KI noch ein Nischenthema.⁴ Umso erstaunlicher ist Nagels Beschreibung seines Vorhabens. Wie selbstverständlich bettete der Physiker das von ihm vorgeschlagene Programm noch im selben Text in das Forschungsfeld der »Artificial Intelligence« ein:

Über die Zwischenschritte »Bildverarbeitung« und »Mustererkennung« ergeben sich Zusammenhänge mit allgemeineren Fragestellungen, die im Englischen unter »Artificial Intelligence« zusammengefaßt werden.⁵

Mit der folgenden Untersuchung dieser Forschungsaktivitäten in Hamburg lässt sich die vorliegende Arbeit in eine Forschungstradition einbetten, die seit der Veröffentlichung von »Image and Logic« des Wissenschaftshistorikers Peter Galison im Jahr 1997 von dessen Interpretation geprägt ist.⁶ So sieht Galison in dem Bestreben der Teilchenphysik der 1960er-Jahre, die Auswertung von Millionen an Fotografien aus physikalischen Experimenten zu automatisieren, einen Fingerzeig in Richtung Künstlicher Intelligenz.⁷

2 Der Begriff der Informatik hatte sich als Bezeichnung für das Studienfach zwar durchgesetzt, war aber noch in den 1970er-Jahren erklärungs- und diskussionswürdig. Siehe bspw. Bauer/Goos, *Informatik*, 1971; Zemanek, *Informatik*, 1971; Bauer, *Informatik*, 1974. Zur Genese der Disziplin siehe exemplarisch Pieper, *Hochschulinformatik*, 2009; Coy, *Informatik*, 2001; Reuse/Vollmar, *Informatikforschung*, 2008. Siehe auch den einleitenden Beitrag von Rudolf Seising in diesem Band.

3 Aumann, *Mode*, 2009, S. 298–303. Trotz des vermehrten Auftauchens des Begriffs im Kontext deutscher Kybernetik waren Probleme der Mustererkennung weder auf eine Fachdisziplin oder ein Set an Methoden begrenzt. »At best, it is a vast collection of highly varied problems. Any technique which contributes to the solution of any of these problems can therefore be considered a part and parcel of pattern recognition.« Nagy, *State*, 1968, S. 836. George Nagy (geb. 1937) hatte 1962 mit einer Dissertation zur Neuronalen Netzen promoviert und befasste sich mit optischer Mustererkennung. Nagy, *Memory*, 1962.

4 Zur Geschichte der KI in der Bundesrepublik liegen vor allem Zusammenfassungen der Akteure selbst vor Bspw. Bibel/Furbach, *Formierung*, 2018; Siekmann, *Intelligenz*, 1994; Bibel, *Development*, 2020. Fachinterne Geschichtsschreibung kann wertvolle Hinweise geben, muss jedoch mit Vorsicht behandelt werden. Siehe dazu bspw. Mahoney, *Histories*, 2005; Rheinberger, *Wissenschaft*, 2006. Eine der wenigen Arbeiten, die außerhalb des Faches entstanden sind, kommt von Petra Ahrweiler, deren Untersuchung jedoch quellenbedingt sehr nahe an der Darstellung der interviewten Zeitzeugen bleibt: Ahrweiler, *Intelligenz-Forschung*, 1995. Zu einer Einordnung von Ahrweilers Begriff des »invisible college« in Bezug auf die frühe KI-Forschung in der Bundesrepublik, siehe Pfau/Piel, *KI-Forschung*, im Erscheinen. Bisher lässt sich für Untersuchungen von US-amerikanischen Akteuren innerhalb der KI-Geschichte eine gewisse Dominanz feststellen, so waren bspw. Nils Nilsson (1933–2019) und Pamela McCorduck (1940–2021) zentrale Bezugspunkte der Geschichtsschreibung: Nilsson, *Quest*, 2010; McCorduck, *Machines*, 2004. Neuere geisteswissenschaftliche Arbeiten hinterfragen die durch diese Akteure geprägten Narrative: Kline, *Cybernetics*, 2015; Crawford, *Atlas*, 2021; Penn, *Intelligence*, 2021. In den letzten Jahren haben auch nationale, darunter auch deutsche Projekte zur historischen Aufarbeitung von KI an Fahrt aufgenommen: Heßler, *Erfolg*, 2017; Müller u. a., *Projektvorstellung*, 2021.

5 Hans-Hellmut Nagel, 1971. Ein Kleinrechner-Netzwerk zur Manipulation graphischer Informationen auf Video-Basis. *StaH*, 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2995.

6 Galison, *Image*, 1997; Galison, *Reflections*, 1999.

7 Galison, *Image*, 1997, S. 384.

Der Transfer von Wissen zur automatischen Bildauswertung aus der Teilchenphysik in die Informatik (respektive KI) erscheint durchaus evident. Jedoch wurde er von Wissenschaftshistoriker*innen bisher nur konstatiert, nicht weiter ausgeführt.⁸ Der konkrete Gehalt ebenso wie die Implikationen dieser Verbindung bleiben offen. Dieser Artikel widmet sich entsprechend den verschiedenen *trading zones* als Orte der Verhandlung und des Austauschs verschiedener Forschungskulturen,⁹ hier zwischen Atomphysik und KI, in die Nagel involviert war und welche die von Galison aufgezeigte Linie exemplarisch nachzeichnen.¹⁰

In seiner Betrachtung der »machine culture of the laboratory«¹¹ folgt Galison der Leitdifferenz einer »logischen« und einer »bildlichen«¹² Forschungstradition. Zur Letzteren zählte er die Experimente mit Blaskammern.¹³ Dem Wissenschaftsphilosophen Kent Staley zufolge falle diese Unterscheidung zwar weniger ins Gewicht, als von Galison vermutet, doch hebt auch Staley die Relevanz einer näheren Betrachtung der visuellen Aspekte des Experimentierens hervor.¹⁴ Staley fragt insbesondere nach den Bedeutungen des Terms »Bild« und hebt das Problem der Repräsentation hervor. Anhand einer Auswertung von Praktiken des Sehens sowie des Visualisierens widmet sich der vorliegende Aufsatz eben diesen Aspekten. Er gründet sich dabei auf einer Studie von visuellen Forschungspraktiken in verschiedenen *trading zones* von 1964 bis in die späten 1970er-Jahre: Welche Praktiken des »Sehens« und Visualisierens lassen sich im Untersuchungszeitraum ausmachen? Wie verändern sie sich? Inwiefern lässt sich diesbezüglich die Forschung zur automatischen Mustererkennung in der Teilchenphysik als Fingerzeig in Richtung KI verstehen und welche Implikationen führt dies mit sich?

Bereits der Wissenschaftsphilosoph Ludwik Fleck (1896–1961) befasste sich mit Fragen des kollektiven Sehens, des »Sehstils« in der wissenschaftlichen Wissensproduktion. Für Fleck bedeutete der Sehstil eine gerichtete Wahrnehmungsform, die als kollektive Praktik das Sehen von *etwas* als etwas *Spezifisches* beinhaltete und damit einen wesent-

⁸ Vgl. Echterhölter/Schröter/Sudmann, *Intelligence*, 2021; Pickering, *World*, 2012; Schröter, *Cultures*, 2021. Jüngere technik- und wissenschaftshistorische und medienwissenschaftliche Veröffentlichungen befassen sich jeweils mit Teilbereichen der Bildverarbeitung, wobei die Geschichte zur bundesdeutschen Forschung und Entwicklung von Bildverarbeitung und KI bisher wenig Beachtung fand. Vgl. Hess, *Automatisierung*, 2023; Pias, *Maschinen*, 2000; Schneider, *Computersehen*, 2020; Sprenger, *Epistemologie*, 2019.

⁹ Peter Galison entwickelt den Begriff der »trading zones« im Rahmen der hier bereits zitierten historischen Untersuchung der Teilchenphysik und der logischen sowie bildlichen, experimentellen sowie theoretischen Forschungstraditionen. Gemeinsame Experimente wurden zu Verhandlungsorten dieser Kulturen. »In such trading zones there were highly constrained coordinations and complex languages that bound the otherwise disparate subcultures together.« Galison, *Image*, 1997, S. 810.

¹⁰ Dies ist jedoch keine biografische Untersuchung. Es handelt sich um eine Studie einer experimentellen Praxis.

¹¹ Galison, *Reflections*, 1999, S. 255.

¹² Galison, *Image*, 1997.

¹³ Zur Diskussion dieser Unterscheidung siehe Baird/Nordmann, *Introduction*, 1999; sowie das zugehörige Special Issue von *Perspectives on Science* über Peter Galisons »Image and Logic«.

¹⁴ Staley, *Events*, 1999, S. 198.

lichen Bestandteil des Denkstils ausmachte.¹⁵ Fragen nach visuellen Praktiken im Umfeld der computergestützten Wissensproduktion werden auch von jüngeren Ansätzen der Computer- und Digitalgeschichte, die sich den Wechselwirkungen von Computer, Wissen und Gesellschaft widmen,¹⁶ untersucht.¹⁷ Seit den 1990er-Jahren hat die geisteswissenschaftliche Beschäftigung mit solchen Praktiken in der Wissenschaft – vor allem im Rahmen des sogenannten »iconic turn« oder »pictorial turn«¹⁸ – zugenommen und den Blick auf wissenschaftlich-technischen Bildmodi geworfen. Konsens scheint dabei zu sein, dass Bilder ebenso wie Wahrnehmungserfahrungen jeweils nur vor ihrem historischen Hintergrund zu begreifen sind, sie diesen im Gegenzug jedoch auch wesentlich mitgestalten.¹⁹ Dabei bestehe, so bemerkt die Technikhistorikerin Martina Heßler, die »Einsicht, dass Bilder Wissen formen, verändern, organisieren und allererst hervorbringen.«²⁰ Als »Armaturen individuellen und kollektiven Sehens«, ²¹ schreibt der Technikhistoriker David Gugerli, sind Visualisierungstechniken an der Erzeugung einer spezifischen Lesart von Welt beteiligt, deren »Sichtbarkeit medial, das heisst mit technischen Apparaturen, zur letzten Instanz von Wahrheit gemacht werden kann.«²² Das *Wie* dieser visuellen Praktiken erlaubt es dabei mitunter, Rückschlüsse auf ihre Leistungen im Erkenntnisprozess zu ziehen.²³ Der praxeologische Ansatz verdeutlicht jedoch auch die Relevanz von Untersuchungen, die sowohl Anwender*innen als auch die technischen Objekte in Funktionsweise und Materialität in den Blick nehmen.²⁴ Visuelle Praktiken sind dabei in einem »konstellative[n] Bedingungsgefüge, in dem Handelnde und Handlungen, Subjekte und Gegenstände, eine untrennbare Verflechtung miteinander bilden«, ²⁵ verankert. Deshalb sollten Quellen für eine Untersuchung der Praktiken des Sehens und Visualisierens insbesondere über jene Bedingungsgefüge, den Kontext, Aufschluss geben. Dafür werden vor allem wissenschaftliche Berichte und archivarische Quellen verwendet.

¹⁵ Fleck, *Sehen*, 2008.

¹⁶ Gugerli/Zetti, *Computergeschichte*, 2019; Gugerli, *Welt*, 2018; Bösch, *Wege*, 2018; Mullaney u.a., *Computer*, 2020; Cortada, *Historians*, 2022.

¹⁷ Drucker, *Graphesis*, 2014; Bredekamp/Schneider/Dünkel, *Bild*, 2012; Krämer/Bredekamp, *Bild*, 2003; Gugerli/Orland, *Bilder*, 2002.

¹⁸ Boehm, *Bild*, 2006; Boehm/Mitchell, *Turn*, 2009; Mitchell, *Pictures*, 1996. Hilfreiche Einordnungen aus historischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive liefern Heßler, *Bilder*, 2005; Schnettler/Pötzsch, *Wissen*, 2007, S. 473.

¹⁹ Boehm, *Auge*, 2001; Heßler, *Bilder*, 2005.

²⁰ Heßler, *Bilder*, 2005, S. 283.

²¹ Gugerli/Orland, *Bilder*, 2002, S. 9.

²² Ebd., S. 10.

²³ Heßler/Mersch, *Logik*, 2015, S. 11; Schürmann, *Sehen*, 2018.

²⁴ Andreas Fickers und Annie van den Oever sprechen sich aus einer technik- und medienhistorischen Perspektive für einen »hands-on« medienarchäologischen Ansatz aus. Dieser erweitert den Quellenkanon der klassischen Geschichte um konkrete Objekte und histo-ethnographische Enactments von Anwendungsszenarien und Experimenten. Fickers/Oever, *Media Archaeology*, 2022.

²⁵ Schürmann, *Sehen*, 2018, S. 66.

Vor diesem Hintergrund richtet der vorliegende Beitrag den Blick auf die Praktiken des Sehens und Visualisierens und arbeitet Implikationen der von Galison angedeuteten Verbindung zwischen Teilchenphysik und KI heraus. Im ersten Abschnitt wird hierfür die händische Auswertung von experimentell erzeugten Bildern durch sogenannte »Scannerinnen« am DESY in Hamburg in den 1960er-Jahren betrachtet. Diese Tätigkeit war durch die »Industrialisierung« der Experimentalpraxis geprägt. Hier geht es vor allem um den Sehstil, der gelehrt, erprobt und verinnerlicht wurde. Dieser Sehstil, so die These, transportierte nicht nur eine Form des wissenschaftlichen Wissens, sondern hatte soziale und ordnende Funktion. Der zweite Teil richtet ein Spotlight auf einen Ausschnitt der Versuche, dieses Sehen mithilfe von Computern zu automatisieren. Dem Problem der Auswahl der interessierenden Bildausschnitte durch den Computer und der Visualisierung der errechneten Ergebnisse kam mit dem Einsatz der digitalen Rechenmaschinen neue Relevanz zu. Das auf diese Art erzeugte hybride Bild verwies dabei nicht mehr nur auf die Teilchenspur, sondern ebenso auf die Funktionsweise der Programme. Der letzte Abschnitt befasst sich mit den Anfängen der Forschung am 1970 gegründeten Institut für Informatik der Universität Hamburg. Hier sollten nunmehr nicht einzelne Bilder als Erzeugnisse von Laborexperimenten, sondern Filmsequenzen der *real world* technisch ausgewertet werden. Ein Ansatz, um das weiterhin bestehende Problem der Unterscheidung von Objekt und Hintergrund zu lösen, lag hier in dem Vergleich der »Frames«²⁶ einer Sequenz. Der dabei geforderte Weltbezug der Bilder, oder Frames, speiste sich weniger aus der Abbildung einer realweltlichen Situation, sondern vielmehr aus der Forschungspraxis mitsamt ihren lokalen, sozialen, technischen, institutionellen und epistemischen Beziehungen.

Das richtige Sehen

Mit dem ab 1964 in Betrieb genommenen DESY wurde die Bundesrepublik um ein Forschungszentrum reicher,²⁷ das zum Zweck der Untersuchung hochenergetischer Wechselwirkungen eingerichtet worden war.²⁸ Die Forschung, Experimente und Gebäude am DESY organisierten sich um einen zu der Zeit hochmodernen Teilchenbeschleuniger. »Teilchen« war keinesfalls ein konstanter, festgeschriebener Begriff,²⁹ sondern lässt sich mit Susan Leigh Star und James R. Griesemer als sogenanntes »boundary object«

²⁶ Ein »Frame« bezeichnet das einzelne Bild aus einer zusammenhängenden Folge von Bildern, einer Sequenz. Für eine deutlichere sprachliche Differenzierung wird im Folgenden der englische Begriff des Frames in Abgrenzung zu dem Begriff des – weitestgehend für sich stehenden – Bildes verwendet.

²⁷ Siehe Habfast, Großforschung, 1989, S. 15–16; Deutsches Elektronen-Synchrotron, Tätigkeitsbericht, 1962, S. 1.

²⁸ Habfast, Großforschung, 1989; Burmester, Leben, 2010; Deutsches Elektronen-Synchrotron, Bericht, 1964; Deutsches Elektronen-Synchrotron, Bericht, 1965.

²⁹ Zur Geschichte des Teilchenbegriffs und der zugrundeliegenden Atommodelle siehe auch Brown/Hoddeson, Birth, 1983, S. 5.

bezeichnen:³⁰ Ein Ding, das an der Schnittstelle zwischen mehreren Forschungsfeldern sitzt und sich an diesen beteiligt.³¹ Dieses Ding kann, dem Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger zufolge, auch als eines dieser unscharfen, abstrakten »epistemischen Dinge« ausgemacht werden, um die herum sich wissenschaftliche Tätigkeit gruppiert und von denen sie angetrieben wird.³²

So sind Teilchen mit bloßem Auge nicht sichtbar – sie sind keine Phänomene, die man einfach beobachten kann. Um sie in großem Maßstab experimentell zu erzeugen und zu untersuchen, bedurfte es daher, neben den kolossalen Teilchenbeschleunigern, auch apparativer Aufbauten, um die bewegten Teilchen sinnlich erfahrbar und – noch besser – messbar zu machen. Detektoren ermöglichten es, die vermuteten Teilchen insofern sichtbar zu machen, als dass sie in Reaktion mit empfindlichen Substanzen Spuren hinterließen, die auf ihre Existenz und ihre Eigenschaften hindeuteten. Auch die Blasenkammer war ein solcher Detektor. Sie transformierte die Teilchenphysik in den 1950er- und 1960er-Jahren erheblich.³³

Eine Blasenkammer ist, vereinfacht gesagt, ein mit Wasserstoff³⁴ gefüllter Tank. Unter bestimmten Druck- und Temperaturverhältnissen begann der Wasserstoff dort zu siedeln, wo geladene und im Synchrotron beschleunigte Teilchen ihn passierten. Durch ein Magnetfeld wurden die geladenen Teilchen abgelenkt, sodass die Krümmung der entstehenden Bläschenkette zur Feststellung des Impulses des Teilchens vermessen werden konnte.³⁵ Die auf diese Art erzeugten Teilchenreaktionen ereigneten sich in Sekundenbruchteilen und ihre Spuren verschwanden bereits nach kurzer Zeit. Um die kleinen gekrümmten Bläschenreihen und damit die Bewegung der Teilchen zu analysieren, kam also nur die Speicherung anhand einer fotografischen Dokumentation infrage. Abbildung 1 zeigt ein solches Bild, das in den 1970er-Jahren am DESY aufgenommen wurde.

³⁰ Star/Griesemer, *Ecology*, 1989.

³¹ Vgl. Galison, *Material Culture*, 2005, S. 498. Eine Kombination der Ansätze der *trading zone* nach Galison und des *boundary objects* nach Leigh Star und Griesemer geht zurück auf Gorman, *Levels*, 2002.

³² Vgl. bspw. Rheinberger, *Epistemologie*, 2019, S. 222–229. Im Fall der Teilchenphysik bezog sich der Begriff des Teilchens auf die dahinterliegende und idealisierte Vorstellung von der Beschaffenheit von Licht und Materie. Diese wurden als bestehend aus ausdehnungslosen und punktförmigen Photonen (Lichtteilchen) bzw. Atomen mit teilchenartigen Kernen gesehen. Im 19. Jahrhundert war mit der Konkurrenz von Teilchen- und Wellenmodell als grundlegende Vorstellungshilfen für die Untersuchung von Licht eine andauernde Diskussion entbrannt, die bis heute andauert. Hentschel, *Lichtquanten*, 2017, S. VI, 33–34; Wheaton, *Wave-Particle Dualism*, 1991; Wheaton, *Duality*, 2009; Barad, *Universe*, 2007. Im Folgenden wird der Quellenbegriff des »Teilchens« übernommen, doch soll an dieser Stelle unter anderem dem Wissenschaftshistoriker Klaus Hentschel und der Wissenschaftsphilosophin sowie Physikerin Karen Barad folgend darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei erstens um ein idealisiertes Modell handelt und zweitens der Begriff des Teilchens bis heute einem kontextsensitiven Bedeutungswandel unterliegt.

³³ Siehe Galison, *Image*, 1997; Pickering, *Mangle*, 1995.

³⁴ Andere Targets konnten Helium, Deuterium, Neon, Propan oder eine Mischung verschiedener Gase sein. Im Falle des DESY war der Inhalt der Kammer meist Wasserstoff, der über einen angeschlossenen Verflüssiger direkt eingespeist wurde, seltener auch das teurere Deuterium. Vgl. Wolff, *Blasenbildung*, 1969, S. 29; Spitzer, *Photoproduktion*, 1967, S. 10.

³⁵ Siehe z. B. White, *Pattern Recognition*, 1967; Nagel, *Vermessung*, 1971.



Abb. 1 Teilchenspuren in einer Blasenkammer am DESY (1970er-Jahre).

Die Fotografien ermöglichten es, »Spuren« zu dokumentieren und von diesen Rückschlüsse auf die verschiedenen Eigenschaften des vermuteten Teilchens selbst zu ziehen. Die dafür nötigen Bedingungen konnten nur unter erheblichem apparativen Aufwand und im eingegrenzten Rahmen des streng kontrollierten Experimentalsystems³⁶ erzeugt werden.

Diese sich bei der Teilchenphysik in besonderem Maße offenbarende Vermengung von Abbildung und Konstruktion epistemischer Objekte macht sie zu einem beliebten Beispiel für Autor*innen, die sich mit Fragen von Wissensproduktion und dem epistemischen Status visueller Darstellungen befassen.³⁷ Für die Philosophin Eva Schürmann stellt die Teilchenphysik daher auch einen

interessanten Bruch mit den an der Aufrüstung des menschlichen Auges orientierten Modellen wissenschaftlichen Sehens dar [...]. Während der teleskopisch und mikroskopisch ausgestattete Blick noch immer strukturell dem natürlichen ähnelt, indem er das sehr Kleine und das sehr weit Entfernte vor das Auge holt, als wäre es nicht-instrumentell sichtbar, gilt genau das nicht mehr für die Nachweise von Teilchenbewegungen im Beschleuniger.³⁸

Um den Betrieb solcher Detektoren zu gewährleisten, mussten die Wissenschaftler*innen in großen Teams kooperieren, die jeweiligen Experimente planen, die Zeitabschnitte zur Nutzung der Blasenkammer aufteilen und alles entsprechend der Zeitplanung des Teil-

³⁶ Rheinberger, Experimentalsysteme, 2019.

³⁷ Heßler/Mersch, Logik, 2015; Galison, Image, 1997; Heintz/Huber, Auge, 2001; Rheinberger, Spalt, 2021.

³⁸ Schürmann, Sehen, 2018, S. 79.

chenbeschleunigers ausrichten. Mit dem Laborexperiment des 19. Jahrhunderts hatte diese durchgetaktete Experimentalpraxis nur noch wenig gemein. Gesteigerte Investitionen in immer größere Projekte und Experimentalaufbauten hatten den Charakter der Forschung stark verändert. Zwischen 1954 und 1964 unterlag die Teilchenphysik damit einem fundamentalen Transformationsprozess.³⁹

Das bemerkte man auch beim Norddeutschen Rundfunk (NDR), wo man sich dem DESY in einem fünfminütigen dokumentarischen Beitrag widmete. Im Zentrum der positiven Berichterstattung standen die fast schon gigantomatischen Ausmaße des Teilchenbeschleunigerprojektes:

Eine Vielzahl von Gebäuden und Werkstätten, ein Heizwerk mit Schornstein und Kühltürmen, ein Bauhof und zwei riesige Hallen von je 3000 Quadratmetern Grundfläche. Der Besucher glaubt sich zunächst in eine moderne Industrieanlage versetzt.⁴⁰

Für die Physiker⁴¹ bedeutete diese »Industrialisierung«, so bemerkte auch der NDR, eine erhebliche Veränderung in der Planung und Durchführung von Experimenten.

Die Beschaulichkeit der Studierstube und der Versuch auf dem Laboratoriumstisch wandelten sich in der modernen Hochenergiephysik in ein Teamwork von Fachleuten und in Experimente mit gigantischer Maschinerie. Jahrelange subtile Planungen und Vorarbeiten sind nötig, um eine einzige Versuchsreihe erfolgreich durchzuführen.⁴²

Der komplexe Aufbau der Blaskammer, die industriellen Bedingungen der Herstellung der Bläschen – das alles verschwand jedoch hinter den Schwarz-Weiß-Fotografien, welche die »Theorie in sichtbare Strukturen«⁴³ überführen sollten.

Eine neue Arbeitsteilung

Zentrale Begleiterscheinungen dieser Entwicklung, welche Galison als »Industrialisierung« der Experimentalphysik bezeichnet,⁴⁴ waren die Verschiebung der Aufgabenprofile der Physiker, die »ingenieursmäßigen Prozeduren beim Betrieb«⁴⁵ und die Beschäftigung

³⁹ Galison, *Image*, 1997, S. 370.

⁴⁰ NDR, *Bau*, 1964.

⁴¹ Im Folgenden wird für »Physiker« nicht die Form gewählt, die alle Geschlechter einbezieht. Zwar gibt es vereinzelt weibliche Personen in dieser Gruppe, doch würde das durchgehende Gendern an dieser Stelle eine Verzerrung des Bildes einer zu dieser Zeit stark männlich dominierten Forschungsrichtung erzeugen. Gleiches gilt für die »Scanner*innen«, die im Folgenden als »Scannerinnen« bezeichnet werden.

⁴² NDR, *Bau*, 1964.

⁴³ Heßler/Mersch, *Logik*, 2015, S. 15.

⁴⁴ Galison, *Image*, 1997, S. 308, 405, 556–557.

⁴⁵ Spitzer, *Hände*, 2008, S. 245.

von Hausfrauen und Studierenden in größerem Maßstab. Diese sollten vermeintlich einfache Aufgaben erledigen, wozu die manuelle Sichtung der in Experimenten entstandenen Bilder durch sogenannte »scanning girls« zählte.

Dies betraf auch die Experimente mit der Blaskammer: War die Entdeckung von neuen Teilchen anhand ihrer Spuren bis dahin eine prestigeträchtige Errungenschaft der (zumeist männlichen) Wissenschaftler, so wurde diese Tätigkeit mit zunehmender Routine an ungelernte Kräfte übertragen.⁴⁶ Das kam nicht von ungefähr. So hatte sich eine wissenschaftlich-technisch bedingte Verschiebung (westlicher) Konzepte des Sehens bereits im 19. Jahrhundert vollzogen:⁴⁷ Anstelle einer passiven Aufnahme von Eindrücken wurde das Sehen zunehmend als autonomer Vorgang konzipiert, an dem das Subjekt mitsamt Körper maßgeblich und konstruktiv beteiligt seien.⁴⁸ Die neue Perspektive auf den Gesichtssinn machte diesen zugänglich für Techniken seiner Vermessung, Disziplinierung⁴⁹ und Rationalisierung.⁵⁰

Galison zeigt, dass diese Techniken auch vor wissenschaftlichen Einrichtungen der Experimentalphysik keinen Halt machten. Einher mit der Rationalisierung des wissenschaftlichen Sehens ging eine Umdeutung der Arbeit von der wissenschaftlichen (Genie-) Leistung der oder des Einzelnen, zumeist Mannes, hin zu einer einfachen, repetitiven und damit eher als weiblich verstandenen Tätigkeit. So erforderte die Durchführung der »Mustererkennung« nunmehr zwar die Teilnahme an Lehrgängen und das Studium eines Manuals,⁵¹ tiefergehendes physikalisches Wissen zur Erklärung des Gesehenen wurde aber mit Einstellung der »scanning girls« nicht mehr zwangsläufig vorausgesetzt.⁵² Oder, wie Fleck bemerkte: »Man muß kennen, wissen braucht man nicht mehr.«⁵³

Dass solch repetitive Tätigkeiten »der Frau« zugesprochen wurden, entspricht, wie die Wissenschaftshistorikerin Lorraine Daston bemerkt, einer Verschiebung, die im 19. Jahrhundert ihren Verlauf nahm und eine Ablösung der Vorstellung von Kreativität und Imagination als genuin weibliche Eigenschaften zur Folge hatte. Von nun an galt für Frauen: »Sie übertrafen Männer nur in routinemäßigen, mechanischen Arbeiten; Männer waren ihnen in allen Gebieten, welche kühnes, kreatives Denken verlangten, überlegen.«⁵⁴

⁴⁶ Spitzer, *Hände*, 2008, S. 245.

⁴⁷ Cray, *Modernity*, 2000; Cubitt, *Practice*, 2014; Manovich, *Engineering*, 1993.

⁴⁸ Cray, *Techniques*, 1988, S. 8–9, 12–13.

⁴⁹ Schnettler/Pötzsch, *Wissen*, 2007, S. 480; Tanner, *Wirtschaftskurven*, 2002, S. 147; Foucault, *Klinik*, 1973.

⁵⁰ Manovich, *Engineering*, 1993, S. 152.

⁵¹ Galison, *Image*, 1997, S. 377–378.

⁵² Vgl. Ebd., S. 189–199. Galison zufolge prägte der Physiker Cecil Frank Powell diese Bezeichnung bereits in den 1940er-Jahren.

⁵³ Fleck, *Sehen*, 2008. Die gestaltpsychologischen Ansätze, auf die sich Fleck hier bezieht, sind maßgebliche Bezugspunkte für Ansätze der Computer Vision. Inwiefern diese theoretische Nähe eine Anwendung Flecks auf Themen der Bildverarbeitung verbittet, kann und soll hier nicht weiter diskutiert werden. Insbesondere in Hinblick auf die Untersuchung der Computerisierung im 20. Jahrhundert ließen sich mit dieser Frage der Verwendung inhaltsverwandter theoretischer Literatur ganze Bücher füllen. Sie müsste (zu Recht) für die meisten Ansätze gestellt werden, die in diesem Zeitraum entstanden sind.

⁵⁴ Daston, *Quantifizierung*, 1997, S. 86.

Diese Verschiebung muss nicht zuletzt auch vor dem Hintergrund von Industrialisierungs- und damit Rationalisierungsprozessen betrachtet werden: Unausgebildete Frauen in Teilzeit waren weniger kostenintensiv als ausgebildete Wissenschaftler*innen und konnten in größerer Zahl und darüber hinaus flexibel eingesetzt werden.⁵⁵ Als Nebeneffekt bot die Auslagerung des Sehens an weniger qualifizierte Kräfte vielen von ihnen die Möglichkeit, solche Formen wissenschaftlichen Sehens zu erlernen und dergestalt an Prozessen der akademischen Wissensproduktion teilzuhaben.⁵⁶

Einrichtung eines Sehstils

Während diese Entwicklung zunächst von den USA⁵⁷ ausging, waren die Gründung eines Ministeriums für Atomfragen (BMA⁵⁸) und damit auch die des DESY erst mit Ratifizieren der Pariser Verträge 1955 möglich und damit eine vergleichsweise späte Errungenschaft.⁵⁹ Bis Ende 1964 befasste man sich am DESY mit der Auswertung der Blasenkammerfilme anderer Großforschungseinrichtungen. Diese übernahmen die Physiker größtenteils noch selbst.⁶⁰ Erst die Ende des Jahres in Betrieb genommene Blasenkammer aus dem französischen Saclay⁶¹ sorgte zunächst für einige, dann für immer mehr in Hamburg belichtete Meter Blasenkammerfilm.⁶² Der Einsatz von Detektoren wie der Blasenkammer hatte auch hier zur Folge, dass der Auswertung von Bildern zunehmend

⁵⁵ Das Berufsbild der Scannerin ist einer von vielen sich ähnelnden Aufgabenbereichen, die im 20. Jahrhundert für Frauen geöffnet wurden, vergleichbar etwa mit Programmierinnen und weiblichen »Computern«. Siehe dazu auch Ensmenger, *Computer Boys*, 2012; Tatarchenko, *Computer*, 2017; Abbate, *Gender*, 2012; Light, *Computers*, 1999. In Hinblick auf intersektionale Analysen siehe Abbate/Dick, *Abstractions*, 2022. In einigen Fällen wird die Ko-Konstruktion von Geschlecht und Technik vor dem Hintergrund von Industrialisierung und Kapitalismus betrachtet. Siehe dazu Hicks, *Inequality*, 2017.

⁵⁶ Zur Besonderheit wissenschaftlichen Sehens, siehe Schürmann, *Sehen*, 2018, S. 78–79.

⁵⁷ International wurde der Bau von Teilchenbeschleunigern im GeV-Bereich gefördert – den Anfang machten dabei Berkeley mit dem Protonenbeschleuniger Bevatron und Brookhaven mit dem Cosmotron zu Beginn der 1950er-Jahre. Bereits im Verlauf desselben Jahrzehnts folgten das CERN und weitere Forschungseinrichtungen mit eigenen Protonenbeschleunigern.

⁵⁸ 1957 Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft (BMA^W), ab 1961 Bundesministerium für Atomkernenergie (BMA^t), 1962 Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BM^WF), ab 1969 Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BM^BV) bis 1994. Parallel dazu wurde 1972 das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BM^FT) gegründet. 1994 ging aus der Fusion beider Ministerien das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BM^BF) hervor.

⁵⁹ Vgl. zur Wissenschaftspolitik und Computerindustrie in der Bundesrepublik nach 1955 bspw. Hashagen, *Rechner*, 2011.

⁶⁰ Vgl. Spitzer, *Hände*, 2008, S. 253.

⁶¹ Deutsches Elektronen-Synchrotron, Bericht, 1965, S. 3; Habfast, *Großforschung*, 1989, S. 78; W. Jentschke, M. W. Teucher: Beschaffung Wasserstoff-Blasenammer (18.12.1961), StaH, 361-5 Wasserstoff-Blasenammer, Nr. 4751/4752.

⁶² Am Ende des Jahres 1965 und im Rahmen dreier Experimente waren bereits 1.033.000 Bilder am DESY entstanden und weiterer Blasenkammerfilm musste nachbestellt werden (sowohl 1965 als auch 1967). Horlitz, Rohrbach: Vorlage zur Direktoriumssitzung am 18. Mai 1967 zwecks Beschlußfassung über die Beschaffung von weiteren 1.000.000 m Blasenkammerfilm (28.04.1967), StaH, 361-5 Wasserstoff-Blasenammer, Nr. 4751/4752.

Aufmerksamkeit zukam.⁶³ »Die [zuständigen] Hilfskräfte – Scannerinnen genannt – waren meist angelernte Frauen aus der unmittelbaren Umgebung von [sic] DESY, die beim Sichten (Scannen) und Vermessen der Blasenkammerbilder eingesetzt wurden.«⁶⁴

Um als Scannerin eingestellt zu werden, mussten die Frauen und Studierenden am DESY einen Test durchlaufen, der Auskunft über ihre Eignung für die Aufgaben der Mustererkennung geben sollte. Diesen hatte der am DESY für die »Einstellung von in der Regel ungelernten Mitarbeiterinnen für Routinearbeiten beim Scannen und Ausmessen von Blasenkammerbildern« verantwortliche Physiker Hartwig Spitzer (geb. 1929) entwickelt. Spitzer war ein Jahr nach Beginn seines Doktorats 1965 mit dieser Aufgabe betraut worden und konnte für die Auswahl der Tests auf die Expertise seiner Frau – einer Ärztin – zurückgreifen.⁶⁵

Ein Teil der von dem Ehepaar entwickelten Eignungstests bestand in der Beantwortung allgemeiner Fragen. Die ersten fünf Minuten der darauffolgenden Bewerbungsrunde sah Spitzer für die Überprüfung der Sehschärfe vor, für welche er die Bewerberinnen Texte unterschiedlicher Schriftgrößen lesen ließ. Der zweite Test bestand darin, Zählreihen mit bis zu acht einstelligen Zahlen zu wiederholen. Hiermit und anhand des Erkennens von vorgegebenen Buchstaben in einem Text sollte die Aufmerksamkeit getestet werden.⁶⁶ Tempo und Genauigkeit, so bemerkte Spitzer auf dem Ablaufplan, seien besonders relevant.⁶⁷ Um ihre Arbeitsleistung unter Beweis zu stellen, sollten die Bewerberinnen als nächstes Additionsaufgaben mit auf einer DIN A4-Seite angeordneten Zahlenreihen lösen. Zur Berechnung des Kraepelin'schen⁶⁸ Rechenbogens gab Spitzer zehn Minuten Zeit – »gute Leute«, notierte er, »haben 1/3 vom 2. Bogen« gelöst. Die letzten Tests hatten direkte Verbindung zu den in der Bildauswertung anstehenden Aufgaben und sollten die kognitiven Fähigkeiten im Umgang mit visuellen Eindrücken überprüfen. Dem Mustertest (Nachzeichnen von zuvor gesehenen Mustern aus dem Gedächtnis) entnahm Spitzer Hinweise zu Fähigkeiten der »Mustererkennung« und zur »opt. [optischen] Merkfähigkeit«. Der siebte und letzte Test fand am Messtisch statt und

⁶³ Ausführlicher zur Genese der Disziplin und Theoriebildung der Teilchenphysik, siehe bspw. Galison, *Image*, 1997; Pickering, *Quarks*, 2008; Brown/Hoddeson/Dresden, *Pions*, 1989. Mit Bezug auf das DESY siehe Habfast, *Großforschung*, 1989.

⁶⁴ Spitzer, *Hände*, 2008, S. 250. Die Beschäftigung von Frauen als sog. »Invisible Hands« der Digitalisierung in Deutschland stellt bis dato eine Leerstelle in historischen Untersuchungen dar, die bisher nur in Teilbereichen behandelt wurde. Siehe dazu Hentschel, *Hände*, 2008; Krämer, Lovelace, 2015; Tobies, *Männerkultur*, 1997.

⁶⁵ Spitzer, *Hände*, 2008, S. 250–252; Schriftliche Mitteilung Spitzer an Pfau, 21.3.2022.

⁶⁶ Sog. »Bourdon-Test«.

⁶⁷ Alle Zitate in folgendem Absatz sind entnommen aus: Testbögen, mitgeteilt von Spitzer an Pfau, 21.3.2022.

⁶⁸ Mit einem Klassifikationssystem für psychiatrische Krankheiten hatte der Wundt-Schüler Emil Kraepelin (1856–1926) seinerzeit die klinische Psychologie geprägt. In seiner 1902 erschienenen Veröffentlichung »Die Arbeitskurve« beschreibt Kraepelin die anhaltenden Versuche mithilfe von Additionsaufgaben »Schwankungen unserer seelischen Leistungen nachzuweisen und zu messen«. Das ziffernweise Addieren einstelliger Zahlen bedurfte an Konzentration, die nicht beständig aufrechterhalten werden konnte. Kraepelin machte eine Kombination aus persönlicher Veranlagung, äußeren Einflüssen und Versuchsbedingungen für die Schwankungen in der Arbeitskurve verantwortlich. Kraepelin, *Arbeitskurve*, 1902.

beinhaltete das Vermessen von Blasenkammerbildern. Die Bewerberinnen waren aufgefordert, auf den projizierten Blasenkammerbildern Spuren zu finden und mithilfe eines Fadenkreuzes zu markieren.⁶⁹ Die menschlichen Mustererkennerinnen sollten also eine gute Konzentrationsspanne mitbringen, dabei schnell und gezielt arbeiten können. Ein Blick fürs Detail und die Fähigkeit, visuelle Informationen schnell zu registrieren und zu interpretieren – und das über Hunderte von Fotografien hinweg –, sollten eine zügige Verarbeitung der Blasenkammerbilder bei möglichst gleichbleibender Qualität ermöglichen.

Im Nachhinein betrachtet scheinen die Eignungstests mehrere Funktionen erfüllt zu haben: Einerseits sollten sie die basalen und für die Aufgaben benötigten Fähigkeiten der Antwärterinnen prüfen und ihre Eignung für den Job feststellen. Andererseits aber folgten die Tests in der überlieferten Reihenfolge einer Logik, die von der Abfrage allgemeinerer Fähigkeiten zur Anwendung spezifischer Mustererkennungsfähigkeiten am Messisch führte. So lassen sich der Aufbau und die Reihenfolge der Tests – ob intendiert oder nicht, ist schwierig zu ermitteln – mit Fleck ebenso gut als Hinführung zu einem spezifischen Sehstil begreifen. Die gerichtete Wahrnehmung, das »entwickelte unmittelbare Gestaltsehen«, welches sich hier in Form des Erblickens der Teilchenreaktionen äußerte, macht Fleck zufolge den »Hauptbestandteil des Denkstils« aus.⁷⁰ Als solches musste das Sehen der Blasenpunkte als Spuren bewegter Teilchen eingeübt werden.⁷¹

Dies passierte, über die Tests hinaus, durch die Schulung der Scannerinnen in den ersten Tagen ihres Anstellungsverhältnisses. Diese Einweisung wurde zumeist von Diplomand*innen und Doktorand*innen übernommen. Für die Weitergabe des unter anderem auch praktischen Wissens der Auswertung von Blasenkammerbildern hatten die Physiker auf der Grundlage ihrer Erfahrungen am DESY Scanregeln verfasst, in denen sie zu vermitteln suchten, »welche Spurmuster für das Experiment von Interesse waren und welche nicht«.⁷² Die Scannerinnen sollten anhand von Schulungen und solchen Manualen das nötige Grundwissen zur »Anwendung von physikalischen Prinzipien und Methoden« erlernen, so dass die Erfahreneren unter ihnen »seltene, unerwartete Ereignisse« erkennen konnten, »die dann von Physikern zu untersuchen waren.«⁷³ Die wiederholte Anwendung sowie der Abgleich mit bereits erfahrenen Kolleginnen trug dazu bei, dass der Sehstil gefestigt wurde.

⁶⁹ Testbögen, mitgeteilt von Spitzer an Pfau, 21.3.2022.

⁷⁰ Fleck, Entstehung, 2021, S. 121.

⁷¹ Vgl. Fleck, Entstehung, 2021, S. 121. Schürmann und Böhme weisen den wissenschaftlichen Blick als eine spezifische Form des Sehens aus, die sich von anderen Formen darin unterscheidet, dass zur Sichtbarmachung des Unsichtbaren ein erheblicher instrumenteller Aufwand nötig ist. Schürmann, Sehen, 2018, S. 78; Böhme, Unsichtbare, 2004; vgl. auch Heßler/Mersch, Logik, 2015, S. 15.

⁷² Spitzer, Hände, 2008, S. 253.

⁷³ Ebd.



Abb. 2 Scannerin (Erika Hülse) am Scantisch.

Muster erkennen und messen

In den meisten Fällen dauerte die Eingewöhnungszeit nur wenige Tage. Die festen Routinen bei der Auswertung der Blasenkammbilder mögen hierbei geholfen haben, selten aber wurden diese in den Veröffentlichungen der Experimentiergruppen ausführlich beschrieben. Eine der wenigen detaillierten Beschreibungen stammt von Spitzer, der sich aufgrund seiner Personalaufgaben intensiv mit den Arbeitsabläufen der Scannerinnen befasst hatte. Der dort beschriebene Prozess beinhaltete Musterung, Scan und Vermessung der fotografierten Bläschen Spuren.

Die Musterung fand an einem der Projektionstische ähnlich dem auf Abbildung 2 gezeigten Tisch statt. Die Tische dienten als Oberflächen, auf welche die Filme stark vergrößert und für das menschliche Auge gut sichtbar projiziert wurden. Über den Drehregler links im Bild konnten die Scannerinnen den Transport des Films regulieren und diesen Bild für Bild überprüfen. Unbrauchbare Bilder – Leerbilder oder jene, bei deren Aufnahme der Blitz versagt oder die Kamera nicht reagiert hatte – wurden vermerkt und die gesehenen Ereignisse in einer Liste notiert.⁷⁴

⁷⁴ Spitzer, Photoproduktion, 1967, S. 12.

Dafür mussten die Scannerinnen unter den Spuren und Punkten auf den Bildern jene ausmachen, die auf gesuchte oder anderweitig »interessante« Ereignisse hinwiesen. Abbildung 2 lässt erahnen, wie sie sich um die Tische bewegten, den Blickwinkel veränderten oder den Kopf so nahe der Platte platzierten, dass es wirkte, als wollten sie den Teilchen lauschen. Die Scannerinnen entwickelten eigene Körperpraktiken des Sehens.⁷⁵

Die Interaktion mit jenen Gegenständen, die unweigerlich in den Prozess eingebunden waren, macht deutlich, dass die Scannerinnen weniger als Akteurinnen im Sinne von autonomen und isoliert handelnden Subjekten zu verstehen sind. Vielmehr lassen sie sich mit Schürmann als situierte Agentinnen begreifen, »welche zwar je aus ihrer individuellen Perspektive heraus wahrnehmen, aber dabei immer in irgendeiner Form auf etwas Sichtbares zu reagieren haben.«⁷⁶ So erlernte die Scannerin zwar den wissenschaftlichen Blick, das »Lesen« der Fotografien und damit die Ko-Konstruktion des »boundary objects« Teilchen. Gleichzeitig war es aber der Projektionstisch, der ihren Blick einhegte und konzentrierte, während ihn spezifische Konstellationen von Blasenpunkten auf sich zogen.⁷⁷ Diesen Sehkonventionen⁷⁸ der Scannerinnen zu entsprechen, sich von Blasenmustern affizieren zu lassen, bedeutete auch, sich dieser Gruppe anzuschließen, ihre Praktiken im Rahmen der Tätigkeit des Sehens fortzuführen und eine Grenzziehung nach außen zu vollziehen. Das Sehen der aneinandergereihten Blasenpunkte als Teilchenbahn lässt sich insofern nicht als rein wissensbezogenes Sehen verstehen, sondern ist (untrennbar davon) eine situierte, soziale Praxis – so »schauen [wir] mit den eigenen Augen, aber wir sehen mit den Augen des Kollektivs [...]«.⁷⁹

Von den so gemusterten Fotografien wurden Kontaktabzüge hergestellt, um auf ihnen die erkannten Spuren und Ereignispunkte zu markieren und zu labeln, damit »sie beim Messen und in den Auswerteprogrammen identifiziert werden können.«⁸⁰ Auch wurden die Beobachtungen in »Scanlisten« übertragen. Um mit der Diskrepanz zwischen den Anforderungen an die Schichtarbeiterinnen – Wiederholbarkeit bei möglichst gleichem Ergebnis bzw. konstanter Qualität – und der tatsächlichen Praxis – Konzentration war endlich, Fehler passierten – umzugehen, mussten »unabhängige [...] Beobachter« (Scannerinnen) diesen Prozess mehrfach wiederholen. Jede der entstandenen Scanlisten wurde auf gesonderte Lochkarten übertragen.⁸¹ Waren die Bilder mit den »interessanten« Ereignissen ausgewählt, so folgte die geometrische Vermessung der Spuren an Messstischen.⁸² Für diese Vermessung wurde ein »Fadenkreuz [...] mit Hilfe von zwei rechtwinklig angeordneten Präzisionsmessschienen über die Spur geführt. Die Koordinaten

⁷⁵ Vgl. Feldnotiz aus dem Zeitzeug*innengespräch mit Dieter Gall, Erika Hülse und Hartwig Spitzer am DESY, Hamburg (Interviewerin Dinah Pfau), 5.7.2022.

⁷⁶ Schürmann, Sehen, 2018, S. 96.

⁷⁷ Vgl. Ebd., S. 97.

⁷⁸ Vgl. Ebd., S. 81.

⁷⁹ Fleck, Sehen, 2008, S. 157.

⁸⁰ Spitzer, Photoproduktion, 1967, S. 11.

⁸¹ Ebd.

⁸² Vgl. ebd.; Spitzer, Hände, 2008.

wurden auf Lochkarten gestanzt.⁸³ Etwa zehn Punkte wurden für jede Spur vermessen, zu denen feste, am Glas der Blaskammer markierte Fixpunkte als Referenz für eine räumliche Rekonstruktion hinzukamen.⁸⁴

Diese Datensätze waren aus einer Transformationskette hervorgegangen, in die das analoge Bild mitsamt dem Seh-Verstehen der Scannerinnen eingeflossen war.⁸⁵ Idealerweise sollten diese Verfahren der Musterung, des Scans und der Vermessung eindeutigen Regeln folgen, doch war die Auswertung der Blaskammerbilder in der Praxis kein Prozess, der sich einfach formalisieren ließ.⁸⁶ Zu entscheiden, welche unter den vielen auf Tausenden von Bildern abgelichteten Spuren »interessant« waren, bedurfte nicht nur der Fähigkeit, die geltenden Bedingungen dafür auswendig zu lernen. Spitzers Hinweis, dass geübte Scannerinnen diese Leistung eher erbringen konnten als weniger geübte, deutet darauf hin, dass auch Erfahrung ebenso wie physikalisches Wissen und ein (praktisches) Verständnis für die technischen Bedingungen von Relevanz waren. Tatsächlich stellt sich der Blick der Scannerin als ein informierter dar, der auf einer Kombination von aktiv erlerntem und praktischem Erfahrungswissen aufbaute und, nicht zuletzt, auch intuitive Anteile hatte.

Eine Auswahl treffen

Der Blick der Scannerin (Abb. 3), so nützlich er zu Zeiten steigender Produktion an Blaskammerfilm gewesen war, wurde in der internationalen Gemeinschaft der Teilchenphysiker bereits früh als eigenes Problem identifiziert. Dies bedeutete keinesfalls, dass Messmethoden und ihr Einfluss auf das Ergebnis der Forschung in der Physiker*innengemeinde nicht schon längst und auch in Hinblick auf die eigene Tätigkeit reflektiert wurde.⁸⁷ Inwieweit dieser Diskurs jedoch in der Community der Bildauswerter im Zusammenhang mit der subjektiven Einflussnahme auf Beobachtungsergebnisse und in Hinblick auf die Unterscheidung zwischen Physiker und Scannerin reflektiert wurde, bleibt offen. Die hier verwendeten Quellen geben diesbezüglich wenig

⁸³ Spitzer, Hände, 2008, S. 253.

⁸⁴ Spitzer, Photoproduktion, 1967, S. 13. Die räumliche Rekonstruktion war wichtig, um den Verlauf der Spur und damit die Bewegung des Teilchens nachzuvollziehen. Anhand von Krümmung, Dichte und Länge der Spuren ließen sich die Eigenschaften der Teilchen berechnen.

⁸⁵ Diesen Prozess kann man auch mit Bruno Latours Begriff der »Kette von Übersetzungsprozeduren« fassen. Latour, Pedologenfaden, 1997.

⁸⁶ Die Philosophin Sybille Krämer beschreibt Formalisierung am Beispiel einer Rechnung: Während ein Kind eine Additionsaufgabe (Wie viel ist fünf plus drei?) beispielsweise durch das Nebeneinanderlegen und Abzählen von Gegenständen bewältigt, läge die formale Beschreibung dieser Tätigkeit dem niedergeschriebenen arithmetischen Ausdruck ($5 + 3 = 8$) zugrunde. Krämer, Maschinen, 1988, S. 1–2.

⁸⁷ Für ein Beispiel der expliziten Nennung von Subjektivität in der Auswertung von Messergebnissen der Teilchenphysik im Wechselspiel zwischen Computer und Mensch durch die historischen Akteure selbst siehe bspw. Galison, Image, 1997, S. 398–399.



Abb. 3 Scannerin (Erika Hülse) vor Mattscheibe (4.10.1984).

Auskunft; die Autoren konzentrierten sich vielmehr auf den Vermessungsprozess als offensichtlichen ökonomischen, temporalen und für sie auch epistemischen Flaschenhals der Wissensproduktion.

So versuchte auch der Physiker Howard S. White 1962, seine Bedenken bezüglich des Einsatzes der Frauen als Scannerinnen zu formulieren. Er meinte, zwei Kategorien von Gedankenprozessen im Denken der Scannerinnen ausmachen zu können:

One of these consists of applying predefined event types to the data at hand to test the hypothesis that these data fit a given event type. The second category of scanner thought includes reasoning about those events which fail to fit previously-defined criteria or which »seem worth considering further«.⁸⁸

Für White war klar, dass dieser Seh- und Denkprozess, solange allein abhängig von Scannerinnen, den Objektivitätsansprüchen der Teilchenphysik nicht Genüge leisten könnte. Der Computer, mitsamt seinem Bedeutungsüberschuss,⁸⁹ schien für das Problem der menschlichen Einflussnahme auf den Erkenntnisprozess eine vermeintlich einfache, dabei universelle Lösung bereitzustellen. So wurde insbesondere Computern das Potenzial zugesprochen, Prozesse zu verschlanken, zu beschleunigen und objektiver zu machen. Und so heißt es weiter:

This division-making process in the scanner's mind is subjective; in the computer it is objective. [...] Thus it is possible efficiently to combine a person exercising reasoning ability with the computer program exercising objective classification ability in such a way that constant improvement of the system is achieved.⁹⁰

Die Hoffnung, in der Automatisierung von Scanverfahren und Analyse einen Ausweg aus der Misere zu finden, wurde durch die vorausgegangene Arbeitsteilung und Auslagerung des Sehprozesses an Scannerinnen geschürt und mobilisierte Kräfte in vielen Kernforschungseinrichtungen. Auch auf internationalen Konferenzen wurde dem Thema zusehends Platz eingeräumt.⁹¹ 1960 war diese Diskussion bereits in vollem Gange und fand unter anderem in einem neuen, von den Physikern Paul Hough und Brian Powell

⁸⁸ White, Scanning System, 1962, S. 39.

⁸⁹ Für eine Beschreibung von Funktionsweise und bisweilen räumlich wie intellektuell herausfordernden Einsatzbedingungen der frühen Rechner siehe Rojas/Hashagen, Computers, 2002; Campbell-Kelly, Computer, 2014; Haigh/Ceruzzi, History, 2021.

⁹⁰ White, Scanning System, 1962, S. 39.

⁹¹ Lawrence Berkeley National Laboratory, Proceedings, 1960; Galison, Image, 1997, S. 408–409, 488–489. Galison beschreibt ausführlich die Diskussion um die verschiedenen Ansätze zur Automatisierung der Auswertung von Blasenkammerbildern in den 1960er-Jahren, insbesondere mit Blick in die USA und zum CERN. So bemerkt Galison, dass nicht alle Akteure davon überzeugt waren, dass Computer einen Vorteil gegenüber dem Einsatz von Scannerinnen liefern würden. Der HPD stand jedoch in dieser internationalen Diskussion stellvertretend für jene Ansätze, die eine (Voll)Automatisierung tendenziell befürworteten. Ebd., S. 396–397.

(geb. 1934) beschriebenen Gerät eine technische Entsprechung: dem sogenannten Hough-Powell-Device (HPD).⁹²

Die Forschenden am DESY standen also mit der ab 1965 aufkommenden Bilder- und Datenflut nicht alleine da. Zudem hatte die 1960 gebildete Studiengruppe »Auswertemethoden« am DESY bereits vor Anschaffung der Blaskammer einen Bedarf an Rechenmaschinen angemeldet. Damit trug sie maßgeblich dazu bei, dass das Forschungszentrum abseits des geplanten Hamburgischen Rechenzentrums ein eigenes Rechenzentrum mit zwei gemieteten IBM-Maschinen erhielt.⁹³ Die Wahl des Herstellers für die Rechner des neuen Zentrums war gesetzt: die meisten Programme für die Auswertung von Blasen- und Funkkammerfilmen waren in FORTRAN⁹⁴ geschrieben und damit für IBM-Maschinen vorgesehen.⁹⁵ Ausgehend von den Aktivitäten der Forscher um den Physiker Wolfgang Paul (1913–1993) sowie einer institutsübergreifenden Studiengruppe »Visuelle Methoden«⁹⁶ war darüber hinaus eine Kooperation entstanden, deren Ziel in der Anschaffung und Erprobung eines HPD zur Automatisierung der Bildauswertung am DESY lag.

In den 1960er-Jahren konnte solch ein Geräteaufbau jedoch nicht betriebsfertig aus dem Katalog bestellt werden. Die Erfahrung anderer Institute nutzend, entschieden sich der Physiker und Teamleiter Hans-Hellmut Nagel und dessen Kollegen für folgende Lösung. Der HPD wurde von einem »kleinen« Satellitenrechner gesteuert (einer PDP-9⁹⁷ der Digital Equipment Corporation (DEC)), der wiederum mit einem zentralen Groß-

⁹² Hough/Powell, Method, 1960; Galison, Image, 1997, S. 384–386.

⁹³ Deutsches Elektronen-Synchrotron, Bericht, 1964, S. 49–52. Eine IBM 650 (Rechner 1. Generation), die später durch eine 7044 ersetzt wurde, sowie eine IBM 1401 (Rechner 2. Generation).

⁹⁴ Die von einem Team bei IBM in den 1950er-Jahren entwickelte und seitdem beständig überarbeitete Programmiersprache FORTRAN (mathematical FORMula TRANslating System) hatte das Ziel, typischerweise menschliche Fehler bei der Codierung zu vermeiden und damit eine erhebliche Beschleunigung im Programmierprozess zu bewirken. Mit ihren Vorteilen gegenüber den bisherigen Maschinen- oder Assemblersprachen war sie in den 1960er-Jahren zu einer der dominanten Programmiersprachen für datenintensive wissenschaftliche Anwendungen geworden. Zunächst nur auf IBM-Maschinen verwendbar, entwickelten bald auch andere Hersteller Compiler, um FORTRAN auf ihren Geräten lauffähig zu machen. Backus, History, 1998; Galison, Fortran, 1992; Ensmenger, Computer Boys, 2012, S. 90–93.

⁹⁵ Habfast, Großforschung, 1989, S. 104; Deutsches Elektronen-Synchrotron, Jahresbericht, 1967, S. 193, 218. Neben den Blaskammerexperimenten war das DESY-Rechenzentrum offen für andere Experimentiergruppen und externe Studiengruppen.

⁹⁶ Die »Studiengruppe Visuelle Methoden der Hochenergiephysik« der physikalischen Institute in Aachen, Bonn und Hamburg sowie des MPI in München stand stellvertretend für jene Institute in der Bundesrepublik, die sich mit Fragen der Bildauswertung von Blaskammerbildern des CERN beschäftigten. Burmester, Leben, 2010, S. 222–224.

⁹⁷ Durch neue Transistortechnologien und integrierte Schaltkreise konnten in den 1960er-Jahren wesentlich kleinere Rechner gebaut werden. Während ihre Vorgänger mit Röhrentechnologie arbeiteten und ganze Räume ausfüllten, passte die PDP-8 (Programmed Data Processor), als einer der ersten kleinen Rechner und Vorgängermodell der PDP-9, mit der Größe eines kleinen Kühlschranks bereits auf einen einzigen Tisch. Haigh/Ceruzzi, History, 2021, S. 93–96. Bereits die PDP-8 verkaufte sich aufgrund des vergleichsweise geringen Preises und Umfangs in großer Zahl. Campbell-Kelly, Computer, 2014, S. 193, 218.

rechner (IBM 360/75) im Rechenzentrum des DESY verbunden wurde.⁹⁸ Der HPD, bzw. Flying Spot Scanner, machte nur einen Teil des gesamten Aufbaus aus. Er wurde als Analog-Digital-Wandler eingesetzt, mit dessen Hilfe die Filme für weitere Berechnungen mit Digitalcomputern in diskrete Werte überführt werden sollten. In seiner Funktionsweise war der HPD an frühe optisch-mechanische Bildübertragungssysteme angelehnt. Dabei wurde das Prinzip der aus der frühen Fernsehtechnik bekannten Nipkow-Schreibe⁹⁹ verwendet, um die Blasenkammerfilme zeilenweise mit einem Lichtpunkt abzutasten. Die so erzeugten elektrischen Signale sollten im Anschluss übertragen und in diskrete, maschinenlesbare Form überführt werden. Die Aufgabe, den Prozess zu steuern und die Berechnungen durchzuführen, wurde den digitalen Computern übertragen.

Generell wurde das Potenzial der HPDs für die Bewältigung des Scans hoch eingeschätzt, Ende der 1960er-Jahre galt es jedoch als noch nicht ausgeschöpft:

In principle, fully automatic scanning and measuring is possible with the HPD, although no system which actually does this is yet in production, as the practical problems turned out to be much more difficult to solve than anticipated. However, with suitable scanner preparation of events beforehand, fully automatic measurement has been in production for several years at a number of laboratories (including CERN, Berkeley, Brookhaven and Collège de France), and many other laboratories have HPDs at an advanced stage of development or under construction.¹⁰⁰

Trotz der gepriesenen Vorzüge des HPD und seines verhältnismäßig weitverbreiteten Einsatzes konnte dieser den optimistischen Prognosen auch zum Zeitpunkt der Veröffentlichung von Nagels Bericht 1971 zur Implementierung des HPD am DESY nicht gerecht werden. Dem erhofften Potenzial zur Vollautomatisierung wurden seine Grenzen schon in den ersten Schritten des Auswertungsprozesses aufgezeigt: Die Auswahl der richtigen Spuren stellte eine unüberwindbare Hürde dar.

Ein zentraler Vorteil der Blasenkammer wurde so zu einem der größten Nachteile – in diesem Fall der automatischen Bildauswertung. Es wurde zum Problem, dass »auf dem Film Spuren aller Wechselwirkungen zwischen einlaufenden Primärteilchen und der Blasenkammerflüssigkeit [erscheinen], bei denen geladene Sekundärprodukte entstehen.«¹⁰¹ Zwar hatte dieser Umstand zur Entdeckung von neuen Teilchen beigetragen und durch die massive Vervielfältigung von Daten nicht nur ein empirisches, sondern auch ein für

⁹⁸ Mück u. a., *Experiences*, 1970, S. 721.

⁹⁹ Die Nipkow-Schreibe war eine Erfindung von Paul Nipkow (1860–1940), mit deren Hilfe ein Bild zeilenweise abgetastet und elektrisch übertragen werden konnte. Nipkows Nachlass befindet sich in den Sammlungen der Museumsstiftung Post und Telekommunikation in Berlin: <http://nipkow.museumsstiftung.de/#erfindung> (15.4.2023). Siehe auch Fickers, *Emergence*, 2012.

¹⁰⁰ Blair, *Automation*, 1970, S. 325–326.

¹⁰¹ Nagel, *Vermessung*, 1971, S. 2.

statistische Auswertungen geeignetes Fundament geschaffen. Doch daraus folgte ebenso, dass unter den vielen abgebildeten Reaktionen gegebenenfalls nur wenige desjenigen Typs vorhanden waren, der für ein spezifisches Experiment von Interesse war. Dies entbehrte nicht einer gewissen Ironie: Die Menge an vorliegenden Daten verbarg die gesuchten Spuren der auf diese Art eigentlich sichtbar gemachten Teilchen – dem Bild kam seine Zeigefunktion abhanden. »Man muß daher unter Umständen eine sehr große Zahl von Aufnahmen durchmustern und vermessen, um bei der Untersuchung einer speziellen Reaktion zu statistisch signifikanten Aussagen zu gelangen.«¹⁰²

Das Problem ließ sich dabei in zwei Bereiche teilen: Eine Hürde lag in der Auswahl der interessanten Spuren bzw. Ereignisse sowie ihrer Abgrenzung vom Rest des Bildes, eine zweite in der Aufstellung einer geeigneten Definition von Entscheidungsregeln für das Attribut »interessant«. Zwar war in vielen Fällen das Aussehen der im Experiment gesuchten Spuren bekannt und musste lediglich unter den vielen abgebildeten gefunden werden.¹⁰³ Es gab aber auch solche Ereignisse, die unerwartet waren oder etwas Besonderes an sich hatten. Erfahrene Scannerinnen konnten beide Arten von Ereignissen ausmachen und mit einem geübten Blick die entsprechenden Spuren vom Hintergrund lösen. Technisch ließ sich diese Trennung von wichtig und unwichtig, von Vorder- und Hintergrund nur schwer lösen.

Die nötigen Informationen für die programmgesteuerten Analysen mussten also weiterhin von Menschen aufbereitet werden. Für die Übergabe ihrer (Vor)Messungen und Metadaten an den Computer musste für jede gefundene relevante Wechselwirkung eine eigene Datengruppe angelegt werden. Diese umfasste neben dem Datum der Begutachtung und der Kennziffer der beobachtenden Person weitere Metadaten, die für die Interpretation der Ereignisse gegebenenfalls relevant sein konnten.¹⁰⁴ Darüber hinaus wurden Merkmale kodifiziert, die bei einer kinematischen Analyse unterstützend wirken konnten oder die Gründe darstellten, warum ein Bild nicht in die weitere Analyse eingehen sollte. All dies passierte an den Durchmusterungstischen, auf welche die Blaskammerbilder vergrößert projiziert wurden (siehe Abb. 2).

Waren die Bilder also auf diese Art durchmustert worden, folgte die Vermessung – ähnlich wie im vorherigen Abschnitt erläutert, jedoch mit einer stark reduzierten Anzahl an Punkten. Um Fehler zu vermeiden, wurde jeder Film ein zweites Mal vermessen und im Anschluss mit den vorherigen Ergebnissen verglichen. Etwaige Abweichungen wurden gelistet und in einem dritten Durchgang aufgeklärt. Der aus diesem Prüfprozess resultierende Datensatz lieferte letztendlich die Grundlage für eine weitere, diesmal computergestützte Vermessung der Spurbilder mit der HPD-Computer-Assemblage.

Die Herstellung der Teilchen als epistemische Dinge konnte nur durch eine solche »Fragmentierung der Wirklichkeit« im Sinne von »Eingrenzung und Ausschnitt« von-

¹⁰² Nagel, Vermessung, 1971, S. 2.

¹⁰³ Vgl. White, Scanning System, 1962, S. 33–34.

¹⁰⁴ Nagel, Vermessung, 1971, S. 23.

stattgehen.¹⁰⁵ Diese Fragmentierung erforderte Rheinberger zufolge auch die Bereitstellung ihres epistemischen Kontextes. Auch die Übersetzung der Messung in Maschinencode stellte eine weitere Fragmentierung der Teilchenspur dar und erforderte damit wiederum einen spezifischen epistemischen Kontext. Bei dieser Transformation der Daten wurde der Kontext ihrer Entstehung jedoch weitestgehend verborgen;¹⁰⁶ übrig blieb ein Datensatz der – mit einem knappen, kodifizierten Hinweis auf seine Entstehung und ganz eigenen epistemischen Bedingungen – erst wieder »epistemisch aufgefangen, kompensiert, eingebettet und kontextualisiert werden«¹⁰⁷ musste.

Auch bei Nagel wurde die Arbeit der von Scannerinnen getätigten Vorauswahl, die »systematisch ins Übersehen, Reduzieren und Ausblenden involviert«¹⁰⁸ war, wie zehn Jahre zuvor schon bei Blair und Powell, als der (weiterhin noch) unumgehbare Flaschenhals des Prozesses befunden.¹⁰⁹ Die Möglichkeit der Automatisierung auch dieses, dem HPD noch vorgelagerten zeit- und kostenintensiven Vorgangs wurde in der internationalen Gemeinschaft der Blasenkammerphysiker*innen zu diesem Zeitpunkt bereits ausführlich diskutiert und von den Forschern am DESY aus der Ferne verfolgt. Sie blieb bei den Arbeiten aus Hamburg jedoch eher randständig; die menschliche Beteiligung schien als unausweichlicher Bestandteil des Systems weitestgehend akzeptiert zu sein. Zuträglich war zudem, dass die arbeitsteiligen Abläufe eine Routine angenommen hatten, die durchaus aufging und dergestalt bereits erhebliche Ergebnisse zutage gefördert hatte. Und, das wird deutlich im Interview mit Beteiligten, auch auf persönlicher Ebene scheint die Zusammenarbeit zwischen Scannerin und Physiker am DESY zumeist gut funktioniert zu haben.¹¹⁰

¹⁰⁵ Rheinberger spricht von der experimentellen Zuschneidung der »Wirklichkeit« im Sinne der Fragmentierung als »Basisvorgang der empirischen Forschung überhaupt.« Rheinberger, Spalt, 2021, S. 238–240.

¹⁰⁶ Vgl. Heßler, Unsichtbarkeit, 2006, S. 5.

¹⁰⁷ Rheinberger, Spalt, 2021, S. 240.

¹⁰⁸ Schürmann, Sehen, 2018, S. 109.

¹⁰⁹ Blair/Powell, Bubble, 1970; Nagel, Vermessung, 1971, S. 21.

¹¹⁰ Spitzer, Hände, 2008. In Spitzers Aufsatz findet sich ein Interview mit einer ehemaligen Angestellten, deren positiver Bericht sich durchaus mit den mir zugefragten Berichten deckt.

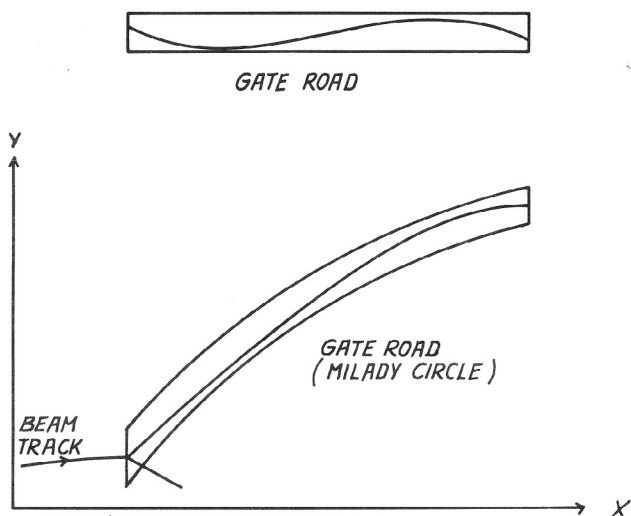


Abb. 4 Schematische Darstellung der sogenannten »Road Guidance«.

Road Guidance

Für eine automatische(re) Lösung des Auswahlproblems im Anschluss an die erste Vermessung setzten Nagel und sein Team am DESY das Prinzip der sogenannten »Road Guidance« ein. Road Guidance stand für eine Reihe von Filterprogrammen, mit Hilfe derer der Computer die markierten, relevanten Spuren auswählen und digitalisieren sollte. Dafür hatte die Forschungsgruppe unter anderem das Programm HAZE vom CERN für die IBM 360/75 adaptiert: HAZE war bereits etabliert und befand sich an verschiedenen Laboren im Einsatz, darunter das Lawrence Radiation Laboratory (LRL) in Berkeley, California, und das Brookhaven National Laboratory (BNL) in Upton, Long Island. Eine detaillierte Beschreibung des Programms und seiner Subroutinen lässt sich bei Nagel jedoch nicht finden.¹¹¹ Eine ähnliche, wenn auch nicht deckungsgleiche Variante kann einem Bericht von Dennis Hall aus Berkeley entnommen werden, in dem dieser verschiedene HAZE-Programme miteinander verglich.¹¹²

Für eine Filterung mit HAZE mussten – auch am DESY – vorab durch die Scannerinnen jeweils mindestens drei (statt vorher zehn) Punkte auf der betreffenden Spur markiert, vermessen und dem Computer bereitgestellt werden. Die Punkte wurden durch eine Linie miteinander verbunden und um diese herum ein »schlauchartige[r] Bereich«

¹¹¹ Ein von Nagel zitierter und dieser Frage gewidmeter Bericht von ihm und seinem Kollegen Hans-Joachim Mück ließ sich bisher nicht auffinden: »Modifikation des Road Guidance Filterprogramms HAZE für den online-Betrieb am Bonn-Hamburg HPD D. Mönkemeyer HPD-Memo 16.10.1970«. Nagel, Vermessung, 1971, S. 158.

¹¹² Hall, Explanation, 1963.

definiert, innerhalb dessen die zu findende »Straße« von Teilchenspuren liegen sollte.¹¹³ Abbildung 4 zeigt sowohl den schlauchartigen Bereich, innerhalb dessen gesucht wurde, als auch eine zusammenhängende Spur als Ergebnis dieses Prozesses. In der Praxis sah man zunächst viele Bläschenpunkte und Spuren, die innerhalb wie außerhalb des definierten Bereichs lagen (hier nicht abgebildet). HAZE würde diese filtern und nur jene Spuren verfolgen, die innerhalb des Bereichs und entlang der markierten Punkte lägen:

Bei der Suche nach der zu vermessenden Spur werden nur noch Digitisierungen berücksichtigt, die innerhalb dieser »Straße« liegen. Die Mustererkennung wird also geführt durch Angaben, an welcher Stelle und in welcher Richtung die Suche begonnen werden soll, innerhalb welchen Bereichs nur gesucht zu werden braucht und an welcher Stelle die Suche beendet werden kann. Daher nennt man dieses Verfahren »Full Guidance« oder auch »Road Guidance«.¹¹⁴

Aus allen registrierten Bläschenpunkten sollte mit Hilfe von spezifischen Spurpunkten bzw. »master points« die gesamte Spur beschrieben werden. Bei längeren Spuren konnten die weiteren Koordinaten auch durch Mittelung der vorhandenen Bläschenkoordinaten innerhalb eines Spurabschnittes gewonnen werden.¹¹⁵

Der Vorgang war an ein von Hough und Powell beschriebenes, aber gänzlich manuelles Verfahren¹¹⁶ der Maskierung von Filmen mit Hilfe von Schablonen angelehnt.¹¹⁷ Der schlauchartige Bereich (Abb. 4) um die drei »master points« herum nahm bei Nagel als mathematisch definierter Bereich die Rolle einer Fotoschablone an, innerhalb derer Anfangs- und Endpunkte der Spur gefunden und bestimmt werden mussten. Mit dem Programm GATE wurden dabei jene Bläschenpunkte verworfen, die nicht innerhalb der »Straße« und ihrer unmittelbaren Umgebung lagen. »Das ›Gaten‹ reduziert die vom HPD gelieferte Datenmenge um etwa einen Faktor 10 [...]«¹¹⁸ Diese Datenreduktion war insofern wichtig, als das Ausblenden als irrelevant eingeordneter Spuren jene hervorhob und maschinell abtastbar machte, die in die weitere Verarbeitung gehen sollten. Im Rahmen dieser Kooperation von Mensch und Apparat sollte der Verlust der Zeigefunktion der informationsreichen Blasenkammerbilder ausgeglichen werden.

Das Aufsuchen der weiteren Punkte und die Bildung der Koordinaten verlief mit Hilfe von Histogrammen.¹¹⁹ Hierbei wurde die Zahl der gefundenen Bläschen pro Strei-

¹¹³ Nagel, Vermessung, 1971, S. 19.

¹¹⁴ Ebd.

¹¹⁵ Vgl. ebd., S. 18–19.

¹¹⁶ Ein Verfahren bezeichnet hierbei zwar noch eine von Menschen ausgeführte Tätigkeit, die jedoch soweit abstrahiert wird, dass sie formal beschreibbar und ohne Verluste reproduzierbar zu sein scheint.

¹¹⁷ Eine manuelle Zwischenlösung für das Problem der Vorauswahl und Markierung von als relevant identifizierten Spuren wurde von Hough und Powell 1960 auf der Basis einer Veröffentlichung von Kowarski vorgeschlagen. Einer Schablone bzw. Maske sollte hierfür die unwesentlichen Bereiche des Filmes abdecken und interessante Spuren hervorheben. Hough/Powell, Method, 1960.

¹¹⁸ Nagel, Vermessung, 1971, S. 22–23.

¹¹⁹ Blair, Automation, 1970, S. 342.

fen in einem Spurabschnitt in ein Histogramm übertragen – hohe Werte bzw. ein Aus-
schlag im Histogramm ließen dann auf das Vorhandensein einer Spur schließen und
führten zu der Entscheidung, dass hier Koordinatenpaare erzeugt werden sollten. »This
technique applied to the digitisings, is the basic pattern recognition function used in the
HPD and spiral Reader system [...]. It is used for finding both track segments and fidu-
cial marks [Markierungen im Glas der Blaskammer].«¹²⁰ Die Histogramm-Methode
sollte im Zusammenhang mit dem HPD die Koordinaten nicht nur auffinden, sondern
beinhaltete mittels Schwellwertoperationen bereits Entscheidungsanweisungen zur
»Lösung des Mustererkennungsproblems«. ¹²¹ Dabei versuchte

[d]as »Full Guidance«-Konzept für einen HPD [...], die wesentlichen mensch-
lichen Beiträge zur Erkennung und Vermessung eines Ereignisses in dieser Phase
zu konzentrieren. Dieses Konzept setzt damit einer Straffung der Datenverar-
beitung in diesem Stadium Grenzen. ¹²²

Die durch das Abtasten der Bilder und durch die Messung der jeweiligen Schlittenposi-
tion des Filmes erzeugten Koordinaten durchliefen in der Folge weitere Programme. Los-
gelöst vom Kontext des fotochemischen Filmes und der sich für ein menschliches Auge
als zusammenhängende Spur darstellenden Bläschen, wurden die Messdaten als Koor-
dinaten mathematischen Operationen unterworfen und als solche in eine (mathematisch
definierte) Umwelt eingefügt. Durch die hier geltenden Regeln erhielten die Daten als
zusammenhängende Koordinaten Bedeutung. Das war deshalb wichtig, weil die Blasen-
spuren in einem dreidimensionalen Wasserstoffbecken verliefen und durch die fotogra-
fische Fixierung auf zwei Dimensionen projiziert worden waren – ihr räumlicher Verlauf
musste entsprechend anhand von mehreren Kameraperspektiven rekonstruiert werden.
Um die Daten von Verzerrungen zu bereinigen, die durch die Komponenten des Experimen-
talsystems selbst erzeugt worden waren (beispielsweise optische Verzerrungen durch
das Glas), wurde anhand der bekannten Verzerrungsparameter eine Referenzebene
erstellt. Die vermessenen Koordinaten wurden auf diese Referenzebene und im An-
schluss auf ein dreidimensionales Koordinatensystem abgebildet. Letzteres konnte aus
den Markierungen in den Glasscheiben der Blaskammer errechnet werden und diente
zur Rekonstruktion einer zusammenhängenden, in drei Dimensionen verlaufenden Spur
jenseits der störenden Einflüsse der technischen Komponenten des Experimental-
systems. ¹²³ Die daraus resultierenden Datensätze wären, sofern korrekt eingelesen, für die
anknüpfenden Aufgaben ausreichend gewesen. Oder anders gesagt, eine (Re)Visualisie-

¹²⁰ Blair, *Automation*, 1970, S. 342. Eine Digitisierungseinheit wird von Nagel als kleinste Zählereinheit auf dem Film beschrieben: »Durch elektronische Interpolation wird die dem Abstand zweier Gitterpulse entsprechende Distanz noch um einen Faktor 8 unterteilt, so daß sich ca. 1,6µ als kleinste Zählereinheit auf dem Film ergeben.« Nagel, *Vermessung*, 1971, S. 13.

¹²¹ Ebd., S. 21.

¹²² Ebd., S. 24.

¹²³ Vgl. Heintz/Huber, *Auge*, 2001, S. 18.

rung der Ergebnisse der symbolischen Rechenoperationen durch die Erzeugung eines Bildes, das unseren Seherfahrungen eines kartesischen Koordinatensystems entspricht, hätte es unter idealen Umständen nicht gebraucht.

Dialog

In der Praxis aber kam auch digital erzeugten Visualisierungen eine wichtige Rolle zu. Denn die Spurkoordinaten sollten später als Grundlage für weitere Berechnungen dienen und entsprechend möglichst fehlerfrei sein. Um die einzelnen Zwischenschritte des Programms zugunsten der Qualität der Ergebnisse – der Koordinaten – zu überprüfen, bedurfte es nicht nur der Beachtung von Verzerrungen, sondern darüber hinaus der Kommunikation zwischen Mensch und Computer. Diese wurde im Fall der am DESY gewählten Arbeitsteilung zwischen PDP und IBM – Erstere diente, wie oben erwähnt, als Schnittstelle zum HPD und verwaltete die Datenvergabe zur IBM – durch die auf der PDP laufende DIALOG-Task geregelt, die Nagel zufolge insbesondere zugunsten der Entscheidungsfindung in uneindeutigen Situationen implementiert wurde.¹²⁴

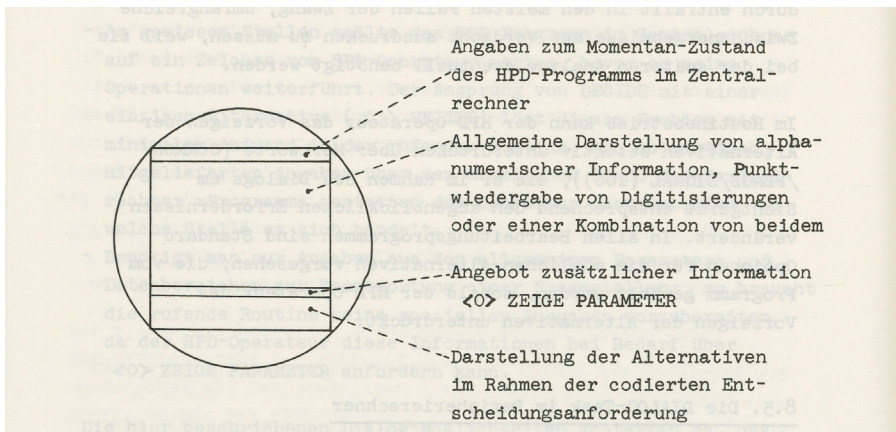


Abb. 5 Die verschiedenen Dialogbereiche auf dem Sichtgerät.

¹²⁴ Nagel, Vermessung, 1971, S. 95-98.

Formal beschränkte sich die dadurch ermöglichte Kommunikationssituation auf die Eingabe und Ausgabe von Informationen, wobei der Computer eine Entscheidungsanfrage ebenso wie einzelne Parameter und Daten in verschiedenen Formen ausgeben konnte. Damit die Ausgabe in einer für die Operateur*innen schnell und leicht verstehbaren Form erfolgen konnte, wurde am DESY für diese Kommunikation der Einsatz von reaktiven Sichtgeräten vorgesehen (Abb. 3, 5).¹²⁵ Gerade für eine passende und schnelle Reaktion der Operateur*innen empfand man es als wichtig, dass die benötigten Informationen verständlich und in knapper Form dargestellt wurden. Die Oberfläche des Sichtgerätes war entsprechend zugunsten der Organisation der Daten in vier Abschnitte geteilt (siehe Abb. 5). In einem dieser Abschnitte wurden die vorliegenden Daten als Funktionen auf ein zweidimensionales Koordinatensystem projiziert. Etwaige Änderungen oder weitere Eingaben konnten per Lichtstift direkt auf dem Bildschirm vorgenommen werden.

Auch die oben beschriebene Version des CERN-Filterprogramms HAZE arbeitete mit diesem »Programm-Operateur-Dialog«: »Auf diese Weise konnten Spursegmente durch alle kritischen Stadien der Verarbeitung verfolgt werden.«¹²⁶ Die untersuchten Teile bzw. Segmente einer Spur – bei zu langen Spuren wurden diese für die Vermessung in kleine Stücke zerlegt und später wieder zusammengeführt – wurden dazu auf das Erfüllen bestimmter Parameter getestet (Vorhandensein von Messpunkten, nicht zu große Lücken zwischen den Punkten etc.). Waren diese Bedingungen nicht erfüllt, so sollte die entsprechende »Vormeißstraße« mit den einzelnen gefundenen Bläschenkoordinaten, den Vormess- und Messpunkten sowie den Metadaten und etwaigen Fehlercodes auf dem optischen Wiedergabegerät angezeigt und mit einem Lichtstift direkt korrigiert werden können.¹²⁷ Abbildung 6 zeigt eine Fotografie des Bildschirms, auf dem eine Entscheidungsanfrage bezüglich uneindeutiger Spurverläufe gestellt wurde. Die weißen Punkte stellen die digitalisierten Bläschenkoordinaten dar; was Betrachter*innen als weitestgehend zusammenhängende Linien sehen können, sind die vorgeschlagenen Bläschen-spuren. (Abb. 6)

Die Bläschen im Wasserstoff waren die ersten wahrnehmbaren, manifesten Erzeugnisse des Experimentalsystems. Im Sinne Rheinbergers kann man sie als »Spuren« verstehen, als eine »der primären materiellen Manifestationen – einem Handgreiflich werden«¹²⁸ der Teilchen. Damit unterscheiden sie sich wesentlich von einer Repräsentation.¹²⁹ Für die Abbildungen auf dem Bildschirm aber lässt sich dies nicht mehr sagen.

¹²⁵ Beispielsweise bot IBM zum Ende der 1960er-Jahre mit der »optische Anzeige IBM 2250« ein Gerät an, das explizit für Ingenieure beworben wurde. Hier werde »das Ergebnis nicht nur angezeigt, der Ingenieur kann es sofort mit einem Lichtstift verändern«, wodurch ihm »mehr Zeit für schöpferische Arbeit« bleibe. Ingenieur, 1969.

¹²⁶ Nagel, Vermessung, 1971, S. 126.

¹²⁷ Ebd., S. 126–133.

¹²⁸ Rheinberger, Spalt, 2021, S. 19.

¹²⁹ Rheinberger beschreibt die Spur als »elementarer und rudimentärer als das, was wir üblicherweise unter Repräsentation verstehen«. Ebd.

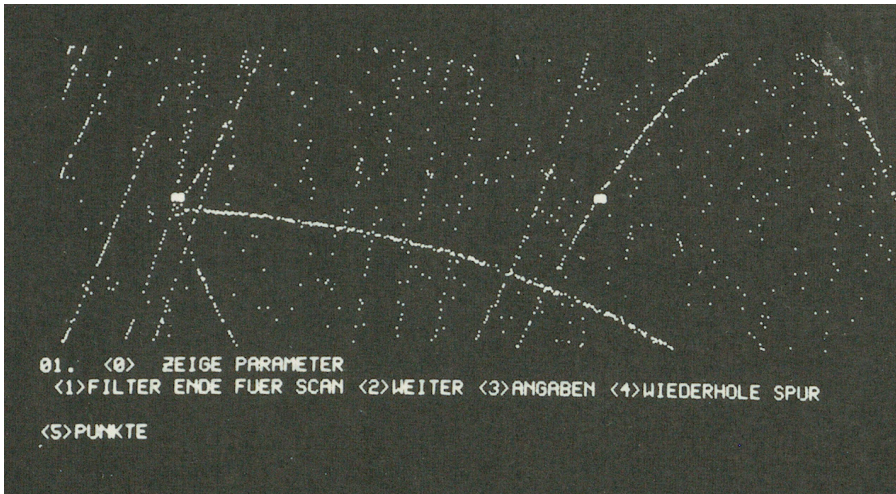


Abb. 6 Anfrage zu einem falschen Messpunkt auf einer kreuzenden Spur.

Hinter dem auf der Mattscheibe Abgebildeten stand eine Reihe von Transformationen der Spur in einen Datenraum. Dies umfasste sowohl die zeigende Handlung der Scannerrinnen, das Abtasten der Bilder, die Speicherung und die folgende Berechnung der Daten sowie ihre optische Darstellung in einem kartesischen Koordinatensystem auf dem Bildschirm. Im Gegensatz zu den Bläschen waren die so dargestellten Spurbilder keine indexikalischen Zeichen für die unsichtbaren und im experimentellen Sinne nicht mehr anwesenden Teilchen; sie verwiesen auf deren Eigenschaften lediglich noch vermittels der geometrischen Verhältnisse, die man dem auf dem Bildschirm abgebildeten Koordinatensystem entnehmen konnte.

Ein Problem der »Real World«

Galison zeigt, dass der HPD in der internationalen Teilchenphysik neue Wege aufgezeigt hatte, Bilder computergestützt auszuwerten und zu analysieren.¹³⁰ Anfang der 1960er-Jahre wurde er als weitestgehend ausentwickelt betrachtet. Statt sich also weiterhin Fragen der Hardware zu widmen, war es im Verlauf der 1960er-Jahre auf den Veranstaltungen zu Flying Spot Scannern und Verfahren der Bildauswertung im Wesentlichen um die Gestaltung der Computerprogramme zur Messung und Verarbeitung der Koordinaten gegangen. Eine Verschiebung, die auch in der Community nicht unbemerkt blieb. Bereits 1963 bemerkte der Physiker Lew Kowarski (1907–1979): »The object of the meeting is now

¹³⁰ Galison, Image, 1997.

more precise than previously and significantly the question of programming is in the foreground.«¹³¹ Am DESY wurde der HPD in den 1980er-Jahren zwar weiterhin eingesetzt, stellte unter mehreren verfolgten Methoden der Bildverarbeitung jedoch nur eine dar und seine Anwendung gestaltete sich durch enorme Fehleranfälligkeit und häufige Ausfälle als wahres Problemfeld.¹³² Das Wesentliche aber in der Beschäftigung mit dem Flying Sport Scanner, der Umgang mit den neuen Digitalcomputern und ihrer Programmierung, erleichterte einigen Mitarbeitenden am DESY den Wechsel in ein neues Fach, das sich in der Bundesrepublik gerade im Entstehen befand – die Informatik.

Fragen nach Datenverarbeitung (DV) hatten in der Bundesrepublik der 1960er-Jahre zunehmend an Relevanz gewonnen, wurden in diesem Zuge auch unter dem Vorzeichen neuer innovationspolitischer Diskurse verhandelt.¹³³ Im dritten Bundesforschungsbericht von 1969 identifizierte man die elektronische DV entsprechend als »Schlüsseltechnologie für viele andere Forschungs- und Anwendungsbereiche«.¹³⁴ Maßnahmen zu ihrer Ausweitung waren bereits zuvor ergriffen worden, darunter die bundesweite Förderung von »Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung im größeren Umfang« durch das sogenannte »1. DV-Programm« und die Gründung der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD), dicht gefolgt von der Gründung der Gesellschaft für Informatik (GI) 1969.¹³⁵ Auch ein »2. DV-Programm« oder »Überregionales Forschungsprogramm Informatik« (ÜRF) war Ende der 1960er-Jahre bereits durch einen Fachbeirat für DV des BMwF in die Wege geleitet worden:¹³⁶ Mit dem Ziel, den voraussichtlichen Mehrbedarf an qualifiziertem Personal zu decken und die Grundlagenforschung weiter anzukurbeln, sollte sich das ÜRF vor allem an Universitäten richten und die bundesweite Implementierung von Informatik-Studiengängen vorantreiben.¹³⁷

Unter den Neugründungen befand sich auch das Institut für Informatik der Uni Hamburg, die 1970 in das ÜRF aufgenommen worden war.¹³⁸ Inhaltlich entsprechend den Fachgebietsvorgaben des Programms ausgerichtet standen mit Ende desselben Jahres vier Forschungsgruppen fest.¹³⁹ In einigen dieser Gruppen wurde dezidiert eine »Zu-

¹³¹ Kowarski, *Introduction*, 1963, S. 1.

¹³² Spitzer, *Hände*, 2008; Interview mit Erika Hülse (Interviewerin Dinah Pfau), 7.7.2022.

¹³³ Vgl. Pieper, ÜRF, 2008, S. 5–6; Homberg, *Innovation*, 2017, S. 95.

¹³⁴ Deutscher Bundestag, *Bundesbericht*, 1969, S. 21.

¹³⁵ Ebd.

¹³⁶ Reuse/Vollmar, *Informatikforschung*, 2008, S. 6.

¹³⁷ Pieper, ÜRF, 2008; Hashagen, *Rechner*, 2011.

¹³⁸ »Im Rahmen der Vorausmaßnahmen für 1970, die inzwischen ergriffen wurden, um eine weitere Verzögerung des Forschungsprogramms zu vermeiden, wurden bisher für mehrere Hochschulen – Berlin (TU), Bonn, Braunschweig, Darmstadt, Hamburg, Karlsruhe, Kiel, Saarbrücken, Stuttgart – Mittel bereitgestellt.« H. Leussink: *Überregionales Forschungsprogramm Informatik* (13.8.1970), Bundesarchiv Koblenz (BArch), B196/54762.

¹³⁹ Vgl. Pieper, ÜRF, 2008, S. 12; Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, *Datenverarbeitungsprogramm*, 1971, S. 30; und P. Stähelin: *Förderungsvorhaben Informatik DV 1.007* (15.2.1971), StaH, 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2993.

sammenarbeit mit Universitätsangehörigen und DESY-Mitarbeitern¹⁴⁰ angestrebt, von deren Erfahrungen im Bereich der Datenübertragungssysteme und Programmierung man zu zehren hoffte.¹⁴¹ Das war kein Zufall – nicht nur waren die Leiter der entsprechenden Projekte Eckhard Raubold (1938–2010) und Klaus Brunnstein (1937–2015) selbst Physiker und zuletzt am DESY tätig gewesen (Raubold als ehemaliger Mitarbeiter Nagels), auch lag die Zusammenarbeit mit dem DESY aufgrund der institutionellen Anbindung an das II. Physikalische Institut der Uni Hamburg auf der Hand. Mit dem Vorsitzenden des Senatsausschusses für Informatik, Peter Stähelin (1924–2014), hatte die Hamburger Informatik zudem, in Personalunion als Professor für Experimentalphysik des II. Physikalischen Instituts und Mitglied des DESY-Direktoriums, einen einflussreichen Fürsprecher,¹⁴² der ein zentrales Bindeglied zwischen Informatik und Physik darstellte. Von Künstlicher Intelligenz war jedoch zu diesem Zeitpunkt offiziell noch keine Rede. Weder wurde KI als ein Themenfeld der neuen Informatik-Forschung aufgeführt, noch wurde es in der Öffentlichkeit breiter diskutiert.

Einrichtung eines »Informatik-Labors«

Natürlich blieben auch in Sachen »Automatische Filmauswertung« die Forschungsaktivitäten des II. Physikalischen Instituts der Uni Hamburg und des DESY am neuen Institut für Informatik nicht unbemerkt. So wurde bereits in einem frühen Bericht der von Raubold geleiteten Gruppe »Rechnerorganisation und Datenverarbeitungsverfahren« die Forschung der DESY-Gruppe »Automatische Filmauswertung« als Teil der vorhandenen Vorarbeiten aufgeführt.¹⁴³ Mit dem (im vorherigen Abschnitt betrachteten) Abschlussbericht von Nagel zur automatischen Filmauswertung mit dem HPD erfolgte diese Veröffentlichung im Jahr 1971. Kurz darauf erhielt Nagel, unter anderem durch den Senatsausschuss Informatik unterstützt, den Ruf auf eine weitere,¹⁴⁴ im Oktober 1971

¹⁴⁰ »Rechnerorganisation und Datenübertragungsverfahren« unter der Leitung von Eckard Raubold, »Computer-gestütztem Unterricht« von Klaus Brunnstein. Klaus Brunnstein: Forschungsbericht 1970 über die Forschungsgruppe »Datensatzverwaltung im Computer-gestützten Unterricht.« (31.12.1970), Universitätsarchiv Hamburg (UniAH), Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁴¹ Eckart Raubold: Forschungsgruppe 3. Rechnerorganisation und Datenübertragungsverfahren (24.11.1969); P. Stähelin: Verwendungsnachweis 1970 für das Fördervorhaben DV 1.007 (1.1.1970), StaH, 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2993.

¹⁴² »As the first research director at DESY, Peter Stähelin was one of the five members of the DIR [Direktorium] responsible for planning and preparing particle physics experiments.« Heinze/Hallonsten/Heinecke, Periphery, 2015, S. 461

¹⁴³ E. Raubold: Bericht über den Stand des Forschungsvorhabens »Rechnerorganisation und Datenübertragungsverfahren« (30.9.1970), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel. In einem Bericht der Gruppe »Rechnerorganisation und Datenverarbeitungsverfahren« wird die am DESY vorangebrachte Forschung der Gruppe »Automatische Filmauswertung« als Teil der vorhandenen Vorarbeiten aufgeführt, wobei die Autoren noch auf die Veröffentlichung der Ergebnisse warteten.

¹⁴⁴ Stähelin an die Behörde für Wissenschaft und Kunst Hamburg, 16.12.1971. StaH, 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2994.

eingerrichtete Informatik-Professur mit dem Schwerpunkt »Verfahren zur digitalen Verarbeitung kontinuierlicher Signale« an der Uni Hamburg.¹⁴⁵ Das in der Einleitung zitierte Vorhaben, der Aufbau eines Rechnernetzwerkes zum Zweck der Auswertung von Filmsequenzen, stellte die dabei anfallenden »Zwischenschritte ›Bildverarbeitung‹ und ›Mustererkennung‹« in einen Zusammenhang mit »Artificial Intelligence«.¹⁴⁶ Folgt man Galison, bewegte sich Nagel damit am Puls der Zeit:

At CERN (and at its allied groups at Berkeley and Brookhaven), the HPD pointed like St. John toward a new world in which computer-driven artificial intelligence would read photographs from the first pixel to the final analysis. Engineering would obviate judgment, and »scanning girls« would tackle more specific and less sophisticated tasks until every last human gesture was absorbed into automation.¹⁴⁷

Während der HPD am DESY mit den 1970er-Jahren bereits zu einer überholten Technologie und einer Methode der Bildauswertung unter vielen wurde, verfolgte Nagel am Institut für Informatik (noch) ambitioniertere Ziele als die Analyse statischer Fotografien. Technisch konnte Nagel mit dem Aufbau des neuen Laboratoriums auf die Erfahrungen der bereits am DESY erprobten Kopplung von Prozessrechnern mit größeren Zentralrechnern zurückgreifen.

In mehreren Zwischenberichten der Forschungsgruppe erschien das neue Vorhaben unter dem Thema »Mustererkennung von zeitlich variablen Objekten vor einem zeitlich konstanten Hintergrund«.¹⁴⁸ KI, oder die englische Variante AI, fanden zwar nur am Rande Erwähnung. Doch sollte ein Verfahren ermittelt werden, »das die Abtrennung zeitlich variabler Bildmuster von einem zeitlich konstanten Bildhintergrund auf Grund ihrer zeitlichen Variabilität, nicht aber mit Hilfe spezieller Merkmalsbeschreibungen erlaubt.«¹⁴⁹ Hiermit sprach Nagel zentrale Probleme der Mustererkennung und KI an. Obschon die Hoffnung auf eine Lösung der Probleme groß war, hatte das Literaturstudium der ersten Jahre in Nagels Team ergeben, dass es nur wenige Ansätze hierzu gab und diese tendenziell mehr Fragen aufwarfen, als sie beantworteten.¹⁵⁰ Einen ähnlichen Befund hatte auch Nagels Mitarbeiter Bernd Neumann nach einer Rundreise durch die USA zu den relevanten Forschungseinrichtungen im Bereich Artificial Intelligence,

¹⁴⁵ W. Brauer: Antrag an das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft auf anteilmäßige Finanzierung des Faches INFORMATIK (16.12.1971), StaH, 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2994.

¹⁴⁶ Hans-Hellmut Nagel, 1971. Ein Kleinrechner-Netzwerk zur Manipulation graphischer Informationen auf Video-Basis. StaH, 361-5 III Hochschulwesen III, Nr. 2995.

¹⁴⁷ Galison, Image, 1997, S. 384.

¹⁴⁸ Hans-Hellmut Nagel: Zwischenbericht der Forschergruppe »Digitale Verarbeitung kontinuierlicher Signale« (Fachgebiet 6) (1.7.1973), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁴⁹ Hans-Hellmut Nagel: Rechtschaffensbericht 1972 (1972), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁵⁰ Ebd.

Pattern Recognition und Picture Processing ausgestellt;¹⁵¹ und auch Nagy, ehemaliger PhD-Student von Frank Rosenblatt (1928–1971),¹⁵² bemängelte 1968 die geringe Resonanz der Veröffentlichungen zur Mustererkennung. Einen Grund sah er in dem zerfaserten Forschungsfeld Mustererkennung, für ihn »hardly a discipline in its own right.«¹⁵³

Um die eigenen Arbeiten jenseits der Versuche anderer Forschungseinrichtungen voranzutreiben, bedurfte es also auch in Hamburg eines entsprechenden »Labors« für einen eigenen Experimentalaufbau. Hierfür sollte ein »special mini-computer network« aufgebaut werden, »connected to the main computer of the Institute für Informatik – a DEC-System 10/50 – for which pattern recognition programs proper have to be developed.«¹⁵⁴ Dem Aufbau dieses Labors waren die ersten Jahre gewidmet, die das Team mit der Beschaffung und Anpassung der Hard- und Software verbrachte.¹⁵⁵ 1973 widmete sich diesem Unterfangen eine sieben Personen starke Gruppe aus Wissenschaftlern, Technikern und Ingenieur*innen.¹⁵⁶ 1975 war der Aufbau des Systems soweit fortgeschritten, dass die Videobildsequenzen der Vidicon-Kamera¹⁵⁷ als elektrisches Signal auf einer analogen Speicherplatte zwischengespeichert werden und einzelne Bilder teilweise oder ganz digitalisiert und über einen MINCAL-Rechner der Firma Dietz an den Zentralrechner des Informatikinstituts übertragen werden konnten.¹⁵⁸ Solche Kameras brachten jedoch das Problem mit sich, dass die aufgenommenen Bilder als analoge Signale nicht ohne Weiteres auch als ganze Bilder angesehen werden konnten – vielmehr lag die Darstellung als Kurve in einem Oszilloskop nahe. Der Weg der Übersetzung des analogen Signals in ein digitales Signal zur anschließenden Darstellung als Bild gewann damit an Relevanz. Der optische Abgleich war schließlich der einfachste Weg, die Erzeugnisse der Aufnahmen und Programme zu überprüfen, und schloss viel mehr an die menschliche Wahrnehmung an, als die Darstellung der Signale in anderer Form.

¹⁵¹ Unter den besuchten Einrichtungen war auch das Artificial Intelligence Center des Stanford Research Institute (SRI) in Menlo Park, wo mit dem Roboter »Shakey« zu Stereo-Vision geforscht wurde. Bernd Neumann: Bericht über eine Amerikafahrt im Oktober 1972 (1972), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁵² Rosenblatt ist bekannt für seine frühe Forschung zu Modellen neuronaler Netze, insbesondere dem Perceptron: Rosenblatt, Perceptron, 1958. Zur Geschichte des Perceptrons siehe bspw. Seising, Emergence, 2018; Olazarán, Study, 1996.

¹⁵³ Nagy, State, 1968, S. 836.

¹⁵⁴ R. Bertelsmeier, Kemen, Hans-Hellmut Nagel, Bernd Neumann: An Attempt to Analyse Optical Patterns That Vary with Time (23.3.1973), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁵⁵ Hans-Hellmut Nagel: Zwischenbericht der Forschergruppe »Digitale Verarbeitung kontinuierlicher Signale« (Fachgebiet 6) (1.7.1973), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁵⁶ Vier unter ihnen, so Nagel, konnten einen Hintergrund in computergestützter Experimentalphysik vorweisen. Ein Doktorand der Gruppe, Bernd Neumann, hatte am Massachusetts Institute of Technology (MIT) zu Kommunikationstheorie promoviert.

¹⁵⁷ Vidicon-Röhren wurden in der internationalen Hochenergiephysik bereits in den 1960er-Jahren eingesetzt. »In high energy physics laboratories the video recorder, like the spark chamber itself, seemed so obviously useful for recording events, and so cheap to build, that none of the groups even bothered to acknowledge the inventor of the method (Gelernter).« Galison, Image, 1997, S. 500. Ausführlicher zur Vidicon-Röhre und ihrer Anwendung siehe ebd., S. 498–552.

¹⁵⁸ Vgl. Nagel, Experiences, 1976, S. 1–2.

Da die meisten Bestandteile des Experimentalsystems den Vorstellungen des Teams entsprechend händisch angepasst werden konnten (und mussten), erinnert das Informatik-Labor weniger an den durchregulierten Betrieb der Blaskammer, als an »die Beschaulichkeit der Studierstube und de[n] Versuch auf dem Laboratoriumstisch«.¹⁵⁹ Nagel setzte hier etwas fort, was auch seine Zeit als Gastwissenschaftler am DESY geprägt hatte: die Abkehr von großen Experimentalaufbauten um den Teilchenbeschleuniger herum und die Hinwendung zu einem kleinen, relativ autarken Team und Aufgabenbereich. Im Gegensatz zur Bildauswertung am DESY ging es den Forscher*innen hierbei nicht mehr um die Untersuchung vieler, aber für sich stehender und lediglich im Rahmen von statistischen Auszählungen zusammengehöriger, statischer Abbildungen. Der Mehrwert wurde vielmehr in der Untersuchung von Bilderfolgen – Sequenzen – gesehen »in order to exploit variations in time for the generation of a description.«¹⁶⁰

Für den Aufbau des dafür angedachten Kleinrechnernetzwerks konnte Nagel auf die Erfahrungen im Umgang mit dem HPD zurückgreifen, wobei jenseits der technischen Bedingungen ein markanter Unterschied ins Auge fällt: Die Nagel zufolge am DESY noch unabdingbaren kognitiven Fähigkeiten der Scannerinnen spielten im Informatik-Labor kaum mehr eine Rolle. Und das, obwohl ein zentrales Problem, welches sich bei der Bildauswertung der Blaskammerbilder ergeben hatte, auch hier zum Tragen kam – die Unterscheidung von Hintergrund und dem interessierenden Objekt im Vordergrund.

Ein »General Cognitive System«

Während die Lösung dieses Problems bei der Auswertung der Blaskammerbilder dem Scanprozess der einzelnen Bilder vorgelagert wurde und diesen erheblich beeinflusste, bauten Nagel und Team nun auf einen technischen Ausweg.

Es war die Entwicklung eines »general cognitive system«, das maßgeblich dabei helfen sollte, dieses und andere »real world« Probleme¹⁶¹ anzugehen. Das war nur möglich, indem Nagels Team Ausschnitte der Umwelt als Signale aufnahm und als rechnergeneriertes Bild im Analogen sichtbar machte.¹⁶² Ein solches »digitales Bild« ließ sich als ein gerastertes Produkt eines Scanprozesses begreifen – eine Matrix von (diskreten) Grauwerten, deren einzelne Elemente die Bildelemente darstellten und lediglich eine endliche Menge an Werten annehmen konnten.¹⁶³ Ob sich dabei aber von »Bildverarbeitung«

¹⁵⁹ NDR, Bau, 1964.

¹⁶⁰ R. Bertelsmeier, Kernen, Hans-Hellmut Nagel, Bernd Neumann: An Attempt to Analyse Optical Patterns That Vary with Time (23.3.1973), UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

¹⁶¹ Ebd.

¹⁶² An dieser Stelle wird zugunsten der Einfachheit der Beschreibung die Unterscheidung von analog/digital übernommen. Als Leitdifferenz in vielen Kulturwissenschaften, die sich im weiteren Sinne mit Computern befassen, darf diese Unterscheidung jedoch nicht unhinterfragt bleiben. Siehe dazu bspw. Schröter/Böhneke, Analog/Digital, 2004; Schröter, Ende, 2004.

¹⁶³ Vgl. Rosenfeld, Processing, 1969.

sprechen ließ, entschied sich dem US-amerikanischen Mathematiker und Informatiker Azriel Rosenfeld (1931–2004) zufolge jedoch nicht nur an dieser digitalen Form der Bilder, sondern an ihrer Referenzialität. Erst, wenn diese Bilder etwas abbildeten, einen bedeutungsvollen Gehalt vorzuweisen hatten, ließe sich bei der Verarbeitung der Grauwertmatrizen von »picture processing« sprechen:

What makes picture processing a subject in its own right is that it deals with pictures which are not merely arbitrary functions or matrices, but which are pictures of something, which purport to represent a real scene (terrain, microscope slide,...) or an ideal symbol (such as an alphanumeric character). It is this representational aspect which gives rise to the basic picture-processing problems [...].¹⁶⁴

Im Gegensatz zu den Blasenkammerbildern lagen diese Aufnahmen nicht als fotochemisch fixierte Bilder, sondern je nur in Form von Signalen, Daten oder Speicherzuständen vor, deren optische Ähnlichkeit mit ihrem Gehalt erst wiederhergestellt werden musste. Zunächst war dies kaum möglich, stand doch für die optische Wiedergabe der Signale lediglich ein Oszilloskop zur Verfügung. Immerhin ermöglichte es der Anschluss eines Hell-Schreibers, die Filmdaten und Zwischenergebnisse als optisch wahrnehmbare Bilder zu drucken und ihren Anspruch auf Referenzialität durch die nunmehr wieder vorliegende Ähnlichkeit mit der beobachteten Außenwelt zu untermauern.¹⁶⁵

Eine betriebsfertige Lösung zur automatischen Bildverarbeitung konnten Nagel und Team zur Mitte der 1970er-Jahre noch nicht aufweisen. Ein Ansatz für die Verarbeitung dieser Sequenzen aber lässt sich einem Forschungsbericht von 1976 entnehmen.¹⁶⁶ Dafür konnte Nagel auf einschlägige Veröffentlichungen von (zumeist in den USA weilenden) Forschenden zurückgreifen – unter ihnen namenhafte Forscher, wie Azriel Rosenfeld,¹⁶⁷ Richard O. Duda (geb. 1936), Peter E. Hart (geb. 1941),¹⁶⁸ Jagdishkumar K. Aggarwal (geb. 1936).¹⁶⁹ In einer Zusammenfassung der Veröffentlichungen dieser und weiterer Autoren in dem Forschungsbericht zeigte Nagel einige Lösungsansätze für Probleme der Bildverarbeitung auf. Insbesondere der Umstand, dass Computersystemen zur Erkennung von Objekten »Wissen« zur Verfügung gestellt werden müsse, wurde hierbei betont. Dies betraf insbesondere die Interpretation der Segmente eines Bildes als ein Objekt und die Verbindung des Objektes mit einem semantischen Gehalt.

¹⁶⁴ Rosenfeld, *Processing*, 1969, S. 148.

¹⁶⁵ Feldnotizen, Gespräch mit Leonie Dreschler-Fischer, 26.4.2023, Hamburg.

¹⁶⁶ Nagel, *Formation*, 1976. Dieser Forschungsbericht wurde zwei Jahre später als Zeitschriftenartikel publiziert Nagel, *Formation*, 1978.

¹⁶⁷ Bspw. Rosenfeld, *Processing*, 1969; Rosenfeld/Kak, *Picture*, 1976.

¹⁶⁸ Duda/Hart, *Pattern Classification*, 1973.

¹⁶⁹ McKee/Aggarwal, *Edges*, 1975; Barrow/Tenenbaum, *Representation*, 1975; Yakimovsky, *Boundary*, 1976.

Die bisherigen Ansätze, so Nagel, hatten im Groben drei Wege aufgezeigt

- to establish the correspondence between certain segments of a scene and human notions about them by
- incorporating the required knowledge directly into the analyzing algorithm,
- interaction with a human operator,
- accessing a properly initialized data base.¹⁷⁰

Während Lösungen im Umgang mit statischen Bildern aus kontrollierten Experimentalsystemen (wie es ein Blaskammerbild war, oder auch das Bild einer Zelle in einer Petrischale) nicht zuletzt durch den Rückgriff auf menschliche Operateur*innen und durch die Anwendung spezialisierter Programme bereits erste Erfolge verzeichnet hatten, stellte ein Artikel von Steven W. Zucker, Azriel Rosenfeld, and Larry S. Davis (geb. 1949)¹⁷¹ – Forscher des Computer Science Centers der University of Maryland – die Frage nach dem Umgang mit unbekannten und unerwarteten Szenen. Nagel zufolge differenzierten die Autoren zur Lösung dieses Problems zwischen zwei Arten von Modellen: Jene, die unabhängig von der vorliegenden Szene dazu beitragen sollten, das betreffende Material zu analysieren (»general purpose models«), und solche, die auf die Szene zugeschnitten sein sollten.

General purpose models beinhalteten einerseits Modelle für lokale Eigenschaften, die in vielen verschiedenen Szenen auftauchen konnten, darunter beispielsweise Ecken, Linien und Winkel. Darüber hinaus aber sollten sie Wissen darüber enthalten, wie sich diese Eigenschaften zueinander verhielten und wie sie zu komplexeren »Aggregaten« gruppiert werden könnten, um mit ihrer Hilfe im weiteren Verlauf auf Objekte im Bild zu schließen. Die Auslagerung der spezifischen Modelle in eine Datenbank sollte bei wechselnden Szenen ermöglichen, die allgemeinen Modelle beizubehalten und lediglich die spezifischen Modelle anzupassen – »and the appropriate choice might even be guided by the information extracted with the help of scene independent knowledge.«¹⁷²

Der heute für seine richtungsweisende Veröffentlichung¹⁷³ aus dem Jahr 1982 bekannte Forscher David Marr (1945–1980) hatte in den 1970er-Jahren daraus die Schlussfolgerung gezogen, dass als höherwertig eingestuftes Wissen auf diese Art während der ersten Abschnitte des Prozesses nur bei wenigen Entscheidungen zum Tragen kommen und stattdessen eher die Steuerung des Prozesses beeinflussen sollte. Dies wiederum führte Nagel zu der Frage, wie jenes, für die Interpretation von den Ergebnissen einer weitestgehend szenenunabhängigen Analyse einzelner Frames notwendige, szenenspezifische Wissen erworben werden könne. Sein Lösungsansatz lag in dem Versuch, aus einer Video-Sequenz Bilder herauszusuchen, anhand derer die Bewegung eines Objektes ent-

¹⁷⁰ Nagel, *Formation*, 1976, S. 3.

¹⁷¹ Zucker/Rosenfeld/Davis, *Models*, 1975.

¹⁷² Nagel, *Formation*, 1976, S. 3.

¹⁷³ Marr, *Vision*, 1982.



Abb. 7 Zwei von Nagel und seinem Team aufgenommene Frames.

lang des im Bild dargestellten Raumes beschrieben werden konnte. Die Bedingung war, dass sich das Objekt um mindestens seine eigene Körperlänge in eine Bewegungsrichtung fortbewegte.¹⁷⁴

Die »real world«

Folgte man Rosenfelds Aussage zur theoretischen Notwendigkeit einer Referenzbeziehung von einem Bild mit einem Objekt der Außenwelt, oder auch dem Forschungsaufbau bei Nagel, so musste den digitalen Filmaufnahmen zwangsläufig eine sinnlich erfahrbare Außenwelt Modell gestanden haben. Diese im besten Fall bewegten Objekte in der *real world* galt es erst einmal zu finden: Was, wenn nicht die Bläschenfotografien, sollte denn hier beobachtet werden?

Es waren zunächst praktische Erwägungen, die eine Antwort lieferten und die Beobachtung von bewegten Objekten aus der alltäglichen Laborumgebung nahelegten. Zwei Beispielsequenzen dienten als Anschauungsmaterial für den hier zitierten Bericht zur »Formation of an Object Concept by Analysis of Systematic Time Variations in the Optically Perceptible Environment«. Für die erste Variante wurde eine Vidicon-Kamera des Forscher*innenteams aus dem Fenster gerichtet.¹⁷⁵ Dort zu sehen war die Kreuzung vor dem Institutsgebäude in der Hamburger Schlüterstraße (Abb. 7, links zeigt einen Frame der Sequenz) »a sequence obtained by recording a street traffic scene in real-time [...]«¹⁷⁶

¹⁷⁴ Nagel, *Formation*, 1976, S. 6.

¹⁷⁵ Vidicon-Röhren zeichneten sich als analoge Bildwandler dadurch aus, dass das einfallende Licht auf einer Metallbeschichtung der Röhre lokale Ladungsänderungen verursacht, deren Verteilung dem aufgenommenen Bild entspricht. Mithilfe von einem Elektronenstrahl wird diese Ladung zeilenweise abgetastet und als elektrisches Signal codiert. Die abgetasteten Bilder mussten auf einem externen Medium gespeichert werden.

¹⁷⁶ Nagel, *Formation*, 1976, S. 6.

Die belebte Kreuzung zu filmen hatte mehrere Vorteile: Nicht nur entsprachen die dort fahrenden Autos den vorab formulierten Bedingungen, in Form und Größe weitestgehend stabil zu sein, auch waren ihre Bewegungen weniger abrupt und durch die Straßenverkehrsordnung regelgeleitet als die anderer bewegter Akteure in der Außenwelt.¹⁷⁷ Dem wachsenden Individualverkehr war zudem im Laufe der 60er-Jahre durch hohes Unfallaufkommen, schlechte Sicherheitsstandards und Umweltverschmutzung auch politisch Aufmerksamkeit zugekommen.¹⁷⁸ 1967 wurden erstmalig Gelder zu Forschungszwecken seitens des Bundesministeriums für Verkehr ausgezahlt. Ab 1971 unterstützte auch das BMFT Forschungsvorhaben, die sich der Thematik widmeten.¹⁷⁹

Eine zweite Variante lag darin, die Kamera nicht nach außen auf den Verkehr, sondern nach innen zu richten (Abb. 7, rechts). Abgelichtet wurde in diesem Fall eine Mitarbeiterin von Nagel, Ingeborg Heer.¹⁸⁰ Die Abfolge der Bilder erweckte den Eindruck, dass sich die dort sichtbare Person entlang eines Raums von rechts nach links bewegte. Die Bildbeschreibung von Nagel spezifizierte:

Figure 14 shows two frames of a sequence where a young lady walks in front of a blackboard [hier ist einer der beiden Frames in Abb. 7 rechts zu sehen]. Figure 15 [hier Abb. 8 unten links] shows a section of the same size as in figure 2 [hier Abb. 8 oben links]. Applying the segmentation process with the same threshold parameter yields the object-candidate of figure 16 [Abb. 8 unten rechts].¹⁸¹

Das von Nagel vorgestellte Programm war der Frage entsprungen, wie die aufgenommenen »bewegten Objekte« der *real world* als Objekte computergestützt und auf der Grundlage von allgemeinen Modellen erkannt werden könnten. Vorgestellt wurde eine Lösung, die verschiedene Verarbeitungsschritte im Anschluss an die Digitalisierung des Films umfasste – also der Übersetzung der einzelnen Frames in eine 8-bit-Grauwertmatrix: Die Segmentierung des Bildes sollte mithilfe der Untersuchung der Grauwerte Kanten, Ränder, und Linien erzeugen, von denen auf zusammenhängende Regionen im Bild geschlossen werden konnte¹⁸² – Abschnitte »that correspond to objects as perceived by a human observer«. ¹⁸³ Die Umrisse (zu sehen in Abbildung 8, darin Figuren 9 und 16) sind jeweils die ersten von mehreren Darstellungen eines solchen Umrisses, der sich von Bild zu Bild leicht verändert und verschiebt. Anstelle eines Vergleichs der einzelnen Pixel der Frames einer Aufnahme strebten die Autoren an, die aus der Analyse resultierenden Umrisse als Ganze miteinander zu vergleichen und so auf das Objekt zu schließen. Die

¹⁷⁷ Die Straßensequenz wird von Zeitzeug*innen als »Hamburger Taxisequenz« bezeichnet und scheint in den 1970er- und 1980er-Jahren zu einer Referenzsequenz im Bereich Bildverarbeitung geworden zu sein.

¹⁷⁸ Deutscher Bundestag, Bundesbericht, 1972, S. 17.

¹⁷⁹ Schmucki, Verkehrssysteme, 1997, S. 149–151.

¹⁸⁰ Vgl. Interview mit Hans-Hellmut Nagel (Interviewerin Dinah Pfau), 20.08.2020.

¹⁸¹ Nagel, Formation, 1976, S. 9.

¹⁸² Ebd., S. 6; siehe auch Nagel, Experiences, 1976.

¹⁸³ Nagel, Formation, 1976, S. 3.

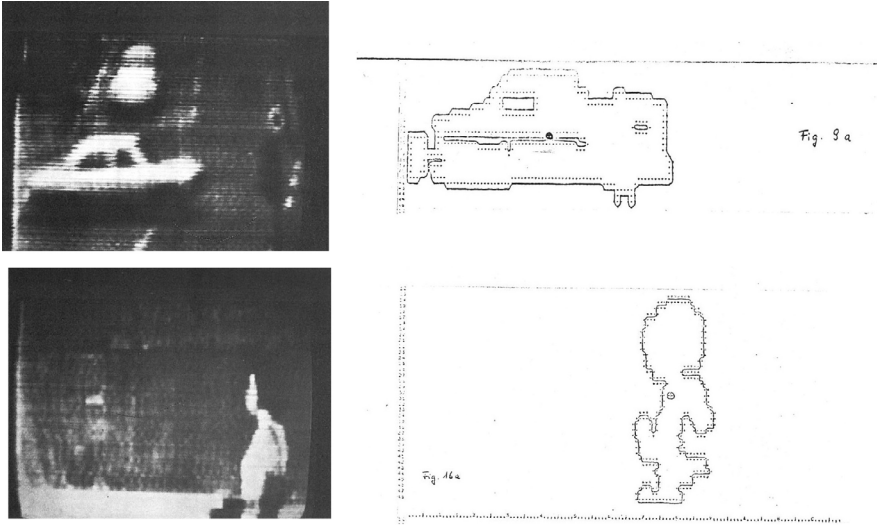


Abb. 8 Von Frames zum Object: zwei Ausschnitte aus Frames und die von Nagel und Team gewonnenen »object candidates«.

zu sehenden Umrisslinien umschrieben dabei sogenannte »object-candidates« und waren entlang der äußeren Bereiche einer Ansammlung von Rasterpunkten gezogen worden, die sich in ihren Grauwerten vom einheitlicheren Rest abhoben. Statt diese einzeln in ihrer Bewegung zu vergleichen, verglich das Programm jene Objektkandidaten, die sich vom Hintergrund abhoben, sich jedoch nicht mit einer Version ihrer selbst überlappten – also ausreichend viele Frames auseinanderlagen. Dies funktionierte nur, insofern der Hintergrund einheitlich genug war und sich deutlich von dem bewegten Objekt abhob. Aus dem Vergleich der Frames ergab sich im Idealfall ein Satz von Regionen, der in ihrer Synthese als »object-candidate« gelten gemacht und in eine Repräsentation des bewegten Objektes überführt werden könne: »If both object-candidates do indeed represent the same moving object one expects to be able to transform them into each other taking appropriate object motion into account.« Ein Objekt bedeutete Nagel zufolge, dass der Algorithmus das Vorhandensein einer »1) single entity of 2) reasonable size 3) moving smoothly and continuously 4) in front of 5) a sufficiently contrasting background«¹⁸⁴ voraussetzte.

Durch das Gruppieren von Grauwerten konnten die sich bewegenden Objekte einer *real world* identifiziert werden. Diese Entscheidung beruhte auf einem Vorgang der Grauwertanalyse, deren vermeintliche Objektivität einen Anspruch der Allgemeingültigkeit des Verfahrens untermauerte. Folglich sollten »assumptions [that] relate to properties

¹⁸⁴ Nagel, *Formation*, 1976, S. 11.

which are to a large extent independent from specific scenes« generalisierbar und allgemein anwendbar sein im Sinne von »components in a general object concept«. ¹⁸⁵ Das beinhaltete auch die Implementierung einer Bedeutungsebene – die »correspondence of certain segments of a scene and human notions about them«. ¹⁸⁶ Der Segmentierung und Objektfindung folgte also, und dies wurde in den 1970er-Jahren häufig als der KI-Anteil betrachtet, die Darreichung des semantischen Gehaltes durch die Verknüpfung von Form (aus Umrissen, Kanten etc.) und »Wissen«.

Durch die Digitalisierung ließen sich diese Aufnahmen für eine umfassende Manipulation und eindeutige Identifizierung – nicht gänzlich ohne Rückgriff auf menschliches Sehen – in Form bringen. Abbildung 8 macht deutlich, inwiefern es der durch die von Nagel eingesetzten Programme geschaffene Datenraum ermöglichte, ein Objekt zu bilden. Dieses konnte sich als solches in der Visualisierung der Ergebnisse ebenso artikulieren wie die Funktionalität der es erzeugenden Programme. Spätestens mit einem genaueren Blick auf die von Nagel gewählten Anwendungsbeispiele wird auch deutlich, dass die – vor allem zum Zwecke des Studiums der Programme aufgenommenen – Sequenzen und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse unauflösbar verknüpft waren mit den Bedingungen und Verfahren des wissenschaftlichen Experimentierens, aus denen sie hervorgegangen waren. ¹⁸⁷ Das Format der Beispiele – darunter die Fenstergröße des Ausschnittes, die Dauer der Aufnahme, die Auflösung und die Anzahl an Bildern – hing von dem apparativen Aufbau und den technischen Möglichkeiten der Aufnahme, Speicherung, Verarbeitung und Wiedergabe ab. Bedingungen, die jedoch, der Informationswissenschaftlerin Johanna Drucker zufolge, durch ihre Visualisierung unsichtbar werden: »paradoxically, the primary effect of visual forms of knowledge production in any medium – the codex book, digital interface, information visualizations, virtual renderings, or screen displays – is to mask the very fact of their visibility, to render invisible the very means through which they function as argument.« ¹⁸⁸

Dies gilt ebenso für die kollektiven Sehgewohnheiten und Interpretationen des Gesehenen. Sie lassen sich weniger den Bildausschnitten selbst, als vielmehr den Bildbeschreibungen dieser entnehmen. Die Einordnungen des dort Sichtbaren als »young lady« und »street traffic scene« beinhalteten bereits die Auswahl dessen, was in den chaotischen Bildern als relevant befunden und wie es gedeutet wurde. Darüber hinaus aber waren diese Inhalte mit Kategorien belegt, die tendenziell den Konventionen von bestimmten Lebens- und Kulturräumen entsprechen und auf spezifische Konzepte von (unter anderem) Geschlecht und Alter bzw. alltäglichem Lebensraum und Mobilität verweisen. Dabei greife das menschliche Sehen auch Ludwik Fleck zu Folge auf einen »Vorrat traditioneller, allgemein anerkannter Gestalten« zurück, die sich über die Zeit in einem kollektiven Aushandlungsprozess als dominant durchgesetzt haben. ¹⁸⁹

¹⁸⁵ Nagel, *Formation*, 1976, S. 2.

¹⁸⁶ Ebd., S. 3.

¹⁸⁷ Rheinberger, *Experimentalsysteme*, 2019, S. 8.

¹⁸⁸ Drucker, *Graphesis*, 2014, S. 10.

¹⁸⁹ Fleck, *Sehen*, 2008, S. 148–149.

Als allgemeine Konzepte sollten die aus den Versuchen abgeleiteten Regeln für die meisten (Sicht-)Probleme Anwendung finden können und dazu beitragen, die Komplexität der *real world* zu bändigen – dies sollte überall und für jede*n gleichermaßen gelten. Auch hier wird deutlich, dass die aufgestellten Regeln für die Identifizierung der *real world* nur aus einer kontrollierten Umgebung abgeleitet werden konnten, die sich durch das Experimentalsystem ergab. Mit Bettina Heintz ließe sich also bemerken, dass diese Modelle zwar beanspruchten, »eine ihnen äußere Welt abzubilden«, ob sie »aber [über] eine von ihren epistemischen Vorleistungen und Verfahren unabhängige Referenz«¹⁹⁰ verfügten, bleibt zu hinterfragen.

Fazit

In drei Abschnitten widmete sich diese Arbeit den Praktiken des Experimentierens mit Bildern, Sequenzen und Daten. Der erste Abschnitt befasste sich mit dem ›richtigen Sehen‹ in Form eines Sehstils, der auch die vorläufige Interpretation des Gesehenen beinhaltete. Der Sehstil diente nicht nur dem Zweck der Wissensproduktion oder ihrer Ökonomisierung, sondern hatte ebenso soziale und ordnende Effekte. Die Aufgabenprofile von den an diesem Prozess der händischen und teil-automatisierten Bildauswertung am DESY beteiligten Personen waren deutlich unterschieden. Neben der nicht zu unterschätzenden Grenzziehung zwischen Ingenieuren, Technikern und Wissenschaftlern wurde hier die sich in der Praxis des Sehens deutlich abzeichnende Unterscheidung zwischen *Scannerin/Physiker* anhand des Sehstils betont. Diese Unterscheidung wurde nicht nur auf der Grundlage der Ausbildung getroffen, sondern korrelierte mit der (binär gedachten) Geschlechtszugehörigkeit einer Person, ihrem sozioökonomischen Hintergrund und den damit verschränkten Stereotypen. Die auch in der Forschungspraxis realisierten Unterscheidungen dienten dabei als Platzanweiser in Kommunikationssituationen am Arbeitsplatz und organisierten den Informationsaustausch – wer, wann und auf welche Art an wen mit welchen Informationen herantreten durfte, entschied sich, jedenfalls formal, an dieser Stelle. Dies galt auch dahingehend, wer auf welche Art zu sehen hatte.

So lässt sich das Sehen hier im Sinne der Physikerin und Philosophin Karen Barad als »eine Tätigkeit – das Inkraftsetzen von Grenzen –, die stets konstitutive Ausschlüsse und daher auch unerläßliche Fragen der Zurechenbarkeit impliziert«,¹⁹¹ verstehen. In der Ausführung dieser Beobachtung geht es nicht darum, die einzelnen Akteur*innen der Diskriminierung von Bevölkerungsgruppen zu überführen. Aufgezeigt hingegen wird, inwiefern epistemische und soziale Praktiken ebenso wie Räume und Gegenstände mit- samt ihren »verknöcherten Wissensbeständen«¹⁹² mit dem Prozess des Erkenntnisgewinns verknüpft sind – das gilt eben auch für das Geschlecht, einer zentralen Kategorie

¹⁹⁰ Heintz, Welterzeugung, 2012, S. 13.

¹⁹¹ Barad, Realismus, 2012, S. 12. Vgl. auch Schürmann, Sehen, 2018, S. 71–73.

¹⁹² Rheinberger, Experimentalsysteme, 2019, S. 25–26.

zur Strukturierung von Alltag und Wissenschaft. Die sich ergebende Arbeitsteilung zwischen Scannerin und Physiker schrieb sich gemeinsam mit den Wissensbeständen in die aus ihnen hervorgehenden apparativen Aufbauten ein.

Im zweiten Abschnitt wird deutlich, dass mit dieser praktischen Grenzziehung zwischen Physiker und Scannerin auch eine Zuschreibung von Tätigkeiten und Fähigkeiten einherging. So war die Beobachtung nunmehr klar weiblich konnotiert und in ihr wurde eine subjektive und damit fehleranfällige Einflussnahme¹⁹³ auf die Messergebnisse ausgemacht. Auszugleichen versuchte man dies durch eingebaute Redundanzen und Erweiterung des apparativen Aufbaus, der mitsamt dem Urteilsvermögen der den Prozess überschauenden Physiker die nötige Objektivität liefern sollte. »Objektivität meint nun«, so beschreiben es auch Heintz und Huber für die Mitte des 20. Jahrhunderts, »nicht mehr eine möglichst subjektfreie Aufzeichnung von Geschehnissen [...], sondern eine durch den Wissenschaftler ausgewählte, geordnete und in gewissem Sinne auch ›gestaltete‹ Wirklichkeit.«¹⁹⁴ Doch bestand die wissenschaftliche Leistung entgegen Heinz und Huber hier nicht mehr »darin, aus den erhobenen Daten das Wesentliche und Interessante herauszufiltern und gleichzeitig alles Zufällig und Unnötige zum Verschwinden zu bringen«.¹⁹⁵ Denn das war die Aufgabe der Scannerinnen. Die arbeitsteilige Organisation und Auslagerung der Mustererkennung machte es vielmehr zur wissenschaftlichen Leistung, den Resultaten der Mustererkennung und Vermessung einen Sinn abzurufen.¹⁹⁶

Dies zeigt sich deutlich in den Versuchen der Automatisierung eben jener Praktiken des Sehens, die zunehmend als einfache Tätigkeit eingeordnet wurden. Beim Einsatz des Scanapparats (dem Hough-Powell-Device) mitsamt den notwendigen Computern wurde die Auswahl der richtigen »Spuren« zu einem zentralen Problem. Um das erlernte und intuitive Erkennen im Sehen des Menschen im weiteren Verlauf technisch abzubilden, wurden die abgetasteten und in maschinenlesbare Form überführten Signale durch die *Road Guidance* erheblichen Rechen- bzw. Transistoroperationen unterworfen. Gleiches galt für die ansonsten im Blick nun algorithmisch erzeugte Synthese der einzelnen Bläschen zu einer Spur. Als Programmabläufe wurden diese Operationen ebenso wie die erzeugten Koordinatensysteme mittels des digitalen Computers als reine Zeichenoperationen realisiert. Diese programmgesteuerte, algorithmische Manipulation von Zeichen setzte voraus, dass ein begrenztes Set von allgemeingültigen, eindeutigen Regeln die jeweiligen Schritte vorgab. Letztere mussten wiederum in maschinenlesbarer Form dargereicht werden. Dafür mussten nicht nur technisch bedingt Scan und Auswertung, sondern alle Schritte des so implementierten maschinellen Blicks in Form von Einzelprozessen realisiert werden.¹⁹⁷

193 Vgl. Heintz/Huber, Auge, 2001, S. 18–20.

194 Ebd., S. 20.

195 Ebd.

196 Ebd.

197 Vgl. Krämer, Lovelace, 2015.

Etwaige Fehlerquellen machte man zumeist außerhalb der Programme in einem mangelhaften Input aus, dessen Hauptursache auch hier in der menschlichen Beteiligung gesehen wurde. Eine wichtige Kontrolle der Qualität erfolgte entsprechend über die Wiederholung des Vormessprozesses. Die programmgesteuerte Überprüfung des Inputs und die Sichtkontrolle waren nur dann hilfreich, wenn die Vorvermessung fehlerfrei war oder ihre Fehler aufgedeckt werden konnten. Für eine weitere Berechnung der möglichen Teilchenreaktionen hätte es den Bildschirm im Falle korrekten Funktionierens der technischen Abläufe also nicht gebraucht; in der Regel war er dafür da, die Ergebnisse und damit die Funktionsfähigkeit der Programme anzuzeigen. So sollten auch der erfolgte Scan und die Auswahl durch die Road Guidance überprüft werden.

Das Sichtgerät ermöglichte darüber hinaus den Vergleich der gescannten und in Koordinaten überführten Bläschenabbildungen mit dem vermessenen Film. Durch diese Nebeneinanderstellung aktualisierten die Scannerinnen weiterhin die Referenzbeziehung der (auf ein zweidimensionales Koordinatensystem projizierten) Daten zum (auf Tische projizierten und vermessenen) Blasenkamerabild. Gegebenenfalls griffen sie korrigierend ein, um die Übereinstimmung beider zu erhöhen. Insofern scheint das abgebildete Koordinatensystem für die Forschenden eine mindestens zweifache Verweisfunktion zu erfüllen: eine rückgewandte Repräsentation der Teilchen entlang ihrer Transformationskette von Spur zu Koordinate und eine Repräsentation der Funktionsweise der Programme. Die visuelle Kommunikation der Zwischenergebnisse war dabei an das menschliche Verstehen gerichtet.

Der dritte Abschnitt wendet sich dem Aufbau eines Informatiklabors zu, das als *trading zone* in vielerlei Hinsicht an die experimentelle Ausrichtung der Teilchenphysik andockte. So blieb die Frage nach der Trennung von Information und Rauschen, von Vorder- und Hintergrund als zentrales Anliegen erhalten. Auch wurde sich der Lösung dieses Problems weiterhin durch die Erkennung von Bläschenbahnen in Bildern – hier lediglich im Sinne von Umrissen anhand von Grauwerten – genähert, jedoch durch den Einsatz neuer Apparate umgedeutet und erweitert. So konnte mit den Möglichkeiten erschwinglicherameratechnik das Auswahlproblem anhand der Hinzunahme des Faktors Zeit ganz anders angegangen werden: Ein Objekt im Vordergrund »bewegte« sich, der Hintergrund blieb starr.

Während Rosenfeld dabei den Anspruch formulierte, dass die verwendeten Bilder auf etwas von Relevanz, auf etwas aus der *real world* verweisen sollten, erfüllten die vorliegenden, aber sinnlich nicht erfahrbaren Signale und Daten diese Forderung zunächst nur bedingt. Die nötige Ähnlichkeit und Beziehung zum Gegenstand musste auf zweierlei Art wiederhergestellt werden: Dies erfolgte visuell über die Abbildung des Videomaterials und den Abgleich mit einer erinnerten/vorgestellten Szene durch einen Menschen. Darüber hinaus wurden die Bilder durch die Identifizierung von Objekten anhand der von Nagel untersuchten allgemeineren Modelle sowie durch den Abgleich mit speziellen Objektmodellen mit dem Gegenstand, den sie abbilden sollten, in Beziehung gesetzt. Letzteres stellte sich für den Forscher Bernd Neumann als der KI-Anteil dar. Diese Modelle aber entsprangen, ebenso wie die Beispielsequenz, dem Forschungsprozess selbst.

Dabei wird deutlich, dass sich der von Rosenfeld geforderte Weltbezug des Bildmaterials nicht nur aus der von ihm angenommenen und durch die menschliche Betrachtung aktualisierten Ähnlichkeitsbeziehung mit der tatsächlich stattgefundenen Handlung speist, sondern ebenso aus der Forschungspraxis mitsamt ihren lokalen, sozialen, technischen, institutionellen und epistemischen Bedingungen. Die Interaktion dieser Dimensionen lässt sich mit dem Technikhistoriker Andreas Fickers als *dispositif*¹⁹⁸ beschreiben. Ein Begriff, der es – in Anlehnung an den französischen Philosophen Jean-Louis Baudry (1930–2015) – erlaubt, »the intrinsic interweaving of the material (technical) basis of media technologies, the spatial and social conditions of interaction with these technologies and the resulting attributions of cultural meaning« zu untersuchen.¹⁹⁹

Den digitalen und auf Bildschirmen optisch realisierten Bildern und Frames scheint also ein, wenn nicht prekärer, dann jedenfalls in seiner Gänze noch ungeklärter Status mit mehrfacher Darstellungsfunktion eigen zu sein. Zwar war das auf diese Art Dargestellte mit etwas Vorwissen durch eine*n menschliche*n Betrachter*in zu erkennen: eine Teilchenspur, eine Straßenecke, eine Person. Doch war es zumindest bei dem im dritten Abschnitt beschriebenen Unterfangen nicht mehr länger das primäre Ziel, die Gegenstände dieser Abbildungen (die Straßenecke und den Verkehr selbst, die Eigenschaften und Funktionsweise der Person an sich) wissenschaftlich zu erforschen. So handelte es sich bei den Beispielsequenzen um einfache Beispiele, gewissermaßen Modellorganismen der Sequenzanalyse, deren Bezug auf die Originalhandlung in der Untersuchung von Nagel und seinem Team nur sekundär war. Der Visualisierung kam insofern eine weitere, wenn nicht sogar wichtigere Funktion zu: die Überprüfung der Funktionsweise der Apparate und Programme sowie die Verknüpfung von der Analyse der abgebildeten Prozesse (Auto fährt, Person geht) und der diese Abläufe erkennenden Programme. Mit Drucker ließe sich diesbezüglich einwenden, dass jedoch auch diese Repräsentationsfunktionen solcher Interfaces keinesfalls ihre primären Eigenschaften darstellten:²⁰⁰ Ganz im Gegenteil liege ihre primäre Funktion darin, unsere Beziehung zur Außenwelt

¹⁹⁸ »In this concept, the materiality of media technologies is logically bound to the social practices and symbolic meanings it co-produces. Technology intrinsically shapes the production, dissemination and perception of our mediated reality, and the narrative and aesthetic conventions that are inscribed into these technologies frame our perception and interpretation of that mediated reality to such a degree, that we can hardly differentiate fiction from faction, representation from reality.« Fickers, *Dispositif*, 2014, S. 46.

¹⁹⁹ Ebd., S. 47.

²⁰⁰ Ein »interface« begreift Drucker als »a constitutive boundary space, not just a place of mechanistic negotiation and exchange among elements.« Interface bedeutet für Drucker einen Grenzbereich (»border zone«), der nicht nur als technisch zu verstehen ist, sondern eine Verbindung zwischen kulturellen Systemen herstellt: »Interface is often defined as an encounter between systems. But that encounter need not be understood mechanistically. It could be understood as ecologically, as border zone between cultural systems, with all the complexity and emergent relations that suggests. [...] Interface is a space of individual and collective subject formation.« Drucker folgt in dieser Aussage Donald D. Hoffmanns *Interface Theory of Perception*. Drucker, *Interface*, 2013, S. 216–217.

zu organisieren und spezifische Handlungsanweisungen zu formulieren: »Our familiarity with metaphors blinds us to their [the interfaces'] nonrepresentational status and their primary function as cues for action.«²⁰¹

Hierbei realisieren sich auch Sehgewohnheiten, die sich gewissermaßen von mehreren Seiten aus in die Wissensdinge und Abbildungen einschrieben: Der apparative Aufbau, angelehnt an die in den ersten Abschnitten beschriebene Experimentalpraxis, war darauf angelegt, in diskretisierten und digitalisierten Signalen distinktive Grauwertbereiche – also Umrisse und dergleichen – auszumachen. Diese Praxis ähnelt stark jenen Aufgaben, welche die Scannerinnen übernommen hatten und die im Verlauf erheblichen Automatisierungsbestrebungen unterworfen wurden. Teile des am DESY praktizierten Sehstils wanderten dergestalt mitsamt ihren Implikationen bis in die Informatik. Und auch die im Untersuchungszeitraum in der Forschung eingesetzten technischen Dinge, zunächst Fotokameras mit Blasenkammerfilmen, später eine Vidicon-Kamera, transportierten im Sinne Rheinbergers »verknöcherte Wissensbestände« und Sehstile.²⁰² Gleichzeitig organisierten diese Geräte die jeweils vorliegenden Experimentalpraktiken und waren an der Herstellung von Wissen und dessen Trägern, darunter auch die Modellsequenzen, beteiligt. In Form von spezifischen Modellen zur Interpretation der in den Sequenzen vermuteten Objekte schlichen sich weitere Sehgewohnheiten ein, die unter dem Begriff der »Künstlichen Intelligenz« einen neuen Anstrich von Objektivität erhielten. Die daraus resultierenden Bilder naturalisierten das Abgebildete. Der apparative Aufwand, die vielzähligen Transformationen und Entscheidungen über Fragen von Sicht- und Unsichtbarkeit als Teile eines Sehstils verschwanden hinter ihnen. Während die subjektive Einflussnahme primär der Scannerinnen und folgend aller beteiligten Menschen bemängelt wurde, verbargen sich kollektiv geprägte Sehstile hinter dem apparativen Aufbau mitsamt Digitalcomputer respektive seiner visuellen Produkte und stellten sich als objektive Verfahren der Beobachtung der Außenwelt dar. Der Aufbau selbst jedoch, ebenso wie die durch ihn realisierten Sehpraktiken, lassen sich mit Fleck als »Ausdruck eines gewissen, bereits entwickelten Stils des Denkens«²⁰³ verstehen. Zieht man Drucker hinzu, lässt sich aus der vorliegenden Arbeit die Notwendigkeit einer ausführlichen Interface-Kritik unter Einbezug der Praktiken des Sehens und Visualisierens in der Produktion und Anwendung von KI-Systemen ableiten.

201 Drucker, *Interface*, 2013, S. 217.

202 Rheinberger, *Experimentalsysteme*, 2019, S. 25–26.

203 Fleck, *Sehen*, 2008, S. 164.

Ausblick auf KI

Hans-Hellmut Nagel erwies sich in den 1970er-Jahren als ein zentraler Akteur für die Institutionalisierung der KI in der Bundesrepublik Deutschland. 1973 richtete Nagel in Hamburg eine internationale Konferenz mit dem Titel »Cognitive Systems« aus, zu der er internationale AI-Forscher*innen einlud. Unter anderem durch die hier aufgebauten Kontakte, ebenso wie durch die Kontakte seines Mitarbeiters Bernd Neumann, war Nagel bereits früh in die internationale AI-Forschung eingebunden. Seine Ressourcen als Lehrstuhlinhaber und Vorsitzender des GI-Fachausschusses 6 »Digitale Verarbeitung kontinuierlicher Signale« nutzend, setzte sich Nagel in Kooperation mit anderen deutschen Akteur*innen für die Etablierung eines KI-Rundbriefes²⁰⁴ und die Gründung einer Fachgruppe für Künstliche Intelligenz in der Bundesrepublik ein. 1975 erfolgte dieses Vorhaben und die Fachgruppe wurde dem Fachausschuss 6 der GI und damit der Leitung Nagels unterstellt. Trotz dieser Aktivitäten verstand Nagel sich selbst nicht zwangsläufig als KI-Forscher.²⁰⁵ Viele Einflüsse und die Zusammenführung verschiedener Ansätze aus der KI-Gemeinschaft mit Bildverarbeitungsmethoden kamen von seinem Mitarbeiter Neumann. Mit Verweis auf den englischen Forschungsbereich »image understanding« betonte Neumann »daß es um das ›Verstehen‹ von Bildern geht und nicht schlechthin um Bildverarbeitung – hier liegt der KI-Aspekt«. Als Eingabedaten für die Ermittlung der »Bedeutung von Bildern mithilfe von exakt definierten Prozessen« sollten »vorzugsweise Bilder unserer natürlichen Umwelt dienen.«²⁰⁶ In solchen Szenen sollten idealerweise nicht mehr nur Objekte, sondern auch komplexere Abläufe und Handlungen computer-gestützt erkannt werden. Dabei wird Neumann zufolge »auch deutlich, daß Bildverstehen im allgemeinen [sic] nicht nur Wissen über Objektformen sondern auch Weltwissen verschiedenster Art erfordern kann«.²⁰⁷

Der Gegenstand des technischen Blicks aber war nicht mehr länger die Petrischale oder die Blaskammerbilder, sondern »pictures of something, which purport to represent a real scene.«²⁰⁸ Entsprachen diese Bilder bzw. Szenen im beschriebenen Zeitraum zwar weiterhin eher einer Form von Modellorganismus, so scheint sich dies gegenwärtig mit der enormen Ausweitung von Produktion und Auswertung von Bilddaten im Alltag signifikant zu verändern.

²⁰⁴ Nagel, Rundbrief, 26.5.1975. Siehe auch UniAH, Best 801 Vorlass Hans-Hellmut Nagel.

²⁰⁵ Interview mit Hans-Hellmut Nagel (Interviewerin Dinah Pfau), 3.9.2021.

²⁰⁶ Neumann, Bildverstehen, 1982, S. 287.

²⁰⁷ Ebd.

²⁰⁸ Rosenfeld, Processing, 1969, S. 148.

Literatur

- : Ein Ingenieur der Fertigungsindustrie denkt in Kurven, Diagrammen und Zeichnungen. Dieses Gerät zeigt ihm sofort, was er sich gedacht hat. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 64 (1969), H. 12, S. 657–663, doi.org/10.1515/zwf-1969-641207.
- Abbate, Janet: *Recording Gender: Women's Changing Participation in Computing*. Cambridge, Mass./London, England 2012.
- Abbate, Janet; Dick, Stephanie (Hrsg.): *Abstractions and Embodiments. New Histories of Computing and Society*. Baltimore 2022.
- Ahrweiler, Petra: *Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs*. Münster 1995.
- Aumann, Philipp: *Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland*. Göttingen 2009.
- Backus, John: *The History of Fortran I, II, and III*. In: *IEEE Annals of the History of Computing* 20 (1998), H. 4, S. 68–78.
- Baird, Davis; Nordmann, Alfred: *Editors' Introduction: Forays into the Trading Zone of Image and Logic*. In: *Perspective on Science* 7 (1999), H. 2 (= Special Issue on Peter Galison's *Image and Logic*; guest editors: Baird, Davis; Nordmann, Alfred), S. 147–150.
- Barad, Karen: *Meeting the Universe Halfway. Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Durham/London 2007.
- Barad, Karen: *Agentieller Realismus. Über die Bedeutung materiell-diskursiver Praktiken*. Berlin 2012.
- Barrow, Harry G.; Tenenbaum, Jay M.: *Representation and Use of Knowledge in Vision*. In: *ACM SIGART Bulletin* (1975), H. 52, S. 2–8.
- Bauer, Friedrich L. (1974): *Was heißt und was ist Informatik?* In: Otte, Michael (Hrsg.): *Mathematiker über die Mathematik*. Berlin/Heidelberg/New York 1974, S. 348–368.
- Bauer, Friedrich L.; Goos, Gerhard: *Informatik. Eine einführende Übersicht*. Berlin/Heidelberg/New York 1971.
- Bibel, Wolfgang: *On the Development of AI in Germany*. In: *KI - Künstliche Intelligenz* 34 (2020), S. 251–258.
- Bibel, Wolfgang; Furbach, Ulrich: *Formierung eines Forschungsgebiets. Künstliche Intelligenz und Intellektik an der Technischen Universität München*. München/Dortmund 2018.
- Blair, W.: *Automation in the Measurement of Bubble Chamber Film*. In: Nikolic, Gordon (Hrsg.): *Methods in Subnuclear Physics. Proceedings of the International School of Elementary Particle Physics, Herceg-Novi*. New York/London/Paris 1970, S. 303–385.
- Blair, W. M. R.; Powell, Brian Williamson: *Bubble Chamber Film Measurement on HPDs at CERN*. In: Powell, Brian Williamson; Lord, David H. (Hrsg.): *Report CERN 70-21. International Conference on Data-Handling Systems in High-Energy Physics 1970*. Geneva 1970, S. 813–824, doi.org/10.5170/CERN-1970-021-V-2.813.
- Boehm, Gottfried: *Zwischen Auge und Hand. Bilder als Instrumente der Erkenntnis*. In: Heintz, Bettina; Huber, Jörg (Hrsg.): *Mit dem Auge denken. Repräsentationsformen in Wissenschaft und Kunst*. Zürich 2001, S. 43–54.
- Boehm, Gottfried: *Was ist ein Bild?* 4. Aufl. München 2006.
- Boehm, Gottfried; Mitchell, William J. T.: *Pictorial versus Iconic Turn: Two Letters*. In: *Culture, Theory and Critique* 50 (2009), H. 1–2, S. 103–121.
- Böhme, Hartmut: *Das Unsichtbare. Medien-geschichtliche Annäherungen an ein Problem neuzeitlicher Wissenschaft*. In: Krämer, S. (Hrsg.): *Performativität und Medialität*. München 2004.
- Bösch, Frank (Hrsg.): *Wege in die digitale Gesellschaft. Computernutzung in der Bundesrepublik 1955–1990*. Göttingen 2018.
- Bredenkamp, Horst; Schneider, Birgit; Dünkel, Vera (Hrsg.): *Das Technische Bild: Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*. Berlin 2012.
- Brown, Laurie M.; Hoddeson, Lillian (Hrsg.): *The Birth of Particle Physics*. Cambridge 1983.
- Brown, Laurie M.; Hoddeson, Lillian; Dresden, Max (Hrsg.): *Pions to Quarks. Particle Physics in the 1950s: Based on a Fermilab Symposium*. Cambridge 1989.

- Bundesminister für Bildung und Wissenschaft (Hrsg.): Zweites Datenverarbeitungsprogramm der Bundesregierung. Bonn 1971.
- Burmester, Ralph: Die vier Leben einer Maschine. Das 500 MeV Elektronen-Synchrotron der Universität Bonn. Göttingen 2010.
- Campbell-Kelly, Martin u. a.: Computer: A History of the Information Machine. 3. Auflage. Boulder, CO 2014.
- Cortada, James W.: Why Historians Should Pay More Attention to the Social Histories of Objects and What They Can Learn From These. In: IEEE Annals of the History of Computing 44 (2022), H. 3, S. 87–90, doi.org/10.1109/MAHC.2022.3193591.
- Coy, Wolfgang: Was ist Informatik? Zur Entstehung des Faches an den deutschen Universitäten. In: Desel, Jörg (Hrsg.): Das ist Informatik. Berlin/Heidelberg 2001, S. 1–22.
- Crary, Jonathan: Techniques of the Observer. In: October 45 (1988), S. 3–35.
- : Suspensions of Perception: Attention, Spectacle, and Modern Culture. London 1999.
- Crawford, Kate: Atlas of AI. Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence. New Haven/London 2021.
- Cubitt, Sean: The Practice of Light. A Genealogy of Visual Technologies from Prints to Pixels. Cambridge, Mass. 2014.
- Daston, Lorraine: Die Quantifizierung der weiblichen Intelligenz. In: Tobies, Renate (Hrsg.): Aller Männerkultur zum Trotz. Frauen in Mathematik und Naturwissenschaften. Frankfurt/New York 1997, S. 81–96.
- Deutscher Bundestag: Bundesbericht Forschung III BMWf. Bonn 1969.
- : Bundesbericht Forschung IV. Bonn 1972.
- Deutsches Elektronen-Synchrotron: Tätigkeitsbericht des Direktoriums DESY für die Rechnungsjahre 1960 und 1961 Deutsches Elektronen-Synchrotron. Hamburg 1962.
- : Bericht des Direktoriums für die Geschäftsjahre 1962 und 1963 Deutsches Elektronen-Synchrotron. Hamburg 1964.
- : Wissenschaftlicher Bericht der Gruppen im Forschungsbereich 1964 Deutsches Elektronen-Synchrotron. Hamburg 1965.
- : Jahresbericht 1966 Deutsches Elektronen-Synchrotron. Hamburg 1967.
- Drucker, Johanna: Reading Interface. In: PMLA 128 (2013), H. 1, S. 213–220.
- : Graphesis. Visual Forms of Knowledge Production. Cambridge, Mass. 2014.
- Duda, Richard O.; Hart, Peter E.: Pattern Classification and Scene Analysis. New York/London 1973.
- Echterhölter, Anna; Schröter, Jens; Sudmann, Andreas: How is Artificial Intelligence Changing Science? Research in the Era of Learning Algorithms. 2021, <https://medRxiv.org/28pnx/> (13.6.2023), doi.org/10.33767/osf.io/28pnx.
- Ensmenger, Nathan L.: The Computer Boys Take Over: Computers, Programmers, and the Politics of Technical Expertise. Cambridge, Mass./London, England 2012.
- Fickers, Andreas: The Emergence of Television as a Conservative Media Revolution: Historicising a Process of Remediation in the Post-War Western European Mass Media Ensemble. In: Journal of Modern European History 10 (2012), H. 1, S. 49–75.
- : »Neither good, nor bad; nor neutral«: The Historical Dispositif of Communication Technologies. In: Schreiber, Martin; Zimmermann, Clemens (Hrsg.): Journalism and Technological Change: Historical Perspectives, Contemporary Trends. Frankfurt 2014, S. 30–52.
- Fickers, Andreas; Oever, Annie: Doing Experimental Media Archaeology. Theory. Berlin/Boston 2022, <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/96521> (8.8.2023).
- Fleck, Ludwik: Schauen, sehen, wissen [1947]. In: Fleck, Ludwik; Schäfer, Lothar; Schnelle, Thomas (Hrsg.): Erfahrung und Tatsache: Gesammelte Aufsätze. 3. Auflage. Frankfurt am Main 2008, S. 149–175.
- Fleck, Ludwik: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. 13. Auflage. Frankfurt am Main 2021.
- Foucault, Michel: Die Geburt der Klinik: Eine Archäologie des ärztlichen Blicks. 2. Auflage. Frankfurt am Main 1976.

- Galison, Peter: Fortran, Physics, and Human Nature. In: Nye, Mary Joe; Richards, Joan L.; Stuewer, Roger H.: *The Invention of Physical Science. Intersections between Mathematics, Theology and Natural Philosophy Since the Seventeenth Century. Essays in Honor of Erwin N. Hiebert*. Dodrecht 1992, S. 225–260, doi.org/10.1007/978-94-011-2488-1_10.
- : *Image and Logic. A Material Culture of Microphysics*. Chicago 1997.
- : *Reflections on Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. In: *Perspectives on Science* 7 (1999), H. 2 (= Special Issue on Peter Galison's *Image and Logic*; guest editors: Baird, Davis; Nordmann, Alfred), S. 255–284, doi.org/10.1162/posc.1999.7.2.255.
- : *Material Culture, Theoretical Culture, and Delocalization*. In: Schramm, Helmar; Schwarte, Ludger; Lazardzig, Jan (Hrsg.): *Collection-Laboratory-Theater: Scenes of Knowledge in the 17th Century*. Berlin/New York 2005, S. 490–506.
- Gorman, Michael E.: Levels of Expertise and Trading Zones: A Framework for Multidisciplinary Collaboration. In: *Social Studies of Science* 32 (2002), H. 5–6, S. 933–938, doi.org/10.1177/030631270203200511.
- Gugerli, David: *Wie die Welt in den Computer kam: Zur Entstehung digitaler Wirklichkeit*. Frankfurt am Main 2018.
- Gugerli, David; Orland, Barbara (Hrsg.): *Ganz normale Bilder: historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit*. Zürich 2002.
- Gugerli, David; Zetti, Daniela: Computergeschichte als Irritationsquelle. In: Heßler, Martina; Weber, Heike (Hrsg.): *Provokationen der Technikgeschichte. Zum Reflexionszwang historischer Forschung*. Paderborn 2019, S. 193–228.
- Habfast, Claus: *Großforschung mit kleinen Teilchen. Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY 1956–1970*. Berlin/Heidelberg 1989, doi.org/10.1007/978-3-642-86884-9.
- Haigh, Thomas; Ceruzzi, Paul E.: *A New History of Modern Computing*. Cambridge, Massachusetts 2021.
- Hall, Dennis: A General Explanation of HAZE Including Differences between LRL, BNL, and CERN. In: Howie, J. M. u. a. (Hrsg.): *Report CERN 63-34. Programming for HPD and Other Flying-Spot Devices*. Held at the Collège de France, Paris on 21-23 August, 1963. Geneva 1963, S. 7–16, doi.org/10.5170/CERN-1963-034.7.
- Hashagen, Ulf: *Rechner für die Wissenschaft: »Scientific Computing« und Informatik im deutschen Wissenschaftssystem 1870–1970*. In: Hashagen, Ulf; Hellige, Hans-Dieter (Hrsg.): *Rechnende Maschinen im Wandel: Mathematik, Technik, Gesellschaft*. München 2011, S. 111–152.
- Heintz, Bettina: *Welterzeugung durch Zahlen. Modelle politischer Differenzierung in internationalen Statistiken, 1948–2010*. In: *Soziale Systeme* 18 (2012), H. 1-2, S. 7–39.
- Heintz, Bettina; Huber, Jörg (Hrsg.): *Mit dem Auge denken. Repräsentationsformen in Wissenschaft und Kunst*. Zürich 2001.
- Heinze, Thomas; Hallonsten, Olof; Heinecke, Steffi: *From Periphery to Center. Synchrotron Radiation at DESY*. In: *Historical Studies in the Natural Sciences* 45 (2015), H. 3, S. 447–492, doi.org/10.1525/hsns.2015.45.3.447.
- Hentschel, Klaus (Hrsg.): *Unsichtbare Hände. Zur Rolle von Laborassistenten, Mechanikern, Zeichnern u.a. Amanuenses in der physikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit*. Diepholz/Stuttgart/Berlin 2008.
- : *Lichtquanten: Die Geschichte des komplexen Konzepts und mentalen Modells von Photonen*. Berlin 2017.
- Hess, Johannes: *Die Automatisierung des Lesens. Lesemaschinen in der Briefpostautomation ca. 1960–2000 als eine Geschichte der Digitalisierung*. In: *Technikgeschichte* 89 (2023), H. 4, S. 303–324, doi.org/10.5771/0040-117X-2022-4.
- Heßler, Martina: *Bilder zwischen Kunst und Wissenschaft. Neue Herausforderungen für die Forschung*. In: *Geschichte und Gesellschaft* 31 (2005), H. 2, S. 266–292.
- : *Von der doppelten Unsichtbarkeit digitaler Bilder*. In: *zeitenblicke* 5 (2006), H. 3, o. S., <https://www.zeitenblicke.de/2006/3/Hessler/> (13.6.2023).

- : Der Erfolg der »Dummheit«. Deep Blues Sieg über den Schachweltmeister Garri Kasparov und der Streit über seine Bedeutung für die Künstliche-Intelligenz-Forschung. In: *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 25 (2017), S. 1–32.
- Heßler, Martina; Mersch, D. (Hrsg.): *Logik des Bildlichen: Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2015.
- Hicks, Marie: *Programmed Inequality. How Britain Discarded Women Technologists and Lost its Edge in Computing*. Cambridge, Massachusetts/London, England 2017.
- Homborg, Michael: Who is Leading Innovation? German Computer Policies, the »American Challenge« and the Technological Race of the 1960s and 1970s. In: *Media in Action. Interdisciplinary Journal on Cooperative Media* (2017), H. 1, S. 93–114, doi.org/10.25969/mediarep/16238.
- Hough, P. V. C.; Powell, B. W.: A Method for Faster Analysis of Bubble Chamber Photographs. In: *Il Nuovo Cimento* 18 (1960), H. 6, S. 1184–1191, doi.org/10.1007/BF02733175.
- Kline, Ronald R.: *The Cybernetics Moment: Or Why We Call Our Age the Information Age*. Baltimore 2015.
- Kowarski, Lew: Introduction. In: Powell, Brian Williamson u. a. (Hrsg.): *Report CERN 63-34. Programming for HPD and other Flying-spot Devices*. Held at the Collège de France, Paris on 21-23 August, 1963. Geneva 1963, S. 1–6, doi.org/10.5170/CERN-1963-034.1.
- Kraepelin, Emil: *Die Arbeitskurve*. In: *Philosophische Studien* 19 (1902), S. 459–507.
- Krämer, Sybille: *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*. Darmstadt 1988.
- (Hrsg.): *Ada Lovelace. Die Pionierin der Computertechnik und ihre Nachfolgerinnen*. Paderborn 2015.
- Krämer, Sybille; Bredekamp, Horst (Hrsg.): *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003.
- Latour, Bruno: Der Pedologenfaden von Boa Vista. In: Rheinberger, Hans-Jörg; Hagner, Michael; Wahrig-Schmidt, Bettina (Hrsg.): *Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur*. Berlin 1997, S. 213–264.
- Light, Jennifer S.: When Computers Were Women. In: *Technology and Culture* 40 (1999), H. 3, S. 455–483.
- Mahoney, Michael S.: The Histories of Computing(s). In: *Interdisciplinary Science Reviews* 30 (2005), H. 2, S. 119–135, doi.org/10.1179/030801805X25927.
- Manovich, Lev: *The Engineering of Vision. From Constructivism to Computers*. Diss. University of Rochester, 1993.
- Marr, David: *Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. San Francisco 1982.
- McCorduck, Pamela: *Machines Who Think. A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence*. 2. Auflage. Natick, Mass. 2004.
- McKee, James W.; Aggarwal, Jagdishkumar K.: Finding the Edges of the Surfaces of Three-Dimensional Curved Objects by Computer. In: *Pattern Recognition* 7 (1975), H. 1–2, S. 25–52.
- Mitchell, William John Thomas: What Do Pictures »Really« Want? In: *October* 77 (1996), S. 71–82.
- Mück, H. J. u. a.: Experiences with coupled computers to control an HPD. In: Lord, David H.; Powell, Brian Williamson (Hrsg.): *Report CERN 70-21. International Conference on Data-Handling Systems in High-Energy Physics*. Vol. II. Cambridge, 23.–25. März 1970. Geneva 1970, S. 721–727, doi.org/10.5170/CERN-1970-021-V-2.721.
- Mullaney, Thomas Shawn u. a. (Hrsg.): *Your Computer is on Fire*. Cambridge Massachusetts 2020.
- Müller, Florian u. a.: Projektvorstellung. IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure. Eine Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland. In: *Technikgeschichte* 88 (2021), H. 2, S. 213–222, doi.org/10.5771/0040-117X-2021-2-213.
- Nagel, Hans-Hellmut: Automatische Vermessung von Blasenkammerbildern mit Hilfe gekoppelter Digitalrechner. Forschungsbericht des BMBW-FK k 71-11 bei der Zentralstelle für Atomkernenergie Dokumentation. Leopoldshafen 1971.

- : Experiences with Yakimovsky's Algorithm for Boundary and Object Detection in Real World Images. Bericht 23 Institut für Informatik Uni Hamburg. Hamburg 1976.
- : Formation of an Object Concept by Analysis of Systematic Time Variations in the Optically Perceptible Environment. Bericht 27 Institut für Informatik Uni Hamburg. Hamburg 1976.
- : Formation of an Object Concept by Analysis of Systematic Time Variations in the Optically Perceptible Environment. In: Computer Graphics and Image Processing 7 (1978), H. 2, S. 149–194, [doi.org/10.1016/0146-664X\(78\)90111-9](https://doi.org/10.1016/0146-664X(78)90111-9).
- Nagy, George: Analogue Memory Mechanisms for Neural Nets. Diss. Cornell University, 1962.
- : State of the Art in Pattern Recognition. In: Proceedings of the IEEE 56 (1968), H. 5, S. 836–863.
- NDR: Bau des Elektronensynchrotron DESY in Hamburg. Sendung: Norddeutsche Geschichte(n) vom 2.4.1964, https://www.ndr.de/geschichte/ndr_retro/Bau-des-Elektronensynchrotron-DESY-in-Hamburg,norddeutschegeschichte380.html (16.8.2023).
- Neumann, Bernd: Bildverstehen. In: Bibel, Wolfgang; Siekmann, Jörg H. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Berlin/Heidelberg/ New York, 1982, S. 285–382.
- Nilsson, Nils J.: The Quest for Artificial Intelligence. A History of Ideas and Achievements. Cambridge/New York 2010.
- Olazaran, Mikel: A Sociological Study of the Official History of the Perceptrons Controversy. In: Social Studies of Science 26 (1996), H. 3, S. 611–659, doi.org/10.1177/030631296026003005.
- Penn, Jonathan: Inventing Intelligence: On the History of Complex Information Processing and Artificial Intelligence in the United States in the Mid-Twentieth Century. Diss. University of Cambridge, 2021, doi.org/10.17863/CAM.63087.
- Pfau, Dinah; Piel, Helen: Vernetzte Künstliche Intelligenz. Frühe bundesdeutsche KI-Forschung von den 1960er bis Ende der 1980er Jahre. In: Pfau, Dinah (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Perspektiven auf epistemische, praktische und historiographische Herausforderungen. Stuttgart (im Erscheinen).
- Pias, Claus: Maschinen/lesbar. Darstellung und Deutung mit Computern. In: Matthias Bruhn (Hrsg.): Darstellung und Deutung. Die Bildmedien der Kunstgeschichte. Weimar 2000, S. 125–144.
- Pickering; Andrew: The Mangle of Practice. Time, Agency, and Science. Chicago 1995.
- : Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics. Chicago 2008.
- : The World since Kuhn. In: Social Studies of Science 42 (2012), H. 3, S. 467–473.
- Pieper, Christine: Das »Überregionale Forschungsprogramm Informatik« (ÜRF). Ein Beitrag zur Etablierung des Studienfachs Informatik an den Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland (1970er und 1980er Jahre). In: Technikgeschichte 75 (2008), H. 1, S. 3–32, doi.org/10.5771/0040-117X-2008-1-3.
- : Hochschulinformatik in der Bundesrepublik und der DDR bis 1989/1990. Stuttgart 2009.
- Lawrence Berkeley National Laboratory (Hrsg.): Proceedings of an International Conference on Instrumentation for High-Energy Physics. Held at the Lawrence Radiation Laboratory, Berkeley, 12-14 Sept. 1960. Berkley/New York/London 1960, <https://escholarship.org/uc/item/80p1f500> (16.9.2023).
- Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): Informatikforschung in Deutschland. Berlin/Heidelberg 2008.
- Rheinberger, Hans-Jörg: Rezente Wissenschaft und ihre Erforschung. Das Beispiel Mikrobiologie. In: Medizin Historisches Journal 41 (2006), H. 41, S. 187–199.
- : Epistemologie des Konkreten. Studien zur Geschichte der modernen Biologie. Frankfurt am Main 2019.
- : Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas. 3. Auflage. Göttingen 2019.
- : Spalt und Fuge. Eine Phänomenologie des Experiments. Berlin 2021.
- Rojas, Raúl; Hashagen, Ulf (Hrsg.): The First Computers. History and Architectures. Cambridge, Mass 2002.
- Rosenblatt, Frank: The Perceptron. A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain. In: Psychological review 65 (1958), H. 6, S. 386–408.

- Rosenfeld, Azriel: Picture Processing by Computer. In: ACM Computing Surveys (CSUR) 1 (1969), H. 3, S. 147–176.
- Rosenfeld, Azriel; Kak, Avinash C.: Digital Picture Processing. New York 1982.
- Schmucki, Barbara: Individualisierte kollektive Verkehrssysteme und kollektivierte individuelle Verkehrssysteme. Die Vision von Neuen Technologien zur Lösung der Verkehrsnot der Städte in den 1970er Jahren. In: Dienel, Hans-Liudger (Hrsg.): Geschichte der Zukunft des Verkehrs. Verkehrskonzepte von der frühen Neuzeit bis zum 21. Jahrhundert. Frankfurt, Main u. a. 1997, S. 147–169.
- Schneider, Birgit: Computersehen. Elemente einer Medienarchäologie der Computer Vision und ihrer Sehstörungen. In: Pias, Claus; Huber, Martin; Krämer, Sybille (Hrsg.): Wovon sprechen wir, wenn wir von Digitalisierung sprechen? Gehalte und Revisionen zentraler Begriffe des Digitalen. Frankfurt am Main 2020.
- Schnettler, Bernt; Pötzsch, Frederik S.: Visuelles Wissen. In: Schützeichel, Reiner (Hrsg.): Handbuch Wissenssoziologie und Wissensforschung. Konstanz 2007, S. 472–484.
- Schröter, Jens: Das Ende der Welt. Analoge vs. digitale Bilder – mehr und weniger ›Realität‹? In: Schröter, Jens; Böhnke, Alexander (Hrsg.): Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung. Bielefeld 2004, S. 335–354, doi.org/10.25969/mediarep/2685.
- : Cultures of Pattern Recognition in Particle Physics. Preliminary Remarks. Preprint 2021, <https://mediarxiv.org/4vqj3/download?format=pdf> (16.8.2023).
- Schröter, Jens; Böhnke, Alexander (Hrsg.): Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Bielefeld 2004, doi.org/10.14361/9783839402542.
- Schürmann, Eva: Sehen als Praxis. Ethisch-ästhetische Studien zum Verhältnis von Sicht und Einsicht. 2. Auflage. Frankfurt am Main 2018.
- Seising, Rudolf: The Emergence of Fuzzy Sets in the Decade of the Perceptron. Lotfi A. Zadeh's and Frank Rosenblatt's Research Work on Pattern Classification. In: Mathematics 6 (2018), H. 7 (= Special issue: Fuzzy Mathematics), S. 227–246, doi.org/10.3390/math6070110.
- Siekmann, Jörg H.: Künstliche Intelligenz. Von den Anfängen in die Zukunft. In: Cyranek, Günther; Coy, Wolfgang (Hrsg.): Die maschinelle Kunst des Denkens. Perspektiven und Grenzen der Künstlichen Intelligenz. Wiesbaden 1994, S. 11–40.
- Spitzer, H.: DESY F1-4. Photoproduktion von ρ^0 -Mesonen in einer Wasserstoffblasenkammer bei Photonenenergien bis zu 5.8 GEV. Diss. DESY/Universität Hamburg 1967.
- : »Unsichtbare Hände« bei DESY. In: Hentschel, Klaus (Hrsg.): Unsichtbare Hände. Zur Rolle von Laborassistenten, Mechanikern, Zeichnern u. a. Amanuenses in der physikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Diepholz/Stuttgart/Berlin 2008, S. 243–267.
- Sprenger, Florian: Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher environments. Bielefeld 2019.
- Staley, Kent: Golden Events and Statistics. What's Wrong with Galison's Image/Logic Distinction? In: Perspectives on Science 7 (1999), H. 2 (= Special Issue on Peter Galison's Image and Logic; guest editors: Baird, Davis; Nordmann, Alfred), S. 196–230.
- Star, Susan Leigh; Griesemer, James R.: Institutional Ecology »translations« and Boundary Objects. Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39. In: Social Studies of Science 19 (1989), H. 3, S. 387–420.
- Tanner, Jakob: Wirtschaftskurven. Zur Visualisierung des anonymen Marktes. In: Gugerli, David; Orland, Barbara (Hrsg.): Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit. Zürich 2002, S. 129–158.
- Tatarchenko, Ksenia: The Computer Does Not Believe in Tears. In: Kritika: Explorations in Russian and Eurasian History 18 (2017), H. 4, S. 709–739.

- Tobies, Renate (Hrsg.): *Aller Männerkultur zum Trotz. Frauen in Mathematik und Naturwissenschaften*. Frankfurt/New York 1997.
- Wheaton, Bruce R.: *The tiger and the Shark. Empirical Roots of Wave-Particle Dualism*. Cambridge 1991.
- : *Wave-Particle Duality. A Modern View*. In: Greenberger, Daniel; Hentschel, Klaus; Weinert, Friedel (Hrsg.): *Compendium of Quantum Physics. Concepts, Experiments, History and Philosophy*. Berlin/Heidelberg 2009, S. 835–840.
- White, Howard S.: *An Automatic Scanning System for Bubble Chambers*. In: Benot, Michel; Elliott, B. (Hrsg.): *Report CERN 62-37. Informal Meeting on Track Data Processing. CERN 19th July, 1962. Geneva 1962*, S. 33–43, doi.org/10.5170/CERN-1962-037.33.
- : *Pattern Recognition in Bubble Chambers*. In: *Proceedings of SPIE 10 (1967) (= Computerized Imaging Techniques)*, S. 146–159, doi.org/10.1117/12.946706.
- Wolff, Siegfried: *Blasenbildung und Blasenwachstum in einer mit Wasserstoff und Deuterium gefüllten Blaskammer*. Diss. Universität Hamburg, 1969.
- Yakimovsky, Yoram: *Boundary and Object Detection in Real World Images*. In: *Journal of the ACM* 23 (1976), H. 4, S. 599–618.
- Zemanek, Heinz: *Was ist Informatik?/What is Computer Science*. In: *it - Information Technology* 13 (1971), H. 4, S. 157–161.
- Zucker, Steven W.; Rosenfeld, Azriel; Davis, Larry S.: *General-Purpose Models. Expectations About the Unexpected*. In: *ACM SIGART Bulletin* (1975), H. 54, S. 7–11, doi.org/10.1145/1045247.1045249.

Vom Entscheidungsverfahren zur Mensch-Maschine-Interaktion. Gerd Veenkers Arbeiten zum automatischen Beweisen

Rudolf Seising



Nur der größte Optimist wird davon träumen, daß wir eines Tages der Maschine die Frage stellen: »Ist die Riemannsche Vermutung richtig?« und die Maschine wird am anderen Morgen kurz und bündig mit »Ja« antworten; auf Wunsch wird ein Stapel Papier als Beweisprotokoll mitgeliefert. Wenn nun dieses Ziel utopisch ist, wo stehen wir heute?¹

Einleitung

Was ist ein Theorem? – Theoreme sind Aussagen, die als Lehrsätze in einer Theorie gelten. In den wissenschaftlichen Disziplinen werden gewisse Theoreme als gültig angenommen. Dazu müssen sie aus den Axiomen der Theorie, die als gültig vorausgesetzt werden, abgeleitet, also logisch gefolgert worden sein.

Warum sind die Axiome einer Theorie unbewiesen gültig? – Wäre ein Axiom aus den anderen Axiomen logisch ableitbar, dann wäre es für die Axiomatisierung der Theorie überflüssig. An die Axiomensysteme mathematischer Theorien wird daher die Bedingung der Unabhängigkeit der Axiome (voneinander) gestellt.

Die unbewiesene Gültigkeit der Axiome anzunehmen bedeutet, auf einen inhaltlichen Wahrheitsbegriff zu verzichten. Der deutsche Mathematiker David Hilbert (1862–1943) begründete die mathematische Beweistheorie daher auf der *Definition* der »Wahrheit« von Aussagen eines Axiomensystems als dessen Widerspruchsfreiheit. Mathematische Theoreme zu beweisen, heißt also nicht, sie als inhaltlich »wahr«, sondern als widerspruchsfrei nachzuweisen.

Alle Theoreme einer Theorie sollen aus ihren Axiomen logisch abgeleitet, also bewiesen werden können. Wenn das der Fall ist, dann heißt das Axiomensystem vollständig.

Im Allgemeinen enthalten Theoreme nicht nur eine Aussage, sondern auch alle ihre Interpretationen; damit sind sie eine sogenannte logische Form und ihre Interpretationen werden auch Modelle genannt. Eine aussagenlogische Form ist beispielsweise $p \rightarrow (q \vee \neg q)$ (aus p folgt, dass q oder nicht q gilt) und ein Modell dieser Form ist die Aussage »Kräht der Hahn heut' auf dem Mist, dann ändert sich die Politik, oder sie bleibt, wie sie ist.« Ein anderes Modell davon ist die Aussage »Wenn die Schlange das Kaninchen frisst, dann ändert sich das Wetter oder es bleibt, wie es ist.« Beide Aussagen sind Modelle der logischen Form $p \rightarrow (q \vee \neg q)$.²

Nur wenn alle Modelle einer logischen Form den Wahrheitswert »wahr« zugeordnet bekommen, ist die logische Form allgemeingültig. Ob also auch einer logischen Form

¹ Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 173.

² Die Beispiel-Modelle habe ich entnommen aus Hoyningen-Huene, Logik, 1998.

selbst der Wahrheitswert »wahr« zugeordnet werden kann, hängt davon ab, ob alle ihre Modelle wahr sind. Dies zu entscheiden, nennt man das Entscheidungsproblem dieser Formel.

Für die Aussagenlogik ist das Entscheidungsproblem gelöst, denn es gibt Verfahren (Algorithmen), die in endlich vielen Schritten für jede aussagenlogische Formel die Entscheidung, ob sie allgemeingültig ist oder nicht, herbeiführen.³ Für die Prädikatenlogik existiert allerdings kein solcher Algorithmus und es kann ein solches Verfahren auch prinzipiell nicht geben. Für die Prädikatenlogik ist das Entscheidungsproblem damit ein echtes Problem!

Ein Beweis eines Theorems ist eine Kette logischer Folgerungen von Axiomen oder schon als gültig angenommener Aussagen, die zu diesem Theorem führen. Wann welche Inferenzregeln benutzt werden sollten, um einen Beweis zu finden, ist nicht von vornherein klar, darum wird dabei womöglich probiert und sukzessive korrigiert. Mit etwas Glück ist dieses Vorgehen erfolgreich, wenn das Theorem überhaupt beweisbar ist.

Die Beweissuche ist das »experimentelle Denken« der Mathematiker*innen. Sie braucht als solche Kreativität und Intuition. In diesem Sinne warnte der Mathematiker Armand Borel (1923–2003) schon 1981 in einem Vortrag über »Mathematik, Kunst und Wissenschaft« vor falschen Auffassungen dieser Tätigkeit:

Man soll sich gar nicht vorstellen, daß der Mathematiker ganz logisch und systematisch verfährt. Oft tappt er ganz im dunkeln [sic], weiß gar nicht, ob er eine gewisse Behauptung beweisen oder widerlegen sollte, und wesentliche Ideen fallen ihm manchmal ganz unerwartet ein, sogar ohne daß er nachher einen klaren logischen Weg zurück zu früheren Überlegungen sehen kann. Wie im Fall eines Komponisten oder Künstlers sollte man dann von Inspiration sprechen. Was der Mathematiker findet, ist auch manchmal so unerwartet, daß er fast mit Rodin sagen könnte, er wußte, was er suchte, erst, nachdem er es gefunden hatte.⁴

Hans-Jörg Rheinberger hat dies so beschrieben:

Das Forschungsexperiment ist darauf angelegt, etwas zum Vorschein kommen zu lassen, von dem man noch keine genaue Vorstellung hat, aber ohne wenigstens eine vage Vorstellung von etwas zu haben, kann man andererseits auch nicht von etwas Neuem überrascht werden.⁵

Das mathematische Beweisen ist also eine offene epistemische Praktik: Mit jedem Schritt können Variationen versucht und neue Wege eingeschlagen werden. Auf diese Weise

³ Ein solches Verfahren wird im Abschnitt »Anfänge des computerisierten Beweisens in der Bundesrepublik Deutschland« vorgestellt.

⁴ Borel, Mathematik, 1982, S. 20–21.

⁵ Rheinberger, Experiment, 2012, S. 12–13.

produzieren Mathematiker*innen neues mathematisches Wissen und die Beweissuche kann als ein »epistemisches Ding« im Sinne Rheinbergers aufgefasst werden, das sich im Verlauf der Untersuchung zu einem »technischen Objekt« entwickeln kann. Steht dann der gefundene Beweis geschrieben da, so kann er für weitere Beweissuchen nützlich sein. So vollzieht sich mathematische Arbeit zwischen Beweissuche und Beweis in einer Spannung, die Rheinberger als »gebändigten Überschuss« bezeichnete. Der Mediziner und Biologe François Jacob (1920–2013) sprach in einem ähnlichen Kontext von einem »jeu des possibles«.⁶ Borel nannte das denkerische Suchen nach Beweisen ein Experimentieren »im Kopf oder mit Papier und Feder«.⁷ Letztere nannte er die »intellektuellen Werkzeuge«, er verwies aber auch auf neue Werkzeuge, derer sich Mathematiker*innen seit etwa der Mitte des 20. Jahrhunderts bedienen konnten, »nämlich die elektronischen Rechenmaschinen«, die »dieser experimentellen Seite der Mathematik eine neue Dimension gegeben« haben.⁸

Können solche Beweise maschinell, auch ohne menschliches Zutun geführt werden? – Computer können als »logische Maschinen« aufgefasst werden.⁹ Denn alle logischen Aussagenverknüpfungen können durch elektrische Schaltkreise repräsentiert werden, wie der amerikanische Mathematiker Claude Elwood Shannon (1916–2001) schon 1938 in seiner Masterarbeit zeigte. Die Idee, mit Computerprogrammen Beweise mathematischer Theoreme zu konstruieren, ließ nicht mehr lange auf sich warten. Bereits in den 1950er-Jahren entstand dazu das Programm »Logic Theorist«,¹⁰ das von Herbert Simon und Alan Newell bei der »Dartmouth Summer School on Artificial Intelligence« vorgestellt wurde.¹¹ Es war ein erster Schritt in ein Forschungsgebiet, das heute zur »Artificial Intelligence« (AI) bzw. im Deutschen zur »Künstlichen Intelligenz« (KI) gezählt wird. Welche Ergebnisse haben die Forschungen zu solchen »Automatischen Theorembeweisern« insbesondere in der Bundesrepublik zu verzeichnen und welche epistemischen Erkenntnisse lassen sich daraus ableiten?

Die ersten Theorembeweiser wurden in den 1950er-Jahren für die großen von-Neumann-Computer in den USA geschrieben.¹² Relativ schnell haben sich daraufhin zwei Forschungsrichtungen entwickelt. Die eine sucht Beweise mit Hilfe des Computers, indem sie das Beweisen menschlicher (und darum nicht rein logisch vorgehender) Mathematiker*innen nachahmt. Die andere erlaubt keinerlei Abweichung von deduktiv-logischen Schlussweisen. Bei der ersten gehe es um die »Simulation psychischer Vorgänge beim Aufgabenlösen«, die deshalb von dem chinesisch-amerikanischen Logiker, Mathematiker und Philosophen Hao Wang (1921–1995) »psychozentrisch« genannt wurde. Die andere war »Teil der Untersuchungen zur praktischen Mechanisierung in der Mathe-

6 Rheinberger, *Evolution*, 1999, S. 226.

7 Borel, *Mathematik*, 1982, S. 29.

8 Ebd.

9 Zu logischen Maschinen siehe Tarján, *Maschinen*, 1962; Zemanek, *Entwicklung*, 1987.

10 Simon/Newell/Shaw, *Logic*, 1956.

11 Das Programm wurde von ihrem Mitarbeiter John Clifford Shaw geschrieben.

12 Simon/Newell/Shaw, *Logic*, 1956; Wang, *Mathematics*, 1960; Dunham/Fridshal/Sward, *Program* 1960.

matik, die darauf abzielen, die Rechenanlagen zu einem Instrument der mathematischen Forschung und Lehre zu machen«. Diese Richtung wird »logozentrisch« genannt, schrieb der Physiker und Linguist Helmut Otto Schnelle (1932–2015) in einem Bericht zum Thema »Künstliche Intelligenz – Stand der Forschungen« im Jahre 1966.¹³ Beide Wege wurden auch in Westdeutschland beschritten, zunächst von dem Tübinger Mathematiker und Rechenzentrumsangestellten Gerd Veenker (1936–1996), bald darauf auch von seinen Schüler*innen in Bonn, sowie anderenorts von Wolfgang Bibel (geb. 1938) in München und Jörg Siekmann (geb. 1941) in Karlsruhe und Kaiserslautern. Das Automatische Beweisen war auch in der Bundesrepublik ein frühes Teilgebiet der Forschungen zur Künstlichen Intelligenz.

In diesem Beitrag stehen die Arbeiten von Veenker im Fokus der Betrachtung. Schon als Student hatte er sich für dieses Gebiet interessiert und im Tübinger Rechenzentrum dazu Programme geschrieben; in seiner Diplomarbeit realisierte er 1963 auf dieser Rechenanlage ein Entscheidungsverfahren für den Aussagenkalkül und in seiner Dissertation ein Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül. Diese Arbeiten stehen im Mittelpunkt dieses Beitrags über die Geschichte der Künstlichen Intelligenz in Deutschland, denn damit war Veenker der erste deutsche Wissenschaftler, der seine Forschungen diesem KI-Teilgebiet widmete. Seine Einsichten in die Verfahrensweisen des computerisierten Theorembeweisens geben zu epistemische Betrachtungen Anlass, die auf die Notwendigkeit einer Mensch-Maschine-Interaktion verweisen. Darüber hinaus war er sowohl maßgeblich an der Etablierung der Künstlichen Intelligenz als Forschungsgebiet beteiligt, wie zum Ende dieses Beitrags dargelegt wird. Zunächst sollen aber die Anfänge des Beweisens mathematischer Theoreme – menschlich und automatisch – skizziert werden, die weit zurück in die Vor-Computer-Zeit reichen.

Logisch-mathematisches Beweisen und seine Automatisierung

Die gesamte Mathematik (und mit ihr die Logik) als ein System von widerspruchsfreien Axiomen zu begründen, war seit etwa 1920 Hilberts Forschungsprogramm. Dass es sich nicht durchführen ließ, zeigte Kurt Gödel (1906–1978) mit seinem 1930 veröffentlichten Unvollständigkeitssatz.¹⁴ Trotz seines Scheiterns war das »Hilbertprogramm« für die Mathematik wichtig, denn seither werden der Mathematik formale Axiomensysteme zugrunde gelegt. Die formalen Regelsysteme, nach denen aus gegebenen Aussagen weitere Aussagen logisch abgeleitet werden, heißen Kalküle. Auf eine Logik selbst angewandte Kalküle werden Logikkalküle genannt. Die von Hilbert selbst angegebenen Kalküle werden Hilbertkalküle genannt; darunter fällt auch der von ihm und Paul Bernays (1888–1977) 1934 im Werk »Grundlagen der Mathematik« angegebene, besonders bekannt gewordene.¹⁵

¹³ Ungeheuer u. a., Intelligenz, 1966, S. 47.

¹⁴ Gödel, Sätze, 1931.

¹⁵ Hilbert/Bernays, Grundlagen, 1934.

Hilbert war zu Beginn des 20. Jahrhunderts davon überzeugt, dass jedes mathematische Problem gelöst werden könne und dass es lediglich eine Frage des mathematischen Wissens und Könnens der Mathematiker*innen sei, bis für jede mathematisch-theoretische Aussage, die sich für solche Probleme formulieren lässt, entschieden werden könne, ob sie wahr oder falsch ist. Damit wäre prinzipiell auch jedes mathematische Theorem oder eben sein Gegenteil beweisbar.

Diese Überzeugung von der Lösbarkeit eines jeden mathematischen Problems ist uns ein kräftiger Ansporn während der Arbeit, wir hören in uns den steten Zuruf: Da ist das Problem, suche die Lösung. Du kannst sie durch reines Denken finden, denn in der Mathematik gibt es kein Ignorabimus.¹⁶

Da Gödel allerdings einige Jahre später bewies, dass es innerhalb einer axiomatisierten mathematischen Theorie unentscheidbare Aussagen gibt, kann nicht für alle Aussagen, die aus dieser Theorie heraus gebildet werden können, gesagt werden, ob sie wahr oder falsch sind. Solange nicht klar ist, ob eine entsprechende Aussage allgemeingültig ist, handelt es sich bei ihr um eine Vermutung. Wenn sie bewiesen wurde, kann sie ein Theorem genannt werden.

Der in Jena als Honorarprofessor wirkende deutsche Mathematiker und Philosoph Friedrich Ludwig Gottlob Frege (1848–1925) hatte in seinem 1879 erschienenen Werk »Begriffsschrift« eine formale Sprache geschaffen, die im Wesentlichen die moderne formale Prädikatenlogik zweiter Stufe umfasste,¹⁷ mitsamt dem Identitätsbegriff und damit auch der Möglichkeit, formale Beweise zu führen.¹⁸ Freges »Begriffsschrift« sollte – so der Untertitel des Buchs – »[e]ine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens« sein. 1884 veröffentlichte Frege dann mit den »Grundlagen der Arithmetik« sein Werk, in dem er auch große Teile der Mathematik durch formale Logik ausdrückte. Dem damals neuen Zugang, alle mathematischen Gesetze mit Hilfe formal-logisch formulierter Axiome und Schlussregeln herzuleiten, verschrieben sich auch Bertrand Russell (1872–1970) und Alfred North Whitehead (1861–1947) in ihrer mehrbändigen »Principia Mathematica« aus den Jahren 1910–1913, die 1927 in einer überarbeiteten zweiten Auflage erschien.¹⁹

Der polnische Mathematiker, Logiker und Philosoph Mojżesz Presburger (1904–1943) gehörte der Lemberg-Warschauer Logiker-Schule an. Als Student besuchte er Alfred Tarskis (1901–1983) Vorlesung im Studienjahr 1927/28, als dieser ein Axiomensystem für die Additionstheorie 1. Ordnung der natürlichen Zahlen präsentierte und seine Hörer*innen nach einem Beweis für dessen Vollständigkeit fragte. Im darauffolgen-

¹⁶ Hilbert, Probleme, 1900, S. 262.

¹⁷ Die Prädikatenlogik zweiter Stufe geht über die Prädikatenlogik erster Stufe hinaus, indem sie auch über alle Relationen zu quantifizieren erlaubt.

¹⁸ Frege, Begriffsschrift, 1879.

¹⁹ Russel/Whitehead, Principia, 1925/1927.

den Mai 1929 löste Presburger dieses Problem.²⁰ Doch in den Augen Tarskis genügte dies nicht zur Dissertation Presburgers. Das Ergebnis ging deswegen in Presburgers Masterarbeit ein. Die später so genannte »Presburger Arithmetik« ist eine Prädikatenlogik 1. Stufe, die – anders als Guisepe Peanos (1858–1932) Arithmetik – lediglich eine Addition, aber keine Multiplikationsverknüpfung hat. Die beiden Peano-Axiome zur Festlegung der Multiplikation gibt es hier nicht. Obgleich er den Begriff der Entscheidbarkeit nicht benutzte, sondern seine Arbeit in der Begrifflichkeit der Vollständigkeit formuliert hatte, konnte Presburger zeigen, dass die Theorie der natürlichen Zahlen mit Addition und Gleichheit entscheidbar ist. Er gab auch einen Algorithmus zur Bestimmung der Wahrheit oder Falschheit eines gegebenen Theorems in dieser Sprache an.

Das weltweit erste Computerprogramm zum Beweis mathematischer Sätze wurde von dem Mathematiker und Sohn polnischer US-Einwanderer Martin Davis (1928–2023) 1954 für den JOHNNIAC-Vakuumröhrencomputer am IAS in Princeton geschrieben und hängt unmittelbar mit der Presburger Arithmetik zusammen.²¹ Davis hatte am City College in New York, unter dem Einfluss von Emil Leon Post (1897–1954), Mathematik studiert und promovierte im Jahre 1950 bei Alonzo Church (1903–1955) an der Princeton University.²² Er ging für ein Jahr als Research Instructor an die University of Illinois at Urbana-Champaign und wurde 1951 Programmierer am fertiggestellten Rechner ORDVAC der University of Illinois. Von 1952 bis 1954 war er Gast am IAS in Princeton, wo er das Programm des Presburger-Algorithmus konstruierte, von dem er später sagte, es »bestand sein großer Triumph darin, zu beweisen, dass die Summe von zwei geraden Zahlen gerade ist.«²³

1958 entwickelte der chinesisch-amerikanische Mathematiker, Logiker und Philosoph Hao Wang (1921–1995) bei IBM das erste logikorientierte Programm zum automatischen Beweisen und in den darauffolgenden vier Jahren in den Bell-Labs weitere Versionen davon. Diese Systeme konnten über 350 (relativ einfache) Sätze aus der *Principia Mathematica* beweisen.

Als 1959 beim ersten »World Computer Congress« eine »Proving of Logical Propositions« genannte Untersektion der Sektion »Pattern Recognition and Machine Learning« stattfand, wurden weitere Theorembeweiser vorgestellt:²⁴ Newell, Shaw und Simon berichteten über ihr »general problem-solving program«,²⁵ der Kanadier Paul Carl Gilmore (1925–2015) sprach über sein »program for the production from axioms, of

²⁰ Presburger, Vollständigkeit, 1930.

²¹ Davis, Program, 1957.

²² Davis, Theory, 1950.

²³ Davis, History, 2001, S. 6.

²⁴ Dies war die von der UNESCO vom 15. bis 20. Juni 1959 in Paris ausgerichteten 1st International Conference on Information Processing, bei der ebenfalls unter Schirmherrschaft der UNESCO die Gründung der International Federation for Information Processing (IFIP) 1960 als gemeinnützige Nichtregierungsorganisation beschlossen wurde, die als Dachorganisation für viele nationale Informatikgesellschaften dient. Mitgründer und erster Präsident war Isaac Levin Auerbach (1921–1992). Der Sitz befindet sich in Laxenburg (Österreich).

²⁵ Newell/Shaw/Simon, Report, 1960.

proofs for theorems derivable within the first order predicate calculus«, ²⁶ Herbert Leo Gelernter (1929–2015) über die »Realization of a geometry theorem proving machine« ²⁷ und B. Dunham, R. Fridshal und G. L. Sward über »A non-heuristic program for proving elementary logical theorems«, ²⁸

Anders als die Aussagenlogik ist die sehr viel ausdrucksfähigere Prädikatenlogik nicht entscheidbar, wie 1936 von Alonzo Church ²⁹ und Alan Turing (1912–1954) ³⁰ bewiesen wurde. Wilhelm Friedrich Ackermann (1896–1962), Dieter Klaua (1930–2014) ³¹ und János Surányi (1918–2006) ³² konnten in den 1950er-Jahren jedoch zeigen, ³³ dass es entscheidbare Unterklassen der Prädikatenlogik gibt. Wenn Theoreme – als logische Formeln selbst komplexerer Art ausgedrückt – einer Theorie aus einer dieser entscheidbaren Unterklassen entstammen, dann können diese von Algorithmen auf ihre Gültigkeit hin überprüft und bewiesen werden.

Anders ist es bei Theorien, die in der Sprache der gesamten Prädikatenlogik 1. Stufe formuliert sind. Hier müsste zum Beweis eines Theorems die Allgemeingültigkeit der entsprechenden prädikatenlogischen Formel gezeigt werden. Wegen der prinzipiellen Unentscheidbarkeit des Prädikatenkalküls kann es aber keinen Algorithmus geben, der hier die Allgemeingültigkeit jeder prädikatenlogischen Formel beweist. Für einzelne Formeln kann ein solches Entscheidungsverfahren allerdings existieren.

Ackermann hatte eine Liste derjenigen Formelklassen der Prädikatenlogik 1. Stufe erstellt, für die es eine Entscheidungsmethode gibt. Dafür wurde nun nach effektiven Entscheidungsalgorithmen gesucht, die als Computerprogramme realisiert wurden, z. B. im Jahre 1963 von Hao Wang ³⁴ und ein Jahr später von seiner Doktorandin, der amerikanischen Mathematikerin Joyce Barbara Friedman (1928–2018). ³⁵ Diese hatte schon im Jahr zuvor ein Semi-Entscheidungsverfahren in ihrer Dissertation vorgestellt, in dem für alle Formeln, die zu einer der entscheidbaren Klassen gehören, nach endlich vielen Schritten diese Entscheidung auch erreicht wird. Für die Formeln, die keiner entscheidbaren Klasse angehören, terminiert das Verfahren im Allgemeinen auch, allerdings nicht unbedingt mit einer Antwort.

Ob beliebige prädikatenlogische Formeln entschieden werden können oder nicht, war nicht vorhersehbar. Falls es sich um eine allgemeingültige Formel handelt, so würde sich ein Beweis der Allgemeingültigkeit in endlich vielen Schritten einstellen. Im Fall einer nicht allgemeingültigen Formel würde dagegen das angewandte Verfahren nicht

²⁶ Gilmore, Program, 1960.

²⁷ Gelernter, Realization, 1960.

²⁸ Dunham/Fridshal/Sward, Program, 1960.

²⁹ Church, Note, 1936.

³⁰ Turing, Numbers, 1937.

³¹ Klaua, Behandlung, 1955.

³² Surányi, Reduktionstheorie, 1959.

³³ Ackermann, Cases, 1954.

³⁴ Wang, Theorems, 1960; Wang, Theorems, 1961.

³⁵ Friedman, Program, 1963. Im Jahre 1965 erschien ihre Dissertation: Friedman, Decision, 1965.

terminieren. Zu nennen sind hier die Arbeit von Paul Carl Gilmore (1925–2015), die dieser in der schon genannten Sitzung des IFIP-Kongress 1959 vortrug,³⁶ sowie jene von dem schwedischen Philosophen Dag Hjalmar Prawitz (geb. 1936), seinem Vater Hakan Axel Prawitz (1901–1994) und Neri Voghera.³⁷ Auch Hao Wangs Arbeit zur »mechanischen Mathematik«, die großes Aufsehen erregte, weil sein Programm alle Theoreme der ersten beiden Kapitel aus der »Principia Mathematica« jeweils binnen weniger Minuten bewies, gehört in diese Klasse.³⁸ Später, als komplexere Formeln an der Reihe waren, konnte Wangs Programm nicht so erfolgreich fortfahren, denn die Kombinatorik verhielt sich exponentiell.

Neue Versuche wurden nötig, um diese Schwierigkeiten zu beherrschen. Sie kamen von Martin Davis in einer 1963 publizierten Arbeit.³⁹ Auch Dag Prawitz suchte 1960 in »An Improved Proof Procedure« nach möglichen Erleichterungen,⁴⁰ ebenso wie Dunham, Fridshal und North⁴¹ und schließlich Lawrence »Larry« T. Wos (1930–2020), Daniel Carson und George Robinson.⁴²

1965 formulierte John Alan Robinsons (1930–2016) das sogenannte Resolutionsprinzip.⁴³ Damit wird versucht, mittels eines Algorithmus aus der Verneinung der Formel einen logischen Widerspruch abzuleiten, und es gibt nur eine einfache Inferenzregel. Robinsons Resolutionskalkül führte zu einer »Logik-Euphorie« in der Artificial Intelligence-Szene.

Auch in der westdeutschen KI-Forschung kann das Automatische Theorembeweisen als Marker für deren Beginn angesehen werden. Die Arbeiten von Wolfgang Bibel, Jörg Siekmann und deren Arbeitsgruppen in München und Kaiserslautern bzw. Karlsruhe wurden weltweit verfolgt. Am Anfang der deutschen Entwicklungen stand aber Gerd Veenker, der zunächst in Tübingen und später in Bonn zum automatischen Beweisen forschte.

Anfänge des computerisierten Beweisen in der Bundesrepublik Deutschland

In Tübingen, an die Eberhard-Karls-Universität, wurde im Jahre 1955 der Mathematiker Bruno Baron von Freytag-Löringhoff (1912–1996) zum Professor für Philosophie berufen. Der »Baron«, wie er »de facto genannt« wurde,⁴⁴ hatte sich zeitlebens für die Mög-

³⁶ Gilmore, Program, 1960.

³⁷ Prawitz/Prawitz/Voghera, Proof, 1960.

³⁸ Wang, Mathematics, 1960.

³⁹ Davis, Proofs, 1963. Davis war stark von Post beeinflusst, promovierte bei Church und wurde zu einem der bedeutendsten Logiker überhaupt.

⁴⁰ Prawitz, Proof, 1960.

⁴¹ Dunham/Fridshal/North, Mathematics, 1962.

⁴² Wos/Carson/Robinson, Preference, 1964; Wos/Robinson/Carson, Efficiency, 1965.

⁴³ Robinson, Logic, 1965.

⁴⁴ Hoering, Lebenslauf, o. D.

lichkeiten der modernen Computer interessiert. Nachdem in den 1970er-Jahren die Idee des Microcomputers bzw. des persönlichen Computers aufgekommen war und der »PC« in den 1980er-Jahren sowohl als Gerät als auch als Bezeichnung eine Revolution ausgelöst hatte, beschäftigte er sich in den 1980er-Jahren mit Programmierungen von Anwendungen »für einen kleinen Tischcomputer«. ⁴⁵ »Seit 1970 läuft in Tübingen ein Computerprogramm, das ständig verbessert wurde,« schrieb Freytag-Löringhoff in seinem letzten zu Lebzeiten publizierten, wenig mehr als 100 Seiten umfassenden Büchlein »Neues System der Logik«. Es beinhaltete einen Anhang von 36 Seiten über »Computerprogramme und Beispiele« zur »Anwendung der Logik auf dem Computer«. ⁴⁶ Das waren BASIC- bzw. FORTRAN- oder später Pascal-Programme, die als »Tübinger Logik« als »DOS-Anwendungen, die über eine Batch-Datei LOGIK.BAT in einem Rahmen zusammengefasst sind«, bekannt wurden. ⁴⁷ So übersetzten er und seine Mitarbeitenden ihre »Symbolik in eine einfache Zahlensprache, die der Computer versteht, und lassen ihn darin zu unseren Zeichenregeln analoge verwenden.« ⁴⁸

Den Personal-Computer-Zeiten voraus gingen die Jahre der Großrechenanlagen und der Rechenzentren und einige Logiker*innen, Mathematiker*innen und Philosoph*innen dachten daran, nicht mehr nur theoretische Beweistheorie zu treiben, sondern mit Hilfe der Rechenanlagen aktiv nach Beweisen mathematischer Theoreme zu suchen. ⁴⁹ So publizierte die Zeitschrift für philosophische Forschung im Sommer des Jahres 1970 »Eine vorläufige Mitteilung« Freytag-Löringhoffs »Über ein Verfahren, Theorien und dergleichen mit Hilfe des Computers logisch zu untersuchen« ⁵⁰ und er begann seinen Bericht ungewöhnlich – heute würde man sagen, er habe sich als »digitaler Immigrant« geoutet:

Dank verständnisvoller Hilfe leitender Herren im Tübinger Zentrum für Datenverarbeitung und der schwungvollen Mitarbeit eines jungen Kommilitonen konnte der Verfasser kürzlich beginnen, einen alten Plan zu realisieren, nämlich seine Art, Logik zu betreiben, einem Computer beizubringen und so einerseits diese Logik auf Herz und Nieren zu prüfen und andererseits ihre praktischen Möglichkeiten für die Anwendung über menschlich mögliches Maß hinaus auszudehnen. ⁵¹

In der Fußnote erweist sich einer der »leitenden Herren« als Dr. rer. nat. Gerd Veenker, der damals dem Tübinger ZDV (Zentrum für Datenverarbeitung) angehörte, so der neue Name des vorherigen Rechenzentrums der Universität Tübingen, das bis zum Mai 1968 noch eine Abteilung des hiesigen Mathematischen Instituts gewesen war. ⁵²

⁴⁵ von Freytag-Löringhoff, System, 1985

⁴⁶ Beide Zitate entnommen aus Titelei in: von Freytag-Löringhoff, System, 1985.

⁴⁷ Siehe zur »Tübinger Logik«: Otte, Tübingen, o. D.

⁴⁸ von Freytag-Löringhoff, System, 1985, S. XV.

⁴⁹ Zum Beispiel auch der Münsteraner Logiker Gisbert Hasenjaeger (1919–2006).

⁵⁰ von Freytag-Löringhoff, Mitteilung, 1970.

⁵¹ von Freytag-Löringhoff, Mitteilung, 1970, S. 443.

⁵² Ott, Tätigkeit, 2003.

Das Tübinger Universitätsrechenzentrum war im Mai 1958 auf Betreiben des Mathematikers Prof. Dr. Erich Kamke (1890–1961) eingerichtet worden. Geleitet wurde es von dessen früheren Doktoranden Karl Longin Zeller (1924–2006) seit seiner Berufung im Jahre 1960 auf den eigens geschaffenen Lehrstuhl für »Mathematik der Hochleistungsrechenanlagen«. In diesem Jahr begann Veenker sein Studium der Mathematik und Physik, zunächst in Hamburg und München. Schließlich wechselte er nach Tübingen, wo er sich auch bald für die dortige Rechenanlage begeisterte. Mit seinem Kommilitonen Frieder Schwenkel (1933–2012)⁵³ teilte er schon damals das Interesse an der Programmierung von Rechenanlagen für nicht-numerische Berechnungen, insbesondere zum Schachspiel und zum Beweisen logischer Theoreme.

Die beiden Studenten hatten von Zeller die Erlaubnis erhalten, auf dem Transistorrechner Siemens 2002 zu programmieren. Dieser Rechner der 2. Generation, wie man sagte, war im Astronomischen Institut aufgestellt worden.⁵⁴ Veenker nutzte dieses Privileg, um Beweise allgemeingültiger Sätze der Aussagen- und der Prädikatenlogik zu finden. Zu diesem Thema schrieb er bei Zeller auch seine Diplomarbeit. Deren Ergebnisse stellte Veenker 1963 kurz vor ihrer Fertigstellung in der von Karl Steinbuch (1917–2005), dem Karlsruher Professor für Nachrichtentechnik und Pionier der Kybernetik, in Westdeutschland organisierten »10. Karlsruher Lerntagung« im Vortrag »Ein Entscheidungsverfahren für den Aussagenkalkül und seine Realisation in einem Rechenautomaten« vor. Das Manuskript wurde in den von Helmar Gunter Frank (1933–2013), dem Professor für Informationswissenschaft (später für Kybernetik) an der Pädagogischen Hochschule Berlin, herausgegebenen »Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft« abgedruckt.⁵⁵ Fast wortgleich war auch der Titel von Veenkers Diplomarbeit,⁵⁶ die er wie folgt begann:

Mit der zunehmenden Verwendung elektronischer Rechenmaschinen für die Lösung auch nichtnumerischer Probleme entstand die Frage in wieweit es möglich sei, die Mathematik zu mechanisieren, etwa eine Rechenmaschine so zu programmieren, daß sie den Beweis eines mathematischen Satzes aus vorgegebenen Axiomen findet.⁵⁷

Entscheidungsverfahren sind in der Logik Algorithmen, mit denen festgestellt wird, ob in einer formalisierten Theorie T ein gegebener Ausdruck α Element einer bestimmten Menge W ist. Wenn W die Menge der wahren Aussagen von T ist, wird durch diesen Algorithmus also entschieden, ob α wahr oder falsch ist.

⁵³ Schwenkel wurde später (1. Juli 1973 – 31. März 1996) Professor für Informatik an der Universität Hamburg. Siehe dazu auch das Spiegel-Gespräch mit Hoimar von Ditfurth in Harenberg, Computer, 1979.

⁵⁴ Ott, Tätigkeit, 2003.

⁵⁵ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963b.

⁵⁶ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963a.

⁵⁷ Ebd., S. 1.

Für die Aussagenlogik ist das Entscheidungsproblem gelöst. Als mathematische Theorie ist sie vollständig und widerspruchsfrei (konsistent), also kann für jede Aussage im Kalkül durch einen Algorithmus entschieden werden, ob sie innerhalb des Kalküls beweisbar ist.

Eine Methode, die der Philosoph Ludwig Wittgenstein (1889–1951) im *Tractatus logico-philosophicus* einführte, ist die Wahrheitwerttafel-Methode:⁵⁸ Darin werden alle möglichen Zuordnungen der zwei möglichen Wahrheitswerte (w: wahr, f: falsch) zu den aussagenlogisch nicht weiter zerlegbaren Teilaussagen einer Gesamtaussage zusammengesetzt. Die Wahrheitswerte der Gesamtaussage ergeben sich unter den jeweiligen Zuordnungen. Wenn diese für alle Zuordnungen den Wert w hat, ist die Gesamtaussage wahr. So zeigt Tabelle 1 die klassischen Aussagenverknüpfungen (Funktoren) von Aussagenvariablen p und q: »nicht p« ($\neg p$), »nicht q« ($\neg q$), »p und q« ($p \wedge q$), »p oder q« ($p \vee q$), »wenn p dann q« (Implikation, $p \rightarrow q$), »nur wenn p, dann q« (Replikation, $p \leftarrow q$), »genau dann p, wenn q« (Äquivalenz, $p \leftrightarrow q$), wobei p und q Aussagenvariablen sind. Ganz rechts steht zudem eine Gesamtaussage, die ein Theorem ist, wie der Wahrheitswert w für alle möglichen Fälle zeigt:

p	q	$\neg p$	$\neg q$	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$p \leftarrow q$	$p \leftrightarrow q$	$\neg q \vee p$	$(p \rightarrow q) \leftrightarrow \neg q \vee p$
w	w	f	f	w	w	w	w	w	w	w
w	f	f	w	f	w	f	w	f	f	w
f	w	w	f	f	w	w	f	f	w	w
f	f	w	w	f	f	w	w	w	w	w

Tabelle 1 Wahrheitwerttafel der klassischen aussagenlogischen Verknüpfungen.

Die andere Entscheidungsmöglichkeit in der Aussagenlogik ist die Umrechnung einer Aussage in ihre konjunktive Normalform: Das ist eine Kette von Konjunktionen (»und«-Verknüpfungen), deren Konjunktionsglieder nur aus Disjunktionen (»oder«-Verknüpfungen) von einfachen (negierten oder nicht-negierten) Variablen bestehen. Jede aussagenlogische Formel lässt sich zu einer ihr äquivalenten konjunktiven Normalform umformen. Eine konjunktive Normalform ist allgemeingültig, wenn in jedem ihrer Konjunktionsglieder zu mindestens einer Variablen auch deren Negation steht. Dann handelt es sich also um ein Theorem.

Andererseits kann jede Aussage auch in eine zu ihr äquivalente disjunktive Normalform umgewandelt werden: Das ist eine Kette von Disjunktionen (»oder«-Verknüpfungen), deren Disjunktionsglieder nur aus Konjunktionen (»und«-Verknüpfungen) von

⁵⁸ Wittgenstein, *Tractatus*, 1922.

einfachen (negierten oder nicht-negierten) Variablen besteht. Eine disjunktive Normalform ist widerspruchsvoll, wenn in jedem ihrer Disjunktionsglieder zu mindestens einer Variablen auch deren Negation steht. Beide Normalformen können noch weiter modifiziert werden:

Eine konjunktive Normalform heißt halbreduziert, wenn in keinem ihrer Konjunktionsglieder gleichzeitig eine Variable mit ihrer Negation steht. Sie heißt vollreduziert, wenn darüber hinaus keines ihrer Konjunktionsglieder ein Teil eines anderen ist.

Eine disjunktive Normalform heißt halbreduziert, wenn in keinem ihrer Disjunktionsglieder gleichzeitig eine Variable mit ihrer Negation steht. Sie heißt vollreduziert, wenn darüber hinaus keines ihrer Disjunktionsglieder ein Teil eines anderen ist.

Veenkers Entscheidungsverfahren für den Aussagenkalkül

Gerd Veenker arbeitete für seine Diplomarbeit ein Entscheidungsverfahren für die Aussagenlogik aus und beschrieb ein Programm zu dessen Realisierung auf der Tübinger Rechenanlage Siemens 2002. In seiner Arbeit ging er von zwei elementaren Sätzen der Aussagenlogik aus:

Satz 1: Eine Formel ist genau dann allgemeingültig, wenn ihre (halb) reduzierte konjunktive Normalform leer ist.

Satz 2: Eine Formel ist genau dann inkonsistent, wenn ihre (halb) reduzierte disjunktive Normalform leer ist.

Zum Verständnis der folgenden Argumentation wird noch folgende Definition gebraucht:

Definition: Sei F eine Formel, dann heißt die kleinste (nicht weiter zerlegbare) in F enthaltene Aussage eine Atomformel.

Beispiel:

$$\begin{array}{c}
 (((P \vee Q) \wedge \neg (P \wedge Q)) \leftrightarrow (P \leftrightarrow \neg Q)) \\
 \underbrace{\hspace{1.5cm}} \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}} \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\
 ((R \wedge \neg S) \leftrightarrow T) \\
 \underbrace{\hspace{2.5cm}} \\
 (U \leftrightarrow T) \\
 \underbrace{\hspace{3.5cm}} \\
 F
 \end{array}$$

Abb. 1 Eine Formel, ihre Teilformeln und Atomformeln.

Für sein Beweisverfahren kehrte Veenker das Vorgehen mit der Wertetafel um:

Wenn wir etwa eine Formel F auf Erfüllbarkeit prüfen wollen, machen wir die Annahme, F habe den Wert w bei irgendeiner Interpretation der Aussagenvariablen (welche wir aber nicht im voraus [sic] kennen). Von dieser Annahme können wir dann auf die Wahrheitswerte der Unterformeln von F schließen: hat etwa F die Form $A \wedge B$, so müssen unter der Annahme, daß F wahr ist, auch A und B wahr sein. Auf diese Weise wird der gleiche Schluß angewandt, usf. bis hin zu den Atomformeln; und falls es gelingt, diese ohne Widerspruch zu bewerten (also ohne daß eine Atomformel gleichzeitig w und f ist), so ist unsere Annahme richtig, und wir haben gleichzeitig eine Interpretation gefunden, d.h. eine Reihe der Wertetafel, für die die Formel den Wert w annimmt; andernfalls war die Formel inkonsistent.⁵⁹

Die Bewertung der Formel F mit w und dann nacheinander aller seiner Unterformeln mit w bzw. f nach den logischen Verknüpfungsregeln wurde von Veenker systematisch vorgenommen:

1. Wenn $\neg A$	den Wert	w	hat, erhält	A	den Wert	f .
2. Wenn $\neg A$	den Wert	f	hat, erhält	A	den Wert	w .
3. Wenn $A \wedge B$ ⁶⁰	den Wert	w	hat, erhält	A	den Wert	w
			und	B	den Wert	w .
4. Wenn $A \vee B$	den Wert	f	hat, erhält	A	den Wert	f
			und	B	den Wert	f .
5. Wenn $A \rightarrow B$ ⁶¹	den Wert	f	hat, erhält	A	den Wert	w
			und	B	den Wert	f .
6. Wenn $A \wedge B$	den Wert	f	hat, erhält	A	den Wert	f
			(Alternative:	B	den Wert	f).
7. Wenn $A \vee B$	den Wert	w	hat, erhält	A	den Wert	w
			(Alternative:	B	den Wert	w).
8. Wenn $A \rightarrow B$	den Wert	w	hat, erhält	A	den Wert	f
			(Alternative:	B	den Wert	w).
9. Wenn $A \leftrightarrow B$ ⁶²	den Wert	w	hat, erhält	A	den Wert	w
			und	B	den Wert	w
			(Alternative:	A	den Wert	f
			und	B	den Wert	f).
10. Wenn $A \leftrightarrow B$	den Wert	f	hat, erhält	A	den Wert	w
			und	B	den Wert	f
			(Alternative:	A	den Wert	f
			und	B	den Wert	w). ⁶³

⁵⁹ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963a, S. 20. Hier wurde das heute weithin übliche Zeichen $\wedge$ für die Konjunktion »und« gesetzt, während Veenker dafür den Punkt $\cdot$ benutzte.

⁶⁰ Wie oben wurde Veenkers Symbol $\cdot$ für die Konjunktion durch das heute übliche Zeichen $\wedge$ ersetzt.

⁶¹ Veenker benutzte A/B als Symbol für die Implikation. Hier wurde es durch das übliche Zeichen $\rightarrow$ ersetzt.

⁶² Anstatt Veenkers Symbol $\leftrightarrow$ für die Äquivalenz wurde das heute gängigere $\leftrightarrow$ verwendet.

⁶³ Diese Aufzählung findet sich in Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963a, S. 20.

Dabei verwies Veenker auf die Baumstruktur des Verfahrens: Mit der mit w bewerteten Formel F an der Wurzel »steigen die Unterformeln auf, und jede auftretende Alternative (bei Anwendung einer der Regeln 6 – 10) gibt Anlaß zu einer Verzweigung des Baumes.«⁶⁴ Jeder Pfad durch den Baum (Veenker schrieb »Faden«), von der Wurzel bis zu einer der bewerteten Atomformeln, kann einzeln betrachtet werden: Wenn er zwei identische Atomformeln enthält, die aber einmal mit w und einmal mit f bewertet sind, dann ist dieser »Faden« »widersprüchig [sic]«. Wenn alle Pfade durch diesen Beweisbaum widersprüchlich sind, dann gibt es keine Bewertung aller Atomformeln, so dass die Wurzelformel F den Wert w bekommt. Damit wäre bewiesen, dass F inkonsistent ist. Wenn aber ein nicht-widersprüchlicher Pfad durch den Baum gefunden wird, dann liegt damit auch eine Interpretation der Formel F mit dem Wert w vor. Aus diesem Sachverhalt konstruierte Veenker

ein Verfahren, eine erfüllbare Formel in ihre halbreduzierte disjunktive Normalform umzurechnen: einem Faden entnehmen wir seine Atomformeln, negieren sie, wenn sie den Wert f haben, und verbinden sie durch Konjunktionen; die Disjunktion der Konjunktionen für jeden nicht-widersprüchigen [sic] Faden ist offensichtlich eine disjunktive Normalform unserer Ausgangsformel.⁶⁵

Ist die Formel F erfüllbar, dann soll sie noch auf Allgemeingültigkeit geprüft werden. Dazu wird die Formel F mit dem Wahrheitswert f bewertet und dann wird der Algorithmus erneut durchlaufen. Wird nun keine Möglichkeit gefunden, die Atomformeln widerspruchslös zu bewerten, dann ist die Formel F allgemeingültig.

Das Beweisprogramm umfasste zusammen mit den Unterprogrammen Formelübersetzung, der Reduzierung der halbreduzierten Normalformen und dem Druckprogramm ca. 1000 Befehle, von denen 400 zum eigentlichen Beweisprogramm gehörten. Um das Programm zu testen und mit anderen zu vergleichen, rechnete Veenker einige Stichproben:

Die etwa 200 aussagenlogischen Sätze aus den *Principia Mathematica* konnten von Wang (1960) in 3 min. bewiesen werden; Dunham, Fridshal und Swart brauchten hierzu 2 min. mit einem Verfahren, das eine Verbesserung der Wertetafel-Methode darstellt; beide Programme sind für die IBM 704 geschrieben. Mit unserem Verfahren würden wir für den Beweis dieser Sätze insgesamt 1 min. benötigen; unter Berücksichtigung der etwa 10 mal größeren Rechengeschwindigkeit der IBM 704 gegenüber der von uns verwendeten Siemens 2002 ergibt sich also, gemessen an diesen Beispielen ein Zeitfaktor 20–30 zugunsten unseres Programms.⁶⁶

⁶⁴ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963a, S. 21.

⁶⁵ Ebd.

⁶⁶ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963b, S. 134. Für die hier genannten Arbeiten siehe nächster Abschnitt.

Damit war Veenkers Algorithmus – »gemessen an der Rechenzeit« – den bisher im Ausland entwickelten überlegen, wie er stolz schrieb. Seine Diplomarbeit war die erste wissenschaftliche Arbeit zum Automatischen Beweisen in Deutschland. Seine Methode beurteilte er selbst als »recht verallgemeinerungsfähig«.⁶⁷ Einen bestimmten Vorteil seines Verfahrens hat er allerdings erst in einer späteren Veröffentlichung genannt, nämlich

daß sehr häufig die einzelnen Zweige [Pfade, Faden] nicht bis zu ihrem Ende verfolgt werden brauchen; ein Zweig kann vielmehr schon dann abgebrochen werden, wenn ein Widerspruch aufgetreten ist, und damit erspart man sich das Absuchen höhergelegener Verzweigungen.⁶⁸

Neben dem viel besseren Zeitfaktor ist es dieser hier von Veenker betonte Unterschied zu einigen in den USA entwickelten Verfahren, der auf die Notwendigkeit einer gesonderten Betrachtung von Beweissuche und Beweis hinweist. Schon hier wird deutlich, dass auch die maschinelle Beweissuche nicht mit dem Beweis selbst identifiziert werden darf. Die technischen Eigenschaften des Computers und die Eigenschaften des Programms beeinflussen die Beweissuche:

Wang gibt eine Formal an, für deren Beweis er 30 min. braucht [...], die gleiche Formel wird mit unserem Programm in 2 sec. als allgemeingültig nachgewiesen.⁶⁹

Auch der im Jahre 1960 veröffentlichte Algorithmus⁷⁰ von Gilmore schnitt in Veenkers Vergleich schlechter ab, allerdings aus einem anderen Grund:

Der Beweis einer Formel (Gilmore Bsp. 4) mußte dort abgebrochen werden, weil nach 21 min. der Speicherplatz der Maschine (IBM 704) erschöpft war; die entsprechende aussagenlogische Formel wurde mit unserem Programm in 80 sec. bewiesen [...].⁷¹

Die Aussagenlogik ist eine entscheidbare mathematische Theorie, daher ist das automatische Beweisen ihrer Sätze eine prinzipiell lösbare Aufgabe. Zudem ging es hier zunächst darum, die in Russells und Whiteheads »Principia Mathematica«⁷² vorgeführten Theorembeweise mit einem Computerverfahren ebenfalls zu beweisen, also die schon dokumentierten Beweise zu verifizieren oder eine Beweisalternative anzugeben.

⁶⁷ Zitate entnommen aus Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963a, S. 2.

⁶⁸ Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 176.

⁶⁹ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963b, S. 134.

⁷⁰ Gilmore, Proof, 1960.

⁷¹ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963b, S. 134.

⁷² Russell/Whitehead, Principia, 1925.

Nachdem Wang alle Theoreme aus den beiden ersten Kapiteln der *Principia Mathematica* mit seinem Computer-Verfahren bewiesen hatte, schrieb er, dass die Zeit reif sei, für einen neuen Zweig der angewandten Logik, der Herleitung von Beweisen genauso behandelt wie die numerische Mathematik die Auswertung von Formeln.⁷³ Veenker berichtete, dass Wang überlegte, »ganze Bücher, wie die Zahlentheorie von Landau oder gar Werke von Bourbaki, zu formalisieren und so die Redundanz, die durch die Umgangssprache in den Werken noch enthalten ist, herauszunehmen.«⁷⁴ Aber Wangs Programm war bei komplizierteren Formeln nicht erfolgreich, »grob gesagt, wo man zum Beweisen nicht nur die elementaren Schlußregeln, sondern außerdem schon bewiesene Sätze heranzieht.«⁷⁵

Dass mit der Programmierung der Wahrheitswertentwicklung mit der Wahrheitswerttafel oder mit der Umrechnung in Normalformen keine Lösung für eine maschinelle Beweissuche gefunden wurde, ist sofort einsichtig: Mit steigender Zahl der Aussagenvariablen wird diese Methode auch mit Computerunterstützung schnell langwierig. Für 5 Variablen sind 32, für 10 Variablen schon 1024 einzelne Zeilen der Wahrheitswerttafel auszurechnen. Für n Aussagenvariablen gibt es 2^n verschiedene Interpretationen und daher 2^n Zeilen in der Wertetafel. Auch bei der Umrechnung in eine Normalform nimmt die Länge der Formel schnell mit der Anzahl und Art der Verknüpfungen zu: Um das Äquivalenzzeichen zu eliminieren, werden »und«, »oder« und »nicht« gebraucht, und dieser Formelteil wird auf diese Weise verdoppelt. Die Anwendung des Distributivgesetzes verlängert die Formel zusätzlich.

Bereits in der Einleitung zu seiner Diplomarbeit gab Veenker zu bedenken, dass

schon bei längeren und komplizierteren aussagenlogischen Formeln [...], wenn man die bekannten Methoden benutzt, Speicherplatz und Rechenzeit unserer Maschinen nicht aus[reichen]. Und es hilft nicht viel, nach größeren und schnelleren Maschinen zu verlangen, denn in einem gewissen Sinne wächst die Beweisdauer exponentiell mit der Komplexität der Formeln; wir sind also gezwungen, uns nach besseren Verfahren umzusehen.⁷⁶

Die Verbesserung durch Veenkers Verfahren lag darin begründet, dass nicht alle möglichen Interpretationen der Wahrheitswertebelegungen berechnet werden müssen, wenn bereits ein Widerspruch vorgefunden wurde.

⁷³ Wang, *Mathematics*, 1960; zitiert nach Niethammer/Veenker, *Maschinen*, 1969, S. 178.

⁷⁴ Niethammer/Veenker, *Maschinen*, 1969, S. 178.

⁷⁵ Ebd.

⁷⁶ Veenker, *Entscheidungsverfahren*, 1963a, S. 1.

Tübingen

Seit dem 1. Dezember 1963 war Veenker als wissenschaftlicher Angestellter beim Mathematischen Institut – Abtlg. Rechenzentrum – der Universität Tübingen beschäftigt,⁷⁷ dessen Leitung 1966 auf den Physik-Professor Dr. Erich Wilhelm Schmid (geb. 1931) übertragen wurde, der im Jahr zuvor auf den Lehrstuhl für Theoretische Atom- und Kernphysik an der Universität Tübingen berufen worden war. Auf Beschluss des Großen Senats der Universität Tübingen wurde das Rechenzentrum am 26. Februar 1966 von einer Einrichtung des Mathematischen Instituts in eine interfakultäre Einrichtung umgewandelt.

Im Jahre 1967 übernahm Veenker dort die Aufgaben des leitenden Mathematikers.⁷⁸ Diese Stelle hatte bislang Franz Stetter (geb. 1938) innegehabt, der allerdings nach seiner Promotion im Jahr 1966⁷⁹ einen Forschungsaufenthalt am Argonne National Laboratory in Illinois wahrnahm. Nicht nur der leitende Mathematiker, sondern auch die Rechenanlage wurde ausgetauscht: An die Stelle der zur Gründung des Rechenzentrums vom Bund der Universität geliehenen Rechenanlage Siemens 2002 wurde ein »Rechner der dritten Generation« gebracht. Prof. Schmid begründete die notwendige Einweisung von Veenker als leitenden Mathematiker ab dem 1. Mai 1967 mit der »langjährigen Erfahrung und Praxis [...] die Herr Veenker sich an der Tübinger Anlage erworben hat«, zudem aber auch mit dessen bereits laufenden »Tätigkeiten bei den Vorbereitungen für die Installation der neuen Tübinger Rechenanlage«: »Hierbei kommt es besonders darauf an, etwaig auftretende Schwierigkeiten organisatorischer Art zu überwinden, um eine möglichst rasche Inbetriebnahme der neuen Rechenanlage zu gewährleisten.«⁸⁰ Die neue Rechenanlage CD 3200 war von der Tübinger Universität im August 1966 bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) beantragt worden und wurde im Juni 1967 angeliefert.

Der Theologe Wilhelm Ott (geb. 1938), der von 1966 bis 2003 wissenschaftlicher Angestellter am ZDV und dort für Computeranwendungen in den Geisteswissenschaften zuständig war, war damals auch »der einzige im Haus, der auf einem Rechner dieses Typs schon gearbeitet hatte und vor allem auch deren Assembler beherrschte«.⁸¹ Im Jahre 2003 erinnerte er sich:

⁷⁷ Arbeitsvertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und vertreten durch das Akademische Rektorat der Universität Tübingen und Herrn Gerd Veenker, 31.12.1963, UniArchBonn, PA 9985.

⁷⁸ Arbeitsvertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und vertreten durch das Akademische Rektorat der Universität Tübingen und Herrn Gerd Veenker, 21.10.1966, UniArchBonn, PA 9985.

⁷⁹ Stetter promovierte ebenfalls bei Zeller.

⁸⁰ Prof. Dr. E. W. Schmid an das Akademische Rektorat der Universität Tübingen: Höhergruppierung des leitenden Mathematikers des Rechenzentrums Dr. Gerd Veenker, 11. April 1967, UniArchBonn, PA 9985.

⁸¹ Ott, Tätigkeit, 2003.

Eine Änderung ergab sich erst im Jahr 1970, zu dessen Beginn Dr. Martin Graef die Leitung des ZDV übernommen hatte. Mit [sic] G. R. Hoffmann hatte sich ein Mitarbeiter so weit in das System eingearbeitet, dass er die Systembetreuung ganz übernehmen und mich von diesen Aufgaben entlasten konnte.⁸²

Um ein »reibungsloses Funktionieren« der neuen Anlage zu gewährleisten, beantragte Schmid bereits am 2. Juni 1967, Veenker zum Geschäftsführer und stellvertretenden Leiter des Rechenzentrums zu ernennen. Nach anderthalbjähriger Suche habe er in Veenker einen Mann gefunden, der keine »Scheu vor der Aufbau- und Verwaltungsarbeit« gehabt und sich »seit seiner Promotion im vergangenen Semester aber gerade in dieser Hinsicht besonders hervorgetan [habe], indem er mir in den entscheidenden Phasen des Aufbaus in erfreulicher Weise zur Seite gestanden ist.« Schmid stellte Veenkers wissenschaftliche Fähigkeiten heraus: »Er interessiert sich besonders für die nichtnumerische Datenverarbeitung, die neben der Numerik, die am mathematischen Institut weiterhin betrieben wird, ein besonderes Anliegen des Rechenzentrums sein wird [...] Ich zögere daher nicht, in ihm den künftigen Leiter des Rechenzentrums zu sehen.«⁸³ Auch Ott erwähnte Veenkers Forschungen, als er nach über 36 Jahren in den Ruhestand trat:

[E]rst im Mai 1968 wurde das Rechenzentrum der Universität in »Zentrum für Datenverarbeitung« umbenannt. Denn nicht mehr nur »number crunching« wurde hier betrieben, sondern auch sogenannte nicht-numerische Daten sollten verarbeitet werden. Neben der wissenschaftlichen Textdatenverarbeitung, für die ich angestellt worden war, gehörte damals das DFG-Projekt maschinelles Beweisen von Herrn Dr. Veenker zu diesem Aufgabenkreis.⁸⁴

Dem Antrag wurde am 4. Dezember 1967 entsprochen, indem Veenker zum Akademischen Rat ernannt und ins Beamtenverhältnis übernommen wurde.⁸⁵ Die von Schmid angesprochene Promotion hatte Veenker in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen bei Zeller mit der Arbeit »Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül« am 8. März 1967 absolviert.⁸⁶ Zweitgutachter war der Mathematiker Helmut Heinrich Schaefer (1925–2005). Dem Inhalt dieser Arbeit wenden wir uns im nächsten Abschnitt zu.

⁸² Ott, Tätigkeit, 2003, S. 19.

⁸³ Prof. Dr. E. Schmid an das Akademische Rektorat der Universität Tübingen, Antrag auf Ernennung des Herrn Dr. Veenker zum Akademischen Rat, 2.6.1967, UniArchBonn, PA 9985.

⁸⁴ Ott, Tätigkeit, 2003.

⁸⁵ Brief des Kultusministeriums Baden-Württemberg an Dr. Gerd Veenker, Berufung in das Beamtenverhältnis auf Probe, 4.12.1967, UniArchBonn, PA 9985.

⁸⁶ Veenker, Beweisverfahren, 1967.

Beweisalgorithmen für den Prädikatenkalkül

Schon auf den letzten Seiten seiner Diplomarbeit hatte Veenker einen Ausblick auf die Erweiterungsmöglichkeiten zum Prädikatenkalkül gegeben:

Vom Aussagenkalkül gelangen wir zum Prädikatenkalkül 1. Stufe durch Hinzunahme von Prädikatenvariablen, sowie der beiden logischen Zeichen ($\forall$) und ($\exists$), der sogenannten Quantoren.⁸⁷

Will man etwas über Individuen in einem Bereich aussagen, so braucht man Individuenvariablen $x, y, z, \dots$, die für die Elemente des Bereichs stehen, Prädikate, die Relationen zwischen diesen Elementen bezeichnen, Funktionen, die angewandt auf die Elemente des Individuenbereichs ein neues Element dieses Bereichs liefern, und die Quantoren, die universell bzw. existenziell über den Individuenbereich quantifizieren.

Prädikate werden als Großbuchstaben vor die eingeklammerten Individuenvariablen geschrieben, also z. B. kann das einstellige Prädikat $P(x)$ bedeuten » x ist eine Primzahl«, das zweistellige Prädikat $K(x, y)$ mag bedeuten » x ist kleiner als y « usw. Hat ein Prädikat kein Argument, so entspricht dies einer Aussage der klassischen Aussagenlogik.

Funktionen werden als Kleinbuchstaben vor die eingeklammerten Individuenvariablen geschrieben. So kann zum Beispiel $f(x)$ bedeuten: $x+16$. $g(x, y)$ kann bedeuten: $x(y-16)$. Nullstellige Funktionen sind Konstanten.

Schließlich bedeutet mit dem Allquantor $\forall$ (oder auch Generalisator) zum Beispiel $\forall x R(x)$, dass für alle x aus dem Individuenbereich das Prädikat R gilt, und mit dem Existenzquantor $\exists$ (oder auch Partikulator) bedeutet $\exists y D(y)$, dass es ein y gibt, für das das Prädikat D gilt.

Im Jahre 1967 legte Veenker der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät an der Tübinger Universität seine Dissertation über Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül vor.⁸⁸ Zu Beginn verwies er darauf, dass die bisherige wissenschaftliche Beschäftigung zum rechnergestützten Beweisen mathematischer Theoreme fast vollständig im Ausland stattgefunden hatte:

Seit etwa einem Jahrzehnt, als mit der zunehmenden Anwendung nichtnumerischer Methoden erstmalig der Gedanke auftauchte, elektronische Rechenmaschinen auch für das Beweisen mathematischer Aussagen einzusetzen, ist auf diesem Gebiet eine Fülle von Literatur erschienen; dabei zeichneten sich schon bald verschiedene Richtungen ab.⁸⁹

In der Einleitung unterschied Veenker zwischen jenen Arbeiten, die auf entscheidbare Theorien fokussiert waren, und solchen, die vom Prädikatenkalkül 1. Stufe ausgingen.

⁸⁷ Heute werden für diese Quantoren meist die Zeichen $\forall$ und $\exists$ benutzt.

⁸⁸ Veenker, Beweisverfahren, 1967.

⁸⁹ Ebd., S. 1.

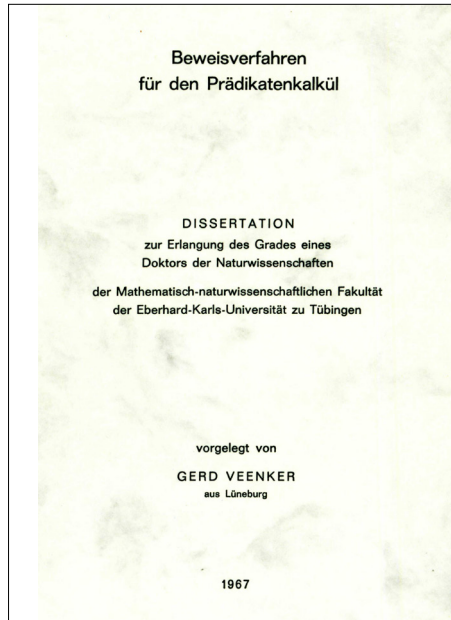


Abb. 2 Links: Gerd Veenker (Foto vom Personalbogen der Universität Tübingen, 1971); rechts: Titelblatt von Veenkers Dissertation.

Zur ersten Klasse zählte er die Vorträge, die – wie oben erwähnt – wenige Jahre nach der Dartmouth Summer School beim ersten »World Computer Congress« vorgestellt wurden. Aber auch die schon früher entstandenen Arbeiten von Newell und Simon über den dann beim Dartmouth-Treffen vorgestellten »Logic Theorist«, ⁹⁰ ein Programm von James Robert Slagle (geb. 1934) ⁹¹ und zwei Arbeiten von Hao Wang ⁹² fielen laut Veenker in diese Kategorie. Auch seine hier schon genannten eigenen Arbeiten stellte Veenker in diese Forschungstradition ⁹³ sowie die Versuche, die einfachste Form der Darstellung einer aussagenlogischen Formel zu finden, von Viktor Kudielka, einem Mitarbeiter von Heinz Zemanek in Wien, und Horst Burwick, einem Mitarbeiter des mathematischen Logikers

⁹⁰ Newell/Simon, Logic, 1956; Newell/Simon, Explorations, 1957.

⁹¹ Slagle, Program, 1963. Slagle promovierte mit dieser Arbeit bei dem amerikanischen AI-Pionier Marvin Minsky (1927–2016) am MIT. Sein Programm SAINT (Symbolic Automation INTEgrator) zur Lösung unbestimmter Integrale wurde von im Lincoln Laboratory des MIT für den IBM 7090 geschrieben und wird manchmal auch als das erste Expertensystem genannt.

⁹² Wang, Mathematics, 1960; Wang, Theorems, 1960.

⁹³ Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963a; Veenker, Entscheidungsverfahren, 1963b.

Hans Hermes (1912–2003) in Münster.⁹⁴ Schließlich nannte er in diesem Zusammenhang auch die Tübinger Diplomarbeit von Wilfried Lex »Über Tarskis Entscheidungsverfahren für elementare Algebra und seine Anwendungsmöglichkeiten mit Hilfe eines Digitalrechners«.⁹⁵

Die zweite Klasse von Arbeiten differenzierte er – wie schon im Abschnitt »Automatisches Beweisen« erwähnt – in zwei Gruppen: Die einen zeigten, dass für die betrachteten Formeln »ein Entscheidungsverfahren bezüglich der Allgemeingültigkeit existiert«.⁹⁶ Dazu zählte er Wangs⁹⁷ und Friedmans⁹⁸ Arbeiten. Die anderen suchten die Beweisalgorithmen, die auf beliebige prädikatenlogische Formeln anwendbar waren und im Falle einer nicht-allgemeingültigen Formel nie terminieren würden. In diese letzte Untergruppe ordnete Veenker die Arbeiten von Gilmore⁹⁹ und Prawitz u. a.¹⁰⁰ ein. Auch einige von Wangs Arbeiten,¹⁰¹ sowie die von Davis,¹⁰² Prawitz,¹⁰³ Dunham u. a.¹⁰⁴ und schließlich von Lawrence »Larry« T. Wos (1930–2020) u. a.¹⁰⁵ klassifizierte er so.

Veenkers Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül

Mit den zusätzlich zur Aussagenlogik in der Prädikatenlogik zur Verfügung stehenden – und weiter oben erklärten – »Hilfsmitteln« (Individuenvariable, Prädikate, Funktionen und Quantoren) können allgemeine mathematische Aussagen prädikatenlogisch formuliert werden. Für das Verständnis der Argumentation in Veenkers Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül ist es allerdings zusätzlich notwendig, den Standpunkt zu wechseln. Bisher wurde die Sprache der Prädikatenlogik **PL** nur vom syntaktischen Standpunkt aus betrachtet. Jetzt brauchen wir aber das semantische Vorgehen (auch modelltheoretisch genannt) der Beweistheorie, denn im Gegensatz zur Aussagenlogik können die Formeln der Prädikatenlogik verschiedene Modelle haben, da ihren Bestandteilen verschiedene Bedeutungen zukommen können.

Eine Interpretation von **PL** besteht aus einem Paar (U, I) , dabei heißt U das Universum der Interpretation und I ist eine Abbildung, die jedem Funktionszeichen eine Funktion und jedem Prädikat eine Relation über U zuordnet. Eine Formel wird also interpretiert, indem ihre Bestandteile eine Bedeutung bekommen. Zum Beispiel kann die

⁹⁴ Burwick, Erzeugung, 1963.

⁹⁵ Lex, Entscheidungsverfahren, 1965. Lex dankt darin wiederum »Herrn Dipl.-Math. Veenker [...] für nützliche programmierungstechnische Ratschläge«.

⁹⁶ Veenker, Beweisverfahren, 1967, S. 2.

⁹⁷ Wang, Theorems, 1960; Wang, Theorems, 1961.

⁹⁸ Friedman, Program, 1963; Friedman, Decision, 1964.

⁹⁹ Gilmore, Program, 1960.

¹⁰⁰ Prawitz/Prawitz/Vogera, Proof, 1960.

¹⁰¹ Wang, Mathematics, 1960.

¹⁰² Davis, Proofs, 1963.

¹⁰³ Prawitz, Proof, 1960.

¹⁰⁴ Dunham/Fridshal/North, Mathematics, 1962.

¹⁰⁵ Wos/Carson/Robinson, Preference, 1964; Wos/Robinson/Carson, Efficiency 1965.

prädikatenlogische Formel $\forall x \forall y (x+y = y+x)$ so interpretiert werden, dass der Individuenbereich eine mathematische Gruppe ist und das Operationszeichen $+$ für die Gruppenverknüpfung steht. Wenn die Gruppe abelsch ist (also eine kommutative Gruppe), dann ist die Formel wahr; wenn die Gruppe nicht-kommutativ ist, dann ist die Formel falsch.

Ist eine Formel F unter einer Interpretation wahr, so nennt man diese Interpretation ein Modell von F .

Die Prädikatenlogik ist zwar nicht entscheidbar, wohl aber vollständig, wie ebenfalls von Gödel gezeigt worden war. Somit ergeben sich beim semantischen Vorgehen die gleichen Theoreme wie beim syntaktischen Vorgehen. Veenker argumentierte daher, es sei

irrelevant, ob man bei der Formulierung der [Beweis]Verfahren die syntaktischen Begriffe der Herleitbarkeit und Widerlegbarkeit zugrundelegt, oder die semantischen der Allgemeingültigkeit oder die Inkonsistenz. Weiterhin ist es bei klassischer Auffassung gleichbedeutend, ob ein Verfahren die Allgemeingültigkeit oder die Inkonsistenz von Formeln beweist, denn nach dem Dualitätssatz ist eine Formel genau dann allgemeingültig, wenn ihre Negation inkonsistent ist. Ausgehend von einer modelltheoretischen Deutung der Formel werden wir die Begriffe der Inkonsistenz und Widerlegung zugrundelegen (Veenker, Beweisverfahren, 1967, S.3).

Um eine prädikatenlogische Aussage S aus endlich vielen Axiomen herzuleiten, also zu zeigen, dass aus endlich vielen Axiomen $A_1, A_2, \dots, A_n$ die Konsequenz S folgt, ist zu zeigen, dass gilt:

(i) Jedes Modell von $A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n$ ist auch ein Modell von S .

Entsprechend dem logischen Grundsatz, dass eine Aussage nur entweder wahr oder falsch ist (tertium non datur), ist (i) gleichbedeutend mit:

(ii) Es gibt kein Modell von $A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n \wedge \neg S$.

Um eine prädikatenlogische Aussage zu beweisen, ist also zu zeigen, dass die entsprechende Formel kein Modell hat. Man sagt auch, dass diese Formel »nicht erfüllbar« oder »inkonsistent« ist.

In seiner Dissertation diskutierte Veenker verschiedene Verfahren. Wir werden hier aus Platzgründen nur die schon im Abschnitt »Automatisches Beweisen« erwähnte maschinenorientierte Logik von J. A. Robinson skizzieren, die auf dem sogenannten Resolutionsprinzip als einziger Inferenzregel beruht.¹⁰⁶ Dies ist notwendig, um Veenkers Verfahren nachvollziehen zu können. Dazu werden zunächst einige Begriffe für die Prädikatenlogik gegenüber der Aussagenlogik erweitert bzw. angepasst definiert:

¹⁰⁶ Robinson, Logic 1965.

Robinsons Resolutionsprinzip

Wir benötigen folgende Definitionen:

1. Ein *Term* ist eine Variable oder eine n-stellige Funktion mit n Termen als Argumenten (für $n=0$ handelt es sich um eine Konstante).
2. Eine *Atomformel* ist ein n-stelliges Prädikat, dem n Terme folgen.
3. Ein *Literal* ist eine nichtnegierte oder negierte Atomformel (also mit + oder – als Vorzeichen)
4. Eine endliche Disjunktion von Literals ist eine *Clause*. Dabei sind die auftretenden Variablen als universell quantifiziert anzusehen.
5. Eine Clause, die genau n Literals enthält, heißt n-Clause.
6. Eine Formel ist eine endliche Konjunktion von Clausen.
7. Zwei Literals L und M können *verkettet* werden, wenn sie das gleiche Prädikat und entgegengesetzte Vorzeichen haben. Eine Belegung von L und M, bei der die Argumente von L und M bis auf das Vorzeichen gleich sind, wird eine *Verkettung* genannt.
8. Zwei Literals L und M können *verschmolzen* werden, wenn sie das gleiche Prädikat und das gleiche Vorzeichen haben. Eine Belegung von L und M, bei der die Argumente von L und M mitsamt den Vorzeichen gleich sind, wird eine *Verschmelzung* genannt.

Zur Erklärung der Methode von Robinson gehen wir von einer Formel F in konjunktiver Normalform mit Disjunktionen B_i aus. Die B_i bestehen aus Literals, sind also *Clausen*:

$$(iii) \quad \forall x \forall y \dots \forall z \quad B_1 \wedge B_2 \wedge \dots \wedge B_k$$

In zwei Clausen B_i und B_j , die je eine Atomformel mit dem gleichen Prädikat enthalten, wobei dieses Prädikat in der einen Clause allerdings negiert vorkommt, in der anderen nicht negiert, sollen die Individuenvariablen so substituiert werden, dass die erwähnten Atomformeln gleich werden und verkettet werden können. Die übrigen Atomformeln der beiden Clausen bilden dann eine neue Clause, die Robinson »Resolvente« nannte. Sie wird zu den schon vorhandenen Clausen hinzugefügt.

Beispiel:

Veenker erklärte das Resolutionsprinzip anhand eines Beweises, dass in einer mathematischen Gruppe das Linksinverse gleich dem Rechtsinversen ist. Dazu werden die Konstanten e und s , die einstellige Funktion $i(x)$ und die zweistellige Funktion $x \cdot y$ gebraucht.

Folgendes Axiomensystem wird nun betrachtet, wobei das Prädikat $P(x, y, z)$ besagt, dass die Beziehung $x \cdot y = z$ besteht:

$$B1: \forall x P(1, x, x)$$

$$B2: \forall x P(i(x), x, 1)$$

$$B3: \forall x \forall y \forall z \forall u \forall v \forall w [P(y, z, v) \wedge P(x, v, w) \wedge P(x, y, u) \wedge P(u, z, w)]$$

$$B4: \forall x \forall y \forall z \forall u \forall v \forall w [P(x, y, u) \wedge P(u, z, w) \wedge P(y, z, v) \wedge P(x, v, w)]$$

Aus diesen vier Axiomen soll abgeleitet werden, dass die folgende Formel S allgemeingültig ist, bzw. dass die Formel $\neg S$ inkonsistent ist:

$$S: \quad \forall x P(x, i(x), 1)$$

$$\neg S: \quad \forall s \neg P(s, i(s), 1)$$

Dabei ersetzt die Einführung der Konstante s den Quantor $\forall i$.

Das Axiom B3 wird durch triviale Umformungen zu

$$B3': \neg P(x, y, u) \vee \neg P(y, z, v) \vee \neg P(x, v, w) \vee P(u, z, w)$$

Die letzte Atomformel von Formel B3', also $P(u, z, w)$ kann leicht der Atomformel von $\neg S$, also $\neg P(s, i(s), 1)$ gleichgesetzt werden, indem die Variablen u, z und w durch die Terme $s, i(s)$ und 1 substituiert werden. Somit erhalten wir folgende Resolvente:

$$\neg P(x, y, s) \vee \neg P(y, i(s), v) \vee \neg P(x, v, 1)$$

Robinsons Verfahren ist systematisch anzuwenden: Es werden alle möglichen Resolventen zu allen Clausenpaaren gebildet. Gemeinsam mit den Clausen der ursprünglichen Formel bilden sie eine erweiterte Formel, die die Resolution $R(F)$ von F genannt wird. Das Verfahren ist also ein iteriertes Verkettungsverfahren. Die Resolution nach n Iterationsschritten wird n -te Resolution genannt und mit $R_n(F)$ bezeichnet.

Wenn bei einer Resolvente zweier Clausen mit je nur einer Atomformel die leere Clause entsteht, bricht das Verfahren ab. Wenn das Verfahren auf eine inkonsistente Formel angewandt wird, geschieht dies nach endlich vielen Schritten, wie Robinson zeigen konnte; das Verfahren ist also vollständig.

Robinsons Resolutionsprinzip führte bei vielen Forschenden, die im Bereich der Artificial Intelligence arbeiteten, zu einer »Logik-Euphorie«, die aber bald wieder gedämpft wurde, wie Veenker in seiner Dissertation anmerkte:

Der Nachteil dieses Verfahrens ist wieder darin zu sehen, dass die Anzahl der Clausen von $R^n(F)$ explosionsartig wächst mit wachsendem n , denn jede mögliche Verkettung gibt Anlass zur Bildung einer neuen Clause.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Veenker, Beweisverfahren, 1967, S. 44.

Venkers 1-Clausen-Beweisverfahren

Ausgehend von einer zu beweisenden Formel F , die in konjunktiver Normalform mit Disjunktionen B_i vorliegt, soll nun »für alle n -Clausen ($n > 1$) von F und alle Wahlen der in F vorhandenen 1-Clausen eine Menge »neuer« 1-Clausen«¹⁰⁸ gebildet werden. Diese kommen zu der schon vorhandenen Menge von 1-Clausen hinzu.

Beispiel:

Eine n -Clause bestehe aus den Literals $L_1, \dots, L_n$ und die Menge der in Formel F vorhandenen 1-Clausen sei E_i . Ein Literal der n -Clause, z.B. L_1 , soll nun die neue 1-Clause werden. Dazu wird versucht, die anderen Literals, also $L_2, \dots, L_n$, je einzeln mit einem der E_i zu verketteten bzw. mit Literal L_1 zu verschmelzen. Gelingt dies, so gibt es eine neue Belegung – Veenker nannte sie β . Dann gibt es mit $\beta \cdot L_1$ eine neue 1-Clause, da sich nichts daran ändert, ob die Formel F erfüllbar oder inkonsistent ist, wenn sie um diese Clause erweitert wird. $\beta \cdot L_1$ ist somit eine Folgerung aus der Formel F .

Nun wird dieser Prozess der Verkettungsversuche für alle L_i mit den E_i systematisch durchgeführt. Dadurch entsteht eine sich weiter verlängernde Menge von 1-Clausen.

Ziel des Verfahrens ist es, auf diese Weise eine ganz bestimmte 1-Clause zu konstruieren, die zu einer Folgerung aus der Formel führt. Bei einem Widerspruchsbeweis sollte eine 1-Clause konstruiert werden, die zu einer schon vorhandenen 1-Clause im Widerspruch steht und darum mit ihr verkettet werden kann. Wird dieses Ziel erreicht, dann terminiert das Verfahren und die Formel ist als inkonsistent bewiesen.

Redundante 1-Clausen

Auch für sein eigenes Verfahren suchte Veenker nach einer Möglichkeit, die »Mannigfaltigkeit der kombinatorischen Möglichkeiten« zu beherrschen. Wie schon in seiner Diplomarbeit besann er sich auch hier auf die Beschreibungsmöglichkeit durch eine Baumstruktur, wie aus dem 1969 gemeinsam mit Wilhelm Niethammer (1933–2013) publizierten Artikel hervorgeht:

Und man kann, ähnlich wie dort, nach Prinzipien suchen, die diese Kombinatorik eindämmen, indem zunächst nur die wahrscheinlichsten Zweige des Baumes abgesucht werden. So ist es einleuchtend, daß bei der Widerlegung der Annahme, das Linksinverse sei ungleich dem Rechtsinversen, gerade diese Annahme maßgeblich beteiligt ist; man wird also nur solche Resolventen zulassen, die mit Hilfe dieser Clause entstanden sind. Gerade die Verkettungsverfahren machen es möglich, solche Strategien zu entwickeln und so den Beweis eines Satzes zu verkürzen oder überhaupt erst zu ermöglichen.¹⁰⁹

¹⁰⁸ Veenker, Beweisverfahren, 1967, S. 47.

¹⁰⁹ Zitate entnommen aus Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 183.

In Veenkers Verfahren wurden auch überflüssige (»redundante«) 1-Clausen erzeugt, die für die Widerlegung bzw. die Folgerung gar nicht gebraucht wurden. Veenker hatte beobachtet,

dass die Anzahl derjenigen 1-Clausen, die etwas zum Widerspruch beitragen, innerhalb der einzelnen Durchgänge recht klein ist, meist nur 1 oder 2. Daneben werden bei längeren Formeln viele redundante 1-Clausen gebildet. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die verwendete Axiomenmenge selbst schon redundant ist. In den folgenden Durchgängen verursachen diese redundanten 1-Clausen ein immer stärkeres Ansteigen der Anzahl erzeugter 1-Clausen. Um dieses Ansteigen einzuschränken, haben wir einige zusätzliche Strategien eingeführt.¹¹⁰

Die Methode, die Inkonsistenz einer prädikatenlogischen Formeln F zu beweisen, beruht ganz offensichtlich darauf, sie auf die Inkonsistenz einer aussagenlogischen Formel F' zurückzuführen. F' ist dann eine aus F durch endlich viele Schritte erhältliche Formel, die bezüglich der Erfüllbarkeit einer sogenannten »Reduktionsklasse« entstammt. Solche Reduktionsklassen existieren und sind zweckmäßig zu wählen. Dazu hatte sich Veenker für seine Dissertation mit verschiedenen Auswahlkriterien beschäftigt, die dazu führten, dass sich die Erzeugung redundanter 1-Clausen und damit auch die Rechenzeit stark verringerte.¹¹¹

Unvollständigkeit des Verfahrens

Es ist klar, dass Veenkers Verfahren nicht jede ihm vorgelegte inkonsistente Formel widerlegen kann, es also in diesem Sinne nicht vollständig ist. Das kann sehr schnell an einfachen Beispielen gezeigt werden. Für die folgende inkonsistente Formel

$$(iv) \quad \{ +A \ +B \ . \ +A \ -B \ . \ -A \ +B \ . \ -A \ -B \ }$$

führt die Anwendung des Verfahrens nicht zur Erzeugung einer neuen 1-Clause, weil schon alle möglichen 1-Clausen aufgeführt sind. Wie ist es aber, wenn ein weiterer, als wahr angenommener Ausdruck hinzukommt, wenn die Formel also durch eine »Hypothese« ergänzt wird, und dann ein Widerspruch abgeleitet werden kann? Betrachten wir dazu die beiden Möglichkeiten, die Hypothesen $+A$ oder $-A$ hinzuzufügen:

Wenn Formel (iv) durch die »Hypothese« $+A$ als 1-Clause ergänzt wird, dann ergibt sich aus der dritten und der vierten Clause sofort der Widerspruch $+B \ -B$. Damit ist die Hypothese $+A$ widerlegt und wegen des tertium non datur ist dann die Negation dieser Hypothese, also $-A$, als aus (iv) bewiesen anzunehmen.

¹¹⁰ Veenker, Beweisverfahren, 1967, S. 54.

¹¹¹ Ebd., S. 55.

Wenn Formel (iv) durch die »Hypothese« $-A$ als 1-Clause ergänzt wird, dann ergibt sich aus der ersten und zweiten Clause sofort der Widerspruch $+B -B$. Damit ist auch die Hypothese $-A$ widerlegt und wegen des tertium non datur ist dann die Negation dieser Hypothese, also $+A$, als aus (iv) bewiesen anzunehmen.

Wäre die Formel (iv) erfüllbar, dann müsste ihr Modell entweder die Hypothese $+A$ oder $-A$ enthalten. Durch die Widerlegung ist jeweils ausgeschlossen, dass es eine der Hypothesen enthält. Somit ist die Formel (iv) in jedem Fall mit Hilfe einer Hypothese als inkonsistent bewiesen worden.

Veenker argumentierte dazu folgendermaßen:

Das Arbeiten mit Hypothesen scheint charakteristisch zu sein für das mathematische Beweisen überhaupt; meist wird der Beweis eines schwierigen Satzes über eine Reihe von Hilfssätzen geführt, welche, jeder für sich, viel einfacher zu beweisen sind. Dabei scheint die Auswahl der »richtigen« Hypothesen (Hilfssätze) die eigentliche schöpferische Arbeit des beweisenden Mathematikers zu sein.¹¹²

Als Veenker drei Jahre später einen Artikel über sein Beweisverfahren in der Zeitschrift »Angewandte Informatik« schrieb, illustrierte er diesen Aspekt anhand einer »Logelei« aus der Wochenzeitschrift »Die Zeit«:

Eine Kommune bestehend aus vier weiblichen und vier männlichen Mitgliedern beschließt, mit einer Vierfach-Hochzeit dem Kommunendasein ein Ende zu setzen: Jeder der vier Kommunarden soll eine der vier Kommunardinnen heiraten. Doch wer wen? Professor Syllog stellt folgende Bedingungen:

1. Falls Bernd nicht Angelika ehelicht und Ulf nicht Birgit freit, sollen Axel und Angelika den Bund der Ehe eingehen.
2. Indessen soll Ulf entweder Sabine oder Ursula zur Frau nehmen, wenn Wilfried und Angelika einander nicht heiraten.
3. Werden jedoch weder Bernd und Sabine noch Wilfried und Ursula Mann und Frau, dann soll entweder Birgit oder Angelika den Axel zum Ehepartner bekommen.
4. Mindestens eine der drei folgenden Ehen soll geschlossen werden: Wilfried mit Birgit, Axel mit Ursula, Angelika mit Ulf.¹¹³

Dem Beweisprogramm wurden diese Aussagen ebenso vermittelt, wie noch solche zuzusätzlichen, dass immer eine Frau und ein Mann heiraten soll, aber:

¹¹² Veenker, Beweisverfahren, 1967, S. 60.

¹¹³ Zweistein, Logeleien, 1970, S. 45.

Das Programm konnte hieraus keine Folgerungen ziehen. Hierauf versuchten wir die Hypothese »Ulf heiratet Angelika«.¹¹⁴

Die Folgerungen aus dieser Hypothese waren im ersten Durchgang, dass Ulf keine der anderen heiratet und Angelika von keinem anderen geheiratet wird.

Der zweite Durchgang lieferte dann: »Axel heiratet Sabine« und »Ulf heiratet Sabine«. – Das war ein Widerspruch zur Hypothese »Ulf heiratet Angelika« zusammen mit der Bedingung, dass jeder Mann nur eine Frau heiraten kann. Folglich kann Ulf Sabine nicht heiraten. Diese Aussage wurde dem Programm hinzugefügt. Es ergaben sich wieder keine weiteren Folgerungen.

Nun wurde eine neue Hypothese versucht: »Ulf heiratet Birgit.« – Daraus ergaben sich ohne Widerspruch folgende Folgerungen: »Wilfried heiratet Angelika.«, »Axel heiratet Ursula.«, »Bernd heiratet Sabine.« Für diese Lösung des Problems benötigte Veenkers Verfahren etwa 5 Sekunden.¹¹⁵

Veenker wandte sein Programm auf einige inkonsistente Formeln an, die schon von anderen Autoren zum Test von deren Beweisprogrammen benutzt wurden. Zum Beispiel besagt eine Formel, dass die Quadratwurzel aus einer Primzahl irrational ist. Das noch am MIT entstandene Programm des ebenfalls in Bonn tätigen Jared Lloyd Darlington (1933–2019) musste zu dessen Widerlegung 250 Resolventen bilden und es benötigte 7 Minuten.¹¹⁶ Dagegen brauchte Veenkers Programm 6 Durchgänge, in denen 139 neue 1-Clausen erzeugt wurden. Dadurch dauerte die Widerlegung der Formel allerdings 30 Minuten. Diese Widerlegung ist in Abbildung 3 gezeigt.

Durch das Einbeziehen von Hypothesen aufgrund heuristischer Prinzipien geht die Vollständigkeit verloren.

Dieser Mangel wird aber zum Teil aufgehoben durch die Bemerkung, dass viele nichttriviale Sätze sich allein durch dieses Prinzip beweisen lassen (den genauen Anwendungsbereich kennen wir nicht). Natürlich ließe sich das Verfahren so abändern, dass die Vollständigkeit wieder erhalten wird – indem etwa wie beim resolution principle auch die Bildung neuer n -Clausen mit $n > 1$ zugelassen wird –, aber dann stünden wir den gleichen kombinatorischen Schwierigkeiten gegenüber wie dort.¹¹⁷ (Abb. 3)

¹¹⁴ Veenker, Beweisen, 1971, S. 282.

¹¹⁵ Ebd.

¹¹⁶ Darlington war 1965 vom MIT in den USA über Italien zum Rheinisch-Westfälischen Institut für Instrumentelle Mathematik der GAMM in Bonn gekommen (wo er bis 1998 blieb). Die Arbeit (Darlington, Strategies, 1968) kannte und zitierte Veenker als Manuskript von 1966, also vor ihrer Publikation.

¹¹⁷ Veenker, Beweisverfahren, 1967, S. 48.

```

'VARIABLE'  X, Y, Z, U, V, W;
'PRAEDIKATE'  P[1], D[2], G[2], M[3];
'CONSTANTEN, FUNKTIONEN'  E, J, A, B, Q[1], H[2];

'FORMEL'

+PJ .                               j ist Primzahl
-GJE .                             j ≠ 1
+MJQ(B)Q(A) .                     Ann.: j.b2 = a2
+MXXQ(X) .                         x.x = x2

# 1  -DXA -DXB +GXE .              einziger gemeins. Teiler
                                         von a und b ist 1
# 2  -MXYZ +DXZ .                  x.y = z => x|z
# 3  -DXY +MXH(X,Y)Y .             wenn x|y, so ex. ein
                                         h(x,y) mit x.h(x,y)=y
# 4  -DXY -DYZ +DXZ .              Transitivität von |
# 5  -MXYZ +MYXZ .                  Kommutativ. der Multipl.
# 6  -MXYZ -MZUV -MXWV +MYUW .     x.y.u = z.w => y.u=w
# 7  -PX -MYZU -DXU +DXY +DXZ .    wenn die Primzahl x | y.z,
                                         so z|y oder x|z

'ENDE'

```

VORHANDENE 1-CLAUSEN :

```

1  +P J
2  -G J E
3  +M J Q(B) Q(A)
4  +M X X Q(X)

```

1. DURCHGANG :

```

5  +D J Q(A) # 2 MIT 3, **
6  +M Q(B) J Q(A) # 5 MIT 3, **

```

2. DURCHGANG :

```

7  +D Q(B) Q(A) # 2 MIT 6, **
8  +D J A # 7 MIT 1, 4, 5, **, **

```

3. DURCHGANG :

```

9  +M J H(J,A) A # 3 MIT 8, **

```

4. DURCHGANG :

```

10 +M H(J,A) J A # 5 MIT 9, **
11 +M H(J,A) A Q(B) # 6 MIT 9, 4, 3, **

```

5. DURCHGANG :

```

12 +D H(J,A) Q(B) # 2 MIT 11, **
13 +D H(J,A) A # 2 MIT 10, **
14 +M A H(J,A) Q(B) # 5 MIT 11, **

```

6. DURCHGANG :

```

15 +D A Q(B) # 2 MIT 14, **
16 +D H(J,A) Q(A) # 4 MIT 12, 7, **

```

7. DURCHGANG :

```

17 +D A Q(A) # 4 MIT 15, 7, **
18 +D J Q(B) # 4 MIT 8, 15, **

```

8. DURCHGANG :

```

19 +D J B # 7 MIT 1, 4, 18, **, **

```

9. DURCHGANG :

```

20 -D J A # 1 MIT **, 19. 2

```

Abb. 3 Veenkers Programm zur Widerlegung der Aussage, dass die Wurzel einer Primzahl irrational ist.

	DAVIS [2] (1962)	Wos et al. [15] (1964)	DARLINGTON[1] (1966)	VEENKER [11] (1967)
Formel F 1	10		2,0	0,04
Linksinverses ist Rechtsinverses	—			0,2
Assoziative Struk- tur mit $x \cdot x = 1$ (für alle x) ist kommutativ		1,0		1,0
Jede natürliche Zahl besitzt einen Primteiler			10	0,2
Wurzel aus einer Primzahl ist irrational			70	3,0

Fig. 6. Zeitbedarf (in sec) für den Beweis einiger Sätze (ungefähr normiert auf eine Rechenanlage mit 10^6 Operat./sec). Dabei ist F 1:

$$\bigwedge_{x,y,z} \bigvee [(F(x,y) \rightarrow (F(y,z) \wedge F(z,z))) \wedge ((F(x,y) \wedge G(x,y)) \rightarrow (G(x,z) \wedge G(z,z)))]$$

Abb. 4 Vergleich von Beweisverfahren hinsichtlich des Zeitbedarfs für den Beweis bestimmter Formeln. Die Zeichen $\bigwedge$ und $\bigvee$ sind »alte Schreibweisen« für den Allquantor und den Existenzquantor. $\bigwedge$ entspricht also dem heute gebräuchlicheren $\forall$ und $\bigvee$ dem heute gebräuchlicheren $\exists$.

In dem später mit Niethammer gemeinsam publizierten Artikel befindet sich eine Tabelle (Abb. 4), die zeigt, dass Veenkers Programm im Gegensatz zu denen von Davis,¹¹⁸ Wos u. a.¹¹⁹ und Darlington¹²⁰ oft schneller war. Veenkers Forschungen zielten seither nicht mehr auf vollständige und perfekte maschinelle Beweisverfahren ab, sondern darauf, dass Mensch und Computer(programm) sich dabei fruchtbar ergänzten:

Diese Zusammenarbeit wäre so zu verstehen, daß der Mathematiker der Maschine während des Beweisganges (oder auf Anfrage von der Maschine) nützliche Hinweise gibt, die von der Maschine auf ihre Verwertbarkeit geprüft werden und den Beweis des Satzes verkürzen helfen oder überhaupt erst ermöglichen.¹²¹

Anknüpfend an Wangs Analogiebetrachtung mit der Numerischen Mathematik spekulierten er und Niethammer schließlich, dass man dort

¹¹⁸ Davis/Logeman/Loveland, Program, 1962.
¹¹⁹ Wos/Carson/Robinson, Preference, 1964.
¹²⁰ Darlington, Strategies, 1968.
¹²¹ Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 186.

für die meisten Fragestellungen keine expliziten endlichen Algorithmen, sondern nur Näherungsverfahren angeben kann. Wird es in Zukunft etwas Ähnliches bei Beweisen geben? Es ist nicht vorstellbar, aber auch nicht auszuschließen.¹²²

Zwei Jahre später wurde Veenker noch deutlicher:

Naturgemäß tritt hier eine starke Verflechtung ein zwischen der praktischen und der theoretischen Seite: Häufig kann man einem neuen Algorithmus nicht ansehen, ob er in der praktischen Verwendung effektiv genug ist; das muß man rein empirisch ausprobieren. Diese ständige Wechselbeziehung zwischen Theorie und praktischer Anwendung könnte man vielleicht als eine Art experimentelle Mathematik oder experimentelle Logik bezeichnen.¹²³

Diese Wechselbeziehung beschreibt die Spannung im mathematischen Experimentalsystem. Zwischen dem Suchen und dem Finden eines Beweises verbleibt ein Bereich der Ungewissheit, der prinzipiell nicht nur mit logischen Mitteln und deshalb auch prinzipiell nicht nur nach Ablauf eines Computerprogramms überwindbar ist. Vielmehr bedarf es immer des Ineinandergreifens der Handlungen von Mathematiker*innen und der Aktionen, die von Computerprogrammen ausgelöst werden, um Beweise mathematischer Theoreme zu finden.

Mensch-Maschine-Interaktion

Zur Förderung der Grundlagenforschung an den bundesdeutschen Hochschulen hatte die Deutsche Forschungsgemeinschaft mit Schreiben ihres Präsidenten vom 15. Januar 1968 dazu aufgefordert, Anträge im Rahmen des Schwerpunktprogramms »Informationsverarbeitung« zu stellen. Einen solchen Antrag auf Sachbeihilfen stellte Veenker am 14. Februar 1968 für sein Forschungsvorhaben »Untersuchungen über das Beweisen mathematischer Sätze durch das Zusammenwirken von Mensch und Rechenmaschine«.¹²⁴ Im Begleitschreiben betonte er, dass es beide Punkte des Schwerpunktprogramms, »Strukturfragen moderner Datenverarbeitungssysteme« und »Unmittelbare Zusammenarbeit mit einem Rechner«, bediene.

Er beabsichtigte, »effektive Beweisverfahren für den Bereich der mathematischen Logik zu entwickeln«, und wollte an seine ein Jahr zuvor unterbrochenen Arbeiten anknüpfen. Der Zeitaufwand in seiner Stellung als stellvertretender Leiter des Rechenzentrums habe ihm keine Gelegenheit geboten, weiter zu forschen. Sein Antrag be-

¹²² Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 187.

¹²³ Veenker, Beweisen, 1970, S. 276–277.

¹²⁴ Gerd Veenker, Antrag auf Sachbeihilfen, Kennwort »Informationsverarbeitung«, 14.2.1968, DFGArch Ve 38/1.

traf auch zwei Mitarbeiterstellen, für die er auch schon geeignete Personen nannte: »Dipl.-Math. Kloppenburg u. cand.Math. G. R. Hoffmann«.¹²⁵ Letzterer war schon sein Kollege in Tübingen gewesen. Unter »Reisekosten« veranschlagte Veenker 10.000 DM für »Erfahrungsaustausch: Informativer Aufenthalt in den USA« sowie für »Teilnahme a.d. Fortgeschrittenen-Studien z. Thema »Machine Intelligence« in Edinburgh«.¹²⁶ Die DFG gewährte die beantragte Sachbeihilfe. Die Antragsbesprechung stellte klar, dem

Mathematiker sollten in erster Linie die »Routinearbeiten«, die im Zusammenhang mit dem Beweisen schwieriger Sätze anfallen, abgenommen werden. An eine volle Automatisierung des Beweisens ist im gegenwärtigen Stadium nicht zu denken.¹²⁷

Die Reisekosten wurden nur zum Teil (1.000 DM) bewilligt, so dass die geplanten USA-Reise wohl nicht stattfand.

Das Forschungsprojekt sollte zu Veenkers Habilitation führen. Dazu beantragte sein Vorgesetzter, Prof. Schmid, bei der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Tübinger Universität, der er als Physik-Professor angehörte, Veenker in eine Habilitandenstelle einzuweisen. Auch er argumentierte mit den zeitaufwändigen Dienstleistungsarbeiten, die sein Mitarbeiter als stellvertretender Leiter des DVZ seit zwei Jahren für dessen Nutzer*innen erbrachte: »Zur Habilitation kann Herr Veenker daher nur gebracht werden, wenn für ihn die Möglichkeit geschaffen wird, sich mit ganzer Kraft der Forschungstätigkeit zu widmen.«¹²⁸

Veenkers Tätigkeit als stellvertretender Leiter des Tübinger Rechenzentrums endete am 31. März 1970 und am 12. März 1970 wurde er vom Rektor der Tübinger Universität mit Wirkung zum 1. April zum wissenschaftlichen Assistenten ernannt und beamtet.¹²⁹

Im darauffolgenden Monat, am 21. und 22. Mai 1970, fand an der Universität in Bonn das International Computing Symposium statt. Es war die erste gemeinsame Tagung des European Chapter of the Association for Computing Machinery (ACM) mit der in Bonn ansässigen Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD).¹³⁰ Außer den üblichen Sektionen¹³¹ gab es eine letzte Sektion über »Artificial Intelligence«

¹²⁵ DFG an Gerd Veenker, Bewilligung einer Sachbeihilfe, 12.2.1968, DFGArch Ve 38/1.

¹²⁶ Ebd.

¹²⁷ Ebd.

¹²⁸ Prof. Dr. E. Schmid: Antrag auf Einweisung des Herrn Dr. Gerd Veenker in eine Habilitandenstelle, 4.7.1969, UniArchBonn, PA 9985.

¹²⁹ Akademisches Rektorat der Universität Bonn, Kassenanweisung 17.03. 1970, UniArchBonn, PA 9985; Rektor der Universität Tübingen, Ernennungsurkunde an Herrn Dr. Gerd Veenker unter Berufung in das Beamtenverhältnis auf Widerruf mit Wirkung zum 1. April 1970, 12.3.1970, UniArchBonn, PA 9985.

¹³⁰ Der am Institut für Systemtechnik der GMD tätige und an der Mensch-Maschine-Kommunikation sehr interessierte Bonner Forscher Wolf Dieter Itzfeldt gab den Tagungsband heraus.

¹³¹ Computing Systems, Machine Architecture, Software Engineering, Operationg Systems, Programming Languages, Applications, Formal Languages, Automata Theory und Computer Assisted Instructions.

und hier findet sich neben dem schon damals sehr bekannten Joseph Weizenbaum (1923–2008), der zum Thema »Man – Machine Communication in the Light of Artificial Intelligence«¹³² sprach, auch ein Vortrag von Veenker im Programm: »A Proof Procedure with Special Reliance on the Equality Relation«.¹³³

Im Zusammenhang mit seinem DFG-geförderten Forschungsvorhaben organisierte Veenker an der Tübinger Universität zwischen 1968 und 1970 Kolloquien, Seminare und Arbeitsgemeinschaften über maschinelles Beweisen.¹³⁴ Unter seinen Veröffentlichungen aus dieser Zeit sind auch zwei Artikel in der Zeitschrift »Angewandte Informatik«: »Maschinelles Beweisen« und »Der EDITOR, ein Programm zur Behandlung von Daten auf einem Plattenspeicher«. Letzteren hatte er im gleichen Heft mit J. Kloppenburg, dem Kandidaten für das beantragte DFG-Projekt, geschrieben.¹³⁵ Dabei legten die Autoren viel Wert auf die Beschreibung der neuen »Display-Station« für den Tübinger RZ-Rechner CD 3300, die aus Bildschirm, Tastatur und Speicher bestand. In diesen beiden Artikeln wird die Schwerpunktsetzung Veenkers Forschungsinteressen deutlich: Anhand seines Beweisprogramms ging es ihm um das »Zusammenwirken von Mensch und Rechenmaschine«, wie schon am Ende des letzten Abschnitts diskutiert wurde. Für Veenker als Rechenzentrumsmitarbeiter war klar, dass diese Mensch-Maschine-Zusammenarbeit

natürlich nicht im Computerraum stattfinden [kann], sondern zweckmäßigerweise in einem separaten Raum über eine direkt angeschlossene Bildschirm-Station, um so dem denkenden Mathematiker die Möglichkeit zu geben, sich unbeeinflusst vom Maschinenbetrieb seinem Problem zu widmen.¹³⁶

Die »direkte Zusammenarbeit« zwischen Mathematiker*innen und Rechenanlage bei der Beweissuche verlief nach seiner Vorstellung möglicherweise folgendermaßen:

Der Benutzer kann in Abhängigkeit von den schon gewonnenen Zwischenergebnissen mit Hilfe von Steuerbefehlen das Programm an bestimmten Stellen unterbrechen und über den Bildschirm Programmparameter (etwa Beweisstrategien) ändern oder zusätzliche Hilfssätze (in Form von zusätzlichen Clausen) zur Formel hinzufügen und so dazu beitragen, daß der gewünschte Beweis verkürzt oder überhaupt erst ermöglicht wird.¹³⁷

¹³² Weizenbaum, Communication, 1973.

¹³³ Veenker, Procedure, 1973.

¹³⁴ Veenker, Lebenslauf und wissenschaftlicher Werdegang, Birlinghoven, 14.6.1971, UniArchBonn, PA 12346; Veenker, Bonn, ohne Datum: Wissenschaftlicher Werdegang, UniArchBonn, PA 9985.

¹³⁵ Veenker, Procedure 1973; Veenker, Beweisen, 1970; Kloppenburg/Veenker, EDITOR, 1970; Hofmann/Veenker, Proof, 1971.

¹³⁶ Kloppenburg/Veenker, EDITOR, 1970, S. 171.

¹³⁷ Veenker, Beweisen, 1970, S. 282.

Diese »zusätzliche Hilfssätze« sind die Hypothesen, die Menschen – und nicht Maschinen – in das Verfahren einbringen. Automatisches Beweisen kann demnach ohne die Interaktion zwischen Mensch und Maschine nicht allgemein erfolgreich sein!

Am 15. Dezember 1970 schied Veenker aus dem Dienstverhältnis am ZDV der Universität Tübingen aus, »da er an der Universität Bonn seine Forschungen in größerem Rahmen weiter betreiben will«, ¹³⁸ schrieb Dr. Martin Graef, der neu ins Amt gekommene Direktor des Tübinger ZDV, ihm ins Zeugnis. Eine Position als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) in St. Augustin bei Bonn war für Veenker lediglich eine Übergangsanstellung. Schon im November 1970 hatte der Bonner Professor Karl-Heinz Böhling (1930–2016) ihm bescheinigt, dass er in Bonn »für das überregionale Forschungsprogramm Informatik« tätig sein werde. ¹³⁹ Das Überregionale Forschungsprogramm Informatik (ÜRF), dessen Sachverständigenkreis Veenker als Vertreter der Bonner Universität ab 1972 angehörte, ¹⁴⁰ war damals das »zentrale Förderprogramm zur Entwicklung des Studiengangs Informatik in der Bundesrepublik« mit dem »Ziel, einen neuen Industriezweig zur Herstellung von DV-Anlagen aufzubauen, den Fachkräftemangel zu beheben und den ‚technology gap‘ zu überwinden.« ¹⁴¹

Am 14. Juni 1971 bewarb Veenker sich »um die ausgeschriebene Stelle eines wissenschaftlichen Rates und Professors für das Fach Informatik an der Bonner Universität«. ¹⁴²

Bonn

Der Standort Bonn war eine der »Wiegen« des maschinellen Rechnens und der elektronischen Datenverarbeitung« in der Bundesrepublik Deutschland. ¹⁴³ Schon 1954 war hier, finanziert vom Land Nordrhein-Westfalen, das Rheinisch-Westfälischen Institut für Instrumentelle Mathematik (IIM) als außeruniversitäre Einrichtung für Auftragsarbeiten der regionalen Industrie gegründet worden. Vorbild dazu war das von dem Pionier elektronischen Rechnens Alwin Oswald Walther (1898–1967) geleitete Darmstädter Institut für Praktische Mathematik (IPM). Hier wurde bereits erfolgreich zu analogen und digitalen Rechenautomaten geforscht und auch im Bonner IIM sollte solche Forschung zur Computerwissenschaft betrieben werden. Zunächst allein von dem Mathematiker Ernst Ferdinand Peschl (1906–1987) geleitet, ab 1958 dann gemeinsam mit dem neu berufenen angewandten Mathematiker Heinz Unger (1914–2007) – einem Doktoranden von Alwin

¹³⁸ Zeugnis von Dr. Martin A. Graef (ZfD) an Dr. Gerd Veenker, 25.11.1970, UniArchBonn, PA 12346.

¹³⁹ Prof. Dr. Karl Heinz Böhling, Bescheinigung, 10.11.1970, UniArchBonn PA 9985. Im Sachverständigenkreis des ÜRF war dann auch Veenker Mitglied. Mitglieder des Sachverständigenkreises ÜRF.

¹⁴⁰ Pieper, Forschungsprogramm, 2008, S. 5.

¹⁴¹ Ebd., S. 4–5.

¹⁴² Gerd Veenker, Bewerbungsschreiben an den Vorsitzenden der Fachgruppe Mathematik und Informatik der Universität Bonn, Prof. Dr. Rolf Leis, 14.06.1971, UniArchBonn, PA 9985.

¹⁴³ Becker/Rosin, *Natur*, 2018, S. 264.

Walther – wurde das IIM die Bonner »Keimzelle der Informatik«. Dazu sind neben den Universitätsangehörigen auch das wissenschaftliche Personal der in Birlinghoven nahe Bonn ansässigen GMD zu zählen, die von 1969 bis 1974 ebenfalls von Peschl und Unger aufgebaut bzw. geleitet wurde.¹⁴⁴

Das IIM hatte mit einer elektromechanischen Integrieranlage der Mindener Firma Schoppe und Fäser begonnen, erhielt aber schon 1959 den Dezimalrechner ER 56 der Firma Standard-Elektrik-Lorenz und den kleinen trommelbasierten Dualrechner LGP 30 von der Librascope Group of General Precision. Vier Jahre später bekam das IIM den Großrechner IBM 790/1410, der auch anderen Instituten in Bonn verfügbar gemacht wurde.

Von 1963 bis 1968 war der Walther-Schüler Carl Adam Petri (1926–2020) Leiter des Bonner Rechenzentrums und danach Direktor des Institutes für Informationssystemforschung der neu gegründeten GMD. Nach Petri leitete Karl-Heinz Böhling das Bonner Hochschulrechenzentrum, der 1959 aus Hannover gekommen war, um in angewandter Mathematik bei Unger zu promovieren. Nach dem Tode von Walther im Jahre 1967 wurde das IIM in die damals neugegründete GMD überführt.

Voraussetzungen dafür, von dem ab 1971 für Forschungsgruppen offenen »Überregionalen Forschungsprogramm« (ÜRF) zu profitieren, waren, dass bereits ein Studiengang in Informatik bestand und damit die dafür notwendige Mindestanzahl von zwei Lehrstühlen, an denen Informatik-Themen bearbeitet wurden. Einen solchen Studiengang zur Spezialisierung im Mathematikstudium gab es in Bonn seit 1967; er hieß »Computing Science«. Darin wurden seit 1968 die regelmäßigen Vorlesungen »Automatentheorie und Formale Sprachen« und »Programmierung von Rechanlagen« angeboten. Außerdem gab es Lehrbeauftragte aus den GMD-Instituten: Ungers Institut für Angewandte Mathematik, das von Böhling noch als Privatdozent geleitete Institut für Theorie der Automaten und Schaltnetzwerke und das Institut für Informationssystemforschung, das Petri leitete. Die Fachgruppe Mathematik wurde zu »Mathematik und Informatik« erweitert. Das Institut für Angewandte Mathematik erhielt eine Abteilung »Automatentheorie«, die von Böhling, nun zum wissenschaftlichen Rat und Professor ernannt, geleitet wurde. Böhlings Lehrstuhl für Automatentheorie und Formale Sprachen war der erste Bonner Informatik-Lehrstuhl. Er wurde später zur Abteilung I des Instituts für Informatik. Zusammen mit dem Seminar für Logik und Grundlagenforschung der Bonner Universität waren die vom BMBF geforderten Voraussetzungen zur Bildung eines Informatik-Studiengangs erfüllt. Das Institut wurde 1975 gegründet, nachdem auch die Abteilungen II bis IV etabliert waren. Sie bildeten bis 1988 dessen Kern.

Ab dem Wintersemester 1970/71 konnte im regelmäßigen Studienbetrieb des Bonner Studiengangs »Informatik« ein Diplom mit den Nebenfächern reine Mathematik, angewandte Mathematik, Physik oder Wirtschaftswissenschaften erworben werden. Schon in den ersten beiden Jahren gab es mit Wilfried Brauer (1937–2014) und Bernd

¹⁴⁴ Die GMD ging später in der Fraunhofer-Gesellschaft auf. Siehe hierzu auch Jakob Tschandls Beitrag in diesem Band.

Reusch (1941–2017) zwei erfolgreiche Habilitationen zu feiern. 1972 wurde das erste Diplom erteilt und 1973 folgten zwei Promotionen.

Extraordinariat für Dialogsprachen und maschinelles Beweisen

Gerd Veenker habilitierte sich noch im Tübinger Fachbereich Physik am 19. November 1971 und im Dezember des gleichen Jahres erteilte ihm der Senat der Tübinger Universität die Lehrbefugnis für Informatik.¹⁴⁵ Fünf Tage später beschloss die Bonner Fachgruppe Mathematik und Informatik auf ihrer Sitzung, dem Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes NRW »Herrn Dr. Gerd V e e n k e r von der GMD (Birlinghoven) als einzigen Kandidaten« für eine H3-Professur »Informatik und Angewandte Mathematik« vorzuschlagen.¹⁴⁶ Die drei auswärtigen Gutachten von Professor Dr. Josef Dietrich Haupt (1928–2021) aus Aachen,¹⁴⁷ von Professor Dr. Wilhelm Niethammer aus Mannheim¹⁴⁸ und von Professor Dr. Klaus Samelson (1918–1980) aus München¹⁴⁹ wurden positiv interpretiert und auch der fachfremde Vertreter hatte zugestimmt.¹⁵⁰ So wurde Veenker am 14. April 1972 zum wissenschaftlichen Rat und Professor (H3) an der Universität Bonn ernannt.¹⁵¹ Er erhielt ein Extraordinariat für Dialogsprachen und maschinelles Beweisen in der Abteilung I des Bonner Instituts für Informatik.¹⁵² Da solche Ernennungen wie Berufungen behandelt wurden, war eine Umhabilitation nicht notwendig.¹⁵³

¹⁴⁵ Dekan des Fachbereich Physik der Universität Tübingen (Wiss. Rat Dr. P. Kramer) an den Dekan der Math.-Naturwiss. Fakultät der Universität Bonn, 9.1.1973, Universitätsarchiv Bonn, IMG_9387.

¹⁴⁶ Prof. Dr. Wilhelm Klingenberg (1924–2010) (Vorsitzender der Fachgruppe für Mathematik und Informatik) an den Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, 13.12.1971, UniArchBonn, PA 9985.

¹⁴⁷ Gutachten über Herrn Dr. Veenker von Prof. Dr. Dietrich Haupt, ohne Datum, UniArchBonn, PA 12346. Haupt war damals Leiter des Aachener Rechenzentrums und wurde nach dem Tübinger Erich Kamke, dem Darmstädter Karl Küpfmüller (1897–1977), Wohlmann und Weise im Jahre 1973 der fünfte Vorsitzender der schon am 14. Juni 1952 gegründeten DFG-Senatskommission für »Rechenanlagen« (KFR), die in den Folgejahren den Bau der ersten Rechenanlagen für die Wissenschaft in der Bundesrepublik anregte und so die Datenverarbeitung in der Bundesrepublik förderte. Siehe dazu Haupt, Entwicklung, 1980; Claus/Ritter, Informatik-Fachbereiche, 2020, S. 255.

¹⁴⁸ Gutachten über Herrn Dr. Veenker von Prof. Dr. Wilhelm Niethammer, 03.08.1971, UniArchBonn, PA 9985. Niethammer war am Tübinger Rechenzentrum ein Kollege von Veenker gewesen und die beiden haben in den Mathematisch-physikalischen Semesterberichte des Jahres publiziert, bspw. Niethammer/Venker, Maschinen, 1969. Niethammer hatte 1964 bei Zeller und Hellmuth Kneser in Tübingen promoviert und wechselte 1966 an das Rechenzentrum der Bochumer Universität. 1970 folgte er nach seiner Habilitation einem Ruf auf einen Lehrstuhl an der Universität Mannheim, mit dem die Direktion des Instituts für Praktische Mathematik und die Leitung des dortigen Rechenzentrums verbunden war. Siehe Scherer, Computer, 2002.

¹⁴⁹ Gutachten über Herrn Dr. Veenker von Prof. Dr. Klaus Samelson, 20.10.1971, UniArchBonn, PA 9985.

¹⁵⁰ Prof. Dr. Karl-Heinz Böhling, Laudation Dr. G. Veenker, UniArchBonn, PA 12346.

¹⁵¹ Der Rektor der Universität Bonn an den Dekan der Math.-Naturwissenschaftl. Fakultät der Universität Bonn, Prof. Dr. Rolf Leis, 8.5.1972, UniArchBonn, PA 9985.

¹⁵² Der Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen an den Herrn Wissenschaftlichen Rat und Professor Dr. Gerd Veenker, 05.04.1972, UniArchBonn, PA 9985.

¹⁵³ Brief des Bonner Dekans Prof. Dr. Rolf Leis an den Dekan in Tübingen, 10.1.1973, UniArchBonn, PA 9985.

Veenker gründete hier die Forschungsgruppe »Dialog- und Informationssysteme« im ÜRF. Daraus gingen in den 1970er-Jahren eine Reihe von Arbeiten hervor, die in den Bereich »Künstliche Intelligenz« eingeordnet werden können und als Bonner »Informatik-Berichte« publiziert wurden:

- E. Klein: Heuristische Auswahlmethoden im Computerschach, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 1, November 1974.
- Rainer Fröning: Maschinelles Beweisen in Struktur-Theorien, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 2, November 1974.
- Wolfgang Reisig: Eine Verallgemeinerung des Berechenbarkeitsbegriffs durch Gleichungssysteme, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Band 1, Nr. 3, Januar 1975.
- Gerd Veenker. Erich Vorwerk: Zur Selektion von ähnlichen Worten aus umfangreichen Datenbeständen, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 4, April 1975.
- Rainer Fröning: Ein maschinelles Beweisen zur Behandlung algebraischer Strukturprobleme«, Informatik Berichte Nr. 14, Februar 1977.
- Gerd Tjarks: Ein Automatisches System für das Brettspiel Gobang, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 18, November 1977.
- Helmut Schwamborn: Erkennen und Entwickeln von Strategien durch Beweisanalyse, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 19, Februar 1978.
- Franz-Josef Kauffels: Universelle Schaltelemente für Binäre und Höherwertige Logik. Mit Gleichungssystemen beschreibbare Strukturen unter Anwendung der semi-analogen Potentialdifferenzbildung, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 35, Februar 1982.
- Josef Börding: Eine Übersicht über Automatisches Lernen und der Versuch einer Klassifikation, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 37, Juli 1982.
Gerd Kellermann: Perceptrons und Bildverstehen: Über die Zusammenarbeit von Künstlicher Intelligenz und Kognitionsforschung, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 49, März 1986.
- Ute Neuhaus: Bewertung von Unifizierungsalgorithmen, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 53, Oktober 1986.
- Jürgen Kopp: Das 1-Clausen-Verfahren in mehrsortiger Logik, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 59, November 1987.
- Peter Meyer-Seidler: Automatisches Beweisen in Abstrakten Suchräumen, Universität Bonn, Informatik-Berichte, Nr. 71, August 1989.

In Bonn promovierte Veenker 1976 Rainer Fröning, Eberhard Klein und Erich Vorwerk, 1977 Peter Schmidt, 1986 Joachim Hertzberg, 1990 Guido Wirtz und 1992 Volker Steinhage. Mindestens zwei seiner Doktoranden wurden Professoren in der Informatik: Hertzberg habilitierte sich 1995 an der Universität in Hamburg und wurde 2004 Professor an der Universität in Osnabrück. Ebenfalls 1995 habilitierte sich Wirtz an der Universität-Gesamthochschule Siegen. Im Jahre 2002 wurde er Professor an der Universität Bamberg.

Künstliche Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland

Ende der 1960er-Jahre kam es zu einem vom ersten DV-Programm der Bundesregierung finanziell unterstützten Treffen deutscher Informatiker*innen am Chiemsee, das von Mitgliedern des Münchner Informatik-Instituts organisiert wurde. Hier tauschten sich einige Mittelbau-Mathematiker bzw. Informatiker mit Interesse an der aus den USA kommenden AI-Forschung aus. Hierzu erinnert sich Wolfgang Bibel im Interview mit Petra Ahrweiler:

In diesem Programm gab es Untersparten, und da waren auch solche Dinge wie die Mechanisierung der Mathematik. Ich war 1969 auf einem Treffen am Chiemsee. Da war Herr Veenker da und noch so ein paar Leute. Das war vielleicht das erste Treffen, wo ein paar Leute in Deutschland so etwas wie KI gemacht haben, zusammenkamen. Dann ist lange nichts passiert.¹⁵⁴

Etwa fünf Jahre später organisierte Veenker dann die ersten informellen Zusammenkünfte in der Bundesrepublik Deutschland zum Thema »Künstliche Intelligenz«:

Am 18. Februar 1975 fand in Bonn ein erstes informelles Treffen unter dem Thema »Künstliche Intelligenz« statt. Neben Fachvorträgen wurde die Frage einer Institutionalisierung der Künstliche-Intelligenz-Forschung in der BRD aufgeworfen und diskutiert.¹⁵⁵

Veenker hatte »Interessenten am Arbeitsgebiet ›Künstliche Intelligenz‹« eingeladen – es sollen etwa 30 Personen anwesend gewesen sein – und er berichtete darüber in der im April des gleichen Jahres als Nr. 5 der Bonner »Informatik Berichte« erschienenen Schrift. Bei dieser Veranstaltung wurden, wie Hans-Hellmut Nagel (geb. 1935) im ersten »KI-Rundbrief« berichtete, »von den Teilnehmern drei Beschlüsse gefasst«:

1. Es sollte versucht werden, einen ständigen Kontakt unter den Interessenten in Form einer GI-Fachgruppe zu etablieren.
2. Ein weiteres Treffen solle am Dienstag, dem 7. Oktober 1975, in Dortmund organisiert werden (am Vortrag der GI-Jahrestagung 1975, die vom 8.–10. Oktober in Dortmund stattfindet).
3. Um den Kontakt unter den (potentiellen) Interessenten zu verstärken, sollte etwa alle drei Monate ein Rundbrief versandt werden.¹⁵⁶

¹⁵⁴ Zitiert nach Ahrweiler, Intelligenz-Forschung, 1995, S. 60.

¹⁵⁵ Veenker, Künstliche-Intelligenz-Forschung, 1975a, o. S.

¹⁵⁶ Rundbrief Nr. 1 vom 26. Mai 1975 zur Vorbereitung einer GI-Fachgruppe »Künstliche Intelligenz«, S. 1. IGGI-Archiv.

Nagel war damals der erste Professor für Informatik an der Hamburger Universität geworden¹⁵⁷ und hatte sich bereit erklärt, »für interessante Informationen, besonders zu organisatorischen Fragen, bei Bedarf einen Rundbrief ›Künstliche Intelligenz‹ zu verschicken.«¹⁵⁸ Er übernahm auch die Redaktion dieses anfänglichen Informations- und Kommunikationsorgans der sich ausbildenden Gruppe, das am 26. Mai 1975 erstmals (und danach zunächst vierteljährlich) erschien, und zwar unter der Überschrift »Rundbrief Nr. 1 vom 26. Mai 1975 zur Vorbereitung einer GI-Fachgruppe ›Künstliche Intelligenz‹«. Mit dieser Benennung wurden bereits Fakten geschaffen, denn während des ersten Treffens in Bonn wurden vier Möglichkeiten diskutiert, wie man sich zukünftig institutionell aufstellen könnte. Es bestand die Möglichkeit,

1. sich als eigener Fachausschuss an die Gesellschaft für Informatik (GI) anzuschließen,
2. mit dem schon vorhandenen GI-Fachausschuss »Mustererkennung und kognitive Prozesse« einen gemeinsamen GI-Fachausschuss unter einem neuen Namen (z. B. »Mustererkennung und Künstliche Intelligenz«) zu bilden,
3. sich »zunächst als Special Interest Committee (SIC) und später als Special Interest Group (SIG)« des deutschen Chapters der 1947 gegründeten ACM zu bewerben, der US-amerikanischen und überhaupt ersten wissenschaftlichen Gesellschaft für Computer Science,
4. sich unabhängig von bereits existierenden Organisationen als eigenständige Institution zu etablieren.

Es wurde beschlossen, bei der GI und der ACM zu sondieren und bei dem nächsten Treffen, das für den 7. Oktober 1975 terminiert wurde, einen Beschluss zu fassen.

Nagel war GI-Mitglied und gehörte deren Fachausschuss (FA) 6 »Digitale Verarbeitung kontinuierlicher Signale« an. Er teilte dem damaligen GI-Präsidiumsmitglied Albert Endres (1932–2020)¹⁵⁹ mit, »daß die in Bonn versammelten Interessenten an einem Arbeitsgebiet ›Künstliche Intelligenz‹ beschlossen haben, ihren Informationsaustausch als Gruppe innerhalb der Gesellschaft für Informatik zu intensivieren.«¹⁶⁰ Nagel gab gleichzeitig den beim Bonner Treffen beschlossenen Vorschlag weiter, Prof. Gerd Veenker und Dr. Joachim Laubsch aus Stuttgart in den FA 6 aufzunehmen, um die In-

¹⁵⁷ Siehe dazu den Beitrag von Dinah Pfau in diesem Band.

¹⁵⁸ Veenker, Künstliche-Intelligenz-Forschung, 1975a, S. 2.

¹⁵⁹ Endres hatte seit 1952 Geodäsie an der Universität Bonn sowie der Ohio State University studiert und war bei IBM (Böblingen) zuerst im Rechenzentrums-, danach im Entwicklungsbereich tätig (1957–1992). Dort befasste er sich mit der Entwicklung von Programmiersprachen, Compilern, Betriebs- und Datenbanksystemen. 1968 gründete er die deutsche Sektion (German Chapter) der ACM, deren Vorsitzender er drei Jahre lang war. 1975 promovierte er in Informatik, 1986 wurde er Honorarprofessor an der Universität Stuttgart, wo er von 1976 bis 1992 als Dozent für Informatik lehrte. Danach war er ein Semester Professor für Informatik an der Universität Rostock und von 1993 bis 1997 hauptberuflich Professor für Informatik an der TUM am Lehrstuhl für Software-Ingenieurwesen.

¹⁶⁰ Rundbrief Nr. 1 vom 26. Mai 1975, S. 1. IGGI-Archiv.

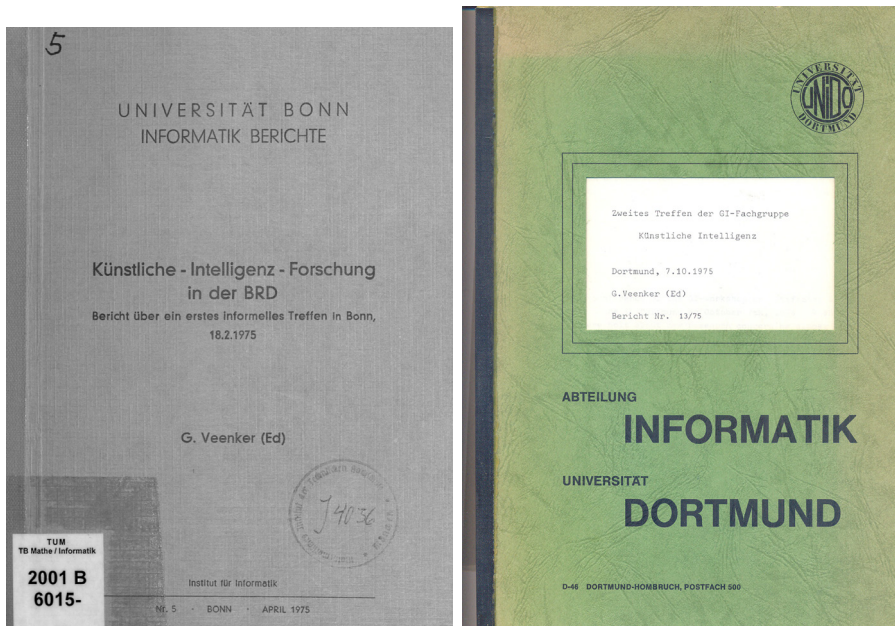


Abb. 5 Titelblätter der Berichte zu den ersten beiden KI-Treffen in Deutschland.

teressen an KI in diesem FA vertreten zu lassen. Diese beiden Vorschläge wurden von Endres als Antrag auf der nächsten GI-Präsidiumssitzung am 11. Juli 1975 eingebracht und positiv entschieden.¹⁶¹ (Abb. 5)

So fand ein »zweites Treffen der GI-Fachgruppe Künstliche Intelligenz« am 7. Oktober 1975 in der Universität Dortmund statt, unmittelbar vor der 5. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. Eine eigene Fachgruppe in der GI wurde sie »durch den tatkräftigen Einsatz von Prof. Dr. Nagel, Hamburg«, wie Veenker im Vorwort der daraus entstandenen Publikation schrieb.¹⁶²

¹⁶¹ Rundbrief Nr. 2 vom 8. August 1975, S. 1. IGGI-Archiv.

¹⁶² Veenker, Vorwort, 1975, S. 1.

Ausblick

Mit seiner Diplomarbeit war Veenker der erste Wissenschaftler an einer deutschen Universität, der sich mit dem Gebiet des automatischen Beweisens beschäftigte. Obwohl der Titel dieser Arbeit noch nahelegt, dass sie auf die klassische Aussagenlogik beschränkt blieb, gab er doch schon hier einen Ausblick darauf, wie sein Verfahren für das automatische Beweisen im Prädikatenkalkül 1. Stufe hilfreich sein könnte, indem prädikatenlogische Formeln mithilfe eines Reduktionsverfahrens in den Aussagenkalkül übersetzt wurden. In seiner Dissertation führte er dann die Inkonsistenz einer prädikatenlogischen Formel F auf die (entscheidbare) Inkonsistenz von aussagenlogischen Formeln zurück. Weil seine hier entwickelten Beweisverfahren bei wachsender Komplexität der Formeln immer mehr Zeit brauchten, zeigte er Strategien auf, um dieses Wachstum zu schwächen. Schließlich führte er ein »heuristisches Prinzip« ein: gegebenenfalls sollte man neue Hypothesen hinzuzunehmen, damit das Verfahren zumindest in vielen Fällen schneller als gewöhnlich zum Ziel kommt.

Die weit interessantere Nutzung seines Verfahrens sah Veenker allerdings für die Zukunft voraus: Wenn die Computer größer würden und über bessere Kommunikationsmöglichkeiten verfügten, dann lieferte es »einen interessanten Beitrag zum Thema man-machine interaction«, der darin bestünde,

die Arbeit des Beweisens aufzuteilen zwischen denkendem Mathematiker und Maschine; hier fiel also dem Mathematiker nur die Aufgabe zu, entsprechende Hypothesen zu erfinden, die (meist mühevoll) Kleinarbeit würde von der Maschine übernommen.¹⁶³

Dieses denkerische Suchen nach Beweisen ist ein Experimentieren »im Kopf oder mit Papier und Feder«, wie auch der Mathematiker Armand Borel betonte, als er im Mai 1981 am Mentorenabend der Carl Friedrich von Siemens Stiftung in München-Nymphenburg zum Thema »Mathematik, Kunst und Wissenschaft« sprach. Neben diesen »intellektuellen Werkzeugen« benötige das mathematische Experimentieren allerdings – wie das naturwissenschaftliche Experimentieren – Kreativität und Intuition. Borel warnte vor falschen Vorstellungen von dieser Tätigkeit:

Man soll sich gar nicht vorstellen, daß der Mathematiker ganz logisch und systematisch verfährt. Oft tappt er ganz im dunkeln [sic], weiß gar nicht, ob er eine gewisse Behauptung beweisen oder widerlegen sollte, und wesentliche Ideen fallen ihm manchmal ganz unerwartet ein, sogar ohne daß er nachher einen klaren logischen Weg zurück zu früheren Überlegungen sehen kann. Wie im Fall eines Komponisten oder Künstlers sollte man dann von Inspiration sprechen. Was der Mathematiker findet, ist auch manchmal so unerwartet, daß er fast mit

¹⁶³ Veenker, Beweisverfahren 1967, S. 61

Rodin sagen könnte, er wußte, was er suchte, erst, nachdem er es gefunden hatte.¹⁶⁴

Ein Jahrzehnt später trug der Mathematiker Stefan Hildebrandt (1936–2015) an gleicher Stelle zum Thema »Wahrheit und Wert mathematischer Erkenntnis« vor.¹⁶⁵ Er zitierte dabei aus einem Vortrag des Mathematikers Hans Lewy (1904–1988) zum Thema »Krisen in der Mathematik«:

Wir älteren Mathematiker und die Mehrzahl unserer jüngeren Kollegen halten es, wenn wir Resultate anderer benutzen, für absolut unerlässlich, daß wir uns persönlich von deren Richtigkeit überzeugen. Es gibt aber heute publizierte Arbeiten, die sich auf Resultate stützen, deren Prüfung ein Studium von mehr als 5000 gedruckten Seiten erfordern würde, eine Aufgabe, die zunehmend unmenschlich ist.¹⁶⁶

Ist das mathematische Beweisen also nicht länger ein Gebiet, auf dem menschliche Intelligenz die geeignetste Fähigkeit ist, um darin erfolgreich zu sein? Der amerikanische Kognitionswissenschaftler Simon DeDeo meint sogar, dass wir Menschen für diese Art von Aufgabe nicht geeignet sind.¹⁶⁷ Sind Computer bzw. Computerprogramme die besseren Theorembeweiser?

Dass sie neue Werkzeuge sind, derer sich Mathematiker*innen seit etwa der Mitte des 20. Jahrhunderts bedienen, unterstrich Borel 1981, weil »nämlich die elektronischen Rechenmaschinen«, der »experimentellen Seite der Mathematik eine neue Dimension gegeben« hätten. »Das geht so weit, daß man schon von bedeutenden gegenseitigen und faszinierenden Einflüssen zwischen Computer Science und reiner Mathematik sprechen darf.«¹⁶⁸ Veenker sprach in diesem Zusammenhang von einem Zusammenspiel zwischen Mathematiker*in und Computerprogramm: Mit jedem Programmdurchlauf könnten Variationen versucht und neue Wege eingeschlagen werden. Auf diese Weise würde das hybride Mensch-Maschine-System neues mathematisches Wissen produzieren.

Veenkers Name ist heute höchstens noch einigen Fachleuten bekannt, und das vielleicht auch nur, weil er 1975 die ersten KI-Treffen organisierte. Seine frühen Arbeiten zum Automatischen Beweisen blieben praktisch unbeachtet, schrieb Wolfgang Bibel im Jahre 2007, als er Veenker posthum zu seinem 70. Geburtstag würdigte.¹⁶⁹

¹⁶⁴ Borel, *Mathematik*, 1982, S. 28.

¹⁶⁵ Hildebrandt, *Wahrheit*, 1992, S. 12.

¹⁶⁶ Zitiert nach Hildebrandt, *Wahrheit*, 1992, S. 16–17.

¹⁶⁷ Zitiert nach Cubitt/Pérez-García/Wolf, *Aussagen*, 2022, S. 46.

¹⁶⁸ Borel, *Mathematik*, 1982, S. 29.

¹⁶⁹ Bibel, *History*, 2007, S. 2.

Literatur

- Ackermann, W.: Solvable Cases of the Decision Problem. Amsterdam 1954.
- Ahrweiler, Petra: Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs. Münster/New York 1995.
- Becker, Thomas; Rosin, Philip (Hrsg.): Die Natur- und Lebenswissenschaften. Geschichte der Universität Bonn – Band 4. Bonn 2018.
- Bibel, W.: Early History and Perspectives of Automated Deduction. In: Hertzberg, J.; Beetz, M.; Englert, R. (Hrsg.): KI 2007: Advances in Artificial Intelligence. 30th Annual German Conference on AI, KI 2007, Osnabrück, Germany, September 10–13, 2007, Proceedings. Berlin/Heidelberg/New York 2007, S. 2–18.
- Borel, Armand: Mathematik, Kunst und Wissenschaft. Vortrag, gehalten am Mentorenabend der Carl Friedrich von Siemens Stiftung in München-Nymphenburg am 7. Mai 1981. München 1982.
- Burwick, H.: Erzeugung der irreduziblen Normalformen aussagenlogischer Ausdrücke. In: Elektronische Rechenanlagen 5 (1963), H. 3, S. 108–117.
- Church, A.: A Note on the Entscheidungs Problem. In: Journal of Symbolic Logic 1 (1936), H. 2, 1936, S. 74.
- Claus, Volker; Ritter, Norbert: Informatik-Fachbereiche an deutschen Universitäten. Eine kurze Entwicklungsgeschichte aus Sicht des Fakultätentags Informatik. In: Informatik Spektrum 43 (2020), S. 252–261.
- Cubitt, Toby S.; Pérez-García, David; Wolf, Michael: Unentscheidbare Aussagen über die Natur. In: Spektrum der Wissenschaft: Spektrum Kompakt - Logik 1 (2022), S. 32–49.
- Darlington, Jared Lloyd: Some Theorem-Proving Strategies Based on the Resolution Principle. In: Dale, Ella; Michie, Donald (Hrsg.): Machine Intelligence 2. Edinburgh 1968, S. 57–71.
- Davis, Martin: On the Theory of Recursive Unsolvability. Diss. Princeton University, 1950.
- : A Program for Presburger's Algorithm. Summaries of Talks Presented at the Summer Institute for Symbolic Logic. Cornell 1957.
- : Eliminating the Irrelevant from Mechanical Proofs. In: Metropolis, N. C. u. a. (Hrsg.): Experimental Arithmetic, High Speed Computing and Mathematics. Proceedings of Symposia in Applied Mathematics Vol. 15. Providence 1963, S. 15–30.
- : The Early History of Automated Deduction. In: Robinson, Alan J. A.; Voronkov, Andrei (Hrsg.): Handbook of Automated Reasoning. Vol. I. Amsterdam 2001, S. 3–14.
- Davis, Martin; Logeman, George; Loveland, Donald A.: A Machine Program for Theorem-Proving. In: Communications of the ACM, 5 (1962), H. 7, S. 394–397.
- DFG: Geschichte der Kommission für Rechenanlagen. DFG-Magazin, 25. Januar 2021, https://www.dfg.de/dfg_magazin/aus_der_dfg/geschichte/geschichte_geraetefoerderung/kommission_rechenanlagen/index.html (1.8.2023).
- Dunham, Bradford; Fridshal, Richard; North, James H.: Exploratory Mathematics by Machine. In: Machol, Robert E.; Gray, Paul: Recent Development in Information and Decision Processes. New York 1962, S. 149–160.
- Dunham, Bradford; Fridshal, Richard; Sward, Gilbert Leinbaugh: A Non-Heuristic Program for Proving Elementary Logical Theorems. In: UNESCO (Hrsg.): Information Processing, Proceedings of the International Conference on Information Processing, UNESCO, Paris 15–20 June 1959. Paris/München/London 1960, S. 282–285.
- Frege, Gottlob: Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Halle 1879.
- Friedman, Joyce Barbara: A Computer Program for a Solvable Case of the Decision Problem. In: Journal of the ACM 10 (1963), H. 3, S. 348–356.
- Friedman, Joyce Barbara: A New Decision Procedure in Logic with a Computer Realization. Diss. Pennsylvania State University, Harvard University, 1965.

- Gelernter, Herbert Leo: Realization of a Geometry Theorem Proving Machine. In: UNESCO (Hrsg.): Information Processing, Proceedings of the International Conference on Information Processing, UNESCO, Paris 15–20 June 1959. Paris/München/London 1960, S. 273–282.
- Gilmore, Paul Carl: A Program for the Production from Axioms, of Proofs for Theorems Derivable within the First Order Predicate Calculus. In: UNESCO (Hrsg.): Information Processing, Proceedings of the International Conference on Information Processing, UNESCO, Paris 15–20 June 1959. Paris/München/London 1960, S. 265–272.
- : A Proof Method for Quantification Theory: Its Justification and Realization. In: IBM Journal of Research and Development 4 (1960), H. 1, S. 28–35.
- Gödel, Kurt: Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. In: Monatshefte für Mathematik und Physik 38 (1931), S. 173–198.
- Harenberg, Werner: Computer als Richter und Arzt? Spiegel-Gespräch mit Frederic Friedel, Frieder Schwenkel, Klaus Brunnstein Gisbert Jacoby, Robert Hübner, Hoimar von Ditfurth. Horst Soboll, Fritz Kuderli am 22.4.1979, DER SPIEGEL (1979), H. 17, <https://www.spiegel.de/politik/computer-als-richter-und-arzt-die-teilnehmer-des-gesprachs-a-3e41c0ff-0002-0001-0000-000040352047> (29.4.2023).
- Haupt, Dietrich: Zukünftige Entwicklung der Rechnerversorgung an Hochschulen. In: Wall, Dieter (Hrsg.): Entwicklungstendenzen wissenschaftlicher Rechenzentren. Kolloquium Göttingen, 19.–20. Juni 1980. Berlin/Heidelberg 1980, S. 146–163.
- Hilbert, David: Mathematische Probleme – Vortrag auf dem internationalen Mathematiker-Kongreß zu Paris 1900. In: Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-Physikalische Klasse (1900), H. 3, S. 254–297.
- Hilbert, David; Bernays, Paul: Grundlagen der Mathematik I. Berlin/New York 1934.
- Hildebrandt, Stefan: Wahrheit und Wert mathematischer Erkenntnis. Vortrag, gehalten in der Carl Friedrich von Siemens Stiftung am 6. Februar 1992. Miesbach 1982.
- Hoering, Walter: Lebenslauf. Eberhard Karls Universität Tübingen, Philosophisches Seminar, <https://uni-tuebingen.de/it/5737> (29.4.2023).
- Hofmann, Geerd-Rüdiger; Veenker, Gerd: The Unit-Clause Proof Procedure with Equality. In: Computing 7 (1971), H. 1/2, S. 91–105.
- Hoyningen-Huene, Paul: Formale Logik. Eine philosophische Einführung. Hamburg 1998.
- Klaue, Dieter: Systematische Behandlung der lösbaren Fälle des Entscheidungsproblems für den Prädikatenkalkül der ersten Stufe. In: Mathematical Logic Quarterly 1 (1955), H. 4, S. 264–270.
- Kloppenburger, J.; Veenker, Gerd: Der EDITOR, ein Programm zur Behandlung von Daten auf einem Plattenspeicher. In: Angewandte Informatik 6 (1970), S. 171–176.
- Lex, Wilfried: Alfred Tarskis Entscheidungsverfahren für elementare Algebra und seine Anwendungsmöglichkeiten mit Hilfe eines Digitalrechners. Diplomarbeit dem mathematischen Institut der Universität Tübingen vorgelegt im Mai 1965. Universität Tübingen, 1965.
- Newell, Allen; Simon, Herbert A.: The Logic Theory Machine. A Complex Information Processing System. In: IRE Transactions on Information Theory 2 (1956), H. 3, S. 61–79.
- Newell, Allen; Simon, Herbert A.: Empirical Explorations of the Logic Theory Machine: A Case Study in Heuristics. In: Proceedings of the Western Joint Computer Conference. Papers Presented at the Joint IRE-AIEE-ACM Computer Conference Los Angeles, Calif., February 26–28, 1957. New York 1957, S. 218–230, https://bitsavers.org/pdf/afips/1957-02_%2311.pdf (14.6.2023).
- Newell, Allen; Shaw, John C.; Simon, Herbert A.: Report on a General Problem-Solving Program. In: UNESCO (Hrsg.): Information Processing, Proceedings of the International Conference on Information Processing, UNESCO, Paris 15–20 June 1959. Paris/München/London 1960, S. 256–264.

- Niethammer, Wilhelm; Veenker, Gerd:
Maschinen und mathematische Beweise. In:
Mathematisch-physikalische Semesterberich-
te, Neue Folge XVI (1969), S.170–188.
- Ott, W.: Mehr als 36 Jahre Tätigkeit im ZDV:
Rückblick und Dank (aus der Ansprache von
Prof. Dr. Wilhelm Ott am 23.1.2003 bei der
Verabschiedung im ZDV). In: BI (2003),
S. 17–22, <http://www.tustep.uni-tuebingen.de/bi/bi03/bi032t4-ott.pdf> (29.4.2023).
- Otte, Andreas: Die Tübinger Logik, <http://www.begriffslogik.de/programme/tuebingen.html>
(1.8.2023).
- Pieper, Christine: Das »Überregionale
Forschungsprogramm Informatik« (ÜRF). Ein
Beitrag zur Etablierung des Studienfachs
Informatik an den Hochschulen der
Bundesrepublik Deutschland (1970er und
1980er Jahre). In: Technikgeschichte 75
(2008), H. 1, S. 3–31.
- Prawitz, Dag Hjalmar; Prawitz, Hakon;
Voghera, Neri: A Mechanical Proof
Procedure and its Realization in an Electronic
Computer. In: Journal of the ACM 7 (1960),
S. 102–128.
- : An Improved Proof Procedure. In: Theoria 26
(1960), H. 2, S. 102–139.
- Presburger, Mojżesz: Über die Vollständigkeit
eines gewissen Systems der Arithmetik
ganzer Zahlen, in welchem die Addition als
einzige Operation hervortritt. In: Leja,
Franciszek (Hrsg.): Comptes Rendus du I
congrès de Mathématiciens des Pays Slaves
(Warszawa), 1929. Warschau 1930,
S. 92–101.
- Rheinberger, Hans-Jörg.: Die Evolution des
Genbegriffs – Perspektiven der Molekular-
biologie. In: Rheinberger, Hans-Jörg (Hrsg.):
Epistemologie des Konkreten. Frankfurt am
Main 1999, S. 221–244.
- : Experimentalsysteme und epistemische
Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese
im Reagenzglas. Göttingen 2001.
- : Experiment, Forschung, Kunst. In: Zeitschrift
der dramaturgischen Gesellschaft 2 (2012),
H. 12, S. 9–12.
- Robinson, John A.: A Machine-Oriented Logic
Based on the Resolution Principle. Journal of
the ACM 12 (1965), H. 1, S. 23–41.
- Russell, Bertrand; Whitehead, Alfred North:
Principia Mathematica, 3 Bände. 2. Auflage.
Cambridge 1925 (Bd. 1), 1927 (Bde. 2, 3).
- Scherer, Rudolf: Von den Anfängen der
Computer bis zu Hochleistungsrechnern.
Mathematik-Professor Dr. Wilhelm Nietham-
mer emeritiert. In: UNIKATH (2002), H. 2,
S. 74, [http://www.wolfram-menzel.de/
images/Informatiker-und-Philosoph.pdf](http://www.wolfram-menzel.de/images/Informatiker-und-Philosoph.pdf) und
[http://www.wolfram-menzel.de/images/
Informatiker-und-Philosoph.pdf](http://www.wolfram-menzel.de/images/Informatiker-und-Philosoph.pdf) (beide:
29.4.2023).
- Simon, Herbert A.; Newell, Allen; Shaw, John
C.: The Logic Theory Machine. In: IRE
Transactions on Information Theory 2 (1956),
S. 61–79.
- Slagle, James Robert: A Computer Program for
Solving Problems in Freshman Calculus. In:
Journal of the ACM 10 (1963), S. 507–520.
- Surányi, János: Reduktionstheorie des
Entscheidungsproblems im Prädikatenkalkül
der ersten Stufe. Berlin 1959.
- Tarján, Rudolf: Logische Maschinen. In:
Hoffmann, Walter (Hrsg.): Digitale Informa-
tionswandler. Probleme der Informations-
verarbeitung in ausgewählten Beiträgen.
Braunschweig 1962, S. 110–159.
- Turing, Alan Mathison: On Computable
Numbers, with an Application to the
Entscheidungsproblem. In: Proceedings of the
London Mathematical Society. Series 2, 42
(1937), H. 1, S. 230–265.
- Ungeheuer, Gerold u. a.: »Künstliche Intelli-
genz« – Stand der Forschung, Forschungs-
bericht 66-7, Gutachterauftrag T 596-L-203,
Institut für Phonetik und Kommunikationsfor-
schung. Universität Bonn 1966.
- Veenker, Gerd: Ein Entscheidungsverfahren für
den Aussagenkalkül der Formalen Logik und
seine Realisation in der Rechenmaschine.
Diplomarbeit Universität Tübingen, 1963a.
- : Ein Entscheidungsverfahren für den
Aussagenkalkül und seine Realisation in
einem Rechenautomaten. In: Grundlagen-
studien aus Kybernetik und Geisteswissen-
schaft 4 (1963b), S. 127–136.
- : Beweisverfahren für den Prädikatenkalkül.
Diss. Mathematisch-naturwissenschaftliche
Fakultät der Eberhard-Karls-Universität zu
Tübingen, 1967.

- : Maschinelles Beweisen. In: Angewandte Informatik 6 (1971), S. 276–282.
- : A Proof Procedure with Special Reliance on the Equality Relation. In: Wolf D. Itzfeld (Hrsg.): International Computing Symposium 1970, Bonn, May 21-22, Proceedings. Bonn 1973, S. 729-735.
- (Hrsg.): Künstliche-Intelligenz-Forschung. Berichte über ein erstes informelles Treffen in Bonn, 18.2.1975, Universität Bonn. Informatik Berichte 5 (1975).
- : Vorwort. In: Veenker, Gerd (Hrsg.): Zweites Treffen der GI-Fachgruppe Künstliche Intelligenz., 7.10.1975, Universität Dortmund, Abteilung Informatik, Bericht 13 (1975), S. 1–2.
- Viteri, Scott; DeDeo, Simon: Epistemic Phase Transitions in Mathematical Proofs. Submitted 31 March 2020, last revised 12 April 2022, <https://arxiv.org/pdf/2004.00055.pdf> (29.4.2023).
- von Freytag-Löringhoff, Bruno: Eine vorläufige Mitteilung. Über ein Verfahren, Theorien und dergleichen mit Hilfe des Computers logisch zu untersuchen. In: Zeitschrift für philosophische Forschung 24 (1970), H. 3, S. 443–449.
- : Neues System der Logik. Symbolisch-symmetrische Rekonstruktion und operative Anwendung des aristotelischen Ansatzes. Hamburg 1985.
- Wang, Hao: Proving Theorems by Pattern Recognition I. In: Communications of the Association for Computing Machinery 3 (1960), S. 220–234.
- : Towards Mechanical Mathematics. In: IBM Journal of Research and Development 4 (1960), H. 1, S. 2–22.
- : Proving Theorems by Pattern Recognition—II. In: The Bell system technical journal. 40 (1961), S. 1–41.
- Weizenbaum, Joseph: Man – Machine Communication in the Light of Artificial Intelligence. In: Itzfeld, Wolf D. (Hrsg.): International Computing Symposium 1970, Bonn, May 21-22, Proceedings. Bonn 1973, S. 736–744.
- Wittgenstein, Ludwig: Tractatus Logico-Philosophicus Logisch-philosophische Abhandlung. First published by Kegan Paul (London), 1922. Zuerst erschienen als: Logisch-philosophische Abhandlung. In: Wilhelm Ostwalds Annalen der Naturphilosophie Band 14, 1919–1921.
- Wos, Larry; Carson, Daniel F.; Robinson, George, A.: The Unit Preference Strategy in Theorem Proving. In: AFIPS Conference Proceedings Volume 26. 1964 Fall Joint Computer Conference. Baltimore, Md./ London 1964, S. 615–621.
- Wos, Larry; Robinson, George, A.; Carson, Daniel F.: Efficiency and Completeness of the Set of Support Strategy. in Theorem Proving. In: Journal of the ACM 12 (1965), H. 4, S. 536–541.
- Zemanek, Heinz: Die Entwicklung der logischen Basis der Computerwissenschaften. In: Ferrum: Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG Schaffhausen (1987), Nr. 58 (= Datenverarbeitung: Kulturgeschichte – Technologie – Auswirkungen, Beiträge zur 9. Technikgeschichtlichen Jahrestagung der Stiftung Eisenbibliothek, 12./13. 9. 1986), S. 34–45.
- Zweistein: Logeleien. In: Die Zeit 25 (28.8.1970), H. 35, S. 45.

Archivalien

UniArchBonn PA 9985: Universitätsarchiv Bonn, Personalakte des Privatdozenten Dr. Gerd Veenker PA 9985:

Brief von Prof. Dr. E. Schmid an das Akademische Rektorat der Universität Tübingen, 2.6.1967 (IMG_9254)

Akademisches Rektorat der Universität Bonn, Kassenanweisung 17.03. 1970, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9243)

Brief des Kultusministeriums Baden-Württemberg an Dr. Gerd Veenker, Berufung in das Beamtenverhältnis auf Probe, 4.12.1967 (IMG_9245)

Prof. Dr. E. Schmid an das Akademische Rektorat der Universität Tübingen, Antrag auf Ernennung des Herrn Dr. Veenker zum Akademischen Rat, 2.6.1967 (IMG_9253)

Prof. Dr. E. Schmid an das Akademische Rektorat der Universität Tübingen: Höhergruppierung des leitenden Mathematikers des Rechenzentrums Dr. Gerd Veenker, 11. April 1967 (IMG_9257)

Akademisches Rektorat der Universität Bonn, IMG Kassenanweisung 12.7.1967 Universitätsarchiv Bonn (IMG_9260)

Arbeitsvertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und vertreten durch das Akademische Rektorat der Universität Tübingen und Herrn Gerd Veenker, 31.12.1963, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9272)

Prof. Dr. Karl Heinz Böhling, Bescheinigung, 10.11.1970, Universitätsarchiv Bonn, (IMG_9300)

Rektor der Universität Tübingen, Ernennungs-urkunde an Herrn Dr. Gerd Veenker unter Berufung in das Beamtenverhältnis auf Widerruf mit Wirkung zum 1. April 1970, 12.3.1970, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9313)

Prof. Dr. E. Schmid: Antrag auf Einweisung des Herrn Dr. Gerd Veenker in eine Habilitandenstelle 4.7.1969 (IMG_9318)

Brief des Bonner Dekans Prof. Dr. Rolf Leis der Math.-Naturwissenschaftl. Fakultät an den Dekan des Fachbereichs Physik der Universität Tübingen, 10.1.1973 (IMG_9386)

Dekan des Fachbereich Physik der Universität Tübingen (Wiss. Rat Dr. P. Kramer) an den Dekan der Math.- Naturwiss. Fakultät der Universität Bonn, 9.1.1973, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9387)

Der Rektor der Universität Bonn an den Dekan der Math.-Naturwissenschaftl. Fakultät der Universität Bonn, Prof. Dr. Rolf Leis, 8.5.1972, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9388)

Prof. Dr. Wilhelm Klingenberg (1924–2010) (Vorsitzender der Fachgruppe für Mathematik und Informatik) an den Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, 13.12.1971, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9389)

Gerd Veenker, Bewerbungsschreiben an den Vorsitzenden der Fachgruppe Mathematik und Informatik der Universität Bonn, Prof. Dr. Rolf Leis, 14.6.1971, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9392)

Gerd Veenker, Bonn, ohne Datum: Wissenschaftlicher Werdegang (IMG_9394, IMG_9395)

Der Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen an den Herrn Wissenschaftlichen Rat und Professor Dr. Gerd Veenker, 5.4.1972, Universitätsarchiv Bonn (IMG_9440)

Zeugnis von Dr. Martin A. Graef (ZfD) an Dr. Gerd Veenker, 25.11.1970 Universitätsarchiv Bonn (IMG_9422)

Gutachten über Herrn Dr. Veenker von
Prof. Dr. Dietrich Haupt, ohne Datum,
Universitätsarchiv Bonn (IMG_9402)

Gutachten über Herrn Dr. Veenker von
Prof. Dr. Wilhelm Niethammer, 3.8.1971,
Universitätsarchiv Bonn (IMG_9400)

Gutachten über Herrn Dr. Veenker von
Prof. Dr. Klaus Samelson, 20.10.1971,
Universitätsarchiv Bonn (IMG_9399)

Gerd Veenker, Bewerbungsschreiben an den
Vorsitzenden der Fachgruppe Mathematik
und Informatik der Universität Bonn, Prof. Dr.
Rolf Leis, 14.6.1971, Universitätsarchiv Bonn
(IMG_9392)

UniArchBonn PA 12346: Universitätsarchiv Bonn,
Personalakte des Privatdozenten Dr. Gerd
Veenker PA 12346
Veenker, Lebenslauf und wissenschaftlicher
Werdegang, Birlinghoven, 14.6.1971,
(IMG_9418)

DFGArchBonn Ve 38/1: Archiv der Deutschen
Forschungsgemeinschaft (DFG-Archiv), Bonn
Ve 38/1

Gerd Veenker, Antrag auf Sachbeihilfen,
Kennwort »Informationsverarbeitung«,
14.2.1968, DFG-Archiv, (IMG_9533ff)

DFG an Gerd Veenker, Bewilligung einer
Sachbeihilfe, 12.2.1968, DFG-Archiv
(IMG_9534)

IGGI-Archiv:

Rundbrief Nr. 1 vom 26. Mai 1975 zur
Vorbereitung einer GI-Fachgruppe
»Künstliche Intelligenz«.
KI-Rundbrief Nr. 2 vom 8.8.1975, S. 1



Von der Linguistik zur KI-Forschung. Maschinelle Sprachverarbeitung und Forschungsförderung am Institut für Deutsche Sprache

Florian Müller

Anfang der 1960er-Jahre begannen in der Bundesrepublik Linguist*innen damit, elektronische Rechenmaschinen als Werkzeug für ihre Forschung zu verwenden. Zu dieser Zeit befanden sich die bundesdeutschen Sprachwissenschaften in einem generellen Wandel. So wurde der Begriff »Linguistik« mit dem Bestreben eingeführt, die Sprachwissenschaften zu erneuern. Man wollte sich von bisherigen Forschungsschwerpunkten, wie der historischen Sprachforschung, absetzen und sich verstärkt »modernen«¹ Ansätzen des Strukturalismus zuwenden.² Damit verbunden war ein verstärkter Theoriebezug und die Abkehr vom bisherigen Fokus auf nationalsprachliche Forschung.³ Fragen nach der Formalisierbarkeit von Sprache standen nun im Mittelpunkt.⁴ In diesem Umfeld kam der Rechenanlage eine zentrale Rolle zu: Sie galt als Symbol der Modernität und suggerierte eine an die Naturwissenschaften angelehnte Exaktheit.⁵ Konkret erhofften sich die mit dem Rechner arbeitenden Linguist*innen zweierlei: Er sollte zur Überprüfung linguistischer Theorien genutzt werden⁶ und, durch die Möglichkeit große Textmengen durchsuchbar zu machen, zu einer Effizienzsteigerung führen.⁷ Damit formierte sich innerhalb der Linguistik ein Forschungsfeld, das sich mit der maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache befasste: die maschinelle Sprachverarbeitung. Am 1964 gegründeten Institut für Deutsche Sprache (IDS) kamen Rechner und Linguistik früh zusammen. Es wurde mit der Absicht gegründet, einen Ort für gegenwartsbezogene Sprachforschung in der Bundesrepublik zu schaffen.⁸ Die Nutzung des Computers war von vornherein mit angedacht. Im ersten Jahresbericht des IDS von 1967 ist zu lesen, dass von Beginn an die Forschungsarbeiten »weithin mit Hilfe von datenverarbeitenden Maschinen durchgeführt«⁹ wurden. Ab Anfang der 1970er-Jahre wurden die Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS über die von der Bundesregierung aufgelegten Datenverarbeitungs-Programme (DV-Programme) gefördert.

1 Zum Umgang mit den Zuschreibungen »modern« und »traditionell« innerhalb der Geschichtsschreibung der Sprachwissenschaften siehe Hass-Zumkehr, Intoleranz, 2000; Hass-Zumkehr, Moderne Linguistik, 2000.

2 Ehlers, Relevanz, 2010, S. 300–301.

3 Hartmann, Wandlungen, 1985, S. 57.

4 Hartmann, Aufgaben, 1970, S. 32.

5 Ehlers, Nachkriegslinguistik, 2007, S. 24; Haß, Institut, 2007, S. 98.

6 Der Germanist Hans Eggers (1907–1988) beschrieb dies etwa 1967 in einem Bericht zu seinen Erfahrungen mit der maschinellen Sprachverarbeitung: Eggers, Erfahrungen, 1967, S. 380.

7 Dies wurde schon 1965 am Institut für Deutsche Sprache so festgestellt: Kurze Inhaltsangabe der Referate der Tagung vom 21.–23.10.1965, S. 5, Bundesarchiv (BArch), B196/17200.

8 Stickel, Gründerjahre, 2007, S. 25–26.

9 Moser, Ziele, 1967, S. 13.

In diesem Beitrag werde ich untersuchen, welchen Einfluss diese Forschungsförderung auf die konkrete Arbeit zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS hatte. Mitte der 1970er-Jahre begann eine Neuausrichtung der Förderpolitik innerhalb der Datenverarbeitung in der Bundesrepublik: Die Entwicklung von Softwaresystemen, die anschließend auch tatsächlich in die Praxis überführt werden konnten, also explizit anwendungsorientierte Forschung, geriet in den Fokus. Durch diese Verschiebung, so meine These, veränderte sich auch der Arbeitsschwerpunkt am IDS: weg von rein linguistischer Forschung, hin zum Forschungsfeld der Künstlichen Intelligenz, das in der Bundesrepublik gerade entstand.¹⁰ Damit wird einerseits deutlich, dass die Forschungsförderung durch die Bundesregierung im Kontext der Computernutzung direkten Einfluss auf die Forschung innerhalb der Linguistik nahm. Andererseits zeigt sich, dass ab Mitte der 1970er-Jahre Forschung aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz gezielt gefördert wurde. Die KI-Forschung profitierte von der bereits etablierten Förderung der Linguistik und konnte sich mit der zunehmenden Fokussierung auf konkrete Anwendungen verstärkt einbringen. Grundlage für die folgende Untersuchung bilden die überlieferten Verwaltungsakten des IDS aus der Zeit von 1964 bis 1980 und zeitgenössische wissenschaftliche Publikationen aus dem Umfeld des Instituts.

Einerseits leistet diese Studie somit einen Beitrag zur Geschichte der Forschungsförderung in der Bundesrepublik. Dass die Entwicklung der Datenverarbeitung und die Entstehung der Informatik seit den 1960er-Jahren durch gezielte Forschungsförderung mit Hilfe der von der Bundesregierung finanzierten DV-Programme lanciert wurde, ist historisch gut untersucht.¹¹ Die Frage nach dem Einfluss der DV-Programme auf die Forschungsaktivität in anderen Disziplinen, die in den 1960er-Jahren in Berührung mit elektronischen Rechenmaschinen kamen und diese als Werkzeug für ihre eigene Forschung nutzten, stand bisher nicht im Fokus.

Andererseits leistet diese Studie einen Beitrag sowohl zur Geschichte der KI-Forschung in der Bundesrepublik als auch zur Geschichte der Sprachwissenschaften. Beide Felder sind bisher historisch noch wenig untersucht. Zur bundesdeutschen KI-Geschichte liegt bisher nur eine einschlägige, wissenschaftssoziologisch orientierte Studie von Petra Ahrweiler aus dem Jahr 1995 vor.¹² Daneben existieren lediglich kurze Veröffentlichungen, die überwiegend von KI-Wissenschaftler*innen selbst verfasst wurden.¹³ Historische Untersuchungen zur Geschichte der Sprachwissenschaft gibt es einige. Diese befassen sich jedoch fast ausschließlich¹⁴ mit einer internen Ideen- und Theoriegeschichte der Sprachwissenschaft, wie Klaas-Hinrich Ehlers in einer 2010 veröffentlichten Unter-

¹⁰ Einen kurzen Überblick zur Etablierung einer KI-Community in den 1970er-Jahren bietet: Müller u.a., Projektvorstellung, 2021, S. 216–219.

¹¹ Siehe etwa Mainzer, Entwicklungsfaktoren, 1979; Wieland, Forschungspolitik, 2009; Reuse/Vollmar, Informatikforschung, 2008; Pieper, Hochschulinformatik, 2009.

¹² Ahrweiler, Künstliche Intelligenz-Forschung, 1995.

¹³ Bibel, Development, 2020; Bibel, Perspective, 2014; Bibel, Beginnings, 2006; Bibel/Furbach, Formierung, 2018; Bürckert/Furbach, Schmuddelkind, 2011; und Konrad, Geschichte, 1998.

¹⁴ Eine Ausnahme bilden Studien zur Geschichte der Sprachwissenschaft in der Zeit des Nationalsozialismus.

suchung konstatierte.¹⁵ Ehlers Studie zur Förderung der Sprachwissenschaften innerhalb der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) beleuchtete erstmals die Geschichte der Forschungsförderung in diesem Feld. Seitdem gab es keine weiteren Studien in diese Richtung. Historische Untersuchungen zur maschinellen Sprachverarbeitung sind ebenfalls rar. Ulrike Haß verfasste 2010 einen Artikel zu diesem Thema, in dem sie die Verknüpfungen von Strukturalismus und Computereinsatz in den Sprachwissenschaften in den 1960er-Jahren betrachtete.¹⁶ Auch international gibt es bisher kaum Forschungen zur Geschichte der maschinellen Sprachverarbeitungen. Hierzu lässt sich lediglich ein Artikel zum frühen US-amerikanischen Kontext aus dem Jahr 2012 finden.¹⁷ Historische Überblicke zur Geschichte des IDS wurden hauptsächlich von den beteiligten Personen selbst verfasst.¹⁸ Eine Ausnahme bildet ein Artikel von Ulrike Haß, der die Geschichte des IDS in den 1960er-Jahren beleuchtet.¹⁹

Im Folgenden werde ich zunächst einen kurzen Überblick über die Genese der DV-Programme geben, damit verständlich wird, weshalb und wie hier ein Kontakt zum IDS zustande kam. Anschließend werde ich darstellen, dass dort zunächst rein linguistische Forschung betrieben wurde. Die Forschungsbemühungen wandten sich Mitte der 1970er-Jahre, ausgehend von einer jetzt anwendungsorientierten Förderpolitik, der KI-Forschung zu. 1980 endete schließlich die Arbeit zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS, weil einerseits die anwendungsorientierte Zielsetzung nicht erreicht werden konnte und andererseits die Leitung des IDS die Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung zurückfuhr, weil sie sich zu weit von der Linguistik entfernt hatten.

Das Datenverarbeitungsprogramm und das Institut für Deutsche Sprache

Im Jahr 1967 startete das von der Bundesregierung verabschiedete »Programm für die Förderung der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Datenverarbeitung für öffentliche Aufgaben« (kurz: 1. DV-Programm). Dieses Programm, das bis 1971 lief, sollte einem ab Mitte der 1960er-Jahre in der Bundesrepublik angenommenen technologischen Rückstand auf die USA²⁰ im Bereich der Datenverarbeitung entgegenwirken.²¹ Das DV-Programm stand damit im Kontext einer Intensivierung der Forschungsförderung Mitte der 1960er-Jahre. Zuvor hatte die Bundesrepublik 1955, nach der Ratifizierung der Pariser Verträge, mit einer gezielten Forschungsförderpolitik auf bundes-

¹⁵ Ehlers, Relevanz, 2010, S. 9–10.

¹⁶ Haß, Maschinen, 2010.

¹⁷ Martin-Nielsen, Connected, 2012.

¹⁸ Stickel, Gründerjahre, 2007; Steinle/Berens, Ansichten, 2014.

¹⁹ Haß, Institut, 2007.

²⁰ Helmut Trischler wies nach, dass die vielbeschworene technologische Lücke gegenüber den USA tatsächlich »auf einer Überbewertung des amerikanischen Vorsprungs in einigen wenigen Hochtechnologiebereichen wie Flugzeugbau, Raumfahrt und Mikroelektronik« beruhte. Trischler, Herausforderung, 1999, S. 12.

²¹ Wiegand, Großforschung, 1994, S. 59–62.

politischer Ebene begonnen. Diese bestand darin, zunächst die zivile Kerntechnik zu fördern.²² Mit der Nutzung dieser Technologie war vonseiten der Wissenschaft die Hoffnung verbunden, fachliche Kompetenz im internationalen Kontext beweisen zu können. Gleichzeitig lagen industrielle Anwendungen und die Aussicht auf eine kostengünstige Stromerzeugung nahe.²³ Damit begann die Förderung von Großforschung in der Bundesrepublik. Angelehnt an die in den USA im Kontext des Zweiten Weltkrieges entstandene Big Science, war sie vor allem durch projektorientierte, staatlich finanzierte Forschung an Großgeräten in personenstarken, interdisziplinären Teams gekennzeichnet.²⁴

Ab dem Jahr 1962, als das zuvor gegründete Bundesministerium für Atomkernenergie (BMA^T)²⁵ in Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF) umbenannt wurde, wurde zusätzlich die Raumfahrtforschung gefördert.²⁶ Aufgrund der Überzeugung, technischer Fortschritt könnte staatlich geplant und gesteuert werden, dehnte man in der zweiten Hälfte der 1960er-Jahre die Förderung auf weitere Forschungsfelder aus. Das BMwF legte Programme zur »Elektronischen Datenverarbeitung« (1967), zu »Meeresforschung« (1968) und zu »Neuen Technologien« (1969) auf.²⁷ Ein wichtiger Grund hierfür war der Wunsch, die wahrgenommene technologische Lücke zu den USA zu schließen und damit einhergehend die bundesdeutsche Industrie zu fördern.²⁸

Mit dem 1. DV-Programm sollte konkret eine bundesdeutsche Rechnerentwicklung forciert werden.²⁹ Dafür wurden Mittel von über 300 Millionen DM zur Verfügung gestellt.³⁰ Ein Vorbild für eine solch intensive Förderung der Datenverarbeitung waren die USA. Dort wurden bereits seit Anfang der 1960er-Jahre und im militärischen Kontext erhebliche Summen in die Datenverarbeitung investiert.³¹

Um die Bundesregierung bei der Umsetzung des DV-Programms zu beraten, wurde 1967 ein Fachbeirat für Datenverarbeitung eingesetzt. Dieser bestand hauptsächlich aus Wissenschaftlern und wenigen Mitgliedern aus Industrieunternehmen.³² Innerhalb dieses Fachbeirates wurde im Jahr 1969 eine ad hoc-Gruppe »Linguistische Datenverarbeitung« gegründet. Die erste Sitzung dieser Gruppe fand am 1. Juli 1969 statt. An ihr nahmen neben Ministeriumsvertretern ausschließlich Wissenschaftler teil, die zur maschinellen Sprachverarbeitung arbeiteten.³³ Im Protokoll der Sitzung wurde vermerkt,

²² Wieland, *Forschungspolitik*, 2009, S. 62.

²³ Ebd., S. 101.

²⁴ Reinhardt/Carrier, *Wissenschaftspolitik*, 2016, S. 213.

²⁵ Im Jahr 1955 wurde das Bundesministerium für Atomfragen gegründet. Dieses wurde 1957 zunächst in Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft und 1961 in BMA^T umbenannt.

²⁶ Wieland, *Forschungspolitik*, 2009, S. 63–64.

²⁷ Ebd., S. 70–71.

²⁸ Ebd., S. 71.

²⁹ Sommerlatte/Walsh, *Entwicklung*, 1982, S. 85.

³⁰ Pieper, *Hochschul-informatik*, 2009, S. 9.

³¹ Siehe etwa Norberg/O'Neill, *Computer*, 1996; Norberg, *Computing*, 1996; und Kita, *Vision*, 2003.

³² Pieper, *Hochschul-informatik*, 2009, S. 22–23.

³³ Ergebnisniederschrift ad hoc-Gruppe »Linguistische Datenverarbeitung« des Fachbeirats für Datenverarbeitung vom 1.7.1969, S. 2, BA^{Arch}, B138/3509.

dass ab 1969 die Förderung der Datenverarbeitung an deutschen Hochschulen ausgebaut werden solle, hauptsächlich mit dem Ziel, Forschung und Lehre in der Informatik zu stärken.³⁴ Damit wurde auf das »Überregionale Forschungsprogramm Informatik« (ÜRF) Bezug genommen, das einige Monate später in Kraft trat.

Beim ÜRF handelte es sich um ein Abkommen zwischen Bund und Ländern, mit dem die Informatikforschung und -lehre an bundesdeutschen Hochschulen ausgebaut werden sollten, um zukünftig den erwarteten erhöhten Bedarf an qualifiziertem Datenverarbeitungspersonal ausbilden zu können.³⁵ Das ÜRF entfaltete sich mit dem 2. DV-Programm, das von 1971 bis 1975 finanziert wurde. Man wollte eine »breitere Anwendung der DV in Wirtschaft und Wissenschaft als Instrument der Rationalisierung und Leistungssteigerung«³⁶ bewirken. Der Computer sollte im wissenschaftlichen Kontext nicht nur in der Informatik eingesetzt werden, wie zunächst im ÜRF angedacht, sondern grundsätzlich in allen Disziplinen Anwendung finden:

Die Bundesregierung wird sich in der Bildungsplanungskommission dafür einsetzen, daß die Datenverarbeitung über die eigentlichen DV-Berufe hinaus auch in den Ausbildungs- und Prüfungsplänen anderer Fachrichtungen angemessen berücksichtigt wird, damit die Möglichkeiten der Datenverarbeitung für alle Disziplinen und Berufszweige ausgeschöpft werden können.³⁷

Diese breitere Auslegung des ÜRF war sicherlich 1969 schon absehbar, da mit Gründung der ad hoc-Gruppe explizit der Einsatz der Datenverarbeitung in der Linguistik gefördert werden sollte: »Es wird darauf hingewiesen, daß Förderungsmaßnahmen sich vordringlich auf die Datenverarbeitung als Hilfsmittel der Linguistik erstrecken sollten.«³⁸ Anknüpfungspunkt war die bisherigen Förderung durch die DFG: Diese finanzierte schon seit 1962 gezielt Projekte zur maschinellen Sprachverarbeitung im Rahmen ihres Förderprogramms der Sprachwissenschaften.³⁹ Aus Sicht des BMwF sollte das Institut für Deutsche Sprache in diesem Kontext eine entscheidende Rolle einnehmen: »Für die Förderung von Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der linguistischen Datenverarbeitung bietet sich insbesondere das Institut für Deutsche Sprache an, das vom BMwF grundfinanziert ist.«⁴⁰

Dass das Institut für Deutsche Sprache dabei explizit als zukünftiger Förderungsempfänger in den Blick geriet, war sicherlich kein Zufall. Das IDS wurde bereits durch das

³⁴ Ergebnisniederschrift ad hoc-Gruppe »Linguistische Datenverarbeitung« des Fachbeirats für Datenverarbeitung vom 1.7.1969, S. 4, BArch, B138/3509.

³⁵ Reuse, 70er Jahre, 2008, S. 5–6.

³⁶ Bundesminister für Forschung und Technologie, 2. DV-Programm, 1971, S. 6.

³⁷ Ebd., S. 7.

³⁸ Ebd., S. 6.

³⁹ Ehlers, Relevanz, 2010, S. 265.

⁴⁰ Ergebnisniederschrift ad hoc-Gruppe »Linguistische Datenverarbeitung« des Fachbeirats für Datenverarbeitung vom 1.7.1969, S. 4, BArch, B138/3509.

BMwF grundfinanziert. Kontakte zum Mittelgeber waren also vorhanden. Zudem gab es Ende der 1960er-Jahre keine andere wissenschaftliche Institution, die sich bereits mit großen Projekten zur maschinellen Sprachverarbeitung als Vorreiter in diesem Forschungsfeld etabliert hatte. Das IDS arbeitete dagegen seit seiner Gründung 1964 mit elektronischen Rechenmaschinen. In der Anfangszeit wurden diese vor allem zur Dokumentation der deutschen Sprache genutzt. Auf Lochkarten und Magnetbändern wurden Korpora der deutschen Gegenwartssprache gespeichert.⁴¹ Außerdem war die Entwicklung eines Programms zur syntaktischen Analyse dieser Texte angedacht.⁴² 1964 wurde zusätzlich zum Institut in Mannheim eine Außenstelle in Bonn gegründet. Im Kontext der Erforschung der deutschen Gegenwartssprache wurde dort untersucht, wie sich der Wortschatz in West- und Ostdeutschland entwickelte.⁴³ Grundlage hierfür waren Texte überregionaler Zeitungen, die auf Lochkarten übertragen und mit dem Computer analysiert wurden.⁴⁴ Das Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung der Universität Bonn (IPK) unterstützte die Bonner Außenstelle des IDS bei dieser Aufgabe.⁴⁵ Zu dieser Zeit nutzte das IDS die Rechnerkapazitäten des Deutschen Rechenzentrums in Darmstadt.⁴⁶ Im Herbst 1969 wurde für das IDS eine SIEMENS 4004/35 beschafft. Damit verbunden war auch die Finanzierung zusätzlichen Personals,⁴⁷ weshalb schon zur Sitzung des ad hoc-Ausschusses absehbar war, dass die Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS in Zukunft ausgeweitet werden könnten. Für das BMwF war das Institut für Deutsche Sprache mit einer eigenen Rechnerinfrastruktur und ersten Erfahrungen im Kontext der maschinellen Sprachverarbeitung also ein idealer Förderkandidat.

Bei der Sitzung im Juli 1969 war auch Hugo Moser (1909–1989), der damalige Leiter des IDS, anwesend. Er konnte die während der Sitzung des ad hoc-Ausschusses gemachten Aussagen als Aufforderung für den weiteren Ausbau der maschinellen Sprachverarbeitung und De-facto-Zusage für eine erweiterte Förderung verstehen.

Die Abteilung Linguistische Datenverarbeitung am Institut für deutsche Sprache

1970 wurde am IDS die Abteilung Linguistische Datenverarbeitung (LDV) gegründet. Die Forschung zur maschinellen Sprachverarbeitung sollte dort gebündelt und ausgeweitet werden. Leiter dieser Abteilung wurde der Sprach- und Kommunikationswissenschaftler Gerold Ungeheuer (1930–1982),⁴⁸ der seit 1963 am Institut für Phonetik und

⁴¹ Zint, Sprachbearbeitung, 1968, S. 12.

⁴² Engel, Sprachbearbeitung, 1969, S. 84.

⁴³ Hellmann, Dokumentation, 1968, S. 42.

⁴⁴ Ebd.

⁴⁵ Engel, Sprachbearbeitung, 1969, S. 81.

⁴⁶ Engel/Vogel, Vorbemerkungen, 1974, S. I.

⁴⁷ Übersicht über das Vorhaben »Linguistische Datenverarbeitung« (DV 5.900) 1971–1973 vom 30.9.1972, S. 0-1, BAArch, B196/17196.

⁴⁸ Engel, Institut, 2014, S. 70.

Kommunikationsforschung der Universität Bonn arbeitete und das IDS in diesem Kontext schon bei frühen Arbeiten zur Sprachverarbeitung unterstützt hatte. Ungeheuer gilt als einer der Begründer der bundesdeutschen Kommunikationswissenschaft⁴⁹ und interessierte sich in diesem Zusammenhang explizit für die Kommunikation zwischen Mensch und Automat.⁵⁰ Darin war sein Interesse an maschineller Sprachverarbeitung begründet.

Die Abteilung LDV wurde von 1971 bis 1975 im Rahmen des 2. DV-Programms der Bundesregierung großzügig finanziert.⁵¹ Angaben zum Haushaltsjahr 1974 verdeutlichen die Größe und Wichtigkeit der Abteilung LDV: In diesem Jahr wurde dem IDS ein Gesamtbudget von 8.145.139 DM vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) zur Verfügung gestellt. Hierüber wurden sieben Projekte finanziert, wobei der Abteilung LDV alleine 4.378.540 DM für Personal- und Sachmittel zur Verfügung standen. Vom restlichen Betrag waren 1.887.374 DM für projektungebundene Ausgaben vermerkt.⁵² Beachtet man, dass den übrigen sechs Projekten am IDS zusammen damit 1.879.252 DM projektgebundene Mittel zur Verfügung standen, erhielt die maschinelle Sprachverarbeitung im Mittel das vierzehnfache Budget eines der anderen Projekte. Die Förderung über das 2. DV-Programm war für das Institut für Deutsche Sprache ein echter Glücksfall, quasi eine Goldgrube.

Im 1971 veröffentlichten Überblick über das 2. DV-Programm, in dem über die geförderten Projekte informiert wurde, findet sich keine explizite Erwähnung des IDS. Allerdings gibt es nur einen einzigen Eintrag über eine Projektförderung, der eindeutig dem Forschungsfeld der maschinellen Sprachverarbeitung zugeordnet werden kann. Unter der Überschrift »Automatische Textanalyse« findet sich die folgende Beschreibung: »In mehreren Einzeluntersuchungen sollen Methoden der automatischen Textanalyse, sowie der automatischen Textindexierung und -klassifizierung erarbeitet werden.«⁵³ Interessanterweise befindet sich dieser Eintrag in der Kategorie »Datenbanken und Informationssysteme«. Neben dieser recht vage gehaltenen Beschreibung sind dort weitere, konkrete Projekte, etwa eine Datenbank für Parlamentsmaterialien, aufgeführt.⁵⁴ Die Einordnung der automatischen Textanalyse in der Kategorie Informationssystem zeigt, dass diese Arbeiten im Kontext eines nicht klar definierten, aber doch zumindest grob

⁴⁹ Kolb/Schmitz, Einleitung, 2004, S. IX.

⁵⁰ Ungeheuer, Grundriß, 1968, S. 5–6.

⁵¹ ISLIB – Ein Informationssystem auf linguistischer Basis. Einführender Überblick über das System, Januar 1975, S. 1, BArch, B196/23693.

⁵² Institut, 1974, S. 92–94.

⁵³ Bundesminister für Forschung und Technologie, 2. DV-Programm, 1971, S. 54.

⁵⁴ Ebd., S. 53–55.

umrissenen Anwendungsgebiets⁵⁵ stattfinden sollten. Darüber hinaus lässt sich hierdurch belegen, dass an dieser Stelle die Forschungen am IDS beschrieben wurden: Ab 1971 wurden am IDS offiziell Arbeiten zu einem Informationssystem betrieben. Da es keine Belege für weitere Investitionen in die maschinelle Sprachverarbeitung im Rahmen des 2. DV-Programms gibt, kann man davon ausgehen, dass sich das BMFT auf die Förderung des IDS konzentrierte. Das IDS wurde damit faktisch zu einem Leuchtturmprojekt innerhalb des Forschungsfeldes der maschinellen Sprachverarbeitung.

Das Projekt ISLIB – ein Informationssystem am Institut für Deutsche Sprache

Im Jahr 1971 begann am IDS, zusammen mit der Förderung durch das 2. DV-Programm, die Arbeit am Projekt ISLIB (Informationssystem auf Linguistischer Basis). Gerold Ungeheuer schrieb 1977, dass dieses System »Grundlage und Zielpunkt der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Linguistischen Datenverarbeitung (LDV)⁵⁶ im Institut für Deutsche Sprache (IDS)⁵⁷ war. Theoretische Überlegungen, die Ungeheuer 1971 veröffentlicht hatte, bildeten die Grundlage für ISLIB. Er stellte sich die Frage, was der Kern der Linguistischen Datenverarbeitung⁵⁸ sein sollte, und war damit der Erste, der versuchte, die LDV theoretisch zu definieren. Den Kern der LDV bildete für Ungeheuer eine zentrale Problemstellung: die Mensch-Computer-Interaktion. Sie enthielt seines Erachtens alle Merkmale, die bis zu diesem Zeitpunkt für die LDV interessant gewesen seien.⁵⁹ Um diese Problemstellung theoretisch beschreiben zu können, entwickelte Ungeheuer ein von ihm sogenanntes Basismodell der LDV. Es bestand aus zwei Konstituenten: C (Computer) und M (Mensch). Gemäß dem Basismodell interagierten diese wie folgt miteinander:

1. M setzt ein Problem (wohldefiniert oder fragmentarisch) und sucht die Lösung für dieses Problem;

⁵⁵ Der Begriff »Informationssystem« war nie eindeutig definiert. Im 1983 erstmals erschienen »Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung« wird entsprechend beschrieben, dass der Begriff »sehr uneinheitlich und undifferenziert« verwendet wird. In allen Definitionsversuchen sei das »Beteiligtsein von Menschen und Informationen explizit oder auch implizit vorausgesetzt«. Vgl. Meyer, Informationssystem, 1983. Auch der Begriff »Information« war nicht eindeutig definiert, aber im gleichen Lexikon als »Kenntnis über bestimmte Sachverhalte und Vorgänge in einem Teil der wahrgenommenen Realität« beschrieben. Vgl. Falkenberg, Information, 1983. In der Praxis waren Informationssysteme Softwaresysteme, deren Grundlage eine Datenbank bildete, auf die zugegriffen werden konnte.

⁵⁶ Der Begriff »Linguistische Datenverarbeitung« war Anfang der 1970er-Jahre die übliche Bezeichnung für das Forschungsfeld der maschinellen Sprachverarbeitung.

⁵⁷ Ungeheuer, Konzeption, 1977, S. 46.

⁵⁸ Anfang der 1970er-Jahre etablierte sich der Begriff LDV als übliche Bezeichnung für das Forschungsfeld der maschinellen Sprachverarbeitung in der Bundesrepublik. Erst in den 1980er-Jahren setzte sich der heute gängige Begriff Computerlinguistik durch.

⁵⁹ Ungeheuer, Linguistische Datenverarbeitung, 1971, S. 691.

2. um die Lösung zu finden bedient sich M der Einheit C;
3. damit sich M der Einheit C bedienen kann, muß M mit C über sein Problem und über Lösungsverfahren kommunizieren;
4. um mit C zu kommunizieren, verwendet M Kommunikationsverfahren, die in Formulierungen natürlicher Sprache fundiert sind.⁶⁰

Dieses Basismodell enthielt für Ungeheuer zwei von ihm sogenannte Problemkreise, die direkt miteinander zusammenhingen:

Der erste [Problemkreis] enthält die Formen, in denen der Computer zur Problemlösung verwendet wird: als einfacher Datengeber, als Lieferant von Verarbeitungsdaten höherer Stufe, als Produzent von Teillösungen usw.; der zweite befaßt sich hingegen mit den Kommunikationsprozessen selbst, die zwischen Mensch und Computer eingerichtet werden müssen: Programmiersprachen, Dialogsysteme, Verfahren der Informationserschließung usw. Während der erste Problemkreis also direkt zusammenhängt mit dem Problem, das gelöst werden soll, läßt sich die Problematik des zweiten auffassen als die Frage nach der Verwirklichung vom Problemlösungssystem Mensch-Computer.⁶¹

Diesen beiden Problemkreisen entsprechend sollte das System ISLIB als praktische Umsetzung des Basismodells aus zwei Komponenten bestehen: einer Komponente, die die Mensch-Maschine-Interaktion ermöglichen sollte (im Folgenden linguistische Komponente genannt), und einer Komponente, die die Lösung eines Problems durch den Computer ermöglichen sollte (im Folgenden Problemlösungskomponente genannt).

Die linguistische Komponente von ISLIB sollte einerseits aus Datenbanken bestehen, die ein maschinenlesbares Wörterbuch und all diejenigen Texte enthielten, die in das Programm eingegeben wurden, und andererseits aus Programmen, die eine syntaktische und semantische Analyse ermöglichen sollten.⁶² Mit Hilfe dieser Komponente sollte der Mensch über Tastatureingabe in natürlicher Sprache Befehle an den Computern geben, um eine textbasierte, natürlichsprachige Antwort zu erhalten. Sie sollte also die Mensch-Maschine-Interaktion ermöglichen. Die Problemlösungskomponente sollte einerseits aus Datenbanken bestehen, die Daten und Regeln enthielt, die das nicht näher definierte Problem beschreiben sollten, und andererseits aus Programmen, die diese Problemlösung ermöglichen sollten.⁶³

⁶⁰ Ungeheuer, Linguistische Datenverarbeitung, 1971, S. 691.

⁶¹ Ebd., S. 690.

⁶² ISLIB – Ein Informationssystem auf linguistischer Basis. Einführender Überblick über das System, Januar 1975, S. 7–10, BArch, B196/23693.

⁶³ Ebd.

Diese Beschreibung legt nahe, dass mit ISLIB ein General Problem Solver⁶⁴ mit natürlichsprachiger Ein- und Ausgabe entwickelt werden sollte. Und tatsächlich kannte Ungeheuer die Arbeiten der US-amerikanischen AI-Forschung im Allgemeinen und die Arbeiten zum General Problem Solver im Speziellen.⁶⁵ Man kann davon ausgehen, dass er aus diesem Kontext die Überzeugung übernommen hat, dass ein allgemeines Problemlösungssystem umsetzbar sei. Allerdings war für Ungeheuer der Problemlösungsaspekt der uninteressanteste Teil, sowohl in Bezug auf ISLIB als auch in Bezug auf das Basismodell und damit die gesamte Linguistische Datenverarbeitung. Ungeheuer beschrieb nämlich, dass das Problemlösen selbst nicht Teil der LDV sei, oder nur dann, wenn linguistische Probleme gelöst werden sollten:

Es soll noch hervorgehoben werden, daß sich die Arbeit der LDV, entsprechend ihrer Problemstellung auf die linguistischen und kommunikationswissenschaftlichen Fragestellungen konzentriert, die in Konkretisierungen des Basismodells auftauchen. Die Erläuterungen zeigen, daß Anwendungen auf Probleme, die auf sprachliche Daten bezogen sind, ebenfalls zu diesem Arbeitsbereich gehören können. Keinesfalls aber soll behauptet werden, daß alle Eigenschaften von Problemlösungssystemen, die Realisierungen des Basismodells sind, Untersuchungsgegenstände der LDV sind.⁶⁶

Konkret sollte mit ISLIB ein »interaktiv benutzbares Instrument der täglichen Forschungsarbeit in allen Phasen analytischer Exploration zur Verfügung stehen«.⁶⁷ Somit sollte das System allen Aspekten der sprachwissenschaftlichen Forschung als Werkzeug dienen: Durch die Erstellung der linguistischen Komponente konnten Syntax- und Semantiktheorien am Computer erprobt werden. Die Problemlösungskomponente sollte nur dann eine Rolle spielen, wenn darüberhinausgehende, linguistische Fragestellungen mit ihrer Hilfe getestet werden sollten.

Ein Blick auf die tatsächlich ab 1971 in der Abteilung LDV durchgeführten Forschungen bestätigt, dass dort lediglich linguistische Forschung betrieben wurde. Ein Hinweis auf konkrete Forschung zum Thema Problemlösen findet sich nicht. Im Jahr 1970 wurde im Rahmen der Antragstellung für die Förderung durch das BMFT die Planung für die zukünftige Arbeit offengelegt. Auch wenn zu diesem Zeitpunkt noch nicht vom System ISLIB gesprochen wurde, so wird doch deutlich, dass man eine Umsetzung des Basis-

⁶⁴ Der General Problem Solver war ein Ende der 1950er-Jahre im Rahmen der US-amerikanischen AI-Forschung entwickeltes Programm, mit dessen Hilfe jedes wohlformulierte Problem durch den Computer gelöst werden können sollte: Newell/Shaw/Simon, Report, 1959.

⁶⁵ Ungeheuer veröffentlichte 1966 mit einigen Kollegen einen Überblick über die bisherige AI-Forschung, in der auch das Thema Problemlösen einen eigenen Abschnitt enthielt. Siehe Ungeheuer u. a., Künstliche Intelligenz, 1966.

⁶⁶ Ungeheuer, Linguistische Datenverarbeitung, 1971, S. 693.

⁶⁷ Linguistische Datenverarbeitung. Begründung für die Einrichtung von 3 Planstellen, Februar 1975, S. 1, BArch, B196/17185.

modells anstrebte.⁶⁸ Die zu betreibende Forschung wurde sämtlich den Bereichen Linguistik oder Kommunikationswissenschaft zugerechnet.⁶⁹ Auch einer konkreteren Zeitplanung für die Jahre von 1971 bis 1975 zufolge sollten keine Forschungen zum Thema Problemlösen durchgeführt werden.⁷⁰

Die am IDS geplanten Arbeiten wurden dabei außerdem im Kontext der »modernen« Linguistik verortet:

Die Verwirklichung des Projektes impliziert außerdem eine entschiedene Hinwendung des Instituts für deutsche Sprache zur generellen Linguistik. Diese Entwicklung entspricht einer allgemeinen Tendenz innerhalb der Linguistik und ist umso mehr zu begrüßen, als sie die Anwendung linguistischer Theorien und Methoden auf die deutsche Sprache in jedem Fall gewährleistet.⁷¹

Ein Überblick aus dem Jahr 1972 belegt, dass der sprachwissenschaftliche Fokus der Forschung tatsächlich umgesetzt wurde. Elf laufende Teilprojekte zur maschinellen Sprachverarbeitung in der Abteilung LDV wurden aufgezählt. Die Wissenschaftler*innen arbeiteten zu: Textsynthese; Erstellung von Lexika; Automatischer Sprachgeographie; semantische und syntaktische Analysen; Erstellung eines Programmsystems, das eine Darstellung linguistischer Theorien ermöglichen sollte; Maschinelle Übersetzung; Entwicklung eines Kommunikatormodells.⁷² Diese Teilprojekte sollten in ihrer Gesamtheit und im wechselseitigen Zusammenspiel die Grundlage für ein Informationssystem – also ISLIB – bilden.⁷³

Die Änderung der Forschungspolitik in der Bundesrepublik und die Hinwendung zur Anwendung am Institut für deutsche Sprache

Im September 1973 fand ein Treffen zwischen Hugo Moser und dem damaligen Bundesminister für Forschung und Technologie, Horst Ehmke (1927–2017), statt.⁷⁴ Grund war das Auslaufen der ersten Förderphase des 2. DV-Programms. Im Rahmen dieses Treffens sicherte der Minister dem IDS die Weiterförderung der bisherigen Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung für die Jahre 1974 und 1975, also für die restliche Laufzeit des

⁶⁸ Forschungsprojekt »Linguistische Datenverarbeitung« (LDV) des Instituts für deutsche Sprache, Mannheim, 1970, S. 9–12, BArch, B196/17196.

⁶⁹ Ebd., S. 17.

⁷⁰ Ebd., S. 18–25.

⁷¹ Ebd., S. 2.

⁷² Übersicht über das Vorhaben »Linguistische Datenverarbeitung« (DV 5.900) 1971–1973 vom 30.9.1972, S. 1-1 bis 10-17, BArch, B196/17196.

⁷³ Ebd., S. 0-7.

⁷⁴ Mitzeichnungsvermerk zur Ministerialvorlage von Referat 215 vom 12.3.1975, S. 1, BArch, B196/23693.

Programms, zu. Allerdings wurde angemerkt, »daß nach 1975 aus Mitteln des DV-Programms unter drastischer Reduzierung nur noch Projekte mit starkem DV-Anwendungsbezug gefördert werden können.«⁷⁵ Tatsächlich wurde die Förderung im 3. DV-Programm im Vergleich zum 2. DV-Programm um fast ein Viertel reduziert: Während für die Jahre von 1971 bis 1975 2.423 Millionen DM als Fördersumme eingeplant waren,⁷⁶ beliefen sich die Zuwendungen für die Jahre 1976 bis 1979 auf nur noch 1.574,6 Millionen DM.⁷⁷ Diese Kürzung kam nicht nur durch die kürzere Laufzeit des 3. DV-Programms zustande. Auch die pro Jahr zur Verfügung stehenden Mittel wurden deutlich reduziert. Während in der Zeit von 1971 bis 1975 jährlich durchschnittlich 484,7 Millionen DM zur Verfügung standen, waren es von 1976 bis 1979 nur noch 368,65 Millionen DM.

Bis 1975 wurde noch recht allgemein gehalten eine »stärkere und breitere Anwendung der DV in Wirtschaft und Wissenschaft als Instrument der Rationalisierung und Leistungssteigerung«⁷⁸ angestrebt. Dagegen fokussierte sich die Förderung ab 1976 auf »die Entwicklung von Datenverarbeitungsanlagen und von Projekten in ausgewählten Anwendungsgebieten.«⁷⁹ Die Software sollte dabei auf einen Stand gebracht werden,

von dem aus die Pflege, Weiterentwicklung und Verbreitung der Ergebnisse von Anwendern, ihren Verbänden oder anderen Gemeinschaftseinrichtungen, von Dienstleistungseinrichtungen oder der Datenverarbeitungs-Industrie (einschließlich der Software-Häuser) aus eigener Kraft weitergeführt werden können.⁸⁰

Kurzum: Es sollten tatsächlich lauffähige und in der Praxis genutzte Softwaresystem entwickelt werden.

Diese Verengung der Förderung spiegelte eine allgemeine Veränderung der Forschungspolitik in der Bundesrepublik Mitte der 1970er-Jahre wider. Ausgehend von den 1950er-Jahren stand zunächst das Bemühen, den technologischen Rückstand gegenüber westlichen Industrienationen, vor allem den USA, aufzuholen, im Vordergrund der Förderbemühungen.⁸¹ Seit etwa 1971 gab es international Bestrebungen, eine stärker bedarfsorientierte und gesellschaftsgestaltende Forschungsförderung umzusetzen. Auch die sozialliberale Regierung orientierte sich an solchen Bemühungen.⁸² In diesem Zusammenhang stiegen unter anderem die Zuwendungen an die private Wirtschaft stark an.⁸³ Die Fokussierung auf Anwendung im 3. DV-Programm war eine Folge dieser Ent-

⁷⁵ Mitzeichnungsvermerk zur Ministerialvorlage von Referat 215 vom 12.3.1975, S. 1, BArch, B196/23693.

⁷⁶ Bundesminister für Forschung und Technologie, 2. DV-Programm, 1971, S. 76.

⁷⁷ Bundesminister für Forschung und Technologie, 3. DV-Programm, 1976, S. 148.

⁷⁸ Bundesminister für Forschung und Technologie, 2. DV-Programm, 1971, S. 6.

⁷⁹ Bundesminister für Forschung und Technologie, 3. DV-Programm, 1976, S. 12.

⁸⁰ Ebd., S. 17.

⁸¹ Wollmann, Entwicklungslinien, 1989, S. 51–52.

⁸² Wiegand, Großforschung, 1994, S. 198.

⁸³ Wollmann, Entwicklungslinien, 1989, S. 56.

wicklung. Die Kürzung der Geldmittel stand dabei auch im Zusammenhang mit der ersten Wirtschaftskrise der Bundesrepublik ab 1973.⁸⁴

Das Treffen zwischen Moser und Ehmke, in dem die zukünftige Ausrichtung der Forschungsförderung klar kommuniziert wurde, wirkte sich im Nachgang direkt auf die Arbeit in der Abteilung LDV aus. Ab 1974 stand, wie 1977 rückblickend berichtet wurde, die »Erstellung eines experimentellen Informationssystems«⁸⁵ im Vordergrund. Es wurde ab diesem Zeitpunkt also ganz konkret an ISLIB gearbeitet. Dies spiegelte sich auch in der Arbeitsplanung der folgenden Jahre wider: Im Verlauf der ersten drei Quartale 1974 sollte ISLIB auf dem ab diesem Zeitpunkt zur Verfügung stehenden SIEMENS-Rechner 4004/151 implementiert werden. Darauf aufbauend war geplant, bis Ende Juni 1975 erste konkrete Problemlösungsalgorithmen zu erstellen und eine natürlichsprachige Eingabe zu ermöglichen. Die folgenden sechs Monate waren als Testphase angedacht.⁸⁶

Mit dem Beginn der konkreten Arbeit an ISLIB endeten auch linguistische Forschungen zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS. So wurde beispielsweise die Arbeit zur computergestützten morphosyntaktischen Analyse des Deutschen, die im Rahmen der Förderung durch das 2. DV-Programm begonnen hatte, Ende 1973 eingestellt. Aus den Abschlussberichten des Jahres 1974 geht hervor, dass zu diesem Zeitpunkt ein Programm zur automatischen Syntaxanalyse und ein dazugehöriges computerlesbares Lexikon vorlagen.⁸⁷ Ein weiteres Ergebnis der linguistiknahen Arbeiten war die Erstellung eines Textkorpus auf Lochstreifen, der die Grundlage für weitere linguistische Forschung, wie die Syntaxanalyse, bilden sollte.⁸⁸

Mit der Fokussierung auf Anwendung stellte man am IDS die eigene Arbeit in einen neuen Rahmen. Im Jahr 1974 veröffentlichte der Sprachwissenschaftler Paul Wolfangel einen Überblick über die Datenverarbeitung am IDS. Er berichtete hier über ISLIB und merkte dabei an: »Die damit aufgeworfene Fragestellung kann als eine Schnittstelle von Teilproblematiken der Gesamtforschungseinrichtung Artificial Intelligence (»Künstliche Intelligenz«) betrachtet werden.«⁸⁹ Damit wurde die Arbeit zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS erstmals in den Kontext der KI-Forschung gestellt. Diese Sichtweise vertrat auch Hugo Moser in einem Schreiben an das BMFT im Februar 1975: »Die Entwicklung von ISLIB wird mitbestimmt von »know how« und Techniken, wie sie im Bereich der »Artificial Intelligence«, der Linguistik und des information retrieval für komplexe Datenbanken entwickelt wurden und werden.«⁹⁰ Das Stichwort *Artificial Intelligence* wurde dabei sicherlich bewusst gewählt, um zu verdeutlichen, dass man die vom

⁸⁴ Wieland, Forschungspolitik, 2009, S. 80–81.

⁸⁵ Vorhabenbeschreibung zum Vorhaben Problemlösendes Informationssystem mit Deutsch als Interaktionsprache (PLIDIS) vom 20.6.1977, S. 5, BArch, B196/23686.

⁸⁶ ISLIB – Ein Informationssystem auf linguistischer Basis. Einführender Überblick über das System, Januar 1975, S. 5–7, BArch, B196/23693.

⁸⁷ Engel/Vogel, Syntaxanalyse I, 1974; Engel/Vogel, Syntaxanalyse II, 1974.

⁸⁸ Engel/Vogel, Textverarbeitung, 1974.

⁸⁹ Wolfangel, Datenverarbeitung, 1974, S. 81.

⁹⁰ Schreiben Moser an Hauff vom 12.2.1975, BArch, B196/23693.

Ministerium geforderte Anwendung umsetzen könne. Gleichzeitig konnte das IDS damit rhetorisch geschickt implizieren, dass mit der dort geleisteten Arbeit der Anschluss an die US-amerikanische Forschung gelingen und somit wiederum der wahrgenommene technologische Rückstand vermindert werden könnte. Damit sollte das IDS als potenzieller Partner für eine Weiterförderung nach 1975 ins Spiel gebracht werden. Mit der Fokussierung auf die praktische Umsetzung von ISLIB sollten die Weichen für diese Weiterförderung gestellt werden.

Am 30. April 1975 fand am IDS eine Vorführung von ISLIB statt, an der auch zwei Personen vonseiten des BMFT teilnahmen.⁹¹ Dabei wurden drei Versionen von ISLIB präsentiert: ISLIB_{Umwelt}, ISLIB_{Börse} und IKSWB – ISLIB. Bei ISLIB_{Umwelt} und ISLIB_{Börse} handelte es sich um zwei Anpassungen von ISLIB für konkrete Anwendungen aus den Bereichen Umwelt und Börse. Man beabsichtigte, mit diesen Systemen die Interaktion in deutscher Sprache vorzuführen. IKSWB – ISLIB war ein in ISLIB genutztes Lexikon, mit dessen Hilfe semantische Textanalysen ermöglicht werden sollten.⁹² Sinn und Zweck beider Iterationen von ISLIB war es, Informationen aus dem Bereich Umwelt bzw. Börse über eine natürlichsprachige Eingabe in einer Datenbank zu speichern und diese dann auch wieder abzurufen.⁹³ Ein Beispiel für eine solche Interaktion im Kontext Börse wurde in einer ISLIB-Dokumentation wie folgt angegeben:

- aa) M formuliert: Die VW-Aktien stiegen
 ISLIB reagiert: INFORMATION ABGESPEICHERT
 ISLIB IST INTERAKTIONSBEREIT (3)
- ba) M formuliert: Sind die VW-Aktien gestiegen?
 ISLIB reagiert: ERGEBNIS DER INFORMATIONERSCHLIESSUNG (4)
 JA [...]
- bb) M formuliert: Ist BASF gestiegen?
 ISLIB reagiert: Weiß nicht⁹⁴

Es gibt keinerlei Aufzeichnungen dazu, wie genau die Vorführung ablief und wie diese vom BMFT aufgenommen wurde. Aber offenbar wurden die Erwartungen des Ministeriums grundsätzlich erfüllt. Im Mai 1975 wurde im BMFT in Bezug auf eine Präsentation im ad-hoc Ausschuss LDV vom Februar desselben Jahres vermerkt, dass am IDS

nach Jahren der Grundlagenforschung nun erste praktische Ansätze zu verzeichnen sind, die Kommunikation zwischen Mensch und Rechner auf natürlich-

⁹¹ Schreiben Petersen an Lutz vom 6.3.1975, BArch, B196/23693.

⁹² Vorführungsprogramm 30. April 1975, BArch, B196/23693.

⁹³ Brecht/Lau/Lutz, Interaktionssprache, 1978, S. 39.

⁹⁴ Ebd., S. 41. Mit »M« sind in diesem Dialog die Nutzer*innen des Systems gemeint.

sprachlicher Basis zu ermöglichen. Der ad hoc-Ausschuß empfahl, das Vorhaben in seiner jetzigen Zielsetzung (noch stark auf Grundlagenforschung ausgerichtet) mit dem Auslaufen der Bewilligung Ende 1975 abzuschließen und stellte dem IDS anheim, einen stark anwendungsbezogenen Neuantrag auf Förderung ab dem 1.1.1976 zu stellen.⁹⁵

Einstellung der maschinellen Sprachverarbeitung am Institut für Deutsche Sprache?

Obwohl am IDS schon seit 1974 aus der Abteilung LDV heraus gezielt auf eine Anschlussfinanzierung hingearbeitet wurde, war zu diesem Zeitpunkt nicht absehbar, ob die Institutsleitung die Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung weiter unterstützen würde. Dem entgegen stand eine Empfehlung des Wissenschaftsrates, der das IDS im Jahr 1971 begutachtet hatte. In Bezug auf die Abteilung LDV kam der Wissenschaftsrat zu folgendem Urteil:

Wiewohl das LDV-Projekt vom Institut beantragt wurde und von einigen bisherigen Arbeiten ausgeht, ist es in erster Linie auf allgemeine kommunikationstheoretische Fragen ausgerichtet, ferner zeitlich begrenzt und nur in Rand- bzw. Anwendungsfragen auf die deutsche Sprache bezogen. Infolgedessen überschneidet es sich mit der Arbeit des Instituts für deutsche Sprache nur in einem kleinen Teilbereich, so daß für keine der beiden Seiten wesentliche wissenschaftliche Gründe für eine institutionelle Verbindung sprechen. Eine volle Integration des Projekts in die Arbeit des Instituts würde aufgrund des erblichen Eigengewichts und Personalanteils ebenso zu einer weitgehenden Umstellung fast aller grammatisch-philologischen Arbeiten auf kommunikationstheoretisch ausgerichtete LDV-Methoden führen müssen, wie andererseits eine starke Anwendungsbezogenheit des zum größten Teil auf kommunikative Grundlagenforschung angelegten Projekts erforderlich machen.⁹⁶

Dieses Urteil des Wissenschaftsrates überrascht, denn tatsächlich wurde Anfang der 1970er-Jahre am IDS noch wenig kommunikationswissenschaftlich gearbeitet. Die tatsächliche Forschung beschäftigte sich überwiegend mit linguistischen Fragestellungen, etwa zu Syntax und Semantik, während es nur ein explizit kommunikationswissenschaftliches Projekt gab. Allerdings kann man davon ausgehen, dass der Wissenschaftsrat das Ungeheuersche Basismodell kannte und deshalb befürchtete, dass sich die Forschung in der Abteilung LDV tatsächlich stark von der Linguistik entfernen und in Richtung

⁹⁵ Kurze fachliche Beurteilung des Projektes LDV II sowie Aussichten auf weitere Förderung BMFT vom 14.5.1975, BArch, B196/17181.

⁹⁶ Stellungnahme des Wissenschaftsrates zur Errichtung eines Instituts zur Erforschung der deutschen Sprache vom 23.7.1971, S. 11–12, BArch, B196/17181.

Mensch-Maschine-Kommunikation bewegen könnte. Die Befürchtung, dass sich dieser Trend auf das gesamte Institut übertragen könne, war vermutlich in der schieren Größe der Abteilung LDV begründet: Durch ihre enorme finanzielle Ausstattung überragte sie alle anderen Projekte am IDS. Der Wissenschaftsrat war also besorgt, dass das Institut für Deutsche Sprache, das mit seiner Fokussierung auf die deutsche Gegenwartssprache ein Alleinstellungsmerkmal in der bundesdeutschen Linguistik darstellte, zu einem Institut mit kommunikationswissenschaftlichem Schwerpunkt werden könnte.

Dass sich diese Bedenken im Gutachten niederschlugen, war sicherlich der personellen Besetzung der mit der Begutachtung betrauten Arbeitsgruppe geschuldet. Deren Vorsitzender war der Linguist Peter Hartmann (1923–1984).⁹⁷ Dieser engagierte sich Anfang der 1970er-Jahre für die Etablierung der »modernen« Linguistik.⁹⁸ Von 1970 bis 1972 veröffentlichte er in diesem Zusammenhang zwei Monographien und einen Aufsatz,⁹⁹ in denen er versuchte, die Linguistik zu definieren. Insofern kann das Gutachten des Wissenschaftsrates als Versuch angesehen werden, die noch in der Formierung befindliche »moderne« Linguistik von der ebenfalls in dieser Zeit im Entstehen begriffenen Kommunikationswissenschaft¹⁰⁰ abzugrenzen. Gleichzeitig sollte das für das Selbstverständnis der Linguistik wichtige Institut für Deutsche Sprache im Kern ein linguistisches Institut bleiben. Entsprechend empfahl der Wissenschaftsrat, dass sich das IDS in Zukunft auf die beiden Schwerpunkte Soziolinguistik sowie Grammatik und Lexik konzentrieren sollte.¹⁰¹

Das Gutachten des Wissenschaftsrates war für die Leitung des IDS weder bindend, noch musste man bei Zuwiderhandlung mit gestrichenen Fördermitteln rechnen. Aufgabe des Wissenschaftsrates war es lediglich, Empfehlungen abzugeben.¹⁰² Dennoch wird die Institutsleitung das Gutachten zur Kenntnis genommen haben und sich bewusst gewesen sein, dass es sich mit einer noch stärkeren Anwendungsbezogenheit immer weiter vom Forschungsfeld der Linguistik verabschieden würde. Allerdings gab es einen gravierenden äußeren Faktor, der die Entscheidung über einen weiteren Projektantrag zur maschinellen Sprachverarbeitung in weitaus stärkerer Weise beeinflusste als Bedenken hinsichtlich einer möglichen zukünftigen fachlichen Ausrichtung des Institutes: die finanzielle Situation des IDS.

Am 4. November 1975 erschien in der »Frankfurter Rundschau« ein Artikel mit dem Untertitel »Im Sprachinstitut ist der Teufel los«.¹⁰³ Es wurde berichtet, dass zum Ende des

⁹⁷ Vermerk über die wesentlichen Ergebnisse der 4. Sitzung der Arbeitsgruppe Institut zur Erforschung der deutschen Sprache am 6. Mai 1971, S. 1, BAArch, B196/17198.

⁹⁸ Hartmann, Lage, 1972, S. 1.

⁹⁹ Hartmann, Aufgaben, 1970; Hartmann, Lage, 1972; Hartmann, Forschungsbedarf, 1972.

¹⁰⁰ Zur Etablierung der Kommunikationswissenschaft in der Bundesrepublik seit den 1960er-Jahren siehe Kolb, Traditionslinien, 2007.

¹⁰¹ Stellungnahme des Wissenschaftsrates zur Errichtung eines Instituts zur Erforschung der deutschen Sprache vom 23.7.1971, S. 2, BAArch, B196/17181.

¹⁰² Bartz, Wissenschaftsrat, 2007, S. 11.

¹⁰³ Mörbitz, Teufel, 1975.

Jahres die Bonner Zweigstelle des IDS, wo ein großer Teil der Beschäftigten der Abteilung LDV angesiedelt war, geschlossen werden sollte. Wer weiter am IDS arbeiten wollte, müsse also nach Mannheim umziehen, sich dabei aber

gewärtig sein, daß er über kurz oder lang wieder auf der Straße sitzt, dann nämlich, wenn der Geldhahn für die Fortsetzung der Forschungsarbeiten am Projekt der linguistischen Datenverarbeitung (der elektronischen Textverarbeitung und Manipulation von Schriftsätzen), weiter zugedreht werden sollte.¹⁰⁴

Insgesamt waren demnach von den 135 am IDS beschäftigten Personen 60 durch eine Kündigung bedroht.¹⁰⁵

Tatsächlich waren die Schließung der Bonner Außenstelle und das Auslaufen der bisherigen Förderung der Abteilung LDV, die im Artikel der »Frankfurter Rundschau« zusammen genannt wurden, zwei unabhängig voneinander auftretende Ereignisse. Das BMFT forderte Ende 1975 aus Kostengründen innerhalb des ersten Halbjahres 1976 die Verlegung der Abteilung LDV nach Bonn.¹⁰⁶ Durch die Schließung der Zweigstelle erhoffte sich das Ministerium also eine grundsätzliche Kostenreduktion. Dass quasi gleichzeitig die bisherige Förderung der Abteilung auslief, war für das IDS ein unglücklicher Zufall, da man den dort beschäftigten Mitarbeiter*innen trotz eines Umzugs nach Mannheim keine Garantie auf weitere Beschäftigung geben konnte.

Allerdings hätte es die Garantie auf Weiterbeschäftigung auch dann nicht gegeben, wenn die Bonner Zweigstelle erhalten geblieben wäre. Die größte Herausforderung für die Institutsleitung war es also, zu verhindern, dass 60 Beschäftigten endgültig gekündigt werden musste. Entsprechend arbeitete die Institutsleitung seit September 1975 zusammen mit dem Betriebsrat an einem Sozialplan für die gekündigten Mitarbeiter*innen. Das Institut verpflichtete sich unter anderem dazu, »sich um andere Stellen für die zu Entlassenden zu bemühen«.¹⁰⁷ Dabei kam der Möglichkeit der Förderung durch das 3. DV-Programm eine entscheidende Rolle zu, da man damit eine Reduzierung der Kündigungen erreichen konnte. Entsprechend ist es unter diesen Umständen nicht verwunderlich, dass das IDS aufbauend auf ISLIB einen weiteren Antrag auf Förderung zur maschinellen Sprachverarbeitung stellte. Die Forderungen nach stärkerer Anwendungsbezogenheit und die Entwicklung eines lauffähigen Softwaresystems wurden dabei berücksichtigt.

¹⁰⁴ Mörbitz, Teufel, 1975.

¹⁰⁵ Ebd.

¹⁰⁶ Schreiben Moser an Kuratorium des IDS vom 14.11.1975, BArch, B196/23693.

¹⁰⁷ Sozialplan geschlossen zwischen dem Vorstand des Instituts für deutsche Sprache und den Betriebsräten Bonn und Mannheim, BArch, B196/23666.

Künstliche Intelligenz am Institut für Deutsche Sprache

Im Jahr 1976 begannen am Institut für Deutsche Sprache die Arbeiten am Folgeprojekt PLIDIS (Problemlösendes Informationssystem mit Deutsch als Interaktionssprache). Leiter des Projektes war Dieter Krallmann (1937–2016).¹⁰⁸ Dieser kannte die bisherigen Arbeiten zu ISLIB: Schon seit Mitte der 1960er-Jahre arbeitete er zusammen mit Gerold Ungeheuer am Institut für Phonetik und Kommunikationswissenschaft in Bonn.¹⁰⁹ Seit 1973 hatte Krallmann eine Professur für Kommunikationswissenschaft an der Universität Essen inne,¹¹⁰ die er neben seiner Leitungsfunktion am IDS ausfüllte.

Die Arbeiten an PLIDIS wurden durch das 3. DV-Programm finanziert und schlossen direkt an die vorherigen Arbeiten zu ISLIB an.¹¹¹ PLIDIS war eine Weiterentwicklung des Systems ISLIB_{Umwelt}. Angedacht war dessen Nutzung im Bereich der Industrieabwasserüberwachung. Hierfür sollte mit dem Regierungspräsidium Stuttgart als Pilotanwender zusammengearbeitet werden.¹¹² Die Zusammenarbeit mit einem Pilotanwender war eine Voraussetzung für die Förderung durch das 3. DV-Programm, da somit »praxis- und bedarfsgerechte Lösungen«¹¹³ erreicht werden sollten. Weshalb ausgerechnet mit dem Regierungspräsidium gearbeitet wurde und wie dieser Kontakt zu Stande kam, ist anhand der Quellen nicht nachvollziehbar.

Vom Grundaufbau her bestand PLIDIS, ebenso wie ISLIB, aus einer linguistischen Komponente und einer Problemlösungskomponente. Der linguistische Teil der Anwendung sollte eine natürlingsprachige Ein- und Ausgabe ermöglichen. Die Problemlösungskomponente sollte ein Auskunftssystem für die Giftigkeit von Chemikalien darstellen und eine grundsätzliche Grenzwertüberwachung von Schadstoffkonzentrationen in den zu überwachenden Abwässern ermöglichen.¹¹⁴ Dabei handelte es sich um die Abwässer von etwa 600 metallverarbeitenden Betrieben. Dort wurden regelmäßig Proben aus dem gereinigten und zur Ableitung freigegebenen Abwasser entnommen. Diese wurden anschließend in einem Labor untersucht und die Meßwerte für bestimmte Stoffe im Wasser mit festgelegten Grenzwerten verglichen, um zu überprüfen, ob gesetzliche Normen eingehalten werden.¹¹⁵

Die Zielvorstellung war, dass das System PLIDIS diesen Vorgang erleichterte, indem es folgende Fragen beantworten können sollte: »Bei welchem Betrieb wurden wann, wie oft, von wem und mit welchem Verfahren Proben entnommen/welche Abwasserinhaltsstoffe und –eigenschaften gemessen?«¹¹⁶ Grundlage hierfür bildeten in einer Datenbank

¹⁰⁸ Kolvenbach/Lötscher/Lutz, Vorwort, 1979, S. 11.

¹⁰⁹ Ungeheuer u. a., *Künstliche Intelligenz*, 1966.

¹¹⁰ Kolb, *Traditionslinien*, 2007, S. 145.

¹¹¹ Brecht, *Einflußgrößen*, 1977, S. 93.

¹¹² Brecht, *System*, 1977, S. 20.

¹¹³ Bundesminister für Forschung und Technologie, 3. DV-Programm, 1976, S. 17.

¹¹⁴ Ebd., S. 22.

¹¹⁵ Überblick, 1980, S. 17–18.

¹¹⁶ Ebd., S. 18.

hinterlegte Informationen über die metallverarbeitenden Betriebe, über die einzelnen Probenentnahmen, über die untersuchenden Labore und deren Ergebnisse und über die zugelassenen Grenzwerte der untersuchten Schadstoffe.¹¹⁷

Mit dem konkreten Ziel, ein lauffähiges Softwaresystem zu entwickeln, das anschließend in der Praxis weitergenutzt werden konnte, wurde die vom BMFT geforderte Anwendungsbezogenheit berücksichtigt. Doch PLIDIS sollte darüber hinausgehend nicht nur für diesen einen Anwendungsfall einsetzbar, sondern grundsätzlich auf weitere Anwendungsgebiete übertragbar sein.¹¹⁸ Denn die PLIDIS-Entwickler*innen wollten nach eigener Aussage ein grundsätzliches Problem der Computernutzung angehen:

Betrachtet man in der derzeitigen Praxis die Beziehung zwischen maschinell gespeicherten Daten und den Personen, die sich mit Gewinn solcher Datenbanksysteme zur Lösung ihrer Probleme bedienen könnten, so wird man feststellen, daß diese Beziehung durch eine Sprachbarriere gekennzeichnet ist. Diese Sprachbarriere beim Zugriff auf Datenbanken ist nur durch Spezialisten zu überwinden, die entweder als Datenverarbeiter ausgebildet sind oder doch zumindest im ständigen Training für den Umgang mit formalen Schemata stehen. [...] Diese Situation hat in der Praxis zur Folge, daß das Potenzial von DV-Anlagen nicht unmittelbar in die Lösung von Problemen bei politischer, administrativer oder kaufmännischer Planung und Entscheidung einbezogen wird, sondern nur mittelbar durch DV-versierte Mittelsmänner zugänglich ist mit all den damit verbundenen Störfaktoren wie Zeitverzögerungen, Fehlinterpretationen u.ä. Diese Sprachbarrieren werden zumindest auf ein Minimum reduziert, wenn es dem Benutzer von Datenbanksystemen erlaubt ist, sich zur Benutzung eines derartigen Systems seiner Muttersprache in der ihm gewohnter fachsprachlichen Ausprägung zu bedienen.¹¹⁹

Diese Darstellung beschreibt die Realität der Computernutzung in den 1970er-Jahren: Um eine Reaktion des Computers zu erreichen, mussten über eine Tastatur spezielle und klar definierte Befehle eingegeben werden. Zu dieser Zeit gab es weder eine Computerm Maus noch eine graphische Benutzeroberfläche.¹²⁰ In vielen Bereichen des täglichen Lebens hatte sich der Computer seit Anfang der 1970er-Jahre allerdings bereits etabliert. Personalbuchhaltung oder Zahlungsverkehr waren ohne Computereinsatz nicht mehr denkbar.¹²¹ Entsprechend wurde die Mensch-Maschine-Interaktion im 3. DV-Programm eigens bedacht. Eines der hiermit verbundenen Ziele war es, »eine direktere und verbesserte Kommunikation zwischen den Menschen an ihren Arbeitsplätzen und den sie

117 Überblick, 1980, S. 17.

118 Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 42.

119 Ebd.

120 Zur Geschichte der Mensch-Computer-Interaktion siehe Hellige, Krisen, 2008.

121 Schmitt, Kreditwirtschaft, 2021, S. 291.

unterstützenden Datenverarbeitungssystemen«¹²² zu ermöglichen. PLIDIS war zur Erfüllung dieses Aspektes konzipiert, dadurch für eine Förderung ab 1976 durch das BMFT prädestiniert und sollte am Beispielfall der Abwasserüberwachung getestet werden.

Diese Fokussierung auf einen speziellen Anwendungsbereich veränderte die Ausrichtung der wissenschaftlichen Arbeit zur maschinellen Sprachverarbeitung am IDS im Vergleich zu den vorherigen Jahren. Denn wenn eine Anwendung in einem sehr spezifischen Sachgebiet, wie in diesem Fall der Abwasserüberwachung, eingesetzt werden sollte, dann, so waren sich die Entwickler*innen bewusst,

ist es erforderlich, daß das Wissen in diesem Sachgebiet so analysiert, strukturiert und beschrieben ist, daß der Benutzer des Systems dieses Wissen als empirischen Kontext in seinem Anwendungsbereich einsetzen kann. D.h.: Es müssen alle Informationen, die der Benutzer zum Erkennen und Lösen seiner praktischen Probleme benötigt, ermittelt und beschrieben sein.¹²³

Damit musste der Fokus der Arbeiten auf der Problemlösungskomponente liegen. Dies ergab sich auch deshalb, weil man für die linguistische Komponente bereits auf Vorarbeiten von ISLIB zurückgreifen konnte,¹²⁴ zum Beispiel auf das in diesem Kontext entwickelte Lexikon.¹²⁵

Mit diesem Schwerpunkt auf Problemlösung im Projekt PLIDIS verschob sich der Fokus der Forschung hin zur Künstlichen Intelligenz. Die Hinwendung zur KI zeigte sich dabei einerseits inhaltlich, indem jetzt explizit Ansätze der sprachorientierten KI-Forschung angewandt wurden. Andererseits wurde das Projekt Teil der in der zweiten Hälfte der 1970er-Jahre in der Bundesrepublik entstehenden KI-Community. Die Annäherung an die KI ging dabei mit einer Entfernung von der Linguistik einher.

Ab 1976 stand nicht mehr die Erforschung der Sprache im Zentrum der Arbeiten der Abteilung LDV. Vielmehr mussten für die Erstellung von PLIDIS »alle Informationen, die der Benutzer zum Erkennen und Lösen seiner praktischen Probleme benötigt, ermittelt und beschrieben«¹²⁶ werden. Das Problem war in diesem Fall die Abwasserüberwachung und diese musste als sogenannter »Weltausschnitt«¹²⁷ dargestellt werden. Grundlage hierfür war das sogenannte »Weltwissen«,¹²⁸ die Akkumulation der Informationen über den »Weltausschnitt«. Typisch für die sprachorientierte KI-Forschung dieser Zeit war der Versuch, einen solchen »Weltausschnitt« (auch »Diskursbereich«, »Diskurswelt«

¹²² Bundesminister für Forschung und Technologie, 3. DV-Programm, 1976, S. 23.

¹²³ Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 45.

¹²⁴ Es konnten keine wissenschaftlichen Veröffentlichungen gefunden werden, die sich explizit mit der Problemlösungskomponente von ISLIB befassten. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass dieser Teil nur rudimentär entwickelt war.

¹²⁵ Brecht, Einflußgrößen, 1977, S. 97.

¹²⁶ Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 45.

¹²⁷ Ebd.

¹²⁸ Siehe etwa Lutz, PLIDIS, 1978, S. 273.

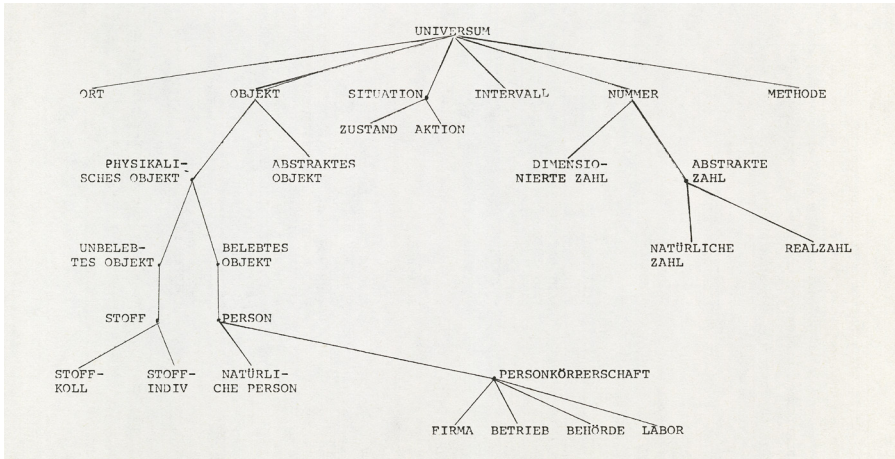


Abb. 1 Sortenbaum von PLIDIS.

oder »Weltmodell« genannt)¹²⁹ zu simulieren. Außerdem war eine Aufteilung zwischen »Weltwissen« und »sprachlichem Wissen« eine grundlegende methodische Herangehensweise der KI.¹³⁰ Unter »sprachlichem Wissen« wurden dabei alle Informationen zusammengefasst, die für die Sprachanalyse und -generierung benötigt wurden, also Grammatik und Lexikon. Das »sprachliche Wissen« war in PLIDIS in der linguistischen Komponente enthalten. Das »Weltwissen« dagegen war Teil der Problemlösungskomponente. Dieses wurde in Form eines semantischen Netzes, bei PLIDIS Sortenbaum genannt, dargestellt. Damit wurden Informationen des »Weltausschnittes« über chemische Stoffe, Proben und deren Entnahmeorte miteinander verknüpft.

In der Praxis bedeutete dies zunächst, dass jedem in der Datenbank hinterlegten Faktum ein Knoten im semantischen Netz zugeordnet werden musste. So war etwa eine chemische Bezeichnung wie Arsen dem Knoten »Stoff« zugeordnet, während der Name einer Person dem Knoten »Natürliche Person« zugeordnet war (Abb. 1). Die einzelnen Knoten wiederum waren über Kanten verknüpft, die die Beziehungen der Knoten zueinander darstellten. So waren sowohl eine »Natürliche Person« als auch eine »Personenkörperschaft«, die wiederum Firmen, Betriebe, Behörden und Labore umfasste, als Person definiert. Diese wiederum war als »Belebtes Objekt«, das, neben »Unbelebten Objekten«, den chemischen Stoffen, der Überkategorie »Physikalisches Objekt« zugeordnet war. Der Aufbau des semantischen Netzes war dabei explizit nicht von linguistischen Kriterien geleitet, sondern sollte möglichst optimal den Handlungsraum des Weltausschnittes darstellen.¹³¹

¹²⁹ Wahlster, Einführung, 1982, S. 210.

¹³⁰ Habel, Probleme, 1982, S. 44.

¹³¹ Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 50.

Auf dieser Grundlage sollte PLIDIS Ausgaben ermöglichen wie »Die Probe mit der Nummer \$100 ist die Probe vom 13.10.76 um 14 Uhr bei der Firma Guenther Lauxmann, 7144 Asperg, Neckarstraße 7.«¹³² Es sollte auch Fragen wie »Welches waren die letzten drei Proben der Firma Joos?«¹³³ beantworten können. Dazu wurde eine eingegebene Frage zunächst morphologisch, syntaktisch und semantisch analysiert.¹³⁴ Bei der semantischen Analyse wurde eine Umwandlung der natürlichsprachigen Eingabe in eine interne Repräsentationssprache vorgenommen. Hier wurde dann zum Beispiel die Eingabe »Arsen« in einen Term der Sorte »Stoff« umgewandelt¹³⁵ und dann die Zuordnung zum semantischen Netz vorgenommen. Wenn in der Eingabe Fakten abgefragt wurden, die direkt in der verbundenen Datenbank vorhanden waren, dann konnten diese sofort ausgegeben werden. Bei Abfragen, die eine logische Verknüpfung der hinterlegten Informationen oder nur implizit in der Datenbank hinterlegte Fakten benötigten, kam, implementiert über einen eigens für PLIDIS entwickelten Theorembeweiser, ein internes automatisches Beweisverfahren zum Zuge, das auf dem Resolutions-Prinzip basierte.¹³⁶

Letztlich sollte damit ein Dialog wie der folgende ermöglicht werden, der sich auf eine Probeentnahme bei einem »D.M.V.« genannten Betrieb bezog:

Wurde D.M.V. 1975/ ueberprueft?

JA

PROBE	BETRIEB
75/01/12/11/00	D.M.V.

Wurde in der Probe vom 11.11.1975 bei der D.M.V. ein oberer Grenzwert verletzt?

ES GIBT KEINE PROBE DER D.M.V. AM 11.11.1975 BITTE NEU FORMULIEREN

Wurde in der Probe vom 11.12.1975 bei der D.M.V. ein oberer Grenzwert verletzt?

JA

ANTEIL	PROBE	BETRIEB
CR1(3+)	75/12/11/13/30	D.M.V.
25.500000-MG/L		

...

weitere Angaben folgen [...] ¹³⁷

Dieses Beispiel macht deutlich, dass die Antworten teilweise natürlichsprachig sein sollten und teilweise lediglich die fachlichen Informationen aus der Datenbank wiedergaben.

¹³² Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 53.

¹³³ Ebd.

¹³⁴ Fauser/Rathke, Studie, 1981, S. 123.

¹³⁵ Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 62.

¹³⁶ Dilger, Theorembeweiser, 1979, S. 266. Details zum automatischen Beweisen und insbesondere zum Resolutionsprinzip finden sich im Beitrag von Rudolf Seising in diesem Band.

¹³⁷ Fauser/Rathke, Studie, 1981, S. 124–125. Großschreibung der Antwort des Systems PLIDIS im Original.

In seiner Funktionsweise und Ausprägung war PLIDIS damit ein erster Schritt in Richtung der ab 1980 in der Bundesrepublik im Bereich der KI-Forschung entwickelten Expertensysteme.¹³⁸

Bedenkt man die methodische Hinwendung zur KI, so ist es wenig überraschend, dass PLIDIS von der bundesdeutschen KI-Community als Teil dieser Gemeinschaft wahrgenommen wurde. Als 1980 die Förderung durch das 3. DV-Programm auslief und somit die Arbeit an PLIDIS endete, kommentierte der KI-Forscher Wolfgang Wahlster (geb. 1953) dies wie folgt:

Dies ist wohl für alle an der KI-Forschung in der Bundesrepublik Interessierten bedauerlich, weil gerade der Nachweis der praktischen Anwendbarkeit von PLIDIS für zukünftige Projekte in diesem Bereich eine gute Argumentationsgrundlage geboten hätte. [...] Für den Außenstehenden bleibt unverständlich, wie es dazu kommen konnte, daß gerade eine so zukunftsweisende Abteilung mit internationaler Anerkennung beim IdS aufgelöst wird.¹³⁹

Ob PLIDIS tatsächlich international rezipiert wurde, kann nicht nachgewiesen werden. Zumindest in der Bundesrepublik wurde das IDS in einem Atemzug mit der US-amerikanischen AI-Forschung genannt. Der Sprachwissenschaftler Peter Eisenberg (geb. 1940), der Mitte der 1970er-Jahre für kurze Zeit zur sprachorientierten KI forschte, veröffentlichte 1977 einen Überblick über den Stand der bundesdeutschen KI und merkte dabei an:

Man sollte noch lange nicht davon sprechen, dass sich in der bundesrepublik eine forschungsrichtung künstliche intelligenz »etabliert« habe, weil das zu einem falschen bild und einem falschen selbstverständnis über umfang und möglichkeiten der bei uns laufenden arbeiten auf diesem gebiet führen kann. [...] In den USA gibt es seit den 50er jahren große laboratorien mit vielen ständigen mitarbeitern und phantastischer maschineller ausstattung, die mit sehr unterschiedlichen an-sätzen arbeiten. Bei uns dagegen werden immer noch zahlreiche arbeiten von älteren qualifizierten studenten oder vom akademischen mittelbau in rechenzentren, informatik-instituten oder auch linguistischen instituten mehr oder weniger nebenbei durchgeführt. Die wenigen echten forschungsgruppen sind klein und bestehen noch nicht lange. Sie arbeiten fast ausschließlich auf der bei uns üblichen basis von forschungsprojekten. Damit sind sie nicht besonders stabil, weil niemand weiß, wie langfristig eine gruppe arbeiten kann. In einem internen bericht, den einige mitglieder einer solchen gruppe über ihren besuch bei amerika-

¹³⁸ Diesen Aspekt betrachtet Jakob Tschandl in seiner noch nicht veröffentlichten Dissertation näher. Zu Expertensystemen allgemein siehe den Beitrag von Jakob Tschandl in diesem Band.

¹³⁹ Wahlster, Rezension, 1980, S. 61.

nischen forschungsstätten im spätherbst 1975 gegeben haben, wird die hoffnung geäußert, daß der anschluß an amerikanische arbeiten in einem zeitraum von fünf jahren erreicht werden kann. Eine gewisse ausnahme stellt bei uns der Bonn-Mannheimer institutskomplex dar, wo man schon seit einiger zeit eine größere zahl von wissenschaftlern hauptamtlich auch für arbeiten im bereich der künstlichen intelligenz angestellt hat. Es ist allerdings nichts davon bekannt geworden, daß gerade dort der abstand zu den Amerikanern besonders schnell aufgeholt wird.¹⁴⁰

Und tatsächlich nahm das IDS in den 1970er-Jahren in der bundesdeutschen KI-Community eine besondere Stellung ein: Durch seine Forschung an PLIDIS war es zu dieser Zeit das größte bundesdeutsche Forschungsinstitut zur Künstlichen Intelligenz. In der Abteilung LDV arbeiteten etwa 27 Menschen an PLIDIS.¹⁴¹ In den 1970er-Jahren gab es in der Bundesrepublik keine andere wissenschaftliche Institution, an der so viele Wissenschaftler*innen gleichzeitig zur KI forschten. Deshalb ist es auch nicht verwunderlich, dass PLIDIS in der bundesdeutschen KI-Community als bedeutend wahrgenommen wurde. In der Etablierungsphase dieses Forschungsfeldes war jedes Projekt, dass sich der KI-Forschung verschrieben hatte wichtig, erst recht wenn es sich um ein so großes und stark gefördertes Forschungsvorhaben handelte.

Das Ende der maschinellen Sprachverarbeitung am Institut für Deutsche Sprache

Der Status des IDS als KI-Forschungsinstitut hielt nicht lange an. Er endete 1980, als mit dem Auslaufen der Förderung durch das 3. DV-Programm auch die Förderung des Projektes PLIDIS endete. Doch damit wurde nicht nur die Arbeit an diesem einen Projekt eingestellt. Weitere Forschung zur KI gab es am IDS nicht. Zusätzlich wurde quasi die gesamte Tätigkeit zur maschinellen Sprachverarbeitung, auch linguistisch basierte, eingestellt. Wie konnte es dazu kommen?

Möglichkeiten zur Anschlussförderung hätten, zumindest prinzipiell, bestanden. Zwar wurde ab 1980 kein weiteres Datenverarbeitungsprogramm aufgelegt, dass einen direkten Anschluss angeboten hätte, aber die Forschungsförderung im informatiknahen Bereich hatte sich Anfang der 1980er-Jahre weiter ausdifferenziert. Eine Förderung, die von ihrer allgemeinen Ausrichtung ähnlich zu den DV-Programmen war, wurde durch das von 1980 bis 1983 laufende »Programm zur Förderung von Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Informationstechnik« von der Bundesregierung angeboten.¹⁴²

¹⁴⁰ Eisenberg, Kommentar, 1977, S. 317. Durchgängige Kleinschreibung im Original.

¹⁴¹ Am 1.12.1976 waren in der Abteilung LDV, in der das Projekt PLIDIS beforscht wurde, drei studentische Hilfskräfte und weitere 27 Personen (davon 20 mit vollen Stellen und sieben mit halben Stellen) angestellt. Siehe Personalübersicht Linguistische Datenverarbeitung vom 1.12.1976, BArch, B196/23685.

¹⁴² Reuse, 80er Jahre, 2008, S. 27–28.

Zusätzlich gab es 1979 zwei durch das BMFT aufgelegte Förderprogramme, durch die unter anderem Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung mit Anwendungsbezug gefördert wurden: das bereits seit 1974 laufende »Programm der Bundesregierung zur Förderung der Information und Dokumentation«¹⁴³ und das 1979 neu eingerichtete Programm »Informationslinguistik«.¹⁴⁴ Und tatsächlich waren schon im März 1979 zwei Projektvorschläge zu weiteren Arbeiten zu Frage-Anwort-Systemen vorbereitet worden, die an PLIDIS angeschlossen hätten und für eine Förderung durch das Programm zur Informationslinguistik vorgesehen waren.¹⁴⁵ Doch zu einer Umsetzung sollte es nie kommen. Dafür können zwei Hauptgründe, die im Folgenden weiter ausgeführt werden, identifiziert werden: 1. Das Projekt PLIDIS scheiterte in der Endphase an der praktischen Umsetzung. 2. Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung wurden von der Institutsleitung grundsätzlich nicht weiter unterstützt.

Noch im Oktober 1979 war sich Dieter Krallmann sicher, dass das Projekt PLIDIS im nächsten Jahr erfolgreich abgeschlossen werden könne und entsprechend in die konkrete Anwendung gehen würde, wie aus dem Protokoll einer Kuratoriumssitzung des IDS deutlich wird:

Eine Finanzierung des Projektes bis zum 31.12.1979 ist gesichert. Bis dahin muß das Projekt so weit gediehen sein, daß der Probetrieb am 1.1.1980 beginnen kann. Eine An- und Abschlußfinanzierung für den Zeitraum 1.1.1980 bis maximal 30.9.1980 ist beantragt. Die Genehmigung hängt von der Reaktion auf die laufende Ausschreibung von Software-Häusern ab. Man bemüht sich um die Mitarbeit von Software-Häusern bei der Durchführung des Probetriebs, bei der Betreuung von PLIDIS und bei der Vermarktung von PLIDIS als Software-Produkt.¹⁴⁶

Die nächste und letzte Bemerkung zu PLIDIS, die sich in den überlieferten Verwaltungsakten des IDS finden lässt, stammt aus einem nicht genauer datierten internen Abteilungsbericht von 1980: »Die Einsetzbarkeit dieses Systems beim Anwender konnte nicht mehr überprüft werden, da die Förderung für einen Piloteinsatz nicht bewilligt wurde. Die Arbeiten zur Dokumentation des Systems wurden bis zum 31.3.1980 weitergeführt.«¹⁴⁷ Damit endete die Finanzierung des Projektes PLIDIS also sehr abrupt, weil das BMFT die vom IDS beantragte Förderung um ein halbes Jahr gekürzt hatte. Was war passiert?

Eine Erklärung hierfür lieferte der Informatiker Werner Dilger (1942–2007), der 1980 in den KI-Rundbriefen, dem informellen Austauschorgan der damaligen bundesdeut-

¹⁴³ Bundesminister für Forschung und Technologie, Bekanntmachung, 1979.

¹⁴⁴ Ad-Hoc-Ausschuss Informationslinguistik, Empfehlung, 1979.

¹⁴⁵ Protokoll der Kuratoriumsausschußsitzung am 12.3.1979, S. 2, BArch, B196/23666.

¹⁴⁶ Protokoll der Kuratoriumssitzung vom 26.10.1979, S. 3, BArch, B196/23690.

¹⁴⁷ Bericht aus den Abteilungen, BArch, B196/23692.

schen KI-Community, über das Ende von PLIDIS berichtete. Er beschrieb Probleme, die sich im Laufe der Projektarbeit abzeichneten und schließlich dazu führten, dass die vom BMFT geforderte Anwendungsbezogenheit nicht umgesetzt werden konnte: »Den Insidern war damals schon klar, daß das Versprechen ein anwendbares Informationssystem zu erstellen nicht eingelöst werden konnte.«¹⁴⁸ Dies führte Dilger zufolge zu einer »Spaltung in der Zielsetzung des Projekts in einen mühsam nach außen aufrecht erhaltenen Anspruch nach Anwendungsbezogenheit (wegen des Geldes) und den Anspruch auf wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn, dem man wenigstens ein Stück weit gerecht werden konnte.«¹⁴⁹ Nach außen hin aufgefallen sei diese Entwicklung erst »bei der Untersuchung des Problems, welches Datenbanksystem für PLIDIS verwendet werden konnte, durch eine unabhängige EDV-Beratungsfirma zu Beginn des Jahres 1979.«¹⁵⁰ In dem Moment also, als man die auch von Krallmann erwähnten externen Softwareunternehmen hinzuzog, um die praktische Umsetzung der vom IDS betriebenen Arbeit zu ermöglichen, war aufgefallen, dass genau dies nicht möglich war, weil die vom BMFT geforderte Anwendungsbezogenheit nie im Fokus der tatsächlichen Arbeit lag. Ein Grund hierfür war, nach Dilger, dass eine »ausreichende Zahl an praktisch ausgebildeten und erfahrenen Informatikern«¹⁵¹ am IDS fehlte.

Die Probleme mit der Anwendung spiegelt auch die im Juli 1980 fertiggestellte PLIDIS-Dokumentation wider. Die Verfasser*innen unterschieden hier explizit zwischen einer »Einsatzversion von PLIDIS«, die offenbar tatsächlich vom Regierungspräsidium verwendet werden konnte, und einem »ideellen PLIDIS«.¹⁵² In der Einsatzversion konnten viele Komponenten, die theoretisch erdacht waren und Teil des Gesamtsystems sein sollten, nicht eingebracht werden. So war etwa die Problemlösungskomponente erheblich eingeschränkt. Die Funktion, implizite Informationen über den Theorembeweiser aus der Datenbank auszulesen, konnte nicht integriert werden.¹⁵³ Grund hierfür war, dass das Datenbanksystem, das letztlich verwendet werden sollte, den »Einsatz deduktiver Verfahren beim Datenbasiszugriff unmöglich«¹⁵⁴ machte. Während der Entwicklung von PLIDIS war es, nach Angabe in der PLIDIS-Dokumentation, aus Zeitgründen und wegen Personalmangels nicht möglich, ein auf die eigenen Anforderungen zugeschnittenes Datenbanksystem zu entwickeln. Deshalb musste man ein kommerziell verfügbares System verwenden.¹⁵⁵ Dementsprechend sind die Probleme im Kontext der Datenbankanbindung erst aufgefallen, als die Suche nach einem solchen System bei externen Softwarefirmen stattfand. Solche Probleme hätten sicherlich mit mehr praktisch erfahrenen Informatiker*innen im Team umgangen werden können. Diese hätten entweder Erfah-

¹⁴⁸ Dilger, PLIDIS, 1980, S. 8.

¹⁴⁹ Ebd., S. 9.

¹⁵⁰ Ebd.

¹⁵¹ Ebd.

¹⁵² PLIDIS-Ausprägungen, 1980, S. 2.

¹⁵³ Ebd., S. 4.

¹⁵⁴ Ebd., S. 5.

¹⁵⁵ Einführung, 1980, S. 19.

rung mit kommerziellen Datenbanksystemen mitbringen und damit die Integration eines solchen Systems ermöglichen oder tatsächlich ein eigenes Datenbanksystem entwickeln können.

Das Problem war also nicht die maschinelle Sprachverarbeitung, sondern die Erstellung der Problemlösungskomponente des Systems. Somit scheiterte das Institut für Deutsche Sprache daran, dass es nicht dazu in der Lage war, Arbeiten, die zu weit von der eigentlichen Kernkompetenz des IDS – der Linguistik – entfernt waren, mit den dort überwiegend angestellten Linguist*innen durchzuführen. Und damit konnte das wichtige Ziel der Förderung, ein in der Praxis einsetzbares Softwaresystem zu entwickeln, nicht erreicht werden.

Zusätzlich zeigte sich schon während der Laufzeit des Projekts ISLIB, dass das IDS nicht dazu in der Lage war, die im Kontext ihrer Forschung zur maschinellen Sprachverarbeitung anfallende Arbeit gut auszufüllen: Im Jahr 1977 forderte das BMFT eine Rückzahlung vom IDS in Höhe von 121.973,93 DM, die im Rahmen der Finanzierung der Abteilung LDV ausgegeben wurden, aber nach deren Prüfung »einen unmittelbaren Bezug zu den LDV-Projekten nicht erkennen lassen«.¹⁵⁶ Das IDS hatte diese Gelder in anderen Projekten verausgabt. In einem Schreiben des Rechtsamts der Stadt Mannheim, welches das IDS in diesem Verfahren rechtlich beriet, wird der Grund hierfür wie folgt angegeben:

Während der Durchführung des LDV-Projekts erkannte das Institut, daß sein sprachliches Grundlagenwissen nicht ausreichte. Um die sprachliche Basis zu erweitern, mussten daher Grundlagenforschungen betrieben werden. Dies hätte dadurch erfolgen können, daß innerhalb der LDV-Gruppe eigene Grundlagengruppen gebildet werden müssen. Diesen kostenintensiven Weg hat das Institut nicht gewählt. Um Kosten zu ersparen sind zahlenmäßig relativ wenige Arbeitskräfte anderen Forschungsgruppen zugeteilt worden, deren Ergebnisse im LDV-Projekt verwendet werden sollten. Während in einigen Fällen die derart gewonnenen Ergebnisse im LDV-Projekt Verwendung fanden, erwies sich in anderen Fällen der eingeschlagene Weg als für das LDV-Projekt nicht nützlich.¹⁵⁷

Das IDS war also schon während der Arbeit an ISLIB, als der Anwendungsaspekt noch deutlich geringer als bei PLIDIS war, nicht dazu in der Lage gewesen, die sprachlichen Grundlagen des Systems mit den dafür vorgesehenen Forschenden zu erarbeiten. Dass es dann in der Folge bei PLIDIS, bei deutlich reduzierten Personalausgaben, ähnliche Probleme gab, ist nicht verwunderlich. Letztlich scheiterte das Projekt also daran, dass nicht genügend fachlich qualifiziertes Personal für die Umsetzung eines anwendungsorientierten KI-Systems zur Verfügung stand. Da das BMFT auf diese Entwicklung schon mit einer Kürzung der Finanzierung für 1980 reagiert hatte, wäre eine an PLIDIS anschließende Förderung wahrscheinlich schwierig geworden.

¹⁵⁶ Schreiben Grunau an IDS vom 17.5.1977, S. 1, BArch, B196/23686.

¹⁵⁷ Schreiben Stadt Mannheim an IdS vom 26.5.1977, S. 1, BArch, B196/23686.

Doch einer weiteren Antragstellung stand auch die Institutsleitung im Weg. Werner Dilger merkte dazu im KI-Rundbrief an:

Bis heute unverständlich ist mir jedoch das Verhalten der Leitungsgremien des Instituts für deutsche Sprache geblieben. Ende der 70-er Jahre führten diese Gremien eine neue Institutsplanung durch, bei der zwei Grundsätze maßgebend waren: es sollte keine Projektmittel mehr geben, vielmehr sollten im IdS nur noch »rein« linguistische Arbeiten gemacht werden (was immer das sein mag). Der zweite Grundsatz bedeutete konkret: keine linguistische Datenverarbeitung mehr im bisherigen Sinn. Daß in PLIDIS genuin linguistische Arbeiten gemacht wurden, wollte insbesondere der Direktor des Instituts, Herr Stickel, nie recht einsehen.¹⁵⁸

Gerhard Stickel (geb. 1937) wurde 1976 Direktor des IDS. Seit dieser Zeit änderte sich, wie Dilger anmerkte, das Verhältnis des IDS zur maschinellen Sprachverarbeitung. Bis 1978 fand sich in der Satzung des IDS der folgende Passus, der den selbstgestellten Auftrag des IDS in Bezug auf die maschinelle Sprachverarbeitung darstellte:

3. Forschung und Entwicklung im Bereich der Linguistischen Datenverarbeitung:
 - a) DV-orientierte linguistische Grundlagenforschung;
 - b) Entwicklung und Bereitstellung von Programmen und Programmsystemen zur Bearbeitung sprachlicher Daten auch für externe wissenschaftliche Benutzer;
 - c) Betrieb einer DV-Anlage und der zugehörigen peripheren Geräte.¹⁵⁹

Demnach sollte am IDS satzungsgemäß aktiv zur maschinellen Sprachverarbeitung gearbeitet werden. Dies änderte sich 1979 mit einer neuen Satzung:

8. Das IdS muß die Möglichkeiten der Datenverarbeitung für die Sprachgermanistik ausschöpfen und der Institutsarbeit nutzbar machen. Es hält dazu Kontakt zur DV-orientierten Grundlagenforschung, wendet die dort entwickelten Methoden auf die Bearbeitung von Untersuchungsbereichen des Instituts an und stellt dafür Programme und DV-Systeme bereit.¹⁶⁰

Ab diesem Zeitpunkt gehörte es also nicht mehr zum Selbstverständnis des IDS, eigene Forschung zur maschinellen Sprachverarbeitung zu betreiben. Es genügte, die anderswo betriebene Grundlagenforschung zu verfolgen. Mit dieser Abkehr von der maschinellen Sprachverarbeitung folgte die Institutsleitung Ende der 1970er-Jahre den Empfehlungen des Wissenschaftsrates von 1971.

¹⁵⁸ Dilger, PLIDIS, 1980, S. 9.

¹⁵⁹ Der Satzungsauftrag ist etwa abgedruckt in: Wirtschaftsplan des Instituts für deutsche Sprache, Haushaltsjahr 1979 vom 9.1.1978, S. 3, BArch, B196/23688.

¹⁶⁰ Der neue Satzungsauftrag ist etwa abgedruckt in: Wirtschaftsplan des Instituts für deutsche Sprache, Haushaltsjahr 1980 vom 1.3.1979, S. 2, BArch, B196/23691.

Folglich endeten mit PLIDIS am Institut für Deutsche Sprache die eigenen Forschungen zur maschinellen Sprachverarbeitung fast komplett. Ab 1980 verlegte sich das IDS darauf, nur noch Textkorpora als Dienstleistung für andere Forschende zur Verfügung zu stellen.¹⁶¹

Entsprechend verließen auch viele der Projektmitarbeiter*innen das Institut für deutsche Sprache und konnten ihr dort erlangtes Know-How an anderen Orten in der wissenschaftlichen Community einbringen. Werner Dilger forschte zunächst an der Universität Kaiserslautern weiter im Bereich »Automatisches Beweisen«,¹⁶² bevor er 1989 eine Professur für Praktische Informatik an der European Business School Schloss Reichartshausen erhielt. 1993 folgte er dem Ruf auf eine Professur für Künstliche Intelligenz an der Universität Chemnitz. Ein weiterer wichtiger Mitarbeiter des Projektes war Hans-Dieter Lutz, der unter anderem die Abschlussdokumentation von PLIDIS koordinierte und herausgab.¹⁶³ Dieser wechselte nach dem Ende von PLIDIS an die Erziehungswissenschaftliche Hochschule Koblenz (ab 1990 Universität Koblenz-Landau), wo seit 1980 ein Studiengang »Computerlinguistik« aufgebaut wurde.¹⁶⁴ Einige der linguistisch ausgebildeten Mitarbeiter*innen des PLIDIS-Projektes blieben dem IDS allerdings noch erhalten. Gisela Zifonun (geb. 1946) etwa leitete ab 1986 die Abteilung »Grammatik« am IDS, bevor sie ab 1995 eine Professur für Germanistische Linguistik an der FU Berlin bekleidete. Ab 1998 hatte sie eine Professur an der Universität Mannheim inne und leitete zusätzlich erneut die Abteilung »Grammatik« am IDS bis zum Jahr 2011.

Fazit: DV-Programme und maschinelle Sprachverarbeitung am Institut für Deutsche Sprache

Die Geschichte der maschinellen Sprachverarbeitung am Institut für Deutsche Sprache ist eng verknüpft mit der DV-Forschungsförderung der Bundesregierung. Während das 1964 gegründete IDS den Computer von Anfang an für die eigene sprachwissenschaftliche Forschung einsetzen wollte, verhinderte das geringe Budget des Instituts in den 1960er-Jahren eine großangelegte Forschung zur maschinellen Sprachverarbeitung. Das änderte sich erst 1971, als die im Jahr zuvor gegründete Abteilung LDV am IDS großzügig durch das 2. DV-Programm der Bundesregierung finanziert wurde. Ziel dieses Programms war es, im Rahmen des Versuchs, die wahrgenommene technologische Lücke zu den USA zu schließen, unter anderem den Computer großflächig innerhalb der bundesdeutschen Wissenschaftslandschaft zu etablieren. Das IDS wurde damit zu einem Leuchtturmprojekt, in dem das Bundesministerium den Einsatz des Computers innerhalb der Sprachwissenschaften fördern und erstein konnte.

¹⁶¹ Teubert/Belica, Datenverarbeitung, 2014, S. 303–304.

¹⁶² Dilger/Janson, Unifikationsgraphen, 1983.

¹⁶³ Lutz, PLIDIS-Dokumentation, 1980.

¹⁶⁴ Bátori, Universität Koblenz-Landau, 2015.

Anfänglich war die Förderung explizit darauf angelegt, den Computer als Hilfsmittel für die Sprachwissenschaften zu etablieren. Entsprechend wurden mehrere linguistische Forschungsprojekte angestoßen. Im Jahr 1973 zeichnete sich allerdings eine Änderung der zukünftigen Förderungsstrategie ab: Beginnend mit dem 3. DV-Programm von 1976 sollte nur noch stark anwendungsorientierte Forschung gefördert werden und am Ende der Projektlaufzeit ein lauffähiges und in der Praxis einsetzbares Softwaresystem entwickelt worden sein. Im Jahr 1974 verlagerten sich die Arbeiten in der Abteilung LDV in Vorbereitung hierauf: Es wurde darauf hingearbeitet, das zuvor theoretisch angedachte Informationssystem ISLIB praktisch umzusetzen. Mit dem Auslaufen der Förderung durch das 2. DV-Programm hätte ein Großteil der Belegschaft des IDS gekündigt werden müssen. Deshalb wurde für das anschließende 3. DV-Programm das stark anwendungsorientierte Projekt PLIDIS begonnen. Der Schwerpunkt der Forschung verlagerte sich weg von der Linguistik hin zur KI, womit das IDS in der zweiten Hälfte der 1970er-Jahre zum größten bundesdeutschen KI-Forschungsinstitut wurde. PLIDIS scheiterte 1980 daran, dass die überwiegend linguistisch ausgebildeten Projektmitarbeiter*innen kein lauffähiges Programm erstellen konnten. In der Folge wurden am IDS keine weiteren Arbeiten zur maschinellen Sprachverarbeitung durchgeführt, auch weil der Institutsleitung die Entfernung von der Linguistik zu groß geworden war.

Einerseits lässt sich damit am Beispiel des Instituts für deutsche Sprache nachvollziehen, wie die Forschungsförderung durch das BMFT die Ausrichtung der Forschung zur maschinellen Sprachverarbeitung in der Bundesrepublik ab Mitte der 1970er-Jahre lenkte: weg von rein linguistischen Projekten hin zur anwendungsorientierteren KI. Damit wird auch deutlich, wie die KI-Forschung in der Bundesrepublik in den 1970er-Jahren von bereits in anderen Disziplinen, in diesem Fall der Linguistik, etablierten Förderprogrammen profitieren konnte.

Anderseits zeigt sich hier der fragile Status des Feldes der maschinellen Sprachverarbeitung, das am unklar definierten Rand und Überlappungsbereich der Disziplinen Linguistik, Kommunikationswissenschaft und KI-Forschung angesiedelt war. Dadurch war die konkrete Forschung in diesem Bereich besonders anfällig für Beeinflussung durch externe Faktoren wie die Forschungspolitik oder die Ausrichtung der Institutionen, an denen die Projekte durchgeführt wurden. Beide Faktoren hatten starken Einfluss darauf, welche konkrete Form die Forschung zur maschinellen Sprachverarbeitung annehmen konnte.

Was aber bleibt von PLIDIS nach der Beendigung des Projektes im Jahr 1980? Ein direkter Einfluss auf folgende KI-Projekte kann nicht nachgewiesen werden. Doch wie die oben zitierten Kommentare aus der frühen bundesdeutschen KI-Community zeigen, nahm PLIDIS zu dieser Zeit eine wichtige Rolle ein. Es war das größte staatlich finanzierte Forschungsprojekt zur KI und signalisierte den in diesem Forschungsfeld tätigen Wissenschaftler*innen, dass vonseiten des BMFT ein Interesse an ihrer Forschung und eine Bereitschaft zur Finanzierung bestand. Außerdem konnten die mit dem Projekt PLIDIS betrauten Wissenschaftler*innen ihre dort erlangte Expertise im Bereich der maschinellen Sprachverarbeitung an anderen Orten weiter einbringen.

Literatur

- : Das Institut für deutsche Sprache im Jahre 1974. In: Mitteilungen des Instituts für deutsche Sprache 3 (1974), S. 89–122.
- : Einführung in das System PLIDIS. In: Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): PLIDIS-Dokumentation. Mannheim 1980.
- : PLIDIS-Ausprägungen. In: Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): PLIDIS-Dokumentation. Mannheim 1980.
- : Überblick über das System PLIDIS. In: Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): PLIDIS-Dokumentation. Mannheim 1980.
- Ad-Hoc-Ausschuss Informationslinguistik: Empfehlung des Ad-Hoc-Ausschusses »Informationslinguistik« des Bundesministeriums für Forschung und Technologie zur Förderung Informationslinguistischer Forschung. In: Fittings-Info 1 (1979), H. 6, S. 5–6.
- Ahrweiler, Petra: Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs. Münster 1995.
- Bartz, Olaf: Der Wissenschaftsrat. Entwicklungslinien der Wissenschaftspolitik in der Bundesrepublik Deutschland 1957–2007. Stuttgart 2007.
- Berry-Rogghe, G. L.; Lutz, Hans Dieter; Saukko, Kaija: Das Informationssystem PLIDIS. In: Kolvenbach, Monika; Lötscher, Andreas; Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): Künstliche Intelligenz und natürliche Sprache. Sprachverstehen und Problemlösen mit dem Computer. Tübingen 1979, S. 39–92.
- Bibel, Wolfgang: The Beginnings of AI in Germany. Conference: 50 Years Artificial Intelligence Symposium at KI 2006, Bremen. In: KI – Künstliche Intelligenz 20 (2006), S. 48–54.
- : Artificial Intelligence in a Historical Perspective. In: AI Communications 27 (2014), S. 87–102.
- : On the Development of AI in Germany. In: KI – Künstliche Intelligenz 34 (2020), H. 2, S. 251–258.
- Bibel, Wolfgang; Furbach, Ulrich: Formierung eines Forschungsgebiets – Künstliche Intelligenz und Intellektik an der Technischen Universität. München/Dortmund 2018.
- Brecht, Werner: Anwendungsspezifische Einflußgrößen auf ein natürlichsprachiges Informationssystem. In: Sprache und Datenverarbeitung 1 (1977), H. 2, S. 93–97.
- : Das System PLIDIS. (Eine Kurzbeschreibung). In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik 9 (1977), S. 20–23.
- Brecht, Werner; Lau, Gerd; Lutz, Hans Dieter: Deutsch als Interaktionssprache in einem Informationssystem auf linguistischer Basis (ISLIB). In: Nickel, Gerhard (Hrsg.): Pragmalinguistics. Stuttgart 1978, S. 39–50.
- Bundesminister für Forschung und Technologie: Zweites Datenverarbeitungsprogramm der Bundesregierung. Bonn 1971.
- : Drittes Datenverarbeitungsprogramm der Bundesregierung 1976–1979. Bonn 1976.
- : Bekanntmachung über die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet der Information und Dokumentation vom 20. Juni 1979. In: Fittings-Info 1 (1979), H. 6, S. 3.
- Bürckert, Hans-Jürgen; Furbach, Ulrich: Vom Schmuddelkind zum Fachbereich. In: KI – Künstliche Intelligenz 25 (2011), S. 329–331.
- Dilger, Werner: Theorembeweiser als Bestandteil der Problemlösungskomponente. In: Kolvenbach, Monika; Lötscher, Andreas; Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): Künstliche Intelligenz und natürliche Sprache. Sprachverstehen und Problemlösen mit dem Computer. Tübingen 1979, S. 265–288.
- : PLIDIS ist tot – es lebe die bürokratische Intelligenz. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik 20 (1980), S. 8–9.
- Eggers, Hans: Philologische Erfahrungen mit datenverarbeitenden Maschinen. In: Moser, Hugo (Hrsg.): Satz und Wort im heutigen Deutsch. Probleme und Ergebnisse neuerer Forschung. Jahrbuch [des IDS] 1965/1966. Düsseldorf 1967, S. 379–391.
- Ehlers, Klaas-Hinrich: Nachkriegslinguistik. Ein Überblick über die bundesdeutsche Sprachforschung der fünfziger und sechziger Jahre. In: Deutsche Sprache. Zeitschrift für Theorie, Praxis, Dokumentation 35 (2007), S. 1–34.

- : Der Wille zur Relevanz. Die Sprachforschung und ihre Förderung durch die DFG 1920–1970. Stuttgart 2010.
- Eisenberg, Peter: Kommentar zu H. Wulz: Was hat Künstliche Intelligenz mit natürlicher Sprache zu tun? (ZGL 4, 356–366). In: Zeitschrift für Germanistische Linguistik 5 (1977), H. 1, S. 317–320.
- Engel, Ulrich: Die maschinelle Sprachbearbeitung im Institut für deutsche Sprache. In: Bundesministerium der Verteidigung (Hrsg.): Kolloquium Maschinelle Sprachverarbeitung. Mannheim, 26.–27. November 1968. Bonn 1969, S. 81–85.
- : Das Institut für deutsche Sprache 1965–1976. In: Steinle, Melanie; Berens, Franz-Josef (Hrsg.): Ansichten und Einsichten. 50 Jahre Institut für Deutsche Sprache. Mannheim 2014, S. 64–79.
- Engel, Ulrich; Vogel, Irmgard (Hrsg.): Maschinelle Textverarbeitung im Rechenzentrum des IdS. Tübingen 1974.
- Engel, Ulrich; Vogel, Irmgard: Vorbemerkungen der Herausgeber. In: Engel, Ulrich; Vogel, Irmgard (Hrsg.): Maschinelle Textverarbeitung im Rechenzentrum des IdS. Tübingen 1974, S. I–III.
- Engel, Ulrich; Vogel, Irmgard: Zur maschinellen Syntaxanalyse I. Morphosyntaktische Voraussetzungen für eine maschinelle Sprachanalyse des Deutschen. Tübingen 1974.
- Engel, Ulrich; Vogel, Irmgard: Zur maschinellen Syntaxanalyse II. Ein Lexikon für eine maschinelle Sprachanalyse des Deutschen. Tübingen 1974.
- Falkenberg, Eckhard: Beitrag »Information«. In: Schneider, Hans-Jochen (Hrsg.): Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung. München/Wien 1983, S. 263.
- Fauser, Albrecht; Rathke, Christian: Studie zum Stand der Forschung ueber natuerlichsprachliche Frage/Antwort-Systeme Universität Stuttgart, Institut für Informatik, Abteilung Dialogsysteme. Stuttgart 1981.
- Habel, Christopher: Probleme und Konzepte der maschinellen Sprachverarbeitung aus Sicht der Künstlichen Intelligenz und Cognitive Science. In: Bátori, István; Krause, Jürgen; Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): Linguistische Datenverarbeitung. Versuch einer Standortbestimmung im Umfeld von Informationslinguistik und Künstlicher Intelligenz. Tübingen 1982, S. 39–56.
- Hartmann, Dietrich: Wandlungen im Selbstverständnis der Linguistik der BRD in den letzten fünfzehn Jahren. In: Ballmer, Thomas T.; Posner, Roland (Hrsg.): Nach-Chomskysche Linguistik. Neuere Arbeiten von Berliner Linguisten. Berlin 1985, S. 55–64.
- Hartmann, Peter: Aufgaben und Perspektiven der Linguistik. Ein Beitrag zur Linguistik der 70er Jahre. Konstanz 1970.
- : Zur Lage der Linguistik in der BRD. Frankfurt am Main 1972.
- : Zur Linguistik der 70er Jahre II: Forschungsbedarf. In: Linguistische Berichte 17 (1972), S. 61–69.
- Haß, Ulrike: Das Institut für deutsche Sprache 1964 bis 1971. Forschungsplanung und Paradigmendiskussion in den Anfangsjahren. In: Geschichte der Germanistik 31/32 (2007), S. 87–104.
- : »Datenverarbeitende Maschinen« und der strukturalistische Diskurs. In: Müller, Hans-Harald; Lepper, Marcel; Gardt, Andreas (Hrsg.): Strukturalismus in Deutschland. Literatur- und Sprachwissenschaft. 1910–1975. Göttingen 2010, S. 194–216.
- Hass-Zumkehr, Ulrike: Die Intoleranz wissenschaftsgeschichtlicher Stereotype. Am Beispiel der modernen Linguistik. In: Kloepper, Rolf; Dücker, Burckhard (Hrsg.): Kritik und Geschichte der Intoleranz. Dietrich Harth zum 65. Geburtstag. Heidelberg 2000, S. 231–248.
- : »Moderne Linguistik« versus »traditionelle Sprachwissenschaft«. Wörter, die Geschichte machen. In: Herberg, Dieter; Tellenbach, Elke (Hrsg.): Sprachhistorie(n). Hartmut Schmidt zum 65. Geburtstag. Mannheim 2000, S. 57–70.

- Hellige, Hans Dieter: Krisen- und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion. In: Hellige, Hans Dieter (Hrsg.): Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung. Bielefeld 2008, S. 11–92.
- Hellmann, Manfred W.: Zur Dokumentation und maschinellen Bearbeitung von Zeitungstexten in der Außenstelle Bonn. In: Moser, Hugo; Glinz, Hans; Grebe, Paul; Polenz, Peter von (Hrsg.): Forschungsberichte des Instituts für Deutsche Sprache 2. Mannheim 1968, S. 39–125.
- Kita, Chigusa Ishikawa: J. C. R. Licklider's Vision for the IPTO. In: IEEE Annals of the History of Computing 25 (2003), H. 3, S. 62–77.
- Kolb, Karin: Traditionslinien der Essener Kommunikationswissenschaft. Eine wissenschaftshistorische Rekonstruktion. Münster 2007.
- Kolb, Karin; Schmitz, Heinrich Walter: Einleitung. In: Kolb, Karin; Schmitz, Walter H. (Hrsg.); Ungeheuer, Gerold (Autor): Sprache und Kommunikation. 3., erw. und völlig neu eingerichtete Auflage. Münster 2004, S. vii–xxiv.
- Kolvenbach, Monika; Lötscher, Andreas; Lutz, Hans Dieter: Vorwort. In: Kolvenbach, Monika; Lötscher, Andreas; Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): Künstliche Intelligenz und natürliche Sprache. Sprachverstehen und Problemlösen mit dem Computer. Tübingen 1979, S. 7–13.
- Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland. In: Siefkes, Dirk; Eulenhöfer, Peter; Stach, Heike; Städtler, Klaus (Hrsg.): Sozialgeschichte der Informatik. Kulturelle Praktiken und Orientierungen. Wiesbaden 1998, S. 287–296.
- Lutz, Hans-Dieter: Projekt PLIDIS. In: Krallmann, Dieter (Hrsg.): Kolloquium zur Lage der Linguistischen Datenverarbeitung. Essen 1978, S. 260–290.
- Mainzer, Klaus: Entwicklungsfaktoren der Informatik in der Bundesrepublik Deutschland. In: van den Daele, Wolfgang; Krohn, Wolfgang; Weingart, Peter (Hrsg.): Geplante Forschung. Vergleichende Studien über den Einfluß politischer Programme auf die Wissenschaftsentwicklung. Frankfurt am Main 1979, S. 117–180.
- Martin-Nielsen, Janet: »It Was All Connected«. Linguistics in Early Cold War America. In: Solovey, Mark; Cravens, Hamilton (Hrsg.): Cold War Social Science. Knowledge Production, Liberal Democracy, and Human Nature. New York 2012, S. 63–78.
- Meyer, Bernd: Beitrag »Informationssystem«. In: Schneider, Hans-Jochen (Hrsg.): Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung. München/Wien 1983, S. 269–270.
- Mörbitz, Eghard: Mit doppeltem Boden. Im Sprachinstitut ist der Teufel los. In: Frnakfurter Rundschau (4.11.1975), S. 9.
- Moser, Hugo: Ziele und Aufgaben des Instituts für deutsche Sprache in Mannheim. In: Moser, Hugo (Hrsg.): Satz und Wort im heutigen Deutsch. Probleme und Ergebnisse neuerer Forschung. Jahrbuch [des IDS] 1965/1966. Düsseldorf 1967, S. 9–14.
- Müller, Florian u.a.: Projektvorstellung. IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure. Eine Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland. In: Technikgeschichte 88 (2021), H. 2, S. 213–221.
- Newell, Allen; Shaw, John Clifford; Simon, Herbert A.: Report on a General Problem-Solving Program, RAND-Corporation Report 1959, https://home.mis.u-picardie.fr/~furst/docs/Newell_Simon_General_Problem_Solving_1959.pdf (23.8.2023).
- Norberg, Arthur L.: Changing Computing. The Computing Community and DARPA. In: IEEE Annals of the History of Computing 18 (1996), H. 2, S. 40–53.
- Norberg, Arthur L.; O'Neill, Judy E.: Transforming Computer Technology. Information Processing for the Pentagon, 1962-1986. Baltimore 1996.
- Pieper, Christine: Hochschulinformatik in der Bundesrepublik und der DDR bis 1989/1990. Stuttgart 2009.
- Reinhardt, Carsten; Carrier, Marcus B.: Wissenschaftspolitik aus wissenschaftshistorischer Perspektive. In: Simon, Dagmar; Knie, Andreas; Hornbostel, Stefan; Zimmermann, Karin (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftspolitik. 2., vollständig bearbeitete Auflage. Wiesbaden 2016, S. 207–222.

- Reuse, Bernd: Schwerpunkte der Informatikforschung in Deutschland in den 70er Jahren. In: Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): Informatikforschung in Deutschland. Berlin/Heidelberg 2008, S. 3–26.
- : Schwerpunkte der Informatikforschung in Deutschland in den 80er Jahren. In: Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): Informatikforschung in Deutschland. Berlin/Heidelberg 2008, S. 27–60.
- Reuse, Bernd; Vollmar, Roland (Hrsg.): Informatikforschung in Deutschland. Berlin/Heidelberg 2008, doi.org/10.1007/978-3-540-76550-9.
- Schmitt, Martin: Die Digitalisierung der Kreditwirtschaft. Computereinsatz in den Sparkassen der Bundesrepublik der DDR 1957–1991. Göttingen 2021.
- Sommerlatte, Tom; Walsh, Ian: Die Entwicklung der Datenverarbeitung in der Bundesrepublik Deutschland. Prognambewertung der DV-Förderung des BMFT 1967 bis 1979. Bonn 1982.
- Steinle, Melanie; Berens, Franz-Josef (Hrsg.): Ansichten und Einsichten. 50 Jahre Institut für Deutsche Sprache. Mannheim 2014.
- Stickel, Gerhard: Die Gründerjahre des IDS. In: Kämper, Heidrun; Eichinger, Ludwig M. (Hrsg.): Sprach-Perspektiven. Germanistische Linguistik und das Institut für Deutsche Sprache. Tübingen 2007, S. 23–41.
- Teubert, Wolfgang; Belica, Cyril: Von der linguistischen Datenverarbeitung am IdS zur »Mannheimer Schule der Korpuslinguistik«. In: Steinle, Melanie; Berens, Franz-Josef (Hrsg.): Ansichten und Einsichten. 50 Jahre Institut für Deutsche Sprache. Mannheim 2014, S. 298–319.
- Trischler, Helmut: Die »Amerikanische Herausforderung« in den »langen« siebziger Jahren. Konzeptionelle Überlegungen. In: Ritter, Gerhard A.; Szöllösi-Janze, Margit; Trischler, Helmut (Hrsg.): Antworten auf die amerikanische Herausforderung. Forschung in der Bundesrepublik und der DDR in den »langen« siebziger Jahren. Frankfurt/Main 1999, S. 11–18.
- Ungeheuer, Gerold: Grundriß einer Kommunikationswissenschaft. Bonn 1968 (Forschungsbericht 68/4).
- : Linguistische Datenverarbeitung - die Realität und eine Konzeption. In: IBM Nachrichten 21 (1971), H. 206, S. 688–694.
- : Konzeption eines Informationssystems auf linguistischer Basis (ISLIB). In: Sprache und Datenverarbeitung 1 (1977), H. 1, S. 46–53.
- Ungeheuer, Gerold u.a.: »Künstliche Intelligenz« – Stand der Forschung, Forschungsbericht 66-7, Gutachterauftrag T-596-L-203, Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung. Universität Bonn 1966.
- Wahlster, Wolfgang: Rezension zu: Kolvenbach, Monika; Lötscher, Andreas; Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): Künstliche Intelligenz und natürliche Sprache. Sprachverstehen und Problemlösen mit dem Computer, Tübingen 1979. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik 20 (1980), S. 55–61.
- : Natürlichsprachige Systeme. Eine Einführung in die sprachorientierte KI-Forschung. In: Bibel, Wolfgang; Siekmann, Jörg H. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Frühjahrsschule Teisendorf, 15.–24. März 1982. Berlin/Heidelberg 1982, S. 203–286.
- Wiegand, Josef: Informatik und Großforschung. Geschichte der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung. Frankfurt am Main 1994.
- Wieland, Thomas: Neue Technik auf alten Pfaden? Forschungs- und Technologiepolitik in der Bonner Republik. Eine Studie zur Pfadabhängigkeit des technischen Fortschritts. Bielefeld 2009.
- Wolfangel, Paul J.: Datenverarbeitung im Institut für deutsche Sprache. In: Mitteilungen des Instituts für deutsche Sprache 3 (1974), S. 71–87.
- Wollmann, Helmut: Entwicklungslinien der Technologiepolitik in Deutschland. Bestimmungsfaktoren, Zielsetzungen und politische Zuständigkeiten im Wandel. In: Huckle, Jochen; Wollmann, Helmut (Hrsg.): Dezentrale Technologiepolitik? Technikförderung durch Bundesländer und Kommunen. Basel 1989, S. 35–75.
- Zint, Ingeborg: Maschinelle Sprachbearbeitung des Instituts für deutsche Sprache in Mannheim. In: Moser, Hugo; Glinz, Hans; Grebe, Paul; Polenz, Peter von (Hrsg.): Forschungsberichte des Instituts für Deutsche Sprache 2. Mannheim 1968, S. 9–38.

Expertensysteme und Forschungspolitik im Spiegel der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung

Jakob Tschandl



Einleitung

In ihrem 2017 erschienenen Artikel »Erfolg der Dummheit« forderte Martina Heßler eine Geschichtsschreibung der KI, die die Wechselwirkungen mit Gesellschaft und Ökonomie, die Geschichte der Arbeitsteilung sowie die Kooperation von Mensch und Computer, die aus der Anwendung der Technologie resultiert, untersucht.¹ Diesen Forderungen folgend, analysiere ich im vorliegenden Beitrag den Einfluss sozioökonomischer Faktoren auf die Entstehung eines Teilgebiets der KI, der Expertensysteme. Es soll gezeigt werden, dass Expertensystementwicklung nicht nur unter technischen Gesichtspunkten erfolgte. Auch politische Vorstellungen prägten die Organisation der Arbeit an und die konkrete Ausgestaltung von Expertensystemen.

Die erfolgreiche Akquise von Fördermitteln für die Entwicklung von Expertensystemtechnologie lässt sich nicht allein durch technologische Gründe erklären. Erst wenn andere Aspekte mitberücksichtigt werden, ist zu verstehen, warum der Expertensystemtechnologie von Anfang der 1980er- bis Mitte der 1990er-Jahre eine große Bedeutung beigemessen wurde. In diesem Text arbeite ich verschiedene Phasen des Verhältnisses von Wissenschaft und Politik in Bezug auf die Expertensystementwicklung der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) heraus. Die GMD eignet sich besonders, um dieses Verhältnis zu untersuchen, da sie die größte nicht-industrielle Forschungsgruppe für Expertensysteme beheimatete und der politische Einfluss an der GMD am deutlichsten zu beobachten ist. Als originäre Gründung des Bundes gehörte sie zu den 13 Großforschungseinrichtungen, für die das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) 90% der Grundfinanzierung übernahm. Die restlichen 10% wurden von den Sitzländern beigesteuert.² Die forschungsleitende Fragestellung lautet damit: Welchen Einfluss hatte die Forschungspolitik auf die Expertensystementwicklung der GMD?

Für die Untersuchung dieser Frage habe ich mich auf Quellen fokussiert, die im Zusammenhang mit der GMD entstanden sind. Auch Veröffentlichungen des BMFT werden miteinbezogen. Da der öffentliche Diskurs die größte Breitenwirkung entfaltete, konzentriere ich mich in diesem Beitrag auf veröffentlichte Quellen. Besondere Bedeutung hat das zentrale Fachmedium der GMD, der vierteljährlich erscheinende GMD-Spiegel, in dem auch Reden des GMD-Vorstands und die GMD betreffende Reden der Bundesminister für Forschung und Technologie abgedruckt wurden. Des Weiteren habe ich das interne Kommunikationsmedium des Fachgebiets Künstlichen Intelligenz, die

¹ Heßler, Erfolg, 2017, S. 26.

² Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 11–12.

KI-Rundbriefe, die Fachzeitschrift KI (in welche die KI Rundbriefe 1987 überführt wurden) sowie Veröffentlichungen der Abteilung Öffentlichkeitsarbeit des BMFT ausgewertet. Ergänzt werden diese Quellen durch ein von mir durchgeführtes Zeitzeugengespräch mit Thomas Christaller (geb. 1949), dem langjährigen Leiter der Forschungsgruppe Expertensysteme der GMD.

Der vorliegende Beitrag ist die erste historische Untersuchung zur Geschichte der Expertensysteme in der Bundesrepublik Deutschland. Bisher wurden nur kurze, populärwissenschaftliche Artikel, zum Beispiel in der COMPUTERWOCHE³ oder im Blog des Heinz Nixdorf MuseumsForums,⁴ veröffentlicht. Auch international steht die historische Forschung zu Expertensystemen am Anfang. Die Januar/März-Ausgabe 2022 der »Annals of the History of Computing der IEEE«⁵ beschäftigte sich mit privaten US-amerikanischen Firmen, die Expertensysteme auf den Markt brachten. Dabei wurden aber hauptsächlich Interviews mit und Anekdoten von Zeitzeugen gesammelt und wiedergegeben. Bei einigen Artikeln handelt es sich um Akteurgeschichtsschreibung.

Obwohl bisher noch keine historischen Untersuchungen zur westdeutschen Expertensystementwicklung vorliegen, beschäftigte man sich zwischen 1980 und 2000 auch aus geisteswissenschaftlicher Perspektive mit dem Thema. Neben technischer Literatur findet man in diesem Zeitraum vor allem Veröffentlichungen aus den Sozial- und Politikwissenschaften. Darunter fallen die Werke von Petra Ahrweiler,⁶ Barbara Becker,⁷ Thomas Malsch u. a.,⁸ Werner Rammert u. a.⁹ und ein von Rammert mitherausgegebener Sammelband.¹⁰ Eric Bonse beschäftigte sich in seiner politikwissenschaftlichen Diplomarbeit »Wissen ist Macht«¹¹ von 1991 mit den Auswirkungen der Forschungsförderung auf die Entwicklung von Expertensystemen.

Das (west)deutsche Forschungssystem wurde ebenfalls umfassend aus sozial- und politikwissenschaftlicher Perspektive untersucht. Zur Beantwortung meiner Fragestellung war besonders das »Handbuch Wissenschaftspolitik«¹² hilfreich. Der von Peter Weingart und Niels Taubert¹³ herausgegebene Sammelband sowie die Monografien von Gregor Lax¹⁴ und Désirée Schauz¹⁵ arbeiteten den Themenkomplex historisch auf. Die Fördermaßnahme der Verbundvorhaben wurde in der historischen Forschung jedoch noch

3 Manhart, Geschichte, 2022.

4 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Computer, 2016.

5 Es handelt sich dabei um das Sonderheft »Expert Systems: Commercializing Artificial Intelligence« der IEEE Annals of the History of Computing 44 (2022), H. 1.

6 Ahrweiler, KI-Forschung, 1995.

7 Becker, Wissen, 1986.

8 Malsch u. a., Expertensysteme, 1993.

9 Rammert u. a., Wissensmaschinen, 1998.

10 Rammert, Soziologie, 1995.

11 Bonse, Wissen, 1991.

12 Simon u. a., Handbuch, 2016.

13 Weingart/Taubert, Wissensministerium, 2006.

14 Lax, Modell, 2015.

15 Schauz, Nützlichkeit, 2020.

kaum behandelt. Somit möchte ich neben einer Aufarbeitung eines Bereichs der Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland auch einen Beitrag zum historischen Verständnis des heute noch existierenden Förderinstruments Verbundvorhaben leisten.

Das von Josef Wiegand 1994 veröffentlichte »Informatik und Großforschung«¹⁶ kann als Standardwerk zur Geschichte der GMD bezeichnet werden, obwohl die Entwicklungen nach Veröffentlichungsdatum bis zur Überführung der GMD in die Fraunhofer Gesellschaft (FhG) natürlich nicht besprochen wurden. Dennoch ist Wiegands Beitrag in Bezug auf die Expertensystementwicklung der GMD heute noch aktuell und bildet eine wichtige Grundlage für diese Untersuchung: Der Höhepunkt der Expertensystementwicklung bei der GMD endete vor 1994; die Forschungsgruppe Expertensysteme wurde 1998 aufgelöst. Wiegand hatte darüber hinaus auch noch Zugriff auf die Quellen des GMD-Archivs. Diese sind heute kaum mehr zu finden, da das Archiv der GMD, im Zuge der Überführung der GMD in die FhG, als eigenständige Institution aufgelöst wurde.

Um die oben genannte Forschungsfrage zu beantworten, werde ich drei unterschiedliche Phasen der Expertensystementwicklung bei der GMD herausarbeiten, für die ich jeweils die Wechselwirkungen von technischer Entwicklungsarbeit, Wissenschaftssystem sowie Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland im historischen Zusammenhang untersuchen werde. In die erste Phase, die Ausbauphase, fallen die Versuche der Akteure, die prinzipielle Möglichkeit der praktischen Umsetzung des Konzepts »Expertensystem« zu zeigen. Gleichzeitig wurde an der Vorbereitung der zweiten Phase gearbeitet: der Umgestaltung des Wissenschaftssystems, das die Expertensystemtechnologie hervorbringen sollte. Bei der Expertensystementwicklung der GMD wurde zum ersten Mal das Förderinstrument »Verbundvorhaben« in großem Maßstab angewandt. Die zweite Phase endete allerdings nicht, wie es von den Akteuren ursprünglich beabsichtigt war: Parallel zu den Verbundprojekten wurden »centers of excellence« (COEX) aufgebaut. Diese Übergangszeit wird deshalb in einem eigenen Kapitel dargestellt. In der dritten Phase wurden die ersten Verbundvorhaben evaluiert und die COEX entfalteten ein diffiziles Verhältnis von Kooperation und Konkurrenz zur GMD. In der dritten Phase entwickelte sich zusätzlich eine allgemeine Ernüchterung über die Möglichkeiten der Expertensystemtechnologie, die schließlich auch zur Transformation der Expertensystemgruppe führte.

Worum handelt es sich bei einem Expertensystem?

Bevor die westdeutsche Expertensystementwicklung am Beispiel der GMD untersucht wird, möchte ich einen Überblick geben, was unter einem Expertensystem verstanden wurde, und die Geschichte dieser Technologie in ihren Grundzügen skizzieren.

16 Wiegand, Informatik, 1994.

Eine allgemein akzeptierte Bedeutung des Wortes »Expertensystem« konnte sich nie über einen längeren Zeitraum hinweg etablieren. Der Begriff blieb stets vage, was auch in der einschlägigen Literatur der 1980er- und Anfang der 1990er-Jahre reflektiert wurde.¹⁷ Die Unschärfe des Begriffs »Expertensystem« soll hier nur problematisiert werden. Eine historische Untersuchung der Entstehung, des Wandels und der Unschärfe dieses Begriffs kann hier nicht geleistet werden. Dies werde ich ausführlich in meiner Dissertation behandeln. Hier soll provisorisch mit einer in den 1980er- und 1990er-Jahren geläufigen Auffassung von Expertensystemen gearbeitet werden. Zur Rekonstruktion dieser gebräuchlichen Vorstellung verwende ich populärwissenschaftliche Bücher und Einführungswerke. Schriften von Edward Feigenbaum (geb. 1936) ziehe ich zur Rekonstruktion des Ursprungs des Begriffs in den USA heran. Für westdeutsche Definitionsansätze und –versuche bediene ich mich der Literatur von Frank Puppe,¹⁸ Peter Mertens (geb. 1937)¹⁹ sowie Peter Schnupps (geb. 1934).²⁰ Letzterer liefert Definitionsansätze und -versuche mit Bezug auf die Anwendung in der Wirtschaft. Puppe und Mertens fokussieren sich auf den akademischen Bereich.

Die Funktionsweise von Expertensystemen

Feigenbaum, der unter anderem vom Computer History Museum in Kalifornien, USA, als »Vater der Expertensysteme«²¹ bezeichnet wird, beschrieb Expertensysteme in dem Buch »Die Fünfte Computer-Generation« von 1983 (deutsche Übersetzung von 1984) als »ein mit soviel Wissen und Fähigkeiten ausgestattetes Computerprogramm, daß es auf der Stufe des Experten tätig werden kann.«²² Darüber hinaus würden sich Expertensysteme von anderen Programmen dadurch unterscheiden, dass sie »in der Regel« die Folgerungswege erklären können, auf denen sie zu ihren Entscheidungen gelangt sind.²³ Für Feigenbaum war die Wissensbank oder Wissensbasis das zentrale Element eines Expertensystems. Neben Wissen benötige ein Expertensystem eine Methode des Folgerns, mit der die Kombination von Wissen und Problemdata »verstanden« und genutzt wird.²⁴

¹⁷ Christaller, Expertensysteme, 1991, S. 63; Mertens/Borkowski/Geis, Expertensystem-Anwendungen, 1988, S. 1–5; Puppe, Einführung, 1988, S. V; Thuy/Schnupp, Wissensverarbeitung, 1989, S. 1–9.

¹⁸ Die Beiträge von Frank Puppe wurden ausgewählt, weil er ab der zweiten Hälfte der 1980er zu einer der prägendsten Personen der Expertensysteme im universitären Bereich wurde.

¹⁹ Peter Mertens von der FAU Erlangen-Nürnberg gab gemeinsam mit Volker Borkowski und Wolfgang Geis die Materialsammlung »Betriebliche Expertensystem-Anwendungen« heraus, in der versucht wurde sämtliche Expertensysteme weltweit zu erfassen, die in Betrieben eingesetzt wurden. Sie bildete die Grundlage für viele weitere Untersuchungen und Studien zur Verbreitung von Expertensystemen. Das Werk erschien in drei Auflagen 1988, 1990 und 1993.

²⁰ Schnupp von der Interface GmbH hat mehrere Bücher, insbesondere Einführungen in das Thema Expertensysteme für Unternehmen, geschrieben.

²¹ Computer History Museum, Edward Feigenbaum, o. D.

²² Feigenbaum/McCorduck, Fünfte Computer-Generation, 1984, S. 79.

²³ Ebd.

²⁴ Ebd., S. 94–95.

Die Grundidee für den Aufbau eines Expertensystems lautete damit wie folgt: Man trenne das benötigte Expertenwissen entsprechend den beiden Hauptkomponenten eines Softwaresystems, den Daten und dem Programm zu deren Verarbeitung. Anstatt der Datenbasis gab es eine Wissensbasis, in die Fachexpert*innen ihr jeweiliges Fachwissen in Form von Fakten und Regeln einbringen sollten. Dafür wurden unterschiedliche Repräsentationsformen entwickelt, die möglichst der jeweiligen Fachsprache nachempfunden wurden (z. B.: Formeln bei mathematisch-naturwissenschaftlichen Sachverhalten, formallogische Beschreibungsmittel in anderen Wissenschaften oder Tabellen und Organisationspläne im Verwaltungsbereich).²⁵

Software-Spezialist*innen sollten die Algorithmen zur Anwendung dieses Wissens entwickeln. Sie sollten ein allgemeines Problemlösungs-Programm schreiben, das die in der Datenbasis vorgegebenen Fakten und Regeln verwendet, um Fragen zu beantworten und Probleme zu lösen. Dieses Programm wurde meist als Inferenzmaschine bezeichnet, weil es »Inferenzen«, also »logische Schlüsse«, aus den »Tatsachen und Regeln« zog. Aber auch andere Bezeichnungen wie »Regelinterpretierer« waren geläufig.²⁶ Diese »klare Trennung zwischen Problemlösungsstrategien und Wissen« ermöglichte es, Wissensinhalte leichter anzupassen. Die Ergebnisse dieser Systeme konnten durch Angabe des benutzten Wissens »erklärt« werden.²⁷

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal formulierte Frank Puppe folgendermaßen:

Während beim anweisungsbasierten Programmierstil primitive Operationen in einer vom Programmierer fest vorgegebenen Reihenfolge sequentiell abgearbeitet werden, legt der Experte beim regelbasierten Programmierstil nur fest, was in einer bestimmten Situation getan werden soll. In welcher Reihenfolge die Regeln zur Problemlösung verwendet werden, entscheidet der Regelinterpretierer.²⁸

Damit sollten die Expertensysteme in der Lage sein, »intelligent« auf unterschiedliche Probleme zu reagieren.

In der Literatur wurden meist fünf Komponenten genannt, die ein Expertensystem ausmachen sollten. Dabei musste ein System aber nicht zwangsläufig alle Komponenten besitzen, um als Expertensystem zu gelten. Auch variierte die Ausprägung der fünf folgenden Komponenten je nach System:

1. Wissensbasis

Die Wissensbasis bildete die Grundlage eines Expertensystems. Sie enthielt alle Kenntnisse der Expert*innen in Form von Fakten (deklaratives Wissen) und Regeln (prozedu-

²⁵ Schnupp/Leibrandt, Expertensysteme, 1986, S. 5.

²⁶ Ebd.

²⁷ Puppe, Einführung, 1988, S. V.

²⁸ Ebd., S. 3.

rales Wissen) oder auch in Form von Rahmen oder Frames (Beschreibungen von Objekten) und Skripten (Beschreibungen von Abläufen).²⁹

Der regelbasierte Programmierstil für Expertensysteme war bis zum Ende der 1980er-Jahre sehr populär geworden.³⁰ Der Nachteil dabei war jedoch, dass große Regelsysteme schwer handhabbar wurden. Puppe sprach vom »Regelspaghetti«.³¹ Daher wurde häufig eine andere Wissensrepräsentation in Expertensystemen benutzt, bei der nicht Regeln, sondern Objekte im Vordergrund standen. Puppe sah regel- und objektbasierte Wissensrepräsentation als zwei Sichtweisen auf dasselbe zugrundeliegende Netzwerk von Objekten und Beziehungen. Die Objekte entsprechen dabei den Knoten eines Netzwerks, die Beziehungen den Kanten. Bei der regelbasierten Repräsentation wurden die Kanten als wichtiger angesehen, bei der objektbasierten die Knoten.³²

Kernidee der objektorientierten Wissensrepräsentationen waren die Vererbungshierarchien. Anstatt für jedes einzelne Objekt alle Eigenschaften abzuspeichern, wurden die Objekte in einer Hierarchie strukturiert und nur individuelle Eigenschaften beim Objekt selbst abgespeichert. Damit konnten große Mengen von Fakten besser strukturiert und somit ökonomischer abgespeichert werden.³³ Objektorientierte Wissensrepräsentationen können auch als Graphen dargestellt werden. Da die Kanten entsprechend ihrer unterschiedlichen Bedeutung benannt werden müssen, wurden diese Graphen als semantische Netze bezeichnet.³⁴

2. Inferenzmaschine

Die Inferenzmaschine oder Regelinterpretierer, manchmal auch »Schlußfolgerungs-Mechanismus« genannt, diente der Wissensauswertung. Sie durchsuchte und verknüpfte Fakten und Regeln nach einer vorgegebenen Strategie und sollte so Folgerungen und Ergebnisse produzieren.³⁵ Wissen wurde in Expertensystemen oft anhand von Regeln dargestellt, weil diese Systeme sich nicht nur dazu eigneten, Wissen darzustellen, sondern auch die Anwendung des Wissens zu steuern. Im Wesentlichen wurden zwei Methoden zur Ableitung logischer Schlüsse verwendet: Vorwärts- und Rückwärtsverkettung. Bei der Vorwärtsverkettung wurden zuerst die Wenn-Teile der Regel darauf untersucht, ob sie zutrafen. Bei der Rückwärtsverkettung wurden entsprechend die Dann-Teile untersucht. Beide Methoden wurden auch auf unterschiedliche Arten miteinander kombiniert. Um die Ergebnisse zu verbessern, wurden Vorwärts- und Rückwärtsverkettung mit verschiedenen mathematischen Ansätzen, Verfahren und Algorithmen ergänzt, wie zum Beispiel:

²⁹ Schnupp/Leibbrandt, Expertensysteme, 1986, S. 13. Die Idee der Frames geht auf Marvin Minsky zurück. Siehe dazu Minsky, Framework, 1974; Schank/Abelson, Scripts, 1977.

³⁰ Puppe, Einführung, 1988, S. 3.

³¹ Ebd., S. 28.

³² Ebd., S. 3–4.

³³ Ebd., S. 29.

³⁴ Ebd., S. 32. Siehe hierzu auch den Beitrag von Florian Müller in diesem Band.

³⁵ Schnupp/Leibbrandt, Expertensysteme, 1986, S. 13.

Such- und Optimierungsalgorithmen, nicht-monotone Logik, temporales Schließen, Constraints, probabilistisches Schließen, um nur einige zu nennen.³⁶

3. Erklärungskomponente

Die Erklärungskomponente sollte den Anwender*innen darstellen, durch welche Regeln und Fakten ein Ergebnis zustande kam. Sie gab den Expert*innen die Möglichkeit, zu überprüfen, ob das System die Schlussfolgerungen wie intendiert nachbildete.³⁷

Die zwei Fragearten »wie« und »warum« konnten vom System beantwortet werden: Warum-Fragen durch die Angabe der Reihenfolge der Systemaktionen; Wie-Fragen durch die Angabe der Zusammenhänge zwischen den Objekten.³⁸ Dabei wies Puppe auf die Grenzen der Erklärungsfähigkeit eines Expertensystems hin: »Erklärungskomponenten können im allgemeinen [sic] nicht bessere Erklärungen liefern, als die Wissensrepräsentation eines Expertensystems zulässt.«³⁹ Die Erklärungskomponente wurde als ein Nebenprodukt und damit ohne zusätzlichen Aufwand, aber mit großer Wirkung, als immenser Vorteil dieser Technologie gesehen.⁴⁰ Sie sollte es auch ermöglichen ein Expertensystem zur Ausbildung einzusetzen.⁴¹

4. Wissensakquisitionskomponente

In der Wissensakquisitionskomponente wurden Identifikation, Formalisierung und Wartung des Wissens zusammengefasst. Wissen konnte mit verschiedenen Methoden durch eine*n Wissensingenieur*in von Expert*innen erhoben oder von Expert*innen selbst eingegeben werden. Es wurde versucht, den Wissenserwerb zu automatisieren, zum Beispiel durch das Einlesen von Fachliteratur oder Falldaten.⁴² Dieser Prozess, neues Wissen in die Wissensbasis einzufügen oder altes Wissen zu verändern, ohne explizit programmieren zu müssen, bewegte manche Autor*innen damals ab und an dazu, von »lernenden Systemen« zu sprechen.⁴³

5. Dialogkomponente

Mit Dialogkomponente oder -schnittstelle war die Benutzungsoberfläche des Expertensystems gemeint. Für Puppe unterschied sie sich grundsätzlich nicht von Benutzungsoberflächen konventioneller Programme. Bei den Expertensystemen dominierte eine

³⁶ Puppe, Einführung, 1988, S. 78.

³⁷ Schnupp/Leibrandt, Expertensysteme, 1986, S. 13.

³⁸ Puppe, Einführung, 1988, S. 129.

³⁹ Ebd., S. 133.

⁴⁰ Ebd., S. 128.

⁴¹ Thuy/Schnupp, Wissensverarbeitung, 1989, S. 2.

⁴² Puppe, Einführung, 1988, S. 110.

⁴³ Schnupp/Leibrandt, Expertensysteme, 1986, S. 13.

Form der Frage-Antwort Dialoge, die die Interaktion mit Benutzer*innen steuern sollte. 1988 sah Frank Puppe die Eingabe durch Auswahl oder freie Eingabe (Kommandosprachen oder (pseudo)natürlichsprachlicher Text) als die beiden Hauptformen des Dialogs mit Expertensystemen.⁴⁴

Für Feigenbaum eigneten sich Expertensysteme besonders zur Bearbeitung von zwei Problemarten: kombinatorische Probleme und Interpretation großer Mengen von Signalen.⁴⁵ Ersteres sah auch Frank Puppe so und teilte Expertensysteme nach ihren Anwendungsfällen in drei Arten ein:

- Diagnose: Die Lösung wurde aus einer Menge vorgegebener Alternativen ausgewählt.
- Konfiguration: Die Lösung wurde aus kleinen Bausteinen zusammengesetzt.
- Simulation: Aus dem Ausgangszustand werden Folgezustände hergeleitet.⁴⁶

Simulation wurde allerdings im Großteil der Literatur als ein Spezialfall der Konfiguration gesehen.

Der Begriff »Wissen« wurde von den Expertensystementwickler*innen zu dieser Zeit kaum tiefgehend reflektiert. In diesem Beitrag verwende ich ihn in der Weise, wie er in Quellen benutzt wurde. Eine fundierte Untersuchung des Wissensbegriffs in der westdeutschen KI und dessen Auswirkung auf das Verständnis und den Umgang mit dem Begriff »Wissen« wäre ein Ansatzpunkt für weitere Analysen.

Die Ursprünge der Expertensysteme

Die Ursprünge der Expertensystemtechnologie gehen auf US-amerikanische Versuche zurück, Computer für nicht-numerische Problemlösung zu verwenden. Herbert Simon (1916–2001) und Allen Newell (1927–1992), die die Programme Logic Theorist (1954)⁴⁷ und General Problem Solver (1957)⁴⁸ entwickelt hatten, waren der Auffassung, dass die Methode zur Problemlösung der entscheidende Ansatz dafür sei. Sie gingen davon aus, dass allen Problemen eine gemeinsame Art zu Grunde läge, wie sie gelöst werden könnten. Wenn diese Methode gefunden sei, könnte sie als Programm von Computern ausgeführt werden. Das spezifische Wissen der Fachgebiete spielte für sie eine untergeordnete Rolle. Herbert Simons Schüler Edward Feigenbaum widersprach dieser Auffassung vehement. Für Feigenbaum verhielt es sich genau umgekehrt. Er war der Meinung, im Wissen über ein Problem und der Art, wie es dargestellt wurde, sei die Lösung zu suchen. Die beste Methode zur Verarbeitung von Wissen nütze nichts, wenn sie auf unzureichendes Wissen angewendet würde. Damit prägte Edward Feigenbaum ab 1965 die KI-Forschungsrichtung der »wissensbasierten Systeme«. In seinem gemeinsam mit dem

⁴⁴ Puppe, Einführung, 1988, S. 134–138.

⁴⁵ Feigenbaum/McCorduck, Fünfte Computer-Generation, 1984, S. 84.

⁴⁶ Puppe, Einführung, 1988, S. 10.

⁴⁷ Newell/Simon, Machine, 1956.

⁴⁸ Newell/Shaw/Simon, Program, 1960.

Molekularbiologen Joshua Lederberg (1925–2008) entwickelten Programm DENDRAL (Dendritic Algorithm) zur Identifizierung unbekannter organischer Moleküle anhand massenspektrometrischer Daten konnte er seine Ideen erstmals erproben. Jedoch unterschied sein Programm noch nicht explizit zwischen dem Wissen über ein Fachgebiet selbst und den Verfahren zur Anwendung des Wissens.

Auch der Entwicklungsstrang Frage-Antwort-Systeme der sprachorientierten KI⁴⁹ hatte einen wesentlichen Einfluss auf die Konzeptionierung des Begriffs Expertensystem. Dabei sollte im Dialog über Tastatur mit dem System kommuniziert werden. Das System sollte einerseits in der Lage sein, Nutzer*innen nach Eingaben zu fragen, wenn zum Beispiel Daten fehlten. Andererseits sollte es Fragen beantworten können, zum Beispiel warum es eine Frage stellte oder wie es zu einer bestimmten Lösung kam.

Anfang der 1970er-Jahre begannen Edward Shortliffe (geb. 1947), Bruce Buchanan (geb. 1940) und Stanley Cohen (geb. 1937) am von Edward Feigenbaum geleiteten Knowledge Systems Laboratory der Stanford University mit Arbeiten an dem Programm MYCIN. Es sollte Ärzt*innen bei der Erkennung und Therapie von bakteriellen Infektionen beraten. Shortliffe und Buchanan entschieden sich für eine Darstellung des Wissens in Form von Wenn-Dann-Regeln, da sie davon ausgingen, dass Ärzt*innen auch Therapien nach einem Wenn-Dann-Schema auswählen würden und man diese Regeln daher einfach von ihnen erfragen könnte. Die grundlegendste Neuerung, die MYCIN einführte, zum Beispiel gegenüber DENDRAL, war die Abtrennung des Schlussfolgerungsprozesses (Anwendung der Regeln) vom Wissen (den Regeln selbst). Diese Struktur von MYCIN wurde wegweisend für die nachfolgenden Expertensysteme. Diese Aufgliederung bot den Vorteil, Änderungen an den Regeln durchführen zu können, ohne die Inferenzmaschine zu verändern. Viel weitreichender war aber die damit entstandene Möglichkeit, Expertensysteme für andere Anwendungsbereiche zu entwickeln, indem lediglich die Wissensbasis des Systems getauscht wurde, ohne die Inferenzmaschine verändern zu müssen. Diese sozusagen leeren Expertensysteme ohne Wissensbasis wurden Shells genannt. Das erste System dieser Art entwickelte William van Melle 1980 aus MYCIN, die Expertensystem-Shell EMYCIN.⁵⁰

1980 publizierte John McDermott eine erste kommerziell erfolgreiche Anwendung eines Expertensystems bei der Digital Equipment Corporation.⁵¹ Als 1981 das japanische Ministerium für Internationalen Handel und Industrie bekannt gab, Expertensysteme zu einem Schwerpunkt ihres Forschungsprogramms für eine neuartige fünfte Generation von Computern (*Fifth Generation Computer Systems* (FGCS)) zu machen, begann ein regelrechter Expertensystem-Hype.⁵²

⁴⁹ Siehe hierzu auch Florian Müllers Beitrag in diesem Band.

⁵⁰ Nilsson, Suche, 2014, S. 196–201; 227–230; 275–279.

⁵¹ McDermott, R1, 1980.

⁵² Nilsson, Suche, 2014, S. 196–201; 227–230; 275–279.

Die Entstehungsphase der Expertensystemgruppe bei der GMD (1983–85)

1983 wurde die Forschungsgruppe Expertensysteme in der GMD gegründet. Die GMD befand sich zu dieser Zeit in einem tiefgreifenden Umstrukturierungsprozess. Im Zuge der 1979 begonnenen, sogenannten Langfristplanung wurde die GMD strukturell neu aufgestellt. Die Organisation der GMD richtete sich bis dahin nach den, vor allem von staatlicher Seite, an sie herangetragenen Aufträgen sowie dem Forschungsinteresse führender Mitarbeiter*innen. Dementsprechend waren Forschungsthemen auf verschiedene Institute verteilt.⁵³ Die Beschäftigung mit Expertensystemen war dabei keine Ausnahme. Auch schon vor 1983 wurde sich bei der GMD mit Expertensystemen beschäftigt, was aber eben auf der Initiative einzelner Mitarbeiter*innen und Institute beruhte.⁵⁴ Der GMD-Mitarbeiter Klaus Birkenbihl veröffentlichte 1987 zuerst im GMD-Spiegel und danach auch in den KI-Rundbriefen einen Artikel, in dem er angab, sich bereits 1970 mit dem US-amerikanischen System STUDENT auseinandergesetzt zu haben. STUDENT wurde von Daniel Bobrow (1935–2017) 1964 am MIT geschrieben. 1987 bezeichnete Birkenbihl es als ein »Expertensystem für Obertertianer«.⁵⁵

Die Forschungen der GMD sollten 1983, nach thematischen Kriterien geordnet, neu aufgestellt werden. Als vorrangiges Ziel der Neuorganisation wurde angegeben, mittels erhöhter Flexibilisierung die Forschungs- und Entwicklungsarbeit an die Anforderungen der Informationstechnologie anzupassen. Die GMD war bis dahin in zehn Forschungsinstitute gegliedert. 1983 wurden diese zehn Forschungsinstitute in drei Forschungsinstitute und zwei Zentralinstitute umgewandelt.⁵⁶ Beim Forschungsinstitut III sollte die Anwendungstechnik im Zentrum stehen. Als dafür noch aufzubauender Schwerpunkt wurden die wissensbasierten Systeme gesehen, zu denen unter anderem »Knowledge Engineering« und »Experten-Systeme« gezählt wurden. Diesen Verfahren wurde eine große Bedeutung für die Zukunft zugeschrieben. Ziel des Forschungsinstituts III war es auch, konkrete Pilotanwendungen in unterschiedlichen Anwendungsfeldern umzusetzen.

Neben den Forschungsinstituten gab es noch zwei sogenannte Zentralinstitute. Das Zentralinstitut I sollte sich um institutionsübergreifende Probleme kümmern, während das Zentralinstitut II sich mit dem Wissenstransfer und der Implementation von Informationstechnik beschäftigen sollte. Zum Produkttransfer sollte es gehören, Produktfertigung und Produktbetreuung sowie eine intensive Marketing- und Vertriebskomponente bei der GMD einzuführen.⁵⁷ Im Zuge dieser Reform wurde dem Technologietransfer in den Bereich der Anwendungen deutlich mehr Bedeutung beigemessen.

⁵³ Wiegand, Informatik, 1994, S. 271.

⁵⁴ Zum Beispiel beschäftigte man sich am GMD-Institut für Datenverarbeitung im Rechtswesen bereits 1979 mit Expertensystemen. Vgl. Müller, INFORMATION, 1979, S. 68–69.

⁵⁵ Birkenbihl, Anfängen, 1987b; Birkenbihl, Anfängen, 1987a. Damit sei kurz die Definitionsproblematik angedeutet. Wie erwähnt, kam es nie zu einer allgemein anerkannten und stabilen Definition des Begriffs Expertensystem. Mit dem Hype um Expertensysteme Ende der 1980er und Anfang der 1990er wurden rückwirkend viele Systeme zu Expertensystemen gezählt, die bei ihrer Entstehung noch nicht als solche bezeichnet wurden.

⁵⁶ Die künftigen Institute der GMD, 1983, S. 45–46.

⁵⁷ Ebd.

Diese Langfristplanung wurde 1979 noch unter dem SPD-Forschungs- und Technologie-minister Volker Hauff (geb. 1940) beschlossen, der aber nur etwas mehr als zweieinhalb Jahre im Amt war. Sein Nachfolger Andreas von Bülow (geb. 1937), ebenfalls von der SPD, fragte den Wirtschaftswissenschaftler Norbert Szyperski (1931–2016),⁵⁸ ob er die Leitung der GMD übernehmen würde. Im Frühjahr 1981 wurde Szyperski Vorstandsvorsitzender der GMD.⁵⁹ Laut dem späteren, langjährigen Leiter der Expertensystemgruppe, Thomas Christaller, war dies im Rückblick (2021) von großer Bedeutung für die Gründung der Gruppe:

Der Szyperski, war ja gar nicht vom Fach. Der war Betriebswirt an der Kölner Universität. Der hatte als erstes eine längere USA-Reise gemacht und hat dort verschiedene Forschungseinrichtungen und Universitäten besucht, um einfach rauszufinden: Was ist denn da? Was sind die heißen Themen dort? Da war eben KI, Expertensysteme waren da gerade am Anfang. Er hat das mit aufgenommen hat gesagt: »Das machen wir.« Dann hat er einen Institutsleiter gefunden, der gesagt hat: »Ja, ich habe da nichts dagegen.« Das war der Peter Hoschka, Politologe, promovierter. Also auch kein Techniker. Der hat gesagt: »Ja, können wir gerne bei uns machen.« Einer seiner Mitarbeiter hat das übernommen, der Dieter Bungers, der hat dann die Expertensystemgruppe da aufgebaut. Teilweise aus Mitarbeitern, die sowieso schon da waren und Lust hatten, mal was ganz anderes zu machen. Aber weit über die Hälfte waren neu eingestellte Leute.⁶⁰

In den frühen 1980er-Jahren hatte die KI keinen guten Ruf. Besonders in der gerade erst etablierten Informatik standen manche einflussreiche Personen diesem neuen Forschungsfeld ablehnend gegenüber. Daher war es für die Institutionalisierung der KI-Forschung in der GMD wichtig, dass Personen, die nicht aus der mathematisch-theoretischen Tradition kamen oder moralisch-philosophische Vorbehalte gegen die Grundidee der KI – menschliche Denkprozesse könnten auch auf Maschinen ablaufen – hatten, sondern Personen, die pragmatisch an die neue Technologie herantraten, in den entscheidenden Positionen waren. Die Besetzung der GMD-Leitung mit einem Wirtschaftswissenschaftler war damit Teil eines bereits länger währenden Prozesses, diese Großforschungseinrichtung umzugestalten.

In der von Josef Wiegand so bezeichneten Gründungs- und Aufbauphase von 1968 bis 1972 war die GMD stark von der Angewandten Mathematik und Theoretischen Informatik geprägt.⁶¹ 1973 fand eine erste Neuorientierung der GMD und damit einher-

⁵⁸ Prof. Dr. Norbert Szyperski verbrachte vor seiner Zeit bei der GMD mehrere Jahre in den USA, wo er unter anderem als Gastprofessor lehrte. Seit er neben seinem Studium in den 1950er-Jahren in Berlin in der Firma seines Schwiegervaters in Kontakt mit Rechenmaschinen kam, interessierte er sich für das Thema Informationstechnologie. Er gilt als einer der Wegbereiter der Wirtschaftsinformatik in der Bundesrepublik. Norbert Szyperski, 2014.

⁵⁹ Wiegand, Informatik, 1994, S. 270.

⁶⁰ Interview mit Thomas Christaller (Interviewer Florian Müller/Jakob Tschandl), 2.8.2012, 00:46:42–00:50:07.

⁶¹ Wiegand, Informatik, 1994, S. 207.

gehend eine »Umgründung« von mehreren Instituten statt. Diese Entwicklung war aber hauptsächlich durch die Einführung eines neuen Finanzierungsmodells bestimmt. Die GMD sollte in Zukunft 50% ihrer Mittel selbst erwirtschaften. Allerdings wirkten alle Einnahmen zuwendungsmindernd. Dadurch sank die Motivation, Drittmittel zu akquirieren, dem langjährigen geschäftsführenden Vorstandsmitglied der GMD, Friedrich Winkelhage, zufolge auf null. Die Anzahl der Auftragsarbeiten stieg zwar etwas an, aber das Finanzierungsmodell scheiterte, so Winkelhage. Was blieb, war die ab 1973 neu eingerichtete Abteilung für Projektmanagement der Projektträgerschaft für die Industrieförderung.⁶²

Großforschung war im Laufe der 1970er-Jahre in der Bundesrepublik allgemein in eine Legitimationskrise gekommen, insbesondere im Bereich der Informatik. Mit den Wirtschaftskrisen der 1970er-Jahre geriet auch das Wissenschaftssystem in eine Krise. Zwischen 1971 und 1979 verlangsamte sich die Zunahme der Planstellen bei Großforschungseinrichtungen auf jährlich 3% gegenüber jährlich 10% in den 1960er-Jahren. Dadurch sprang das Durchschnittsalter des wissenschaftlichen Personals von 1964 mit noch 34 Jahren bis 1977 auf 40 Jahre an. Ein Austausch zwischen Forschungspersonal in Wissenschaft und Industrie fand kaum statt. Innovative Ideen und neues Know-how kamen hauptsächlich durch junge Wissenschaftler*innen in die Organisationen. Die staatlichen Forschungsinstitutionen nahmen kaum mehr junge Absolvent*innen der Universitäten auf. Das System der lebenslangen Anstellung war abhängig von Wachstum; es benötigte eine ständig zunehmende Anzahl an Forschungsrichtungen und eine entsprechende Finanzierung, um Aufstiegschancen bieten zu können. Anfang der 1970er-Jahre besaßen zwischen 70% und 90% des wissenschaftlich-technischen Personals einen unbefristeten Arbeitsvertrag. Bis zum Ende der 1970er-Jahre hatte sich dies nur geringfügig verändert. Die sozial-liberale Forschungspolitik vermied es, grundsätzlich von dem Konzept »Lebenszeitwissenschaftler*in« abzurücken und beispielsweise neuen Wissenschaftler*innen Zeitverträge anzubieten. Dieses Thema wird einen bedeutenden Anteil bei der Gestaltung der Organisation der KI-Forschung in den 1980ern einnehmen. Stattdessen wurde ab Mitte der 1970er-Jahre Großforschung unter einen größeren Ergebnisdruck gestellt. Technologiepolitik wurde zunehmend als Strukturpolitik verstanden, die den Ausbau konkurrenzfähiger Industriezweige und die Stärkung der Innovationsfähigkeit der Wirtschaft zur Aufgabe bekam.⁶³ Deswegen wurde zum Beispiel auch die Abteilung für Projektmanagement der Projektträgerschaft für die Industrieförderung bei der GMD eingerichtet.

Als eines der zentralen Probleme, welche die Krisen der 1970er-Jahre zum Vorschein brachten, wurde die Rigidität der allgemein vorherrschenden linearen Produktionsorganisation gesehen. Es wurde darauf reagiert, indem Produktionsweisen ausgeweitet wurden, die mehr Flexibilität versprochen, unter anderem auf dem Dienstleistungssektor, in der Agrarproduktion und bei der hier im Fokus stehenden Wissensgenerierung. Des-

⁶² Winkelhage, 20 Jahre GMD, 1988, S. 38.

⁶³ Wiegand, Informatik, 1994, S. 275–278.

wegen wurde Flexibilisierung auch als zentrales Ziel bei der Umgestaltung der GMD festgelegt.⁶⁴

Als 1981 der Wirtschaftswissenschaftler Norbert Szyperski den Mathematiker Fritz Krückenberg (1928–2012) an der Spitze der GMD ablöste, wurde erneut der Versuch unternommen, ein neues Unternehmensmodell in der GMD einzuführen. Drittmittel-einnahmen wirkten dieses Mal allerdings nicht mehr zuwendungsmindernd und sollten so zum weiteren Wachstum der GMD beitragen.⁶⁵ Die Reformen zur Umgestaltung der GMD wurden jetzt entschiedener umgesetzt. Im Unterschied zu 1973 wurden eine internationale Konkurrenzsituation sowie die Folgen der Wirtschaftskrisen der 1970er verstärkt wahrgenommen. Für Friedrich Winkelhage war der Beginn der 1980er-Jahre von dem »Paukenschlag« der Fifth Generation Conference der Japaner 1981 sowie den internationalen Reaktionen darauf geprägt. Für ihn war das der Moment, in dem »international eine Bewußtseinsbildung um die volkswirtschaftliche Bedeutung und international wettbewerbsbestimmende Rolle der Informationstechnik« einsetzte.⁶⁶

In seiner Rede zum Schlosstag⁶⁷ 1981 nannte Forschungs- und Technologieminister Andreas von Bülow »schwerwiegende, außenwirtschaftliche Einflüsse« der 1970er, die mehrfachen Erhöhungen der Ölimportkosten und die dadurch entstandenen Defizite in der westdeutschen Leistungsbilanz sowie strukturelle Veränderungen der Weltwirtschaft, zum Beispiel die Exportoffensiven der Japaner, als Ursachen für »vielfältige Sachzwänge«, die die öffentlichen Haushalte verengen würden. Daraus zog er folgende Konsequenz: »Der Bundesminister für Forschung und Technologie ist im Begriff, die Förderung auf dem Gesamtgebiet der Informationstechnik [...] neu zu orientieren.« Forschungsaufgaben sollten längerfristig werden und im Vorfeld des Wettbewerbs benötigte Technologien schaffen.⁶⁸

Mitten in diesem Prozess wechselte die Bundesregierung. 1982 verlor Helmut Schmidt (1918–2015) die Vertrauensfrage im Bundestag und Helmut Kohl (1930–2017) wurde der neue Kanzler der Bundesrepublik Deutschland. Am 6. März 1983 gewann

⁶⁴ Wullweber, *Hegemonie*, 2010, S. 131–133.

⁶⁵ Winkelhage, *20 Jahre GMD*, 1988, S. 39.

⁶⁶ Ebd.

⁶⁷ Der Schlosstag war eine jährliche Veranstaltung der GMD, die für gewöhnlich im Herbst am Hauptsitz der GMD, in Schloss Birlinghoven bei Bonn, stattfand und unter ein bestimmtes Motto gestellt wurde. Meist nahmen rund 250 bis 600 Gäste aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung sowie Vertreter der Presse an der Veranstaltung teil. Das Programm bestand in der Regel aus Fachvorträgen und Präsentationen aus der wissenschaftlichen Arbeit der GMD, Vorstellung der Institute der GMD, Reden von Vorstand, Aufsichtsrat und den Bundesministern für Forschung und Technologie (manchmal vertreten durch die Ministerialdirektoren) sowie den nordrhein-westfälische Minister*innen für Wissenschaft und Forschung. Diese formelleren Programmpunkte wurden durch musikalische Darbietungen, Ausstellungen von privaten Sammlungen, Tanz und Unterhaltung komplementiert. Vgl. hierzu die Berichte in *GMD-Spiegel* 11 (1981), H. 4, S. 20–31; *GMD-Spiegel* 14 (1984), H. 3/4, S. 66–70; *GMD-Spiegel* 16 (1986), H. 3/4, S. 11–34; *GMD-Spiegel* 18 (1988), H. 2/3, S. 35–56; *GMD-Spiegel* 21 (1991), H. 3/4, S. 22–45; *GMD-Spiegel* 23 (1993), H. 4, S. 24–57; *GMD-Spiegel* 24 (1994), H. 4, S. 17; *GMD-Spiegel* 26 (1996), H. 4, S. 49–61.

⁶⁸ von Bülow, *Aufgaben*, 1981, S. 25–27.

Kohl dann auch die Bundestagswahl. In sein Kabinett berief er den Chemiker Prof. Dr. Heinz Riesenhuber (geb. 1935) als Forschungs- und Technologieminister.

Noch 1983 stellte sich die Forschungsgruppe Expertensysteme der GMD im KI Rundbrief Nummer 32, dem zentralen Kommunikationsmedium der westdeutschen KI-Szene, dem Fachpublikum vor. Dabei erklärten sie, Expertensystemen zu einem breiteren Einsatz für praktische Anwendungen verhelfen, aber auch die methodischen und technischen Grundlagen der Expertensysteme weiterentwickeln zu wollen. Sie diagnostizierten eine schon länger bestehende Kluft zwischen akademischer Forschung und industrieller Praxis innerhalb der KI. Die grundlegenden Methoden seien nach Einschätzung der Gruppe inzwischen weit entwickelt und gut dokumentiert, die anwendungsbezogene Expertensystementwicklung werfe aber noch schwierige Probleme auf. Aus diesen Problemen leitete die Expertensystemen-Gruppe der GMD ihre Forschungsstrategie ab. Ergebnisse aus dem akademischen Bereich sollten aufgegriffen und durch weitere eigene Forschungen für praktische Anwendungen einsetzbar gemacht werden. Umgekehrt sollten beim praktischen Einsatz von Expertensystemen neue Problemstellungen für grundlegende Forschung identifiziert werden. Dieses Vorgehen hätte neben prototypartigen Anwendungen vor allem zum Ziel, ein praktisch erprobtes und evaluiertes Software- und Methodeninventar für die Entwicklung und den Betrieb von Expertensystemen aufzubauen und verfügbar zu machen.⁶⁹

Die Expertensystem-Gruppe setzte sich dafür zwei Arbeitsschwerpunkte: Im Arbeitsschwerpunkt »Softwaremethoden« sollte das Inventar für die Entwicklung und den Betrieb von Expertensystemen aufgebaut werden. Dieses Inventar sollte Sprachen, Werkzeuge und komplette Arbeitsumgebungen sowie deren methodische und technische Dokumentation beinhalten. Den zweiten Arbeitsschwerpunkt bildete das sogenannte »Knowledge Engineering«, bei dem prototypartige Expertensysteme entwickelt und bei Anwender*innen implementiert werden sollten. 1983 bestand die Gruppe aus zehn wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen, allerdings war bereits absehbar, dass die Gruppe noch vergrößert werden sollte.⁷⁰

Die beiden zentralen Projekte in der Anfangsphase der Forschungsgruppe waren BABYLON und DEX.C3. DEX.C3 stellte den anwendungsorientierten Teil der Forschungsstrategie dar, der mit einem Kooperationspartner aus der Industrie durchgeführt wurde. BABYLON war der grundlagenorientierte Teil. Jürgen Walther, Mitarbeiter der Gruppe, erklärte anhand der beiden damals zentralen Projekte, BABYLON und DEX.C3, die Expertensystemtechnologie. Dieser Text kam interessanterweise nicht vom Leiter Dieter Bungers, der im Gegensatz zu seinem Nachfolger Thomas Christaller kaum in der schriftlichen Außenkommunikation aktiv war. Walthers Artikel nahm eine bedeutende Stellung in der frühen Phase der Gruppe ein. Teile des Textes finden sich in der Folge in mehreren Publikationen der GMD, besonders wenn es darum ging, Expertensysteme für ein fachfremdes Publikum darzustellen.⁷¹

⁶⁹ Forschungsgruppe Expertensysteme in der GMD, 1983, S. 69.

⁷⁰ Ebd., S. 70–71.

⁷¹ Unter anderem in Künstliche Intelligenz, 1986, S. 44; Kurs, 1986, S. 10.

Jürgen Walther führte Expertensysteme vor allem über ihre Bedeutung als Vorboten einer neuen Technologie ein. Er betonte den Versuchscharakter des Systems DEX.C3: In Kooperation mit dem Kundendienst der Ford-Werke AG Köln sollte die prinzipielle Machbarkeit an automatischen Fahrzeuggetrieben geprüft werden. Das Projekt der GMD diene dazu, einen Nachweis zu erbringen, dass »das Wissen und die Vorgangsweise eines Experten für Getriebe des Typs C3 bei der Fehlerdiagnose mit einem Expertensystem korrekt und umfassend nachgebildet werden können.«⁷²

Das System war regelbasiert aufgebaut und verfügte auch über eine Erklärungskomponente.⁷³ DEX.C3 wurde so konzipiert, dass zunächst Übersichtsfragen gestellt wurden, die per Vorwärtsverkettung zu einer Verdachtsgenerierung genutzt wurden. Die dabei aussichtsreichste Hypothese wurde anschließend mittels Rückwärtsverkettung überprüft. Auch bei diesem Prozess stellte das System weitere Fragen. Die erfragten Informationen wurden wiederum per Vorwärtsverkettung zur erneuten Verdachtsgenerierung benutzt.⁷⁴ Aufgrund dieses Vorgangs begriffen Expertensystementwickler*innen solche Systeme als Künstliche Intelligenz. Der Computer würde sich, der beschriebenen Vorgehensweise folgend, »menschlich« verhalten. Walther schrieb dazu: »Dieser Zyklus von Verdachtsgenerierung und Verdachtsüberprüfung spiegelt auf angemessene Weise das Vorgehen des menschlichen Experten bei der Fehlersuche wider.«⁷⁵ Für die GMD-Gruppe war dies das entscheidende Kriterium, um zwischen Expertensystemen und konventioneller Software zu unterscheiden.

Ein weiteres Merkmal, mit dem versucht wurde, Expertensysteme von konventioneller Software abzuheben, war ihr Umgang mit unsicherem Wissen. Die Informationen, mit denen menschliche Expert*innen arbeiten mussten, seien häufig ungenau und vage, so die Annahme der Expertensystementwickler*innen. Unsicherheit wurde in DEX.C3 intern durch numerische Werte, die Fakten zugeordnet wurden, repräsentiert. Damit konnten Nutzer*innen Fragen, die vom System an sie gerichtet wurden, nicht nur mit Ja oder Nein beantworten, sondern auch mit vielleicht, unbekannt oder wahrscheinlich. »Diese Antworten werden in entsprechende »certainty factors« umgewandelt und vom System auf plausible Weise verwertet.«⁷⁶ Diese »certainty factors« entsprachen aber nicht Wahrscheinlichkeitsfaktoren gemäß der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie.

1985 kam Walther zu folgendem Fazit über DEX.C3:

Mit dieser Entwicklung wurde aber nachgewiesen, daß das Wissen und die Vorgehensweise eines C3-Experten bei der Fehlerdiagnose mit einem Expertensystem korrekt und umfassend nachgebildet werden können. Zumindest nach dem Urteil des menschlichen C3-Experten, der bei der Entwicklung von DEX.C3 mitgewirkt

⁷² Walther, Expertensysteme, 1985, S. 9.

⁷³ Ebd., S.10–11.

⁷⁴ Ebd., S. 10.

⁷⁵ Ebd.

⁷⁶ Ebd.

hat, stellt das System die richtigen Fragen im richtigen Augenblick und liefert korrekte Diagnosen.⁷⁷

Trotzdem schrieb er weiter: »[...] ob ein Expertensystem wie DEX.C3 im Kundendienst wirklich nutzbringend eingesetzt werden kann, ist damit aber nur teilweise beantwortet.«

Was nach Ansicht Walthers fehlte, waren einerseits Erkenntnisse darüber, wie sich das System verhalten würde, wenn es nicht mehr unter Laborbedingungen, sondern in der betrieblichen Praxis eingesetzt werden würde. Andererseits war unklar, ob ein Laie mit Hilfe eines Expertensystems wirklich in der Lage sei, Reparaturdiagnosen auf dem Level eines Experten stellen zu können.⁷⁸

Wenn »der ›relative Laie‹ durch ein Expertensystem selbst zum Experten werden kann, böte das enorme Möglichkeiten für den Kundendienstbereich eines Automobilherstellers.«⁷⁹ In dieser Phase war die Vorstellung dominant, dass fachfremde Personen Expertensysteme anwenden sollten. Zumindest in der Beratung sollten Expertensysteme ihr menschliches Äquivalent ersetzen. In der späteren Entwicklung wurde davon Abstand genommen und die Aufgabe eines Expertensystems als Assistenzsystem für die Beratung von Expert*innen interpretiert.

Das zweite große Projekt in der Anfangsphase war das System BABYLON. Dabei handelte es sich um eine der sogenannte Expertensystem-Shells. In Westdeutschland gab es Anfang der 1980er-Jahre noch keine dominante Bezeichnung für diese Art von Software: Werkbank, Entwicklungsumgebung, Expertensystemgenerator, Werkzeug oder die englischen Begriffe *Environment* und *Shell* wurden nebeneinander dafür gebraucht.⁸⁰

Walther führte in seinem Text besonders ökonomische Überlegungen für die Entwicklung solcher Systeme an:

Der Anteil der Regeln am Gesamtumfang von DEX.C3 ist relativ gering. So ist es nur ökonomisch, den einmal geleisteten Aufwand auch für andere Aufgaben nutzen zu wollen. Durch Austausch der Regelmenge könnte aus DEX.C3 zum Beispiel ein Expertensystem zur Abschätzung von Kreditrisiken erstellt werden. Dies ist der Grundgedanke, der den sogenannten expert system »shells« oder »environments« zugrundeliegt.⁸¹

Eine Shell sollte die Möglichkeiten bieten, Wissen zu repräsentieren und zu verarbeiten, also eine Inferenzmaschine sowie weitere Werkzeuge wie Editor, Erklärungskomponente, Browser, Tracer usw. bereitstellen. Die Entwicklung eines Expertensystems sollte dahin-

⁷⁷ Walther, Expertensysteme, 1985, S. 13.

⁷⁸ Ebd.

⁷⁹ Ebd., S. 8.

⁸⁰ Beispielsweise Sodan, Uniclisp, 1986, S. 14.

⁸¹ Walther, Expertensysteme, 1985, S. 13.

gehend vereinfacht werden, dass nur mehr das Expertenwissen in die vom Werkzeugsystem angebotene Form gebracht werden musste.⁸²

Die Mitglieder der Expertensystemgruppe der GMD kamen zu dem Schluss, dass es nie einen einzigen Formalismus geben könnte, der alle Anforderungen abdecken würde. Deshalb war die Grundidee von BABYLON, ein System zu schaffen, das all die unterschiedlichen Formalismen anbieten und verarbeiten konnte. 1985 sollte BABYLON zunächst drei verschiedene Formalismen repräsentieren können:

1. Objektorientierte Darstellung, wie sie unter anderem LISP-Maschinen nutzten. Der objektorientierten Darstellung schrieben die Mitglieder der Expertensystemgruppe zu, besonders komplexes taxonomisches Wissen abbilden zu können. Zum Beispiel könne eine Beschreibung der Bestandteile und Zusammensetzung eines Getriebes in objektorientierter Form viel intuitiver umgesetzt werden als in regelorientierter Form.
2. Regelbasierte Darstellung, wie sie in DEX.C3 angewandt wurde, sei gut geeignet, um das Vorgehen mithilfe logischer Schlüsse abzubilden.
3. Logikbasierte Darstellung, zum Beispiel die Programmiersprache PROLOG, empfand die Expertensystemgruppe als wichtig, damit BABYLON nicht als Insellösung endete. Es sollte die Möglichkeit geboten werden, BABYLON mit anderen Formalismen frei zu kombinieren.⁸³

BABYLON wurde dabei so offen wie möglich gestaltet, um auch zukünftige, 1985 noch nicht existierende Formalismen in das System integrieren zu können.⁸⁴ Das war das besondere Alleinstellungsmerkmal des Systems BABYLON im Vergleich zu anderen Shells.

Für Walther war die Möglichkeit der Anwendung von Inferenzmaschinen auf unterschiedlichstes Wissen das entscheidende, erfolgsversprechende Kriterium. Deshalb war er überzeugt, dass diese Technologie der Forschungsrichtung KI die erste sein werde, die mit ökonomischem Erfolg umgesetzt werden könnte:

Expertensysteme sind heute der Renner in der Informationstechnik: Sie gelten als eine der wichtigsten Anwendungen der neuen Computergeneration, in deren Entwicklung die gesamte westliche Welt – angestoßen durch das anspruchsvolle »Fifth Generation Computer Systems«-Programm der Japaner – enorme Mittel investiert. Der Grund: Hat man einmal eine Inferenzmaschine, so braucht man zur Erstellung eines Expertensystems »nur« noch die Wissensbasis aufzubauen, dem Computer also »nur« zu vermitteln, was dieser »wissen« muß, aber nicht mehr, wie er sein »Wissen« verarbeiten soll. Bei heutigen Expertensystemen ist die Inferenzmaschine noch als Softwareprogramm realisiert, das oft ineffizient arbeitet, weil die Architektur der heutigen Computer für derartige Programme nicht aus-

⁸² Walther, Expertensysteme, 1985, S. 13.

⁸³ Ebd.

⁸⁴ Ebd., S. 14.

gelegt ist. In der künftigen Computergeneration aber wird die Inferenzmaschine eine auf effiziente Wissensverarbeitung getrimmte Hardwarekomponente sein.⁸⁵

Innerhalb der GMD wurde auch an dieser speziellen Hardware für Expertensysteme, den sogenannten LISP-Maschinen und später auch an PROLOG-Maschinen, gearbeitet.⁸⁶ Allerdings wurde diese Forschung nicht innerhalb der Expertensystem-Gruppe durchgeführt, sondern am GMD-Forschungszentrum für Innovative Rechnersysteme und -technologie (FIRST) in Berlin und in Kooperation mit der TU Berlin.⁸⁷ FIRST stand unter der Leitung von Prof. Dr. Wolfgang Giloi (1930–2009). Es war hauptsächlich für das große Verbundvorhaben SUPRENUM bekannt, das die Entwicklung eines massiv-parallelen Superrechner für numerische Anwendungen zum Ziel hatte.⁸⁸ Zu dieser Zeit war SUPRENUM, gemeinsam mit BABYLON, das GMD-Projekt mit der größten Außenwirkung.⁸⁹ Mit ein Grund für die Trennung der Hard- und Softwareentwicklung bei der GMD war, dass das BMFT Expertensysteme als Softwaresysteme auffasste und die Hardware davon getrennt förderte.⁹⁰

Diese neuen Computer versprochen, so Walther, die »Computerarchitekten der fünften Generation« in die Lage zu versetzen, die Informatik von der »Bürde des Programmierens« zu befreien. Sie sollten keine Programmierer*innen mehr benötigen, da die Nutzer*innen selbst imstande seien, ihnen alles notwendige Wissen einzugeben, mit dem die Programme eigenständig die Lösungen finden würden. Damit sollte »die vielbeschworene Softwarekrise überwunden sein«. Diese machte Walther für die (im Vergleich zu den Erwartungen aufgrund des rapiden Preisverfalls der Hardware) wesentlich langsamere Verbreitung der Informationstechnik verantwortlich. Jedoch stellte er fest, dass es bis dahin noch einige Zeit dauern würde, denn Mitte der 1980er würden erst wenige Spezialist*innen auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz die »Kunst« beherrschen, Computer mit »Wissen« zu versorgen. Die Erschließung des relevanten Wissens bei den menschlichen Expert*innen war dabei bereits ein Problem: Diese seien sich oft selbst nicht bewusst, welche Regeln sie bei der Lösung eines Problems anwendeten. Den Wissenserwerb sah er als den Engpass bei der Entwicklung von Expertensystemen schlechthin.⁹¹

Die Ursache für die knappe Personalsituation in der KI lag für Walther darin, dass am Anfang der 1980er-Jahre die Künstliche Intelligenz schlecht geredet wurde: »[E]s hieß, außer cleveren Schachprogrammen produziere sie kaum etwas Nennenswertes.« Folge

⁸⁵ Walther, Expertensysteme, 1985, S. 15.

⁸⁶ Diese Maschinen sollten, durch einen speziellen Aufbau der Hardware, Expertensysteme schneller machen, da zu dieser Zeit durch Software umgesetzte Abläufe auf die Hardware ausgelagert werden sollten. Sodan, Uniclisp, 1986, S. 13.

⁸⁷ Giloi, Entwicklung, 1987, S. 15–19.

⁸⁸ Giloi, SUPRENUM, 1994.

⁸⁹ Wiegand, Informatik, 1994, S. 301, 305.

⁹⁰ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 9.

⁹¹ Ebd.

dieser Auffassung sei, dass die Lehrstühle viel zu wenig Mittel erhielten und sich auch »nur wenige Idealisten« als Studierende dieses Fachs fanden.⁹²

Ein weiteres Problem erkannte Walther darin, dass es sich bei Expertensystemen um spezielle Hardware und Software handelte, die gegenüber der konventionellen Informationstechnik eine isolierte Welt bildeten. Um aber in einer betrieblichen Arbeitsumgebung eingesetzt werden zu können, müssten Expertensysteme mit den dort vorhandenen Systemen kompatibel sein. Sie müssten mit den verwendeten Datenbanken, Simulationsmodellen, CAD/CAM-Systemen oder Messgeräten verträglich sein. Diesen Koppelungen ist bis 1985 seiner Meinung nach nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden, weil es sich dabei um multidisziplinäres Know-how handelte, welches bei den ohnehin schon wenigen KI-Spezialist*innen sehr selten war.⁹³

Phase der Verbundforschung (1985–88)

Mit der Gründung der Expertensystemgruppe wurde bereits auf die Verbundforschung hingearbeitet. Damit erscheint es fraglich, wie ergebnisoffen die frühen Studien der GMD zu Expertensystemen wirklich waren. Die Arbeiten am nächsten Schritt der Umgestaltung des Wissenschaftssystems würden auch erklären, warum Expertensystemtechnologie weiter so stark gefördert wurde, ohne dass der praktische Nutzen tatsächlich demonstriert werden konnte.

GMD Vorstandsmitglied Winkelhage sah im Rückblick 1988 die 1979 begonnen Umstrukturierungen, die auch zur Gründung der Expertensystemgruppe führten, als die Grundlage für die Beteiligung der GMD an der Konzeption der Bundesregierung, Universitäten, Industrie und Großforschungseinrichtungen in sogenannten Verbundvorhaben zusammenzuführen.⁹⁴

Bereits auf dem German Workshop on Artificial Intelligence (GWAI) 1983 stellte Steffen Isensee als Vertreter des BMFT das BMFT-IT-Programm sowie die Sprecher der geplanten Verbundprojekte vor, darunter auch Dieter Bungers von der GMD.⁹⁵ Die Verbundvorhaben wurden über den Schwerpunkt »Wissensverarbeitung und Mustererkennung« gefördert, der 1984 vom BMFT eingerichtet wurde. Die Verbundforschung hat die Arbeit der Expertensystemgruppe ab 1985 maßgeblich geprägt. Im Laufe dieses Jahres wurden die Expertensystemprojekte der GMD vorwiegend in Form der neuartigen Verbundvorhaben durchgeführt. Die Phase der Verbundforschung hatte begonnen.

⁹² Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 9.

⁹³ Ebd., S. 16.

⁹⁴ Ebd.

⁹⁵ Hertzberg/Klar, GWAI 84, 1984, S. 35.

Verbundvorhaben

Das BMFT führte die Verbundvorhaben, die oft auch als Verbundprojekte bezeichnet wurden, als neues Fördermodell ein. Diese Form der Forschungsprojekte wurde für das BMFT zur Bedingung einer Finanzierung.⁹⁶ Verbundforschung sollte innovativere, größere und längerfristige Informatik-Großforschung ermöglichen. Der entscheidende Punkt war, Forschung und Entwicklung nicht länger einer Institution, sondern einem suprainstitutionellen Netzwerk zu übertragen, in dem erstmalig in der westdeutschen Informationstechnik Industrie und institutionelle Forschung systematisch integriert wurden.⁹⁷ Das BMFT selbst betonte, dass die Form der Verbundforschung zum ersten Mal bei dem Förderschwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung »durchgängig« zum Einsatz kam.⁹⁸

Verbundvorhaben gab es in zwei Formen: Bei der einen mussten die industriellen Partner die Vorhaben mitfinanzieren. 50 % der Mittel mussten als Eigenbeteiligung von den Unternehmen eingebracht werden. Die übrige Hälfte übernahm der Staat. Dies galt, wenn ein Unternehmen Koordinator eines Verbundvorhabens war. Die andere Form war für Vorhaben mit einer Universität oder einer Forschungseinrichtung als Koordinator gedacht, wenn die Forschung als überwiegend grundlagenorientiert eingestuft wurde. Sie bekamen eine Förderquote von 75 %, bei stärkerer Anwendungsorientierung nur eine Förderung von 50 %. Die restlichen 25 % bzw. 50 % mussten als Drittmittel von den am Verbundvorhaben beteiligten Industriepartnern aufgebracht werden. Die zentrale Forderung des BMFT war für beide Arten:

In allen Verbundvorhaben mußte eine klare Ergebnisorientierung erkennbar sein. Das heißt, daß die entwickelten KI-Methoden und -Verfahren durch Erprobung in prototypischen Anwendungssystemen ihre prinzipielle Brauchbarkeit zeigen sollten, um das spätere industrielle Umsetzen in Anwendungen zu erleichtern. Damit sollten gleichzeitig auch geeignete Voraussetzungen für die Ergebnisbewertung der geförderten Forschungsarbeiten geschaffen werden.⁹⁹

Als Ziel der Fördermaßnahme gab das BMFT die Beschleunigung der Technologieentwicklung durch »(angewandte) Grundlagenforschung« an. Diese unterschied sich für das BMFT von anwendungsfertigen Expertensystemen. Darunter wurden am Markt erhältliche Werkzeuge oder Shells verstanden, die genutzt werden konnten, um ein Expertensystem aufzubauen. Die bloße Erstellung einer Wissensbasis wurde vom BMFT nicht als förderwürdig betrachtet.¹⁰⁰ Die Ausrichtung der Informatik-Großforschung zwischen Forschung und Anwendung, zwischen Universität und Industrie war zum Thema gewor-

⁹⁶ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 22–24.

⁹⁷ Wiegand, Informatik und Großforschung, 1994, S. 299.

⁹⁸ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 27.

⁹⁹ Ebd., S. 23.

¹⁰⁰ Ebd., S. 23–24.

den. Die Expertensystementwicklung eignete sich ihrem Konzept nach für diesen Bereich zwischen vorindustrieller Forschung und Produktentwicklung und sollte der GMD neue Legitimation verschaffen. Darin lag der Grund, warum speziell das System BABYLON zu einem der Prestigeprojekte der GMD wurde und die Forschung und Entwicklung an Expertensystemen in der Außenwirkung der GMD Bedeutung erlangte.

Der Förderschwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung

Die Förderung der Verbundprojekte im Bereich Wissensverarbeitung des Ministeriums für Forschung und Technologie und damit auch der GMD-Expertensystemgruppe erfolgte über den Förderschwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung. Nach der Beratung von Fachexperten aus dem Forschungsbereich KI kam das BMFT einerseits zu der Einschätzung, dass KI einen qualitativen Sprung von der Datenverarbeitung zu einer Wissensverarbeitung darstellen und daher enormes Fortschrittpotenzial für die Informationsverarbeitung bieten würde. Andererseits versprachen wirtschaftliche Prognosen für den KI-Markt weltweit enormes Wachstum. Daraus leiteten das Bundesministerium sowie die gesamte Bundesregierung einen akuten Handlungsbedarf ab. Sie legitimierten diesen folgendermaßen:

Die Bundesrepublik Deutschland als ein Industrieland, das aufgrund des hohen Exportanteils auf seine internationale Wettbewerbsfähigkeit angewiesen ist, muß bei den neuen KI-Technologien eine international ebenbürtige Position anstreben, um auf die zukünftigen Märkte vorbereitet zu sein.¹⁰¹

Diese beiden Prämissen, dass Expertensysteme einen technologischen Sprung für die gesamte Informationstechnologie ermöglichten sowie enormes wirtschaftliches Potential bieten würden, waren nach Aussagen des BMFT ausschlaggebend für die Gestaltung der Fördermaßnahme »Wissensverarbeitung und Mustererkennung«.¹⁰²

Am 14. März 1984 wurden die Maßnahmen im Rahmen der Konzeption der Bundesregierung zur Förderung der Entwicklung der Mikroelektronik, der Informations- und Kommunikationstechniken verabschiedet.¹⁰³ Darin beauftragte die Bundesregierung den Bundesminister für Forschung und Technologie, zusätzlich zu den bestehenden Förderungsschwerpunkten »Spracherkennung und Bildverarbeitung«, einen weiteren Schwerpunkt »Wissensverarbeitung« aufzubauen. Im Rahmen von Verbundprojekten sollten zukunftsweisende Lösungen der Mustererkennung und Wissensverarbeitung gefördert werden. Die Bundesregierung beabsichtigte, in den Jahren 1984 bis 1988 Fördermittel in der Größenordnung von 200 Millionen DM dafür bereitzustellen.¹⁰⁴ Die Förder-

¹⁰¹ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 17–18.

¹⁰² Ebd.

¹⁰³ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Informationstechnik, 1984, Vorwort.

¹⁰⁴ Ebd., S. 78.

maßnahme 31 »Wissensverarbeitung und Mustererkennung« wurde einer der drei Schwerpunkte des BMFT im Teilbereich elektronische Datenverarbeitung.¹⁰⁵

Die leitenden Vorstellungen bei der Konzipierung des Förderschwerpunkts beschrieb das BMFT im zugehörigen Bericht von 1988 folgendermaßen: »Der gedankliche Ansatz für die konzeptionelle Ausgestaltung der Förderung bestand deshalb in erster Linie darin, nicht generell interessante Zukunftstheorien zu verfolgen, sondern an das Näherliegende, Machbare heranzugehen.« Konkret bedeutete das für das BMFT, die KI-Technologie zu fördern, für die eine schnelle Anwendbarkeit am wahrscheinlichsten war: »Daher die Schwerpunktorientierung an Expertensystemen: Von solchen Systemen war anzunehmen, daß sie in überschaubarer Zeit die vernünftige und praktische Anwendbarkeit von KI würden unter Beweis stellen können.« Dies stellte für das BMFT allerdings kein Alleinstellungsmerkmal der Expertensysteme dar: Ebenfalls bei den Natürlichsprachlichen Systemen und dem Bildverstehen hielt das BMFT eine baldige Anwendung für möglich. Daher der zweite Teil des Förderungsschwerpunkts, Mustererkennung, welcher für das BMFT im Wesentlichen aus Bild-und Sprachverarbeitung bestand.¹⁰⁶

1988 konstatierte das BMFT, dass der Nachweis der praktischen Anwendbarkeit der KI 1984 vorrangiges Ziel gewesen sei, um einen »vielfach befürchteten ›KI-Winter‹ nicht eintreten zu lassen.« Unter KI Winter verstand das BMFT einen »drastische[n] Rückschlag der KI für den Fall, daß ihre Ergebnisse zu weit hinter den immens gewachsenen Erwartungen zurückbleiben«.¹⁰⁷ Dieser Nachweis der praktischen Anwendbarkeit prägte, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, die Anfangszeit der Expertensystemgruppe der GMD. 1988 sah das BMFT diesen Nachweis als erbracht an, ohne allerdings konkrete Gründe oder Systeme zu nennen, die es zu dieser Einschätzung bewegten.¹⁰⁸

Im Förderungsschwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung wurden sieben Projekte gefördert, von denen fünf Projekte in den Bereich Expertensysteme (LERNER, TEX-B, TEX-I, TEX-K und WEREX) fielen.¹⁰⁹ Sie erhielten insgesamt 44,7 Millionen DM. Daneben gab es noch ein Projekt zum Thema Sprachverarbeitung (WISBER, 10 Mio. DM) und eines zum Thema Bürokommunikation (WISDOM, 22,6 Mio. DM).¹¹⁰

Verbundprojekte der GMD-Expertensystemgruppe

Die GMD-Expertensystemgruppe war an insgesamt vier der fünf wissensbasierten Projekte beteiligt. Bei dem Projekt WEREX, das für »Koordiniertes System von Werkzeugen für die Konstruktion und den Betrieb von Expertensystemen« stand, hatte sie die Gesamt-

¹⁰⁵ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 18.

¹⁰⁶ Alle Zitate entnommen aus Ebd., S. 19

¹⁰⁷ Alle Zitate aus ebd., S. 19–20.

¹⁰⁸ Ebd.

¹⁰⁹ Ebd.

¹¹⁰ Christaller, Verbundvorhaben, 1990, S. 5.

koordination inne. Deshalb werde ich im Folgenden auf dieses Projekt etwas ausführlicher als auf die anderen Projekte eingehen.

In einer Bekanntmachung über die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung vom 8. März 1984 veröffentlichte das BMFT bereits eingereichte Vorschläge für Verbundvorhaben. Deren Projektdefinitionsphasen sollten in der ersten Hälfte 1984 beginnen. Unter dem dritten Themenbereich Wissensverarbeitung und Mustererkennung fanden sich zwei Projekte des Instituts für angewandte Informationstechnik F3 der GMD: »Koordiniertes System von Werkzeugen für die Konstruktion und den Betrieb von Expertensystemen« und »Expertensysteme für Anwendungen im Dienstleistungssektor«. Zu diesem Zeitpunkt wurden noch keine Projektpartner genannt. Aus ersterem Vorschlag wurde in der Folge das Verbundvorhaben WEREX. Auch Peter Raulefs (geb. 1945) von der Universität Kaiserslautern, die prägende Person der frühen westdeutschen universitären Beschäftigung mit Expertensystemen, hatte ein Projekt »Expertensysteme für technische Systeme (Fehlerdiagnose, Konstruktion, Konfiguration etc.)« eingereicht.¹¹¹ 1990 schrieb Thomas Christaller, dass Raulefs auch »maßgeblich« an der Gestaltung der GMD-Projekte beteiligt war.¹¹²

Mit Jahresbeginn 1985 kam Thomas Christaller, der vorher am Hamburger System für anwendungsorientierte natürliche Sprache (HAM-ANS) mitgearbeitet hatte, zur GMD bei Bonn und wurde Projektleiter und Koordinator des Verbundvorhabens WEREX.¹¹³ Die Definitionsphase, in der sich das WEREX-Konsortium formierte, dauerte mehr als einhalb Jahre. Anstatt, wie geplant, in der ersten Hälfte des Jahres 1984 wurde die Genehmigung für das Projekt vom BMFT erst für Anfang August 1985 erteilt. Christaller war der Meinung, dass das neue Finanzierungsmodell Verbundprojekt auf die Zusammenstellung des Konsortiums, auf die Strukturierung des Vorhabens und die Inhalte der Arbeitspakete starken Einfluss hatte.¹¹⁴ Wie genau wird im Abschnitt »Gründung des DFKI und Ende der ersten Verbundprojekte (1988/89)« ausgeführt. Ziel von WEREX war es, ein Basiswerkzeug und ein darauf aufbauendes höheres Werkzeug zu entwickeln. Beide Werkzeuge sollten portabel, im Anwendungsbereich flexibel und mit anderen Systemen (zum Beispiel Datenbankverwaltungssysteme) integrierbar gestaltet werden. Die Basis dafür sollte das System BABYLON bilden, dessen Funktionalität im Rahmen des Projektes zu erweitern war. Darüber hinaus sollte eine Methodik für Konstruktion und Betrieb von Expertensystemen entwickelt werden.¹¹⁵ Vom 1. August 1985 bis zum 31. Dezember 1989 arbeiteten bis zu 20 Personen in dem Projekt, welches in diesem Zeitraum insgesamt 11,3 Millionen DM vom BMFT erhielt.¹¹⁶ Neben der GMD als Projekt-

¹¹¹ Thomas, Bekanntmachung, 1984, S. 75–77.

¹¹² Christaller, Verbundvorhaben, 1990, S. 5.

¹¹³ Christaller Interview, 2.8.2021, 00:40:16–00:40:37. Mehr zu HAM-ANS in der noch erscheinenden Dissertation von Florian Müller.

¹¹⁴ Christaller, WEREX, 1990, S. 16.

¹¹⁵ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 56.

¹¹⁶ Christaller, WEREX, 1990, S. 15.

koordinator waren folgende Institutionen als Verbundpartner beteiligt:

- ADV/Orga
- Danet
- PCS
- Siemens AG
- Universität Erlangen
- Universität München
- Zentrum für Graphische Datenverarbeitung (ZGDLV) (ab 1. Januar 1989)

Das System BABYLON war in der KI-Programmiersprache LISP¹¹⁷ geschrieben worden. Diese wurde aber außerhalb der Forschung in der Bundesrepublik praktisch nicht verwendet. Wirtschaftsunternehmen nutzten zu dieser Zeit hauptsächlich die Programmiersprachen COBOL oder FORTRAN, manchmal PASCAL. In dem Verbundvorhaben WEREX wurde BABYLON für verschiedene Rechnerumgebungen portabel gemacht, um den Einsatz in Unternehmen zu ermöglichen. Es wurden LISP-Interpreter für andere Systeme geschrieben, was damals eine anspruchsvolle Software-Engineering-Aufgabe darstellte.¹¹⁸

Im Laufe des Projekts stellte sich für Christaller heraus, dass der Aufwand zur Erstellung der Portierungsvorlage unterschätzt wurde. Er machte die spezielle Hardware der LISP-Maschinen dafür verantwortlich. Einerseits ermöglichten sie eine schnelle Prototypentwicklung. Andererseits kam es durch sie zu einer unkontrollierten Verwendung von Teilen der spezifischen Entwicklungsumgebung, weswegen der Prototyp von BABYLON lange nur auf LISP-Maschinen lauffähig war.¹¹⁹

Ein weiteres Problem war, dass BABYLON eine sehr gute Kenntnis der KI-Programmiersprache LISP voraussetzte. Ein nicht unwesentlicher Teil der Projektlaufzeit musste dafür aufgewendet werden, alle Projektpartner auf dieses hohe Ausbildungsniveau zu bringen. Im späteren Projektverlauf störte Christaller die heterogene Rechnersituation im Projekt. Nur einer der Industriepartner war überhaupt und auch nur zeitweise in der Lage, eine Referenzinstallation von BABYLON auf einer LISP-Maschine zu implementieren.¹²⁰ Die spezielle Hardware für Expertensysteme entwickelte sich zu einem Hinderungsgrund für die industrielle Anwendung.

An den anderen Verbundvorhaben war die GMD als Unterauftragnehmer beteiligt. Im Verbundvorhaben TEX-B (Basis) sollte eine einheitliche Grundlage (Basis) für technische Expertensysteme geschaffen werden. Dazu waren neue Wissensrepräsentationsformalismen zu entwickeln und zu erproben. Besonders sollten kausale und zeitliche

¹¹⁷ Die Programmiersprache LISP (List Processing (Listen-Verarbeitung)) wurde 1958 von John McCarthy am MIT entwickelt und in der Folge zu einer der wichtigsten Programmiersprachen der KI-Forschung. Stoyan/Görz, LISP, 1986, S. 1–4.

¹¹⁸ Christaller Interview, 2.8.2021, 00:52:33–00:54:17.

¹¹⁹ Ebd.

¹²⁰ Ebd.

Zusammenhänge (temporales Schließen) für Maschinen verarbeitbar gemacht werden. Damit würden neuartige Expertensysteme für naturwissenschaftlich-technische Anwendungen möglich.¹²¹

Im Rahmen des Verbundprojekts TEX-I (intelligente Schnittstelle zu Echtzeit-Prozeßsteuerungen) sollte ein Expertensystem zur Dateninterpretation, Diagnose und Prozessführung eines technischen Systems entwickelt und betrieblich eingeführt werden. Es war zu zeigen, dass ein Expertensystem mit einem technischen System gekoppelt werden kann, um dessen Signale oder Daten zu erfassen und zu interpretieren. In der weiteren Folge sollte das Expertensystem dafür eingesetzt werden können, ein technisches System zu steuern.

Die technischen Systeme, an denen die Expertensystemanwendung in TEX-I untersucht wurde, waren:

- Überwachung einer Kläranlage (Bayer AG)
- Diagnose in der Prüftechnik (ESG)
- Situationsbewertung im Schnellen Brüter (Interatom GmbH)
- Diagnose in Rechnernetzen (Siemens AG Erlangen)
- Meldungsanalyse in Prozessleitsystemen (Siemens AG Karlsruhe)¹²²

Christaller beschrieb WEREX als Infrastrukturprojekt für das TEX-I-Projekt. In WEREX wurde erkannt, wie wichtig die Portierbarkeit der Software war, und es wurden Erfahrungen gesammelt, worauf beim Portieren geachtet werden musste. So war der Anteil der GMD am TEX-I-Projekt weitgehend auf diesen Aspekt zugeschnitten. Das im Projekt TEX-B erstellte System CONSAT (Constraint Satisfaction System) wurde in WEREX in das System BABYLON integriert. Dies illustriert, wie die verschiedenen Verbundprojekte auch im Zusammenhang miteinander standen. Softwareentwicklungsergebnisse aus diesen drei Verbundvorhaben wurden zusammengeführt.¹²³

Das vierte Verbundvorhaben an dem die GMD beteiligt war, war WISDOM (Wissensbasierte Systeme zur Bürokommunikation: Dokumentenbearbeitung, Organisation, Mensch-Computer-Kommunikation). Dieses wurde allerdings nicht von der Expertensystemgruppe der GMD bearbeitet.

Queisser-Kommission und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz

Noch während die Verbundprojekte liefen, bereitete Forschungs- und Technologieminister Heinz Riesenhuber die zweite große Initiative seiner Forschungspolitik vor. Ziel war der Ausbau der Forschungsinfrastruktur auf dem Gebiet der Informationstechnik bei gleichzeitiger stärkerer Beteiligung der Industrie.¹²⁴ Wie auch schon bei der Verbund-

¹²¹ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 47–48.

¹²² Ebd., S. 50–52.

¹²³ Ebd.

¹²⁴ Bundesministerium für Forschung und Technologie, Kurs, 1986, S. 107.

forschung für die Expertensystemtechnologie war das neue Forschungsfeld Künstliche Intelligenz der erste Bereich, in dem die neue Förderstrategie angewendet werden sollte. Nach US-amerikanischen Vorbild, aber auch in Anlehnung an das japanische Institute for New Generation Computer Technology (ICOT), welches zur Organisation des Fifth-Generation-Computer-Systems-Programm gegründet worden war, sollten in der Bundesrepublik sogenannte COEX entstehen. Teilweise sollten bereits bestehende Strukturen zu solchen COEX umgeformt werden, teilweise neue geschaffen werden.¹²⁵

Im Oktober 1985 legte ein von Heinz Riesenhuber eingesetzter Arbeitskreis aus fünf Wissenschaftlern – einer von ihnen war Norbert Szyperski von der GMD – unter Vorsitz von Prof. Hans-Joachim Queisser (geb. 1931) seinen Bericht zur zukünftigen Gestaltung der Forschungsinfrastruktur vor.¹²⁶ Einer der von der Queisser-Kommission genannten Ansatzpunkte war, die Forschungstätigkeit der Großforschungseinrichtungen auszubauen, wobei einige dieser Einrichtungen thematisch umorientiert werden sollten.¹²⁷ Mitarbeiter*innen in den Forschungseinrichtungen sollten nicht weniger als drei Jahre, aber auch nicht mehr als zehn Jahre an einem bestimmten Thema arbeiten. Die Forschungsorganisationen sollten so gestaltet werden, dass sie »die personelle Flexibilität nicht behindern, sondern fördern«. »Es muß ferner vermieden werden, daß durch Verträge zwischen Instituten und Firmen Bindungen entstehen, die Mitarbeiter der Institute beim Überwechseln in dritte Firmen behindern oder in der Nutzung des erworbenen Know-hows einschränken, wenn sie sich selbständig machen wollen.«¹²⁸ Eine dieser politisch gewollten Ausgründungen fand 1987 in der Expertensystemgruppe der GMD statt, als sich ihr Leiter Dieter Bungers entschied, für den Vertrieb des Systems BABYLON ein eigenes Softwareunternehmen, die Infovation GmbH, zu gründen.¹²⁹ Dafür verließ er die GMD und Thomas Christaller wurde sein Nachfolger als Leiter der Expertensystem-Gruppe.

Ein anderer Weg, das Ziel des Ausbaus der Forschungsinfrastruktur auf dem Gebiet der Informationstechnik bei gleichzeitiger stärkerer Beteiligung der Industrie zu erreichen, bestand für das BMFT darin, die direkte Förderung von Projekten der Industrie zu reduzieren, um stattdessen die Projektförderung der Forschungseinrichtungen zu erhöhen. Diese sollten sich dafür allerdings stärker auf Forschung im Vorlauf der Industrie ausrichten. Kapazitätssteigerungen sollten durch Ausbau der Projektstellen in bestehenden Forschungseinrichtungen erreicht werden.¹³⁰ Generell war die Politik des BMFT darauf ausgerichtet, die Industrie bei der Trägerschaft und Finanzierung von Forschungseinrichtungen stärker zu beteiligen.

Ein weiterer Vorschlag war es, Institute auf Zeit zu gründen, in die Mitarbeiter*innen aus Forschungseinrichtungen und Industrie »abgeordnet« wurden, um gemeinsam an

¹²⁵ Giloi, Entwicklung, 1987, S. 20–21.

¹²⁶ Queisser u. a., Bericht, 1985.

¹²⁷ Ebd.

¹²⁸ Bundesministerium für Forschung und Technologie, Rahmenkonzept, 1986, S. 110.

¹²⁹ Ahrweiler, KI-Forschung, 1995, S. 139.

¹³⁰ Ebd.

einem Projekt zu arbeiten und nach Abschluss wieder in ihre ursprünglichen Organisationen zurückzukehren. Diese Form war besonders für Großprojekte gedacht.¹³¹

Die daraus folgende Idee eines neuen KI-Zentrums entstand in einem Spannungsverhältnis zu der bereits existierenden Großforschungseinrichtung für Informationstechnik der GMD. Am deutlichsten wurde der Konflikt in dem Bereich, in dem sich die Forschung der beiden Institutionen thematisch direkt überschneidet: der KI.

Steffen Isensee, der unter anderem für KI zuständige Ministerialbeamte vom BMFT, kündigte 1986 den KI-Forscher*innen die Gründung eines KI-Zentrums an.¹³² Thomas Christaller und Katharina Morik (geb. 1954) von der GMD-Expertensystemgruppe riefen die KI-Wissenschaftler*innen daraufhin auf, den GWAI 1986 zu nutzen, um eigene Vorstellungen einer KI-Förderung nach Beendigung der Verbundprojekte 1987/88 zu entwickeln.¹³³ In der Gesellschaft für Informatik (GI) wurde der Arbeitskreis »Strukturfragen der KI« gegründet und Thomas Christaller zu dessen Vorsitzenden gewählt.¹³⁴

Damit konnte Thomas Christaller nicht nur als Leiter der größten nicht-industriellen Forschungsgruppe für Expertensysteme, sondern auch über die Gesellschaft für Informatik Einfluss auf die Gestaltung des neuen KI-Zentrums ausüben.

Am 27. August 1986 fand im BMFT ein Gespräch statt, bei dem unter anderem auch Thomas Christaller und Katharina Morik von der GMD in ihren Funktionen als Mitglieder des GI-Arbeitskreises »Strukturfragen der KI« teilnahmen. Nachdem die meisten Verbundprojekte des BMFT für KI ausgelaufen sein würden, sollte 1988 mit dem Aufbau eines COEX für KI begonnen werden. Das BMFT würde keine Forschungsinhalte vorgeben, wollte aber das zugehörige Auswahlverfahren gestalten. Das KI-Zentrum sollte von Industrie und BMFT gemeinsam finanziert werden, nach 10 bis 15 Jahren wollte sich das BMFT allerdings aus der finanziellen und juristischen Verantwortung zurückziehen. Nach Christaller und Morik sprach Isensee von einer »Sollbruchstelle«. Er begründete dieses Vorgehen mit den schlechten Erfahrungen des BMFT mit langfristigen Forschungseinrichtungen: Deren Forschungsgegenstand konnte veralten und die Mitarbeiter*innen nicht für andere Aufgaben eingesetzt werden, wobei sie jedoch weiter Kosten für das Ministerium verursachten.¹³⁵ Damit war vermutlich besonders die GMD gemeint.

Den zentralen Streitpunkt zwischen den KI-Wissenschaftler*innen und dem Ministerium bildete die Frage nach der Befristung der Arbeitsverträge.¹³⁶ In der Expertensystemgruppe der GMD waren seit ihrer Gründung die Anstellungsverhältnisse projektlaufzeitgebunden.¹³⁷ Für die Wissenschaftler*innen war die Frage des Anstellungsverhältnisses von besonders hoher Bedeutung: Seit den ersten Reformen in den 1970er-

¹³¹ Ahrweiler, KI-Forschung, 1995, S. 111.

¹³² Christaller/Morik, STRUKTURFRAGEN, 1986, S. 9.

¹³³ Ebd., S. 12.

¹³⁴ Busemann u. a., Überlegungen, 1986, S. 28.

¹³⁵ Ebd.

¹³⁶ Ebd., S. 10.

¹³⁷ Christaller Interview, 2.8.2021, 01:45:41–01:45:51.

Jahren nahmen sie immer wieder eine zentrale Position im Diskurs mit dem Bundesministerium ein.

Inhaltlich wurde von den Wissenschaftler*innen an dem Konzept kritisiert, dass »Expertensysteme eigentlich kein zentrales Forschungsgebiet der KI und auch deduktive Datenbanken eher randständig sind. Beide Themen sind noch eher kurzfristig, dafür fehlen aber gerade die zentralen KI-Gebiete Vision, Robotik und Wissensrepräsentation.«¹³⁸

Interessant ist dabei, dass die KI-Forschenden Expertensysteme in diesem Zusammenhang als randständiges Thema bezeichneten. Dies lag möglicherweise daran, dass die meisten von ihnen in der Grundlagenforschung arbeiteten und dabei weniger mit Expertensystemen zu tun hatten. Andererseits könnte es auch eine Strategie gewesen sein, eine zu anwendungsorientierte Ausrichtung des geplanten KI-Zentrums zu verhindern.

Grundsätzlich sahen die KI-Wissenschaftler*innen die Idee, die verschiedenen KI-Bereiche an einem Ort zu bündeln, sehr positiv. Ihrer Meinung nach war die Grundlagenforschung der frühen 1970er-Jahre gerade dabei, »ihren Weg in die Anwendung« zu finden. Dennoch forderten sie weitere Grundlagenforschung ein, die nicht allein an den Universitäten geleistet werden könne. Mittelständische und kleine Unternehmen könnten sich keine Grundlagenforschung leisten, für sie sollte ein KI-Zentrum diese Forschung übernehmen, so ihre Argumentation.¹³⁹ Die KI-Wissenschaftler*innen formulierten aber auch die Befürchtung, dass nach der Gründung des KI-Zentrums andere, bereits bestehende KI-Forschung und -Lehre geschwächt würden.¹⁴⁰

Kritisch merkten sie an, dass ein KI-Zentrum mit mehr als 20 Wissenschaftler*innen unrealistisch sei, da es in der Bundesrepublik Deutschland und Westberlin gar nicht so viele qualifizierte Wissenschaftler*innen gebe, die von den Hochschulen kommen müssten, ohne dass ein Schaden für die Ausbildung des Nachwuchses entstünde. Sie schlugen im Gegenzug einen stufenweisen Ausbau des KI-Zentrums vor.¹⁴¹

Gründung des DFKI und Ende der ersten Verbundprojekte (1988/89)

1988 und 1989 waren die Arbeiten der GMD noch durch Verbundprojekte geprägt. Diese standen aber kurz vor dem Abschluss. Daher bemühte sich die GMD um Fortführung und neue »Patenschaften« besonders mit großen Anwendern aus der Industrie.¹⁴²

Eigentlich sollten alle Verbundvorhaben vor der Gründung des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) 1988 abgeschlossen sein,¹⁴³ doch wie oben erwähnt begannen manche erst mit über einjähriger Verzögerung. Daher wurde das

¹³⁸ Christaller/Morik, STRUKTURFRAGEN, 1986, S. 11.

¹³⁹ Ebd.

¹⁴⁰ Ebd.

¹⁴¹ Busemann u. a., Überlegungen, 1986, S. 29.

¹⁴² Winkelhage, 20 Jahre GMD, 1988, S. 40.

¹⁴³ Christaller/Morik, STRUKTURFRAGEN, 1986, S. 12.

DFKI bereits gegründet, bevor alle Verbundvorhaben des Förderschwerpunkts »Wissensverarbeitung und Mustererkennung« 1989 beendet waren.

1988 wurde das DFKI in Saarbrücken und Kaiserslautern eröffnet.¹⁴⁴ Die GMD war einer der Gründungsgesellschafter. Gleichzeitig stand ein weiteres Transferinstitut, als welches das DFKI öfters bezeichnet wurde, jedoch in direkter Konkurrenz zur GMD. Beide hatten im Grunde die gleiche Aufgabe, keine Grundlagenforschung aber auch keine Produktentwicklung zu betreiben, sondern, dazwischen, dem Wettbewerb vorgelagerte Forschung zu verfolgen.

In der September-Ausgabe der Zeitschrift KI von 1988 nahm Thomas Christaller Stellung zur Gründung des DFKI aus der Sicht der GMD. Er betonte, dass die GMD bereits seit 1982 im Bereich Künstliche Intelligenz forsche, und hob dabei die zentrale Rolle der Expertensysteme hervor: »Ausgehend von dem Bereich Expertensysteme umfaßten die Forschungsaktivitäten dann Programmierumgebungen für Prolog, Compiler- und Hardwareentwicklungen für LISP und Prolog, hin zu wissensbasierten Mensch-Maschine-Schnittstellen.«¹⁴⁵ Die Themen, auf die sich die GMD von 1988 an konzentrieren wollte, waren nach Christaller massiv parallele Systeme, Assistenzcomputer und »Das aktive Buch«.¹⁴⁶

Zu möglichen Kooperationen zwischen der GMD und dem DFKI verwies Christaller auf schon seit längerer Zeit laufende Kooperationen mit den verschiedenen KI-Lehrstühlen der Universitäten Kaiserslautern und Saarbrücken, die das System BABYLON in einigen ihrer Projekte nutzen würden. Die wissenschaftliche Vision des DFKI einen »intelligenten Fachmann« zu schaffen, der neben Fachwissen auch »Alltagsintelligenz« besitzen sollte, würde sich besonders mit dem Leitvorhaben des »Assistenz-Computers« der GMD ergänzen. Bereits in der Definitionsphase des DFKI habe die GMD Gespräche geführt, um Kooperation bei Themenauswahl und organisatorischen Fragen auszuloten. Christaller schrieb: »Die ungelösten Probleme in der KI-Forschung sind so mannigfaltig und komplex, daß eine Zunahme der daran arbeitenden Wissenschaftler, wie sie durch das DFKI geschieht, nur begrüßt werden kann. Deshalb sieht die GMD in dem DFKI einen interessanten Forschungspartner.« Die Gründung des DFKI ändere nicht viel: Die

¹⁴⁴ Neben dem DFKI gründeten mehrere Bundesländer eigene KI-Zentren aus einem weiteren politischen Konflikt, besonders in Bezug auf die Standortwahl, auf den ich hier aber nicht eingehe. Diese Zentren waren: das Forschungszentrum für Wissensbasierte Systeme (FORWISS) in Bayern, das Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) in Ulm, das Forschungsnetz »Anwendungen der KI in Nordrhein-Westfalen«, die sich in der Arbeitsgemeinschaft der deutschen KI Institute (AKI) mit dem Labor für Künstliche Intelligenz (LKI) in Hamburg und dem Fachbereich KI der GMD in Sankt Augustin zusammenschlossen.

¹⁴⁵ Christaller, Gründung, 1988, S. 29.

¹⁴⁶ Das »aktive Buch« geht auf einen führenden BABYLON-Entwickler, Franco di Primio, zurück. Er fasste Expertensysteme als eine neuartige Textsorte auf, bei der, im Gegensatz zu traditionellen Büchern, die Reaktivierung des in ihnen gespeicherten Wissens nicht mehr ausschließlich in der Verantwortung der Lesenden läge. Expertensysteme könnten nicht nur gelesen werden, sondern würden selbst Fragen an ihre Benutzer*innen stellen. Damit würden sie zu einem »aktiven Buch«, das es überflüssig machen würde, es komplett zu lesen oder in Indizes nachzusehen; sie könnten Antworten liefern, die gerade benötigt würden. Vgl. Di Primio, Darstellung, 1986, S. 58.

GMD würde weiter versuchen, Gespräche über mögliche Kooperationen mit dem DFKI zu führen, so seine öffentliche Einschätzung damals.¹⁴⁷

Besonders der BMFT-Mitarbeiter Isensee versuchte zumindest in der Außenkommunikation eine produktive Kooperation der Expertensystemaktivitäten der GMD und des DFKI herzustellen.

Im Jahr der Gründung des DFKI war der GMD-Schlosstag 1988 von drei Ereignissen besonders geprägt. Norbert Szyperski wechselte vom Vorstandsvorsitzenden zum Aufsichtsratsvorsitzenden. Der Münchner Informatik-Professor und langjährige Leiter des Leibniz-Rechenzentrums Gerhard Seegmüller (1931–2022) wurde sein Nachfolger als neuer Vorstandsvorsitzender und die GMD feierte ihr 20-jähriges Bestehen. Zu diesem Anlass hielt Friedrich Winkelhage aus dem Vorstand der GMD einen Vortrag über deren 20-jährige Geschichte. Winkelhage hob hervor, wie schwierig es für die GMD war, einen Standort zu finden und ein Profil zu bilden, dennoch war seiner Einschätzung nach im Jahr 1988 beides erfolgt.¹⁴⁸ Die Expertensystemgruppe der GMD bezeichnete er 1988 als äußerst erfolgreich: »Die BABYLON-Entwicklung, ein Entwicklungsrahmen für Expertensysteme, ist inzwischen weltweit bekannt und akzeptiert.«¹⁴⁹

Unter den Verbundprojekten waren SUPRENUM und BABYLON zu dieser Zeit die Aushängeschilder für die GMD. Winkelhage nannte das SUPRENUM-Projekt, das UNIBASE-Projekt zur Stärkung der methodischen Basis für die Softwareproduktion bei kleinen und mittleren Software-Unternehmungen sowie die verschiedenen Projekte im Bereich der Künstlichen Intelligenz, die teils federführend, teils durch die Bereitstellung des Instrumentariums BABYLON durch die GMD unterstützt wurden, als die wichtigsten Beispiele für Verbundprojekte. Der GMD sei es gelungen, sich mit den Verbundprojekten als anerkannter und gefragter Partner der Industrie und der Universitäten zu etablieren.¹⁵⁰

Auf diesem Schlosstag zum 20-jährigen Jubiläum der GMD hielt auch Forschungs- und Technologieminister Heinz Riesenhuber erneut eine Rede. Von dem neuen Vorstandsvorsitzenden Gerhard Seegmüller und dem neuen Aufsichtsratsvorsitzenden Norbert Szyperski erwartete er sich eine weitere Vertiefung der Bemühungen der GMD, mit der Industrie zusammenzuarbeiten. Riesenhuber merkte an, dass die Verhandlungen um Seegmüller und Szyperski schwierig waren. Besonders das Öffentliche Dienstrecht stellte er als Hindernis, um bei der Postenvergabe mit dem privaten Sektor konkurrieren zu können, dar.¹⁵¹ Generell sei es eine offene Frage, ob die Organisation eines Großteils der deutschen Wissenschaften, in Großforschungseinrichtungen wie auch Universitäten, nach Bedingungen des öffentlichen Dienstes »erfreulich« gewesen sei, aber dieser Prozess

¹⁴⁷ Christaller, Gründung, 1988, S. 29.

¹⁴⁸ Winkelhage, 20 Jahre GMD, 1988, S. 36.

¹⁴⁹ Ebd.

¹⁵⁰ Ebd.

¹⁵¹ Riesenhuber, Rolle, 1988, S. 45.

sei seiner Einschätzung nach gegenwärtig nicht umkehrbar.¹⁵² Zu Norbert Szyperskis Wechsel in den Aufsichtsrat fügte er hinzu:

Ein Vertreter der Wirtschaft als Aufsichtsratsvorsitzender ist eine gute Sache. Das bedeutet nicht etwa, daß jetzt mit einem kurzfristigen Nützlichkeitsdenken Kapazitäten auf die Wirtschaft umgelenkt werden. Das mag auch eine gute Sache sein, wo es gelingt, aber es ist nicht das eigentliche Ziel.¹⁵³

Riesenhuber betonte auch 1988, dass die Haushalte sehr knapp seien. Die Regierung könne nicht dafür verantwortlich gemacht werden, wenn das Parlament eine einprozentige Kürzung verordnen würde.¹⁵⁴

Der Bundesminister mahnte an, dass auch die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zur Aufgabe einer Großforschungseinrichtung wie der GMD gehöre. Ein wichtiger Aspekt für ihn war dabei eine hohe Fluktuation der wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen in der Wirtschaft. Er erkannte an, dass dies für die Großforschungseinrichtung zur Belastung führte, qualifizierte und erfahrene Mitarbeiter*innen kontinuierlich durch neue ersetzen zu müssen. Die Belastung für das wissenschaftliche Personal, von dem er die Anpassung an die jeweilige Arbeitssituation (Forschung an Universitäten oder in Unternehmen) verlangte, was wiederum auch zu schwieriger zu planenden Lebensentwürfen führen konnte, machte er dabei nicht explizit. Für ihn sei es zwingend notwendig, dass sich »zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ein enges Netz der Zusammenarbeit entwickeln soll«, um eine schnelle Umsetzung wissenschaftlicher Ergebnisse in die »Praxis« zu erreichen. Die Verflechtung von Wissenschaft und Wirtschaft bestand für Bundesminister Riesenhuber zu einem großen Teil in einem verstärkten personellen Austausch.¹⁵⁵

Die Flexibilisierung der Wissenschaft schlug sich damit besonders als eine Flexibilisierung der Arbeitsverhältnisse der einzelnen Wissenschaftler*innen nieder. Wissenschaft wurde immer weniger als eine Aufgabe des Staates wahrgenommen, sondern in Verbindung mit der Wirtschaft als Teil der zivilgesellschaftlichen Sphäre. Als Konsequenz sollten Wissenschaftler*innen nicht mehr nach öffentlichem Recht, sondern zu privatwirtschaftlichen Konditionen angestellt werden. Besonders mit dem Zwang, immer wieder neue Anstellungsverhältnisse finden zu müssen, sollte ein Austausch des Personals mit der Wirtschaft erreicht werden. Mehr wissenschaftliches Personal sollte die Universitäten und Forschungseinrichtungen verlassen und die Unternehmen so mit wissenschaftlichem Know-how versorgen. Damit wurde nun von dem Konzept »Lebenszeitwissenschaftler*in« abgerückt, was die SPD in den 1970er-Jahren nicht durchzusetzen vermochte.

¹⁵² Riesenhuber, Rolle, 1988, S. 41.

¹⁵³ Ebd.

¹⁵⁴ Ebd., S. 42.

¹⁵⁵ Ebd., S. 43.

Für die zukünftige Forschung auf dem Gebiet der Informationstechnik seien nach Meinung Riesenhubers nach 1988 neue Forschungsstrategien erforderlich. Damit bezog er sich auf sein Konzept der Forschung im Verbund und hob hervor, dass dieses Format bei der Forschung an Künstlicher Intelligenz und Parallelrechnern bereits erprobt wurde. 1988 evaluierte das Ministerium diesen 1984 begonnen Versuch. Riesenhuber deutete bereits an, auch wenn die Evaluierung noch nicht abgeschlossen war, dass er den »integrierten Ansatz« als richtig bewertete. Für ihn war aber auch klar, dass dieser nicht wie bisher weitergeführt werden könne. Riesenhuber bewertete die Forschungspolitik auf dem Gebiet der Informationstechnik folgendermaßen: »Wichtig ist, daß der Grundsatz stimmt, und daß das, was wir bis jetzt getan haben, richtig ist. Wir sind noch nicht so weit, wie wir hätten kommen sollen. Aber wir sind auf dem richtigen Weg.«¹⁵⁶

Als Ziel seiner Förderpolitik nannte Riesenhuber in seiner Rede bei der GMD, Strukturen zu schaffen, die von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam getragen werden. Öffentliche Mittel hatten seiner Ansicht nach die Aufgabe, Entwicklungen anzustoßen, die ohne den Staat gar nicht oder nicht schnell genug durchgeführt werden könnten. Er fügte jedoch gleich an:

Es wäre ein gefährliches Mißverständnis zu unterstellen, dieses könnte den Charakter einer dauerhaften Unterstützung haben. Aufgrund der begrenzten Mittel können wir ohnehin nur Signale setzen und neue Strukturen ermöglichen. Es ist nicht der Sinn einer staatlichen Forschungspolitik, daß sich die Wirtschaft auf die Unterstützung des Staates verläßt. Die Wirtschaft würde weniger aggressiv. Ein Unternehmer, der sich entspannt, ist gefährdet. Staatliche Förderung muß immer so angelegt sein, daß das Neue gerade noch angereizt wird und Schwellen, die dem Einzelunternehmen zu hoch erscheinen, gerade noch genommen werden können. Die Förderung darf aber nicht so hoch sein, daß der Geförderte das Gefühl haben könnte, er könnte sich darauf ausruhen.¹⁵⁷

Die Forschung und Entwicklung in der informationstechnischen Wirtschaft und die Wirtschaft allgemein liefen 1988 für Riesenhuber so gut, dass sich die Förderung des Staates auf die Grundlagenforschung konzentrieren könnte. Riesenhuber verstand seine Aufgabe als Forschungs- und Technologieminister folgendermaßen:

Wir müssen neue Instrumente prüfen, beispielsweise Kooperationsinstrumente wie beim International Computer Science Institute in Berkeley oder wie beim Institut für Künstliche Intelligenz in Kaiserslautern/Saarbrücken, wo wir Wissenschaft und Wirtschaft zusammenführen. Wir müssen Strukturen prüfen, die nicht dauerhaft neue Institutionen begründen, da diese erfahrungsgemäß nur außerordentlich schwer abzuschaffen sind und auch dann weiter zu existieren pflegen,

¹⁵⁶ Riesenhuber, Rolle, 1988, S. 43.

¹⁵⁷ Ebd., S. 44.

wenn sich ihre Aufgaben erledigt haben. Schon bei der Gründung von neuen Einheiten sollte man ihr mögliches Ende mitbedenken, das heißt, Institute auf Zeit sind so anzulegen, daß die, die darin arbeiten, wissen, daß sie einen faszinierenden aber begrenzten Auftrag haben.¹⁵⁸

Dies war höchstwahrscheinlich als Seitenhieb auf die GMD zu verstehen. Auch nutzte Riesenhuber hier bereits das DFKI um Druck auf die GMD aufzubauen. Interessant ist auch, dass er das International Computer Science Institute in Berkeley als Beispiel nennt. Szyperski war dort nach seiner Promotion Stipendiat.¹⁵⁹

Diese Idee, Forschung immer flexibler zu gestalten, war einer der Gründe des Konflikts im Vorfeld des DFKI, denn sie stand im Widerspruch zu den Vorstellungen der Forscher*innen, die fixe Stellen und damit Planbarkeit in ihrem Leben anstrebten und sich auch nicht um Folgeprojekte und Vermarktbarkeit ihrer Ideen kümmern, sondern sich auf ihre Forschung konzentrieren wollten.

Als Ziel seiner Forschungsförderung gab Riesenhuber 1988 die Strukturveränderung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft an. Das Mittel um diese Veränderung zu erreichen, war wie er direkt aussprach, Geld.¹⁶⁰

Ende der Verbundvorhaben des Förderschwerpunktes »Wissensbasierte Systeme und Mustererkennung« (1989)

Die Verbundvorhaben des BMFT Förderschwerpunktes »Wissensbasierte Systeme und Mustererkennung« waren alle 1989, ein Jahr nach der Gründung des DFKI, abgeschlossen.¹⁶¹ Nach dem Ende der Projekte erschienen einige Artikel, in denen sie resümiert wurden. 1990 gab Thomas Christaller an, dass das System BABYLON am Ende des Verbundprojekts WEREX mit US-amerikanischen Systemen mithalten könne. Damit sei das wichtigste Ziel, BABYLON »mit ausreichender und erprobter Funktionalität auf eine Vielzahl von Hardware/Software-Plattformen verfügbar zu machen«, für ihn vollständig erfüllt worden.¹⁶² Insgesamt gebe es 60 Installationen von BABYLON, hauptsächlich im Forschungs- und Entwicklungsbereich. Daraus lässt sich aber ableiten, dass das eigentliche Ziel, BABYLON in die Anwendung zu bringen, 1990 nicht erreicht war. Als einen der zentralen Aspekte, die das Verbundprojekt zu einem Erfolg gemacht hätten, hob Christaller hervor, dass bei den Industriepartnern ganz wesentlich Know-how im Expertensystembereich aufgebaut wurde. Für ihn habe das Projekt WEREX dazu geführt, dass

¹⁵⁸ Riesenhuber, Rolle, 1988, S. 44.

¹⁵⁹ Norbert Szyperski, 2014.

¹⁶⁰ Riesenhuber, Rolle, 1988, S. 45.

¹⁶¹ Christaller, Verbundvorhaben, 1990, S. 4.

¹⁶² Ebd.

ADV/Orga¹⁶³ sich am DFKI beteiligte. Insgesamt wurden drei der Verbundpartner bei WEREX Gesellschafter beim DFKI: die GMD selbst, Siemens und ADV/Orga.¹⁶⁴ Aufgrund von WEREX seien bei allen Partnern Folgeprojekte definiert worden, die ab 1990 allerdings vorwiegend in europäischen Konsortien durchgeführt wurden. Die nationale Förderung habe Christallers Meinung nach die westdeutsche Konkurrenzfähigkeit innerhalb der europäischen Gemeinschaft gesteigert. Innerhalb der GMD haben die Erfahrungen mit WEREX zu einer Schwerpunktverschiebung in der Forschung zu Expertensystemen geführt. Die GMD habe begonnen, sich verstärkt dem Thema Wissensakquisition zuzuwenden.¹⁶⁵

Von Seiten des BMFT bewertete Steffen Isensee die Arbeit der Forschungsgruppe Expertensysteme sechs Jahre nach ihrer Gründung öffentlich positiv: »Wenn man heute – nachdem die meisten der Verbundvorhaben ausgelaufen sind – aus der Sicht des Bundesforschungsministeriums Bilanz zieht, so kommt man mit Blick auf die GMD zu einigen durchaus erfreulichen Feststellungen.«¹⁶⁶ Besonders das System BABYLON, welches eigentlich schon vor dem Projekt WEREX existierte, aber während des Projektes weiterentwickelt wurde, stellte Isensee als Entwicklungserfolg des Projekts dar. Der Erfolg begründete sich für ihn darin, dass BABYLON nach Abschluss des Verbundvorhabens in Kooperation mit der VW-GEDAS¹⁶⁷ auf dem Weg zu einem Produkt und zur Vermarktung sei.

Nachdem der vorherige Leiter der Expertensystemgruppe Dieter Bungers mit seiner Firma Infovation GmbH bei der Vermarktung des Systems BABYLON gescheitert und

¹⁶³ ADV/Orga wurde 1962 von dem damals 26 Jahre alten Friedrich A. Meyer in Wilhelmshaven als Ein-Personen-Unternehmen gegründet. In den 1970ern wurde ADV/Orga zu einem der größten westdeutschen Softwareunternehmen. Ende der 1980er geriet ADV/Orga in finanzielle Schwierigkeiten und wurde 1990 von der französischen Sema Group PLC aufgekauft. Vgl. Leimbach, Softwarebranche, 2010, 153–154; 287; 295; 390–394.

¹⁶⁴ Christaller, WEREX, 1990, S. 17.

¹⁶⁵ Ebd.

¹⁶⁶ Isensee, Systeme, 1990.

¹⁶⁷ Die Volkswagen AG gründete 1983 mit Beteiligung von Mitarbeiter*innen des Fraunhofer Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) in den Räumen des Produktionstechnischen Zentrum der TU Berlin die VW-GEDAS-Gesellschaft für technische Datenverarbeitungssysteme als konzerneigene Softwaregesellschaft für technisch-wissenschaftliche Informationssysteme. In der Folge entstand die GEDAS-Gruppe als Tochterunternehmen des Volkswagen-Konzerns. Sie bestand aus der Dachorganisation der GEDAS AG und deren Tochtergesellschaften, hauptsächlich diverse Landesgesellschaften. Hauptaufgabe in der Frühphase war, VW selbst, vor allem aber dessen Zuliefererfirmen, bei der Einführung von CAD und Informationssystemen zu unterstützen. 1993 beschäftigte die VW-GEDAS-Gruppe rund 100 CAD/CAM-Ingenieur*innen und 250 Systementwickler*innen im Bereich der kommerziellen Datenverarbeitung und Datenbanken sowie 50 Angestellte im System-Support. Mit der Zeit erschloss sie sich breitere Kundenkreise, über VW und Automobilindustrie hinaus. Damit wurde sie zunehmend aus den VW Strukturen ausgegliedert und 1998 wurde VW aus dem Firmennamen entfernt. Damit wurde aus VW-GEDAS die gedas AG. 2006 wurde gedas von T- Systems übernommen und der Name gedas aufgegeben. Siehe dazu Spur, Faustkeil, 2004, S. 521–522; operational services GmbH & Co. KG, Historie, o. D.

wieder zur GMD zurückgekehrt war,¹⁶⁸ wurde nun mit dem größeren Industriepartner VW versucht, BABYLON auf den Markt zu bringen. Dies war für Isensee das Bemerkenswerte, was die Expertensystemgruppe der GMD erreicht hatte:

[U]nter frühzeitiger Einbindung von industrieller Anwendungserfahrung eine Entwicklung so weit voranzubringen, daß sie die kritische Schwelle zur Brauchbarkeit im Sinne des Vorläufers eines zukünftigen Produkts erreicht. Dies ist in der Wissenschaft nicht selbstverständlich und leider bisher die Ausnahme.¹⁶⁹

Erst dadurch würden sich Unternehmen für Entwicklungen der Großforschung interessieren. Dies sei genau der Punkt, an dem die industrielle Anwendung von Ergebnissen der Großforschung in der Vergangenheit oft gescheitert sei. Gerade »im Schlüsselbereich hochentwickelter Werkzeuge für Expertensysteme« sei dies bedeutsam, weil, so rechtefertigte er seine Aussage, »die deutschen Anwender bisher ganz überwiegend auf Produkte amerikanischer Herkunft angewiesen sind.«¹⁷⁰ Insgesamt hielt Steffen Isensee im Jahr 1990 die Forschungsgruppe Expertensysteme für enorm bedeutend für die gesamte GMD:

Als der größten außerindustriellen Forschungsgruppe auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland kommt ihr nicht nur ein besonderes wissenschaftliches Gewicht, sondern wegen der Positionsbestimmung der GMD im Wirkungsfeld zwischen Hochschulforschung und Industrie auch eine besondere Rolle zu.¹⁷¹

Auch Josef Wiegand schrieb in seiner historischen Studie dem System BABYLON als erfolgreichstem Technologietransfer der GMD eine hohe Bedeutung zu.¹⁷² Er bezog sich dabei auf den Jahresbericht der GMD von 1989, in dem angegeben wurde, dass BABYLON in über 70 Institutionen der Industrie und im Hochschulbereich genutzt wurde.¹⁷³

In Bezug auf das Förderungsinstrument »Verbundvorhaben« kamen die Beteiligten zu folgenden Einschätzungen. Nach Ansicht Isensees haben die Verbundvorhaben »die Kooperationsbasis mit der Wirtschaft gestärkt«. Besonders die Folgekooperation beim System BABYLON mit der VW-GEDAS würde den Nutzen und die Wirksamkeit dieses neuen Förderungsinstruments belegen.¹⁷⁴

¹⁶⁸ Christaller Interview, 2.8.2021, 00:55:13–00:55:44.

¹⁶⁹ Isensee, Systeme, 1990.

¹⁷⁰ Ebd.

¹⁷¹ Ebd., S. 18.

¹⁷² Wiegand, Informatik, 1994, S. 305.

¹⁷³ Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Jahresbericht, 1989, S. 166.

¹⁷⁴ Isensee, Systeme, 1990.

Thomas Christaller resümierte im Jahr 1990:

Die Verbundprojekte haben Expertensysteme und KI im Allgemeinen bei den beteiligten Firmen überhaupt erst bekannt gemacht und bereiteten so erst deren allgemeine Einführung vor. Die Verbundprojekte machten auch die typischen KI-Programmiersprachen LISP und PROLOG erst in der Industrie bekannt. Zum ersten Mal in der deutschen Geschichte bestand die Gelegenheit mit KI Geld zu verdienen.¹⁷⁵

Seiner Meinung nach trugen die Erfolge der Verbundvorhaben wesentlich zur Gründung der Zentren für KI-Forschung bei. Gesellschafter oder Stifter dieser Zentren seien größtenteils Unternehmen, die auch an den Verbundvorhaben beteiligt waren. Es galt jedoch zu beachten, dass diese Zentren nicht an Standorten gebildet wurden, die in die Verbundvorhaben eingebunden gewesen waren.¹⁷⁶

Zu den Resultaten der Verbundvorhaben schrieb Christaller: »Nach Aussagen der Koordinatoren sind die Vorhaben allesamt erfolgreich verlaufen. Ich denke, daß dies stimmt. [...] Meine Beurteilung gründet sich dabei nicht auf das wissenschaftliche Einzelergebnis, sondern auf die Veränderungen in der wissenschaftlichen und industriellen Infrastruktur.«¹⁷⁷ Diese Äußerung ist bemerkenswert, da Christaller hier weniger als Forscher und mehr wie ein Forschungspolitiker spricht, für den das Ziel des Aufbaus einer Struktur zur Hervorbringung wissenschaftlicher Ergebnisse wichtiger ist, als die einzelnen Ergebnisse.

WEREX sah Christaller im Rückblick als erfolgreich an. Das Konzept der Verbundprojekte hielt er für »im Prinzip praktikabel«. Allerdings merkte er an, dass in der Definitionsphase viel Zeit aufgewendet werden musste (er schreibt »vertan«), um das Konzept in Projektanträge umzusetzen. Ihm zufolge dauerte es ein ganzes Jahr, bis WEREX »produktiv« wurde.¹⁷⁸

Zu den Rahmenbedingungen bemerkte Christaller aus Sicht der GMD: »Die Zusammenarbeit mit dem BMFT war durchgängig gut.«¹⁷⁹ Das vom BMFT vorgeschriebene Finanzierungsschema der Verbundvorhaben bereitete ihm als Projektkoordinator die größten Schwierigkeiten, da es darauf ausgerichtet war, nur solche Arbeiten zu finanzieren, von denen sich die Industriepartner einen finanziellen Gewinn erwarteten. WEREX war allerdings als grundlagenorientiertes Verbundvorhaben konzipiert. Dies beinhaltete ein höheres Entwicklungsrisiko und eine geringere Eigenbeteiligung der Industriepartner an den Aufwendungen der Forschungspartner. Daher wäre der potentielle Nutzen für Christaller sehr schwer abzuschätzen gewesen. Er folgerte im Rückblick, dass eine Markt-

¹⁷⁵ Christaller, Verbundvorhaben, 1990, S. 5.

¹⁷⁶ Ebd., S. 6.

¹⁷⁷ Ebd., S. 5.

¹⁷⁸ Christaller, WEREX, 1990, S. 17.

¹⁷⁹ Ebd., S. 16.

analyse in der Definitionsphase des Vorhabens hätte durchgeführt werden müssen, die auch während der Projektlaufzeit ständig aktualisiert werden hätte sollen.¹⁸⁰

Diese Erkenntnis hätte Christaller dem BMFT gerne rückgemeldet. Dafür schlug er in seinem Text eine Diskussionsrunde aller Koordinatoren der Verbundvorhaben in dem Förderschwerpunkt zur Aufarbeitung der gesammelten Erfahrungen vor. Doch scheinbar zeigte das BMFT wenig Interesse an einem solchen Austausch. Christaller erklärte diesen Umstand mit Blick auf das DFKI durch die inzwischen erneut veränderte Förderpolitik des BMFT. Das DFKI sei, neben den Verbundprojekten, eine neue mögliche Form des Technologietransfers zwischen Forschung und Industrie und damit sei das BMFT vielleicht nicht mehr an seinen Erfahrungen mit dem Förderinstrument Verbundvorhaben interessiert.¹⁸¹

Der Koordinator eines der Verbundprojekte beklagte hier, dass das BMFT wenig Interesse an seinen Erfahrungen zeigte. Das passt auch zu der Aussage von Heinz Riesenhuber, dass 1988, noch bevor die Evaluierung abgeschlossen war, die nächsten Schritte in der Förderpolitik bereits beschlossen waren. Die Politik war geleitet von der Vorstellung Wissenschaft und Industrie zusammenzuführen, die konkreten technologischen Auswirkungen ihrer Maßnahmen wurden dabei wenig berücksichtigt.

Von den 1984 angekündigten 200 Millionen für den Förderschwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung¹⁸² wurden nach Christaller bis 1990 tatsächlich 151 Millionen DM ausgezahlt, von denen 77,3 Millionen DM für den Teilbereich wissensbasierte Systeme und 73,7 Millionen DM für den Teilbereich Mustererkennung ausgegeben wurden.¹⁸³

Ende des Expertensystem-Hypes und Ende der GMD-Expertensystemgruppe (1989–1998)

Expertensystemwerkzeuge waren bei der GMD nach dem 1989 beendeten Verbundprojekt WEREX nicht mehr Gegenstand der Forschung. Es gab nur noch die »Entwicklungsaktivität« in Zusammenarbeit mit der VW-GEDAS. Das im Laufe des WEREX-Projekts immer intensiver diskutierte Thema der Wissensakquisition wurde neben Planen und Maschinellern Lernen zu den Schwerpunkten der Forschungsgruppe Expertensysteme der GMD ab 1990.¹⁸⁴

Thomas Christaller begann einen Artikel über »Expertensysteme in der Praxis« in der Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung und Automatisierung, der ebenfalls in der Dezember-Ausgabe des GMD Spiegels 1991 abgedruckt wurde, mit der Feststellung, dass Expertensysteme seit über zehn Jahren in der Praxis eingesetzt würden, um gleich darauf

¹⁸⁰ Christaller, WEREX, 1990, S. 17.

¹⁸¹ Ebd.

¹⁸² Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Informationstechnik, 1984, S. 78.

¹⁸³ Christaller, Verbundvorhaben, 1990, S. 5.

¹⁸⁴ Ebd.

zu relativieren »allerdings immer noch in geringer Zahl.« In diesem Beitrag versuchte Christaller, die Besonderheiten und prinzipiellen Grenzen von Expertensystemen zu beschreiben. Grundlage für seinen Text war eine Umfrage über die Kosten-Nutzen-Bewertung der Expertensystemtechnik, die die Zeitschrift KI ungefähr ein Jahr vorher durchgeführt hatte. Dazu wurde ein umfangreicher Fragebogen an 58 deutsche Großunternehmen verschickt, von denen 13 Unternehmen antworteten. Christaller argumentierte mit einer Vielzahl persönlicher Gespräche mit Anwender*innen, Entwickler*innen und Wissenschaftler*innen, dass die Ergebnisse der Umfrage verallgemeinerbar seien. Gemäß den Angaben in der Umfrage hatte ein System im Durchschnitt seine Entwicklungskosten nach zwei Jahren wieder eingebracht. Christaller räumte jedoch ein, dass diese Zahl nicht sehr belastbar war, weil sie auf Schätzungen eines Rationalisierungseffekts oder Prognosen beruhte.¹⁸⁵ Die durchschnittliche Lebensdauer eines Expertensystems wurde in der Umfrage mit acht Jahren angegeben.¹⁸⁶ Um diese Aussagen 1991 treffen zu können, hätte schon sehr früh in die Expertensystemtechnologie eingestiegen werden müssen. Vermutlich war auch diese Zahl eher eine Schätzung.

In der Umfrage wurden die Teilnehmenden auch aufgefordert, den Zufriedenheitsgrad mit ihren Expertensystemen in den westdeutschen Schulnoten von 1–6 anzugeben. Im Durchschnitt gaben sie die Note 2,5. Thomas Christaller sah diese Note auch als eine Gesamtbewertung der Expertensystemtechnik: »Der Durchschnitt von 2,5 sollte uns zu denken geben. Die Anwender und Entwickler sind danach mit dem heutigen Stand der Technik nur bedingt zufrieden.«¹⁸⁷

Trotz allem kam Christaller nach der Bewertung der Ergebnisse der Umfrage sowie anhand von zahlreichen Publikationen und Konferenzen, die er allerdings nicht näher ausführte, zu dem Fazit, welches er selbst als Behauptung bezeichnete, dass »sich die ihnen [den Expertensystemen] zu Grunde liegende Technik in der Praxis bewährt hat. Die meisten Unternehmen sind davon überzeugt, daß sich der gezielte Einsatz von Expertensystemen rechnet.«¹⁸⁸

Die drängendsten, ungelösten Probleme der Expertensysteme waren für Christaller im Jahr 1991 klar: »Die Integration mit anderen Leistungssystemen, insbesondere Datenbanken und CAD-Systemen ist unbefriedigend.« Expertensysteme stellten also noch immer Insellösungen dar. Die Wartung von Wissensbasen bezeichnete er als »umständlich und fehleranfällig«. Das Zusammenführen von verschiedenen unabhängig voneinander entwickelten Expertensystemen sei praktisch noch unmöglich.¹⁸⁹

Damit waren die zu lösenden Probleme der Expertensystemtechnologie für die Expertensystemgruppe der GMD im Jahr 1991 im Wesentlichen noch die gleichen, die

¹⁸⁵ Christaller, *Expertensysteme*, 1991, S. 64.

¹⁸⁶ Ebd., S. 64–65.

¹⁸⁷ Ebd., S. 65.

¹⁸⁸ Ebd.

¹⁸⁹ Ebd.

Jürgen Walther bereits 1985 beschrieben hatte.¹⁹⁰ All diese Probleme waren Christallers Meinung nach nicht durch pragmatische Lösungen aus der Praxis in den Griff zu bekommen, sondern nur durch zusätzliche Grundlagenforschung. Zusätzlich forderte er, dass die vorliegenden Forschungsergebnisse stärker in die Praxis übernommen werden sollten.¹⁹¹ Das ist bemerkenswert, wurde doch meist den Wissenschaftler*innen vorgeworfen, sie würden sich zu wenig für praktische Anwendungen interessieren. Hier drehte Christaller dieses Argument um und warf der Wirtschaft vor, sich zu wenig für die Ergebnisse der Wissenschaft zu interessieren.

Generell war er der Ansicht, dass sich Expertensysteme langsam aber stetig in der Praxis verbreiten würden. Dennoch gestand er ein: »Eine ganze Reihe von Erwartungen, die Anfang der achtziger Jahre vertreten wurden, ließen sich nicht erfüllen.« Dazu zählte er die »Automatisierung der Wissensakquisition, Relevanz der Erklärungsfähigkeit und größere Komplexität der Anwendungsbereiche.« Expertensysteme waren laut Christaller als eine Art Wundertechnik dargestellt worden. »Aber wenn es kein Wissen gibt oder keine Formalisierung möglich ist, so kann man auch kein Expertensystem bauen.«¹⁹²

Als Belege für die Erfolge der Forschung bis 1991 führte er die Systematisierung von Problemklassen in Diagnose und Konstruktion, die Systematisierung von geeigneten Problemlösungsmethoden sowie die Entwicklung einer methodischen Vorgehensweise für den Wissensakquisitionsprozess an.

Die Integration von Expertensystemen mit Datenbank- und CAD-Systemen prognostizierte er als schwieriger, als es die meisten Vertreter*innen seines Fachs 1991 annahmen. Bei vielen, vor allem kommerziell angebotenen Werkzeugen ging man 1991 davon aus, dass eine SQL-Schnittstelle ausreichend sei, doch Christaller hielt eine Remodellierung von Datenbankeinträgen für ihre Verwendung in einem Expertensystem für unumgänglich. Die Folge sei eine redundante Datenhaltung, die weitere Probleme bei der Wartung von Expertensystemen verursachen würde. Gleiches gelte für die Verbindung von Expertensystemen mit CAD-Systemen. Auch die zunehmende Verbreitung von objektorientierten Datenbanken oder CAD-Systemen würde nicht helfen, da die Objekte vollkommen verschieden definiert und verwendet würden. Zuerst müsste eine Standardisierung des Objektkonzepts erfolgen, um objektorientierte Expertensysteme mit objektorientierten Datenbank- oder CAD-Systemen integrieren zu können.¹⁹³

Auf dem Schlosstag 1991 waren die Neuorientierung der deutschen Forschungslandschaft nach der Wiedervereinigung und der Wechsel von Aufsichtsratsvorsitz und Vorstandsvorsitz der GMD die wichtigsten Themen. Der Vorstandsvorsitz wurde von Prof. Dr. Gerhard Seegmüller an Prof. Dr. Dennis Tschritzis (geb. 1943) übergeben. Der Aufsichtsratsvorsitzende Prof. Dr. Norbert Szyperski schied aus dem Amt, neuer Aufsichtsratsvorsitzender wurde Dr. Werner Gries (1940–?), der bis dahin Ministerialdirektor im

¹⁹⁰ Christaller, Expertensysteme, 1991, S. 65.

¹⁹¹ Ebd.

¹⁹² Alle Zitate entnommen aus Ebd.

¹⁹³ Ebd., S. 66.

Bundesforschungsministerium war. Werner Gries war ein langjähriger Weggefährte von Heinz Riesenhuber. Riesenhuber sagte, er kenne ihn seit ungefähr 15 Jahren aus der Politik. Riesenhuber hob in seiner Rede die Kombination von Gries als Wirtschafts- und Naturwissenschaftler hervor.¹⁹⁴ Nachdem auch schon mit Szyperski ein Aufsichtsratsvorsitzender berufen worden war, der über naturwissenschaftliche und wirtschaftliche Kompetenzen verfügte, zeigte sich hier erneut, wie wichtig es Riesenhuber war, dass die Leitung einer Großforschungseinrichtung jemand innehatte, der nicht nur über wissenschaftliche Expertise verfügte, sondern auch wirtschaftlich dachte.

Die Auswirkungen der Wiedervereinigung integrierte Riesenhuber in sein laufendes Programm der Neustrukturierung der Forschungslandschaft. Im Wesentlichen fühlte sich Riesenhuber für die Folgen der Wiedervereinigung für die Wissenschaft nicht zuständig, sondern appellierte an die individuellen Wissenschaftler*innen:

Was wir erreichen müssen, ist nicht nur eine Strukturierung der Forschungslandschaft – hier sind wir auf einem gutem [sic] Weg –, sondern eine gesamte Arbeitssituation, in der sich der Geist der Wissenschaft in allen Ländern Deutschlands gleichermaßen entwickelt. Jeder einzelne benötigt neuen Schwung. Wesentlich ist, daß man nicht nur nach oben zum Staat schaut, um abzuwarten was der vielleicht vorgibt, wie wir es vierzig Jahre erlebt haben im Osten Deutschlands. Jeder einzelne muss auf die eigenen Möglichkeiten, auf die eigene Kreativität bauen, um die eigene Zukunft gestalten zu können. Das muß überall selbstverständlich sein. Und es kann nur aus der Initiative eines jeden einzelnen selbst entstehen.¹⁹⁵

Auch in der Wissenschaftspolitik wurde bei einer so enormen Aufgabe wie der Wiedervereinigung Deutschlands die individuelle Verantwortung betont und die Rolle des Staates, zumindest in den Reden, heruntergespielt. Auch 1991 betonte der Forschungs- und Technologieminister erneut, dass die Haushalte extrem begrenzt seien und begründete es dieses Mal mit den Folgen der Wiedervereinigung.¹⁹⁶ Negativ erwähnte er das Scheitern des SUPRENUM-Projekts:

Da kann man manchmal Wege gehen, die sich als unerfreulich herausstellen. In dieser Hinsicht war beispielsweise SUPRENUM kein durchschlagender Erfolg. Wissenschaftlich glanzvoll, wirtschaftlich nicht unbedingt beglückend. Aber man muß aus Fehlern lernen. Eine Forschung ohne Flops ist keine Forschung, sondern eine Reproduktion des Status quo.¹⁹⁷

¹⁹⁴ Riesenhuber, Aufgabe, 1991, S. 23.

¹⁹⁵ Ebd., S. 24.

¹⁹⁶ Ebd.

¹⁹⁷ Ebd., S. 25.

Mit dem öffentlichen Anerkennen des Scheiterns dieses Vorzeigeprojekts der GMD stieg die Bedeutung eines Erfolgs von BABYLON noch zusätzlich.

Riesenhuber betonte in seiner Rede, dass er es bewusst vermieden habe, der GMD Aufgaben für die Zukunft in allen Details darzustellen. Als Teil der Regierung sah er seine Aufgabe nicht darin, eine Vision für die Zukunft zu entwerfen, die dann von den Instituten wie der GMD umgesetzt werden soll. Dies würde für ihn die Zukunft nicht ermöglichen, sondern sie verschließen. »Die Zukunft ist nur interessant, solange sie offen ist«, meinte er dazu.¹⁹⁸

Zentrale Aufgabe für jede Großforschungseinrichtung in den 1990er-Jahren sei es, eine Rechtfertigung für ihre Existenz zu erbringen. Es müsse klar werden, wie sie sich von anderen Einrichtungen, er nannte hier Universitäten, die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft, unterscheiden.¹⁹⁹ Der weitere Verlauf der Geschichte zeigte, dass die GMD diese Rechtfertigung nicht erbringen konnte, da sie in mehrere Institute der Fraunhofer-Gesellschaft überführt wurde.

Steffen Isensee versuchte bis 1991 die GMD und das DFKI so aufzustellen, dass sich beide Institutionen kooperativ ergänzten: »Die GMD ist einer der elf Gesellschafter des DFKI und hat somit sowohl Einfluß auf die wissenschaftliche Ausrichtung als auch unmittelbare Kenntnis der Forschungsarbeiten am DFKI.«²⁰⁰ Als Beispiel, wie die praktische Kooperation dieser beiden Institutionen aussehen könnte, nannte Isensee das 1990 gerade anlaufende Projekt TASSO (Technische Assistenzsysteme zur Verarbeitung ungenauen Wissens), welches im geplanten Verbundvorhaben BEHAVIOR²⁰¹ durchgeführt werden sollte. GMD und DFKI sollten als zwei der insgesamt vier Partner des Verbundvorhabens kooperativ zusammenarbeiten.²⁰²

1991 übernahm Bernd Reuse (1942–?) von Steffen Isensee die Leitung des Referats Informatiksysteme im BMFT, dessen größter Einzelposten die Förderung der Künstliche Intelligenz war.²⁰³ Dieser Wechsel hatte Folgen für die Expertensystemgruppe der GMD. Nach Aussage Thomas Christallers wollte Bernd Reuse die gesamte KI-Forschung im DFKI bündeln. Es sollte neben dem DFKI zumindest keine anderen vom Bund finanzierten Forschungseinrichtungen in Westdeutschland geben, die sich mit KI beschäftigten. Reuse strebte die Auflösung der GMD-Expertensystemgruppe an, doch sein Hauptabteilungsleiter, in der Hierarchie des Ministeriums sein Vor-Vorgesetzter, Dr. Werner Gries, wurde 1991 auch Aufsichtsratsvorsitzender der GMD und verhinderte das zu-

¹⁹⁸ Riesenhuber, Aufgabe, 1991, S. 26.

¹⁹⁹ Ebd.

²⁰⁰ Isensee, Systeme, 1990.

²⁰¹ BEHAVIOR war ein vom BMBF gefördertes Verbundvorhaben (FKZ 01 IV/203 B8) bei dem das Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung, die GMD, die Siemens AG, die Universität Hamburg und die STN ATLAS Elektronik GmbH gemeinsam zu modellbasierten Wissensrepräsentation und Schlussfolgerungsverfahren für technische Systeme forschten und in prototypischen Expertensystemen erprobten. Vgl. Brinkop u.a., Integration, 1995, S. 46–47.

²⁰² Isensee, Systeme, 1990.

²⁰³ Reuse, Förderung, 1994, S. 48.

nächst. Jedoch merkte Thomas Christaller, dass vom Ministerium keine Projektanträge der Expertensystem Gruppe der GMD mehr genehmigt wurden. Deshalb suchten sie verstärkt die Kooperation mit Wirtschaftsunternehmen und bemühten sich erfolgreich um Fördermittel der Europäischen Gemeinschaft.²⁰⁴

Nach der Ankündigung Japans, eine neue Computergeneration entwickeln zu wollen, investierten Firmen in die Forschung mit großer Profiterwartung. Das Versprechen der großen technologischen Revolution mit der Künstlichen Intelligenz und Expertensystemen wirkte.²⁰⁵ Das BMFT schrieb bereits 1988 in seiner Publikation zum Förderschwerpunkt Wissensverarbeitung und Mustererkennung, dass die bisherigen Ergebnisse des japanischen Fifth-Generation-Computer-Systems-Projekt hinter den von ihnen ausgegebenen Zielen zurückblieben.²⁰⁶ Anfang der 1990er-Jahre wurde absehbar, dass das japanische Forschungsprojekt zu den Computern der fünften Generation die hochgesteckten Ziele nicht erreichen würde und die Expertensystemtechnologie die hohen Erwartungen, die an sie gestellt wurden, ebenso enttäuschen würde.²⁰⁷ Die Möglichkeit, Programmierer*innen überflüssig zu machen, wie sie Jürgen Walther 1985 beschrieben hatte, stellte sich beispielsweise als noch unerreichbar dar.²⁰⁸ Ab 1992 kam es zu einer allgemeinen Rezession in der Informationstechnologie, für die die Expertensysteme besonders verantwortlich gemacht wurden. Damit erfüllte sich 1992/93 die Befürchtung, die unter anderem vom BMFT schon 1988 mit der Metapher vom »KI-Winter« beschrieben wurde.²⁰⁹

Im Sonderheft der Fachzeitschrift KI von 1994 fasste Thomas Christaller die damaligen anwendungsorientierten Arbeiten des Instituts für angewandte Informationstechnik der GMD zusammen. Dabei konzentrierte er sich vorwiegend auf mehrjährige Projekte. Der Begriff »Expertensystem« kam dabei nicht mehr vor. Viele der Methoden der vorgestellten Projekte hätten zuvor noch zu Expertensystemen gezählt, zum Beispiel das Verbundvorhaben »Fall- und modellbasierte Methoden in der Gebäudearchitektur (FABEL)«. Es wurde auch versucht, ältere Ansätze mit neuen zu verbinden, wie bei »Maschinellern Lernen für eine attraktive Zugangskontrollpolitik in Telekommunikationssystemen (Mobal)«. In diesem Projekt sollten eine Umgebung für manuellen Wissenserwerb, eine Inferenzmaschine sowie Methoden des maschinellen Lernens zusammengeführt werden. In Kooperation mit Alcatel Alstom Recherche, Paris ging es um die Entscheidung, welche Angestellten welcher Firma, die Zugriff auf ein verteiltes Netzwerk hatten, welche Wartungsarbeiten an Komponenten des Netzwerks vornehmen dürfen. Modal sollte dafür in der Lage sein, eine existierende Zugriffsdatenbank zu analysieren und daraus Regeln für Zugriffsrechte der einzelnen Angestellten abzuleiten. Fehlerhafte Regeln sollten mit einer Wissensrevisionskomponente korrigiert werden. Nach Christal-

²⁰⁴ Christaller Interview, 2.8.2021, 01:01:11–01:08:44.

²⁰⁵ Sträter, Jahre, 1993, S. 23; Sträter, Jagd, 1994, S. 14.

²⁰⁶ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 16–17.

²⁰⁷ Sträter, Jahre, 1993, S. 23; Sträter, Jagd, 1994, S. 14.

²⁰⁸ Walther, Expertensysteme, 1985, S. 15.

²⁰⁹ Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Wissensverarbeitung, 1988, S. 19–20.

ler prüfte Alcatel 1994 gerade, ob der Prototyp durch Erweiterung um eine spezielle Benutzerschnittstelle firmenweit zum Einsatz kommen könnte.²¹⁰

Christaller beschrieb auch das 1994 nun abgeschlossene Projekt TASSO, welches von Steffen Isensee 1990 noch als Beispiel für die mögliche fruchtbare Kooperation von GMD und DFKI genannt wurde.²¹¹ Allerdings erwähnte Christaller 1994 das DFKI mit keinem Wort als Projektpartner.²¹²

Zehn Jahre nach Beginn der KI-Forschungsförderung des BMFT wurde sie 1994 von der Beratungsfirma Arthur D. Little (ADL) evaluiert. Auch weitere Akteure in der KI und im Ministerium nahmen das Jubiläum zum Anlass, Stellung zu nehmen und über die Maßnahmen zu reflektieren. Das Ziel des Erhalts und Aufbaus der Forschungsinfrastruktur und die Förderung des Forschungsstandortes Deutschland für KI wurde von ADL als überdurchschnittlich erfüllt eingeschätzt, während Transfer und anwendungsorientierte Zielsetzungen als unterdurchschnittlich bewertet wurden. Die kommerzielle Umsetzung der Forschungsergebnisse wurde als unbefriedigend befunden.²¹³ Bernd Reuse vom BMFT blickte im Jahr 1994 auf die Informatikförderung der 1980er-Jahre zurück und kam zu der Einschätzung, dass es die Aufgabe der 1980er-Jahre gewesen sei, Grundlagenforschung zu unterstützen und Forschungsinfrastruktur aufzubauen und zu erhalten. Unter dieser Maßgabe kam er zum Fazit, dass durch die Förderung eine sehr gute wissenschaftliche Infrastruktur an deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Informatik erkennbar sei. Die weiteren Forschungsziele nach 1994 würden sich, so Reuse, primär aus konkreten Anforderungen der Wirtschaft ableiten.²¹⁴

Neben dem DFKI wurden Ende der 1980er-Jahre die Forschungszentren der Bundesländer für Wissensverarbeitung von Bernd Reuse als deutsche »Centers of Excellence« bezeichnet.²¹⁵ 1995 wurde die GMD von »Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH« in »GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH« umbenannt. Die Namensänderung wurde im Dezember 1994 vom Vorstand der GMD beschlossen, weil Mathematik und Datenverarbeitung nicht mehr den Arbeitsinhalten entsprechen würden. Der Namenswechsel sollte die inhaltliche wie organisatorische Neuausrichtung der GMD auch nach außen hin vermitteln.²¹⁶ Diese Umbenennung verdeutlicht auch die gestiegene Bedeutung des Zusammenschlusses von Forschung in Zentren.

Letztendlich scheiterte auch die VW-GEDAS mit der Vermarktung des Softwaresystems BABYLON, wofür Christaller die Ursache in der nicht zu erreichenden Kompatibilität mit der in Wirtschaftsunternehmen üblichen Softwareumgebung der KI-Programmierung vermutete.²¹⁷ Die speziellen KI-Programmiersprachen LISP und PROLOG

²¹⁰ Christaller, Anwendungen, 1994, S. 83–84.

²¹¹ Ebd.

²¹² Ebd.

²¹³ Fritsch, Evaluierung, 1994.

²¹⁴ Reuse, Förderung, 1994, S. 48.

²¹⁵ Ebd., S. 49.

²¹⁶ Der neue Name ist Programm, 1995, S. 6.

²¹⁷ Christaller Interview, 2.8.2021, 01:37:58–01:43:33.

fanden in der Wirtschaft keine ausreichende Verbreitung und das Problem, die KI-Programme in verbreitetere Programmiersprachen zu übersetzen, konnte, wie oben ausgeführt, nicht zufriedenstellend gelöst werden.

Thomas Christaller sagte über die Auswirkungen des Endes des Hypes um Expertensysteme auf die Forschungsgruppe der GMD: »Also die hat es dann so nicht mehr gegeben.«²¹⁸ Christaller hat die Forschungsgruppe in den frühen 1990er-Jahren in der Anwendung stärker auf geografische Informationssysteme in der Raum- und Regionalplanung ausgerichtet. Expertensysteme waren aus dem Entwicklungsstrang der Informationssysteme entstanden. Damit kam es also wieder zu einer gewissen Rückbesinnung auf die Ursprünge. In der Grundlagenforschung baute er den Robotikbereich aus. Christaller gab an, in den frühen 1990er-Jahren überzeugt gewesen zu sein, dass autonome Fahrzeuge kurz vor der technischen Machbarkeit stünden. Die Grundfragen der Forschungsgruppe blieben für ihn von dem Verschwinden des Begriffs Expertensystem aber unberührt: Wie repräsentiert man Wissen? Wie macht man Schlussfolgerungen? Wie bestimmt man, was die nächste Handlung ist? Der Kontext, in dem diese Fragen gestellt wurden, die konkreten Anwendungen und die Mittel oder Verfahren, mit denen man versuchte, diese Fragen zu beantworten, wandelten sich; aber die Fragen blieben für ihn bestehen.²¹⁹

Personell veränderte sich die Gruppe seiner Wahrnehmung nach kaum, auch wenn er durchaus merkte, dass sich in der GMD die zunehmenden Zeitverträge auswirkten. Die Fluktuation hatte sich erhöht, doch der Kern der Gruppe blieb bestehen.²²⁰ Die Forschungsgruppe Expertensysteme wurde um 1998 aufgelöst.

Dass das Prestigeprojekt BABYLON (wie auch zuvor schon SUPRENUM) letztendlich nicht als Erfolg dargestellt werden konnte, war sicherlich nicht der alleinige Grund, dass die GMD mit der Fraunhofer-Gesellschaft fusioniert wurde, jedoch trug es dazu bei. Wie Isensee schrieb, hatte die Expertensystemgruppe eine wesentliche Bedeutung für die Positionsbestimmung der GMD im Wirkungsfeld zwischen Hochschulforschung und Industrie. Die Auflösung der Gruppe war sicherlich ein wesentlicher Faktor, dass es der GMD insgesamt nicht gelang, die bereits von Riesenhuber geforderte Rechtfertigung für ihre Existenz zu erbringen. Bis 2001 wurde sie in mehrere unterschiedliche Institute der Fraunhofer-Gesellschaft überführt. Große Teile der Belegschaft wehrten sich dagegen, weil sie sich nicht mit dem Auftrag und der Arbeitsweise der FhG, der Entwicklung für die Industrie, identifizieren konnten.²²¹

Thomas Christaller wurde 1998 Leiter des Instituts für Autonome intelligente Systeme (AiS) in Sankt Augustin, welches im Jahr 2006 unter seiner Leitung zum noch heute existierenden Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) wurde.²²²

²¹⁸ Christaller Interview, 2.8.2021, 01:36:11

²¹⁹ Ebd., 01:36:33–01:45:41.

²²⁰ Ebd.

²²¹ Computerwoche, Aufsichtsrat, 2000.

²²² Heinrich Boell Stiftung, Prof. Dr. T. Christaller, o. D.

Resümee

In der Expertensystementwicklung der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung lassen sich drei Phasen unterscheiden, die auf unterschiedliche Weise von der Forschungspolitik geprägt waren. Bereits die Gründung der Forschungsgruppe Expertensysteme Anfang der 1980er-Jahre war eine Konsequenz der Forschungspolitik des vorherigen Jahrzehnts. Die Großforschung auf dem Gebiet der Informatik, die Ende der 1960er-Jahre entstand, geriet im Zuge der Wirtschaftskrisen der 1970er-Jahre in strukturelle Schwierigkeiten und wurde von der Politik zunehmend hinterfragt. Zusätzlich veränderte sich in der Politik der Anspruch an die Forschungs- und Technologiepolitik fundamental: sie wurde zunehmend als Strukturpolitik zur Förderung der nationalen Wirtschaft interpretiert. Nun wurde nicht mehr nur die bloße Förderung von Grundlagenforschung, deren Ergebnisse schon irgendwie ihren Weg in die kommerzielle Anwendung finden würden, als staatliche Aufgabe gesehen.²²³ Den Ergebnistransfer – die Verflechtung von Wissenschaft und Wirtschaft – machte sich die Politik als Aufgabe zu eigen. Die sozial-liberale Regierung unternahm bereits erste Versuche, unternehmerische Elemente in das Wissenschaftssystem einzuführen. Diese beschränkten Maßnahmen erzielten allerdings kaum Veränderungen. Mit dem Regierungswechsel 1982/83 wurden die Reformen vom CDU-geführten BMFT vehementer umgesetzt. Es wurde eine anwendungsorientierte Forschung gefordert; akademische Forschung und praktische Anwendung sollten stärker miteinander verzahnt werden. In den frühen Veröffentlichungen der Forschungsgruppe Expertensysteme ist die Übernahme dieses politischen Anspruchs deutlich erkennbar.

Die GMD sollte in einer Nische zwischen Hochschulen und Industrie angewandte, aber keine Grundlagenforschung betreiben, die prinzipiell anwendbare Software, aber keine fertigen Softwareprodukte hervorbringen sollte. Speziell die Expertensystemtechnologie eignete sich, um diesen ansonsten sehr schwierig zu erfüllenden Anspruch zu erfüllen. Die Entwicklung von Expertensystem-Shells benötigte hochausgebildetes Personal und Grundlagenforschung. Anschließend konnte die Expertensystem-Shell einem industriellen Unternehmen zur Verfügung gestellt werden, welches die Wissensbasis für die konkrete Anwendung ergänzen konnte, um daraus ein marktfähiges Produkt zu erstellen. Außerdem stellte das Forschungs- und Technologieministerium klar, dass es die bloße Erstellung von Wissensbasen als nicht förderwürdig erachtete.

In der Anfangsphase der Expertensystem-Gruppe von 1983 bis 1985 ging es der Gruppe darum, zu zeigen, dass Expertensysteme prinzipiell in der Praxis angewandt werden konnten. Studien der prinzipiellen technischen Machbarkeit wurden vom BMFT als ausreichend angesehen, obwohl konkrete Ergebnisse in Form von tatsächlich kommerziell erfolgreichen Produkten nicht existierten. In der Folge wurde begonnen, für die Bundesrepublik völlig neue Förderinstrumente im Bereich der Expertensysteme einzusetzen.

²²³ Wiegand, Informatik, 1994, S. 278.

Mit dem 1984 eingerichteten Förderschwerpunkt »Wissensverarbeitung und Mustererkennung« wurden für die Forschung an Expertensystemen zunächst 44,7 Millionen DM zur direkten Förderung bereitgestellt. Bedingung für diese Förderung war aber, dass die Forschung in Form der sogenannten Verbundvorhaben durchgeführt wurde. Damit begann die zweite Phase, in der das neue Finanzierungsmodell der Verbundvorhaben die Arbeit der Forschungsgruppe Expertensysteme bestimmte. Die Einbeziehung industrieller Unternehmen verursachte zu Beginn eine einjährige Verzögerung. Projektpartner zu finden und Wissenschaft und Wirtschaft in die Lage zu versetzen, zusammenzuarbeiten, dauerte länger als geplant. Auch die Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungskonzepten in konkrete Projektanträge zog sich. Das verwundert bei der Einführung eines neuen Förderinstruments allerdings nicht unbedingt, da die Abläufe noch nicht eingespielt waren. Besonders die Grundlagenorientierung des Verbundvorhabens WEREX wurde vom Projektkoordinator der GMD als Problem in Bezug auf die vorgeschriebenen Finanzierungsschema wahrgenommen, denn damit waren ein höheres Entwicklungsrisiko und geringere Eigenbeteiligung der Industriepartner an den Aufwendungen der Forschungspartner verbunden. Dies war aber vermutlich im Sinne des Fördergebers, der besonders anwendungsorientierte Forschung fördern wollte.

Die Forschungsgruppe Expertensysteme der GMD versuchte in dem von ihr geleiteten Verbundvorhaben, Expertensysteme portierbarer zu machen, was Anfang der 1980er-Jahre als eines der zu lösenden Schlüsselprobleme für die Verbreitung der Technologie erkannt wurde. Dies stellte sich aber als schwieriger als ursprünglich angenommen heraus.

Nach dem Abschluss der Verbundprojekte bemühten sich alle Beteiligten, die Form der Verbundprojekte positiv darzustellen. Vom Ministerium wurde der Versuch der VW-GEDAS, das Expertensystem-Werkzeug BABYLON zu vermarkten, als Beleg für den Wert der Verbundvorhaben angeführt. Von der GMD wurde die nach wie vor fehlende kommerziell erfolgreiche Anwendung damit kaschiert, dass die Verbundprojekte Expertensysteme bei den beteiligten Firmen bekannt gemacht hätten. Auch der Umstand, dass die meisten beteiligten Unternehmen weiter in diese Technologie investierten, indem sie sich an den verschiedenen Zentren beteiligten, wurde als Erfolgsnachweis angeführt.

Der Forschungs- und Technologieminister Riesenhuber zeigte jedoch wenig Interesse an den Erfahrungen der Verbundvorhaben. Bereits vor der Evaluation stand für ihn fest, dass sich die Förderpolitik des BMFT erneut ändern würde. Die Politik war geleitet von der Vorstellung Wissenschaft und Industrie zusammenzuführen, die konkreten technologischen Auswirkungen ihrer Maßnahmen wurden dabei wenig berücksichtigt.

Noch während die Verbundvorhaben liefen, wurde bereits die nächste Reform des Wissenschaftssystems vorbereitet. Bundesminister Riesenhuber wollte, nach US-amerikanischen Vorbild, sogenannte »centers of excellence« einführen, in denen mehrere wirtschaftliche Unternehmen zusammen mit der akademischen Wissenschaft forschten. Längerfristig sollte sich der Staat als Finanzier zurückziehen. Die GMD sollte als bestehende Organisation schrittweise zu einem COEX umstrukturiert werden und das DFKI zunächst als zeitlich befristetes Zentrum hinzukommen. Von den KI-Wissenschaftler*innen

wurde die Organisation in einem Zentrum mitgetragen, aber es entstand ein Konflikt um die Frage der Anstellungsverhältnisse.

Damit begann der Übergang zur dritten Phase. Während zuerst eine Kooperation zwischen GMD und DFKI angestrebt wurde, stieg mit der Zeit der Druck auf die Großforschung allgemein und auf die Expertensystemgruppe besonders. Im Gegensatz zu den 1970er-Jahren, als das Modell Großforschung allgemein und Großforschung in der Informatik speziell nur hinterfragt wurde, forderte die Politik in den 1990er-Jahren offen einen Beweis ihrer Existenzberechtigung ein. Schließlich gab es mit dem DFKI mittlerweile ein alternatives Modell.

Nach dem Ende der ersten Verbundvorhaben und des internationalen Hypes um Expertensysteme lässt sich eine dritte Phase der Expertensystemgruppe in der GMD erkennen. Nach den ersten Verbundvorhaben wurde von der Entwicklung von Expertensystemwerkzeugen Abstand genommen und sich stärker der Wissensakquisition gewidmet. Mit dem Ende des internationalen Hypes war der Gruppe der begriffliche Kern ihrer Tätigkeit abhandengekommen. Dementsprechend war diese Zeit von der Suche nach einem neuen verbindenden Element der unterschiedlichen Methoden und Ansätze geprägt. Geoinformationssysteme, autonomes Fahren usw. wurden in Betracht gezogen. Man versuchte auch, neue Methoden mit alten zu verbinden. Schließlich gelang es mit den »Autonomen intelligenten Systemen« erfolgreich einen integrierenden Begriff zu finden. Damit konnte auch die Gruppe im Wesentlichen zusammengehalten werden. Auch wenn sich Methoden und Anwendungskontext veränderten, blieb mit den grundlegenden Fragestellungen eine Kontinuität erhalten.

Letztlich scheiterte auch die VW-GEDAS damit, aus der Expertensystem-Shell der GMD ein kommerziell erfolgreiches Produkt zu schaffen. Damit scheiterte ein weiteres Prestigeprojekt der GMD, noch dazu eines, das vorher oft als herausragendes Beispiel für einen erfolgreichen Technologietransfer genannt wurde. Sicherlich war dies nicht der einzige Grund, aber das Scheitern trug dazu bei, dass die geforderte Existenzberechtigung der GMD nicht erbracht werden konnte. Vertreter des BMFT hatten die Bedeutung der Expertensystemgruppe für die Wahrnehmung der gesamten GMD durch das Ministerium früher ausdrücklich hervorgehoben. 2001 wurde die GMD in die Fraunhofer-Gesellschaft überführt. Die ehemalige Forschungsgruppe Expertensysteme blieb jedoch größtenteils als Institut für Autonome intelligente Systeme innerhalb der FhG bestehen.

Im Fall der GMD und der Expertensysteme spiegelte sich die Geschichte der Technologie und der Institution, die sie hervorbrachte, auf faszinierende Weise wider. Expertensysteme bildeten eine Zeit lang einen Begriff, der verschiedene Technologien zusammenbrachte und unter dem sie gemeinsam weiterentwickelt wurden. Ab einem gewissen Zeitpunkt war der sie zusammenhaltende Begriff nicht mehr adäquat und sie verschwanden als eigenständige Softwaresysteme, die einzelnen Teiltechnologien wurden jedoch Bestandteile anderer technologischer Assemblagen. Genauso war die GMD als forschungspolitisches Konstrukt ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr adäquat, die Institute, aus denen sie bestand, wurden aber teilweise unter gleichem Namen und häufig mit identischer personeller Zusammensetzung Teil der Fraunhofer-Gesellschaft.

Die eingangs gestellte Frage, wie die Expertensystementwicklung der GMD von der Forschungspolitik beeinflusst wurde, lässt sich zusammenfassend folgendermaßen beantworten: Angefangen bei der Einrichtung der Forschungsgruppe selbst, ihrer Forschungsprogrammatisierung, der Ausrichtung auf die Erstellung von Expertensystemwerkzeugen ohne Wissensbasis, über die organisatorische Trennung von Hard- und Softwareentwicklung bei Expertensystemen, die Ausgründung ihres ersten Leiters, den Wechsel der Ausrichtung von Werkzeugen zur Wissensakquisition nach den Erfahrungen der ersten Verbundvorhaben bis zu ihrer Auflösung bzw. ihren Wandel am Ende der 1990er-Jahre lassen sich all diese Ereignisse auf die Forschungs- und Technologiepolitik zurückführen. Die Arbeit der Expertensystemgruppe war massiv von der Forschungspolitik des BMFT geprägt, sie folgte den Vorgaben der Politik. Deshalb eignet sich ihr Beispiel in besonderem Maße dazu, die Auswirkungen der Forschungspolitik des BMFT zu untersuchen.

Die Verbindung von Wissenschaft und Industrie wurde hier nur von Seiten der Wissenschaft beleuchtet. Eine ergänzende Untersuchung der Wirtschaft, insbesondere zu den an den Verbundvorhaben beteiligten Unternehmen, würde weiteren Erkenntnisgewinn bringen. Auch ein Vergleich der GMD-Expertensystemgruppe mit der Arbeit der Expertensystemgruppe in der Nixdorf Computer AG bietet sich an: Dort arbeitete man ebenso an der Entwicklung einer Expertensystem-Shell. Solche und weitere Studien, die Perspektiven aus der Wirtschaft und den Medien in stärkerem Maß miteinbeziehen, können zu einer Darstellung der Geschichte der Expertensysteme innerhalb der westdeutschen Geschichte der Künstlichen Intelligenz beitragen.

Vertiefte Forschung zu dem Verständnis von »Wissen« und dessen Rolle bei der »Wissensverarbeitung« der 1980er- und frühen 1990er-Jahre könnte einen wertvollen Beitrag zur Wissensgeschichte liefern. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wurde der Wissensbegriff in diesem Text als Quellenbegriff behandelt. Eine fundierte Untersuchung des Wissensbegriffs in der westdeutschen KI und dessen Auswirkung auf das Verständnis von und den Umgang mit dem Begriff »Wissen« ist ein Ansatzpunkt für weitere Analysen.

In diesem Sinne bietet die hier vorliegende Arbeit nicht nur einen ersten Überblick über den Zusammenhang von Forschungspolitik und Expertensystementwicklung am Beispiel dieser Forschungssparte in der GMD, sondern wirft weitreichendere Fragen nach sozio-ökonomischen, aber auch begrifflichen Entwicklungen in der Geschichte der bundesdeutschen KI auf.

Literatur

- : Die künftigen Institute der GMD. In: GMD-SPIEGEL 13 (1983), H. 1, S. 45–46.
- : Forschungsgruppe Expertensysteme in der GMD. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik (1983), H. 32, S. 69–71.
- : Die GMD nimmt Kurs auf die neunziger Jahre. In: GMD-SPIEGEL 16 (1986), H. 2, S. 8–10.
- : Künstliche Intelligenz – eine Technologie von morgen. In: GMD-SPIEGEL 16 (1986), H. 3/4, S. 44.
- : Der neue Name ist Programm: GMD - Forschungszentrum Informationstechnik GmbH. In: GMD-SPIEGEL 25 (1995), H. 2, S. 6.
- : Featured Fellow: Norbert Szyperski. In: ICSI Gazette 12 (2014), H. 1, S. 1, 6–9, <https://www.icsi.berkeley.edu/icsi/gazette/2014/04/norbert-szyperski> (27.4.2023).
- Ahrweiler, Petra: Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs. Münster 1995.
- Becker, Barbara: Wissen und Problemlösung im Spiegel neuer Entwicklungen der Computertechnologie. Dortmund 1986.
- Birkenbihl, Klaus: Wie es früher war: Aus den Anfängen der »Künstlichen Intelligenz«. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik (1987a), H. 45, S. 71–74.
- : Wie es früher war: Aus den Anfängen der »Künstlichen Intelligenz«. In: GMD-SPIEGEL 17 (1987b), H. 1, S. 43–45.
- Bonse, Eric: Wissen ist Macht. Modernisierungspolitik am Beispiel der »Künstlichen Intelligenz«. Hamburg 1991.
- Brinkop, Axel u. a.: Die Integration verschiedener Modellierungsarten für die Modellbasierte Diagnose. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik 9 (1995), H. 6, S. 46–50.
- Bundesministerium für Forschung und Technologie: Rahmenkonzept zum Ausbau der Grundlagenforschung für die Informationstechnik. Bonn 1986.
- Bundesministerium für Forschung und Technologie: Neuer Kurs in der Informationstechnikförderung. Mehr Grundlagenforschung, weniger Geld für die Industrie. Bonn 1986.
- Busemann, Stephan u. a.: Überlegungen zu einem Zentrum für Künstliche Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik (1986), H. 43, S. 28–30.
- Christaller, Thomas: Die Gründung des DFKI aus der Sicht der GMD. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik (1988), H. 3, S. 29.
- : Die Verbundvorhaben im Bereich Wissensbasierte Systeme und Mustererkennung. Vorbemerkungen zu den Einzeldarstellungen. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik 4 (1990), H. 1, S. 4–6.
- : WEREX: Werkzeugsystem für Konstruktion und Betrieb von Expertensystemen. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik 4 (1990), H. 1, S. 15–17.
- : Expertensysteme in der Praxis. Was leisten sie und welche Zukunft haben sie? In: GMD-SPIEGEL 21 (1991), H. 3/4, S. 63–66.
- : Anwendungen im Forschungsbereich Künstliche Intelligenz der GMD. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik (1994), Sonderheft, S. 83–84.
- Christaller, Thomas; Morik, Katharina: AK »STRUKTURFRAGEN DER KI« IM FA 1.2 INFORMIERT (KIZ). In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik (1986), H. 43, S. 9–12.
- Computer History Museum: Edward Feigenbaum. 2012 Fellow, <https://computerhistory.org/profile/edward-feigenbaum/> (21.7.2023).

- Computerwoche: GMD-Aufsichtsrat stimmt Fusion mit der Fraunhofer-Gesellschaft zu. Europas größtes IT-Forschungszentrum entsteht. In: Computerwoche (14.4.2000), <https://www.computerwoche.de/a/gmd-aufsichtsrat-stimmt-fusion-mit-der-fraunhofer-gesellschaft-zu,1074477> (30.4.23).
- Der Bundesminister für Forschung und Technologie: Informationstechnik. Konzeption der Bundesregierung zur Förderung der Entwicklung der Mikroelektronik, der Informations- und Kommunikationstechniken. Bonn 1984.
- : Künstliche Intelligenz: Wissensverarbeitung und Mustererkennung. Bonn 1988.
- Di Primio, Franco: Darstellung von »Wissen«. Der Computer auf dem Weg zum »aktiven Buch«. In: GMD-SPIEGEL 16 (1986), H. 3/4, S. 54–58.
- Feigenbaum, Edward A.; McCorduck, Pamela: Die Fünfte Computer-Generation. Künstliche Intelligenz und die Herausforderung Japans an die Welt. Basel/s.l. 1984, doi.org/10.1007/978-3-0348-6528-9.
- Fritsch, Michael: Evaluierung des Förderschwerpunkts »Künstliche Intelligenz« des BMFT. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik 8 (1994), Sonderheft zur KI-94, S. 43–47.
- Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung: Jahresbericht der GMD 1989. Sankt Augustin 1989.
- Giloi, Wolfgang: Sozio-ökonomische Randbedingungen bei der Entwicklung innovativer Rechnersysteme. In: GMD-SPIEGEL 17 (1987), H. 4, S. 14–21.
- : The SUPRENUM supercomputer. Goals, achievements, and lessons learned. In: Parallel Computing 20 (1994), H. 10-11, S. 1407–1425.
- Hertzberg, Joachim; Klar, Walter: GWA! 84 - Eine Nachlese. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft für Informatik (1984), H. 35/36, 33-35.
- Heßler, Martina: Der Erfolg der Dummheit. In: Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin 25 (2017), H. 1, S. 1–35.
- Heinrich Boell Stiftung: Prof. Dr. T. Christaller. Emeritierter Professor für Künstliche Intelligenz (Universität Bielefeld), <https://www.boell.de/de/person/thomas-christaller> (21.3.2023).
- Heinz Nixdorf MuseumsForum: Als Computer zu Experten wurden. Beitrag im HNF-Blog (Neues von gestern aus der Computergeschichte), 25.5.2016, <https://blog.hnf.de/als-computer-zu-experten-wurden/> (30.4.2023).
- Isensee, Steffen: Wissensbasierte Systeme auf dem Weg von der Forschung zur Anwendung. In: GMD-SPIEGEL 20 (1990), H. 1, S. 18–19.
- Lax, Gregor: Das »lineare Modell der Innovation« in Westdeutschland. Eine Geschichte der Hierarchiebildung von Grundlagen- und Anwendungsforschung nach 1945. Berlin 2015.
- Leimbach, Timo: Die Softwarebranche in Deutschland. Diss. Ludwig-Maximilians-Universität München und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, 2010.
- Malsch, Thomas u. a.: Expertensysteme in der Abseitsfalle? Fallstudien aus der industriellen Praxis. Berlin 1993.
- Manhart, Klaus: Eine kleine Geschichte der Künstlichen Intelligenz. Expertensysteme – die KI wird praktisch: 1975 bis 1985. In: Computerwoche (14.12.2022), <https://www.computerwoche.de/a/eine-kleine-geschichte-der-kuenstlichen-intelligenz,33305375> (30.4.2023).
- McDermott, John: R1: an Expert in the Computer Systems Domain. In: AAAI-80: Proceedings of the First AAAI Conference on Artificial Intelligence. Sanford, California 1980, S. 269–271, <https://cdn.aaai.org/AAAI/1980/AAAI80-076.pdf> (25.7.2023).
- Mertens, Peter; Borkowski, Volker; Geis, Wolfgang: Betriebliche Expertensystem-Anwendungen. Eine Materialsammlung. Berlin/Heidelberg 1988.
- Minsky, Marvin: A Framework for Representing Knowledge. Massachusetts Institute of Technology A. I. Laboratory Artificial Intelligence Memo No. 306. Massachusetts 1974, <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/6089/AIM-306.pdf?sequence=2> (25.7.2023).

- Müller, Bernd: JURISTISCHE INFORMATION UND METHODEN DER INFORMATIK. In: GMD-SPIEGEL 9 (1979), H. 1, S. 68–69.
- Newell, Allen; Simon, Herbert: The Logic Theory Machine. A Complex Information Processing System. RAND Corporation report 15.6.1956, S. 25–63, <http://shelf1.library.cmu.edu/IMLS/MindModels/logictheorymachine.pdf> (25.7.2023).
- Newell, Allen; Shaw, John Clifford; Simon, Herbert: Report on a General Problem-Solving Program. In: UNESCO (Hrsg.): Information Processing. Proceedings of the International Conference on Information Processing, UNESCO, Paris 15–20 June 1959. Paris/München/London 1960, S. 256–264.
- Nilsson, Nils J.: Die Suche nach künstlicher Intelligenz. Eine Geschichte von Ideen und Erfolgen. Berlin 2014.
- operational services GmbH & Co. KG: Historie, <https://www.operational-services.de/en/ueber-uns/historie> (5.7.2023).
- Puppe, Frank: Einführung in Expertensysteme. Berlin/Heidelberg 1988, doi.org/10.1007/978-3-662-00706-8.
- Queisser, Hans-Joachim u. a.: Informationstechnik. Förderung der institutionellen Forschung und Entwicklung. Bonn 1985.
- Rammert, Werner (Hrsg.): Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie. Frankfurt (Main)/New York 1995.
- Rammert, Werner u. a.: Wissensmaschinen. Soziale Konstruktion eines technischen Mediums; das Beispiel Expertensysteme. Frankfurt/Main 1998.
- Reuse, Bernd: Förderung der Anwendung der Künstlichen Intelligenz durch den Bundesminister für Forschung und Technologie. In: KI Künstliche Intelligenz: Forschung, Entwicklung, Erfahrungen. Organ des Fachbereichs 1 »Künstliche Intelligenz« der Gesellschaft für Informatik 8 (1994), Sonderheft zur KI-94, S. 48–52.
- Riesenhuber, Heinz: Eine Wissenschaft im Wandel. Zukunftskonzept Informationstechnik 2000 – Zur Rolle der GMD. In: GMD-SPIEGEL 18 (1988), H. 2/3, S. 41–47.
- : Zur Aufgabe der GMD. In: GMD-SPIEGEL 21 (1991), H. 3/4, S. 22–26.
- Schank, Roger C.; Abelson, Robert P.: Scripts, Plans, Goals and Understanding. An Inquiry into Human Knowledge Structures. Hillsdale, N.J. 1977.
- Schauz, Désirée: Nützlichkeit und Erkenntnisfortschritt. Eine Geschichte des modernen Wissenschaftsverständnisses. Göttingen 2020.
- Schnupp, Peter; Leibrandt, Ute: Expertensysteme. Nicht nur für Informatiker. Berlin/Heidelberg 1986, doi.org/10.1007/978-3-662-00752-5.
- Simon, Dagmar u. a. (Hrsg.): Handbuch Wissenschaftspolitik. 2., vollständig bearbeitete Auflage. Wiesbaden 2016.
- Sodan, Angela: Uniclisp: ein neues LISP-System für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz. In: GMD-SPIEGEL 16 (1986), H. 2, S. 13–19.
- Spur, Günter (Hrsg.): Vom Faustkeil zum digitalen Produkt. Ein kulturgeschichtlicher Beitrag zur Entwicklung der Berliner Produktionswissenschaft. München 2004.
- Stoyan, Herbert; Görz, Günther: LISP. Eine Einführung in die Programmierung. 1., korrigierter Nachdr. Berlin 1986.
- Sträter, Winfried: Die fetten Jahre sind vorbei. Rezession bei den Informatikern: 60 erfolglose Bewerbungen und mehr / Angst vor Arbeitslosigkeit prägt Studienalltag / Illusionen sorgten für den Forschungsboom der achtziger Jahre. In: die tageszeitung (19.11.1993), H. 4167, S. 23, <https://taz.de/Die-fetten-Jahre-sind-vorbei/11590471/> (21.3.2023).
- : Keine Jagd mehr auf Informatiker. Die Entlassungswellen der Elektronikbranche schwappen über die Informatiker / Früher von der Industrie gelockt, nährt man sich jetzt von prekären Jobs / Arbeitschancen in der Versicherungsbranche? In: die tageszeitung (19.2.1994), H. 4244, S. 14, <https://taz.de/11575929/> (21.3.2023).
- Thomas, Uwe: Bekanntmachung über die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet der Informationsverarbeitung vom 08.03.1984. In: Rundbrief der Fachgruppe Künstliche Intelligenz der Gesellschaft für Informatik (1984), H. 33, S. 75–78.

- Thuy, Nguyen Huu Chau; Schnupp, Peter:
Wissensverarbeitung und Expertensysteme.
München/Wien 1989,
doi.org/10.1515/9783110704341.
- von Bülow, Andreas: Die forschungspolitischen
Aufgaben im Bereich der Informationstechno-
logie. In: GMD-SPIEGEL 11 (1981), H. 4,
S. 25–31.
- Walther, Jürgen: Expertensysteme – Vorboten
einer neuen Technologie. Die Künstliche
Intelligenz beherrscht die fünfte Computer-
generation. In: GMD-SPIEGEL 15 (1985), H. 1,
S. 8–16.
- Weingart, Peter; Taubert, Niels (Hrsg.): Das
Wissensministerium. Ein halbes Jahrhundert
Forschungs- und Bildungspolitik in Deutsch-
land. Weilerswist 2006.
- Wiegand, Josef: Informatik und Großforschung.
Geschichte der Gesellschaft für Mathematik
und Datenverarbeitung. Frankfurt am Main
1994.
- Winkelhage, Friedrich: 20 Jahre GMD.
Stationen einer Großforschungseinrichtung.
In: GMD-SPIEGEL 18 (1988), H. 2/3, S. 35–41.
- Wullweber, Joscha: Hegemonie, Diskurs und
politische Ökonomie. Das Nanotechnologie-
Projekt. Baden-Baden 2010.

Das Münchener Intellektik Komitee: Diskussionsforum und Netzwerk in der frühen bundesdeutschen Kognitionswissenschaft

Helen Piel



Mitte des letzten Jahrhunderts entwickelte sich in den USA eine neue Forschungsrichtung, die sich durch den Zusammenschluss mehrerer Disziplinen (s. Abb. 1) und unter Zuhilfenahme des Computers mit der Frage beschäftigte, wie Kognition funktioniert. Kognition, darunter fallen – nach dem lateinischen *cognoscere* für »erkennen« – Denken, Wahrnehmen, Erinnern, Problemlösen und verwandte mentale Vorgänge.¹ An sich war dies kein neues Forschungsgebiet; die Philosophie und Psychologie beschäftigten sich natürlich schon länger mit diesen Prozessen.² In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wandten sich in den USA allerdings Teile der Psychologie von allem Mentalem ab: Was nicht empirisch beobachtbar war, könne nicht Teil einer seriösen Wissenschaft sein. Der sogenannte Behaviourismus erforschte deshalb nur beobachtbare Reize und Reaktionen, aber fragte nicht nach den Zwischenschritten im Gehirn.³

Eine der zentralen Neuerungen der sich entwickelnden Forschungsrichtung, die das Mentale und Kognitive nach der sogenannten »Kognitive Wende« Mitte des 20. Jahrhunderts⁴ wieder explizit miteinbezog und sich im englischsprachigen Raum schließlich *cognitive science* und in Deutschland Kognitionswissenschaft nannte, war der Computer. Grundprämisse der Kognitionswissenschaft war und ist, dass kognitive Vorgänge Informationsverarbeitungsprozesse sind. Basierend auf der sogenannten Computermetapher,⁵ wurde Kognition darüber hinaus als grundsätzlich analog zu Computerprozessen ange-

1 Einen sehr detaillierten Eintrag zu »Kognition« gibt es im »Wörterbuch der Kognitionswissenschaft«. Darin wird auch die Verwendung des Begriffs »Kognition« in der Kognitionswissenschaft und der Künstlichen-Intelligenz-Forschung eingeordnet sowie unterschiedliche Verständnisse dessen, wie Kognition abläuft, erläutert. Vgl. Strube, Kognition, 1996. Erstmals stand das Wort »Kognition« 1991 im Rechtschreibduden, das Adjektiv »kognitiv« wird seit 1980 geführt. Siehe <https://www.duden.de/rechtschreibung/Kognition> und <https://www.duden.de/rechtschreibung/kognitiv> (beide 6.2.2023).

2 Howard Gardner zum Beispiel, der Psychologe, dessen »Dem Denken auf der Spur« die erste Überblicksarbeit zur Kognitionswissenschaft ist, versteht dieses Fach »als einen zeitgenössischen Versuch, sehr alte erkenntnistheoretische Fragen auf empirischem Wege zu beantworten.« Gardner, Denken, 1989, S. 17.

3 Das Gehirn gilt dabei erst seit dem 17. Jahrhundert als »Denkorgan«; davor war meist das Herz Sitz des Geistes. Cobb, Idea, 2020, S. 15.

4 Die Kognitive Wende, die im Englischen noch stärker als *cognitive revolution* bezeichnet wird, beschreibt ein Standardnarrativ, das zur Gründungsgeschichte der Kognitionswissenschaft sowie relevanter Disziplinen, wie zum Beispiel der Kognitiven Psychologie, gehört. Für Problematisierungen siehe z.B. Radick, Unmaking, 2016; Sturm/Gundlach, Geschichte, 2013; Von Eckardt, Science, 1993. Teilweise kommt Kritik am Begriff auch aus der Psychologie selbst: siehe z.B. O'Donohue/Ferguson/Naugle, Structure, 2003; Tack, Abschiedsvorlesung, 2005; Hobbs/Chiesa, Myth, 2011.

5 Zur Computermetapher siehe z.B. Piel/Seising/Götter, Computer, 2022; Goschler, Metaphern, 2008; Cohen-Cole, Reflexivity, 2005; Draaisma, Metaphernmaschine, 1999; Crowther-Heyck, Miller, 1999. Draaisma bespricht dabei auch andere in der Hirnforschung genutzte Metaphern. Siehe dazu auch Cobb, Idea, 2020; Borck, Fühlfäden, 1999; Borck, Toys, 2012.

sehen. Damit ergab sich auch ein methodisches Vorgehen: Der Abgleich zwischen dem Problemlöseverhalten von Versuchspersonen und möglichen Modellierungen dieser Vorgänge durch Computerprogramme – insbesondere durch solche der Künstlichen-Intelligenz-Forschung – gehörte zur wissenschaftlichen Praxis. Für die Kognitionswissenschaft war der Computer damit Werkzeug und theoretischer Ideengeber zugleich.

Ebenso zeichnete sich die Forschungsrichtung durch die gewünschte interdisziplinäre Zusammenarbeit der »kognitiven Wissenschaften« aus: Neben der Psychologie und Philosophie fielen Künstliche-Intelligenz (KI)-Forschung, Linguistik, Neurowissenschaften und Anthropologie darunter. Idealerweise trugen alle Felder zur Erforschung der Kognition bei, auch wenn Projekte nur selten unter Beteiligung von Forschenden aller Disziplinen durchgeführt wurden. Heute kann Kognitionswissenschaft als konsekutiver Studiengang an drei Universitäten in Deutschland studiert werden.⁶ Eine Gesellschaft für Kognitionswissenschaft wurde 1994 gegründet und besteht bis heute.⁷ Die deutschsprachige Zeitschrift »Kognitionswissenschaft« wurde allerdings nach neun Bänden wieder eingestellt.⁸

Wie aber gestalteten sich die Anfänge der Kognitionswissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland? Während es bereits Mitte der 1970er-Jahre ein vom Bundesministerium für Forschung und Technik (BMFT) gefördertes Projekt gab, das sich explizit der Kognitionswissenschaft zuordnete (das Projekt PROKOP am Bildungstechnischen Zentrum, Zweigstelle Darmstadt),⁹ tat sich die Forschungsrichtung anfangs schwer, institutionell Fuß zu fassen. Die Institutionalisierung des ebenfalls neuen und eng mit der Kognitionswissenschaft verwandten Forschungszweigs der KI hatte dagegen in der Bundesrepublik Mitte der 1970er-Jahre begonnen, insbesondere durch die Gründung der Fachgruppe »Künstliche Intelligenz« innerhalb der Gesellschaft für Informatik (GI) 1975.¹⁰ Ein darin angesiedelter Arbeitskreis »Kognition« wurde erst 1983 eingerichtet. Die KI-Community veranstaltete seit 1981 jährliche Workshops – die German Workshops on Artificial Intelligence, kurz GWAI. Deren Wurzeln reichen allerdings weiter zurück: Jörg Siekmann (geb. 1941), Herausgeber des Tagungsbandes des ersten GWAI, bezeichnete zuvor ausgerichtete Fachtreffen als Vorläufer dieser Workshops.¹¹

Dieses Kapitel zeichnet die Bemühungen einer Gruppe von Münchener Wissenschaftler*innen nach, die in den 1980er-Jahren auszuloten versuchte, was KI-Forschung

⁶ An der TU Darmstadt und den Universitäten Osnabrück und Tübingen. Andere Universitäten bieten nur Bachelor- oder nur Master-Studiengängen an, oder mit der Kognitionswissenschaft verwandte Studiengänge wie bspw. »Kognitive Informatik« in Bielefeld. Vgl. »Studienmöglichkeiten«, https://www.gk-ev.de/?page_id=19 (4.4.2023).

⁷ Schult, Aufbruch, 1994. Die amerikanische Cognitive Science Society gibt es seit 1979.

⁸ Weber, Editorial, 2002. Die amerikanische Zeitung »Cognitive Science« erscheint seit 1977 bis heute.

⁹ Böcker/Fischer/Kling, Projekt, 1975; CUU-Projekt, 1977.

¹⁰ Plau/Piel, Intelligenz, im Erscheinen; Ahrweiler, Intelligenz-Forschung, 1995, S. 75–78. Das Projekt PROKOP wurde auf dem zweiten Treffen der Gruppe KI-Interessierter, das 1975 im Rahmen der GI-Jahrestagung stattfand, vorgestellt.

¹¹ Siekmann, Workshop, 1981.

und Kognitionswissenschaft sind und wer sich vor Ort mit diesen Themen beschäftigte. Dieser »Münchener Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science« (auch »Münchener Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Kognitionsforschung« oder »Münchener Intellektik Komitee«, kurz MIK) traf sich erstmals im Dezember 1982. Er existierte zehn Jahre lang, wobei er bereits vor seinem offiziellen Ende in einen »Dornroeschenschlaf« verfiel.¹² Das MIK, so die These, erfüllte in erster Linie zwei eng miteinander verknüpfte Funktionen: Der Arbeitskreis diene als inhaltliches Diskussionsforum und bot Forschenden die Möglichkeit, sich (hauptsächlich lokal) zu vernetzen. In der Arbeitsweise gibt es viele Ähnlichkeiten zum Harvard Center for Cognitive Studies, das heute als erstes US-amerikanisches Institut für Cognitive Science zählt,¹³ strukturell und personell aber auch große Unterschiede.

Die Unterlagen Christian Freksas (1950–2020) bilden die Hauptquelle für die Aktivitäten des MIK. Freksas Nachlass wurde dem Projekt »IGGI – Ingenieur-Geist und Geistes-Ingenieure« am Deutschen Museum übergeben.¹⁴ Oral-History-Gespräche mit den Initiatoren bieten zusätzliche Hintergrundinformationen.¹⁵ Darüber hinaus gibt es nur wenig Quellen zu den Gesamtaktivitäten des MIK, da der Arbeitskreis nie als gemeinsam forschende Gruppe tätig war. 1984 richtete er allerdings – gemeinsam mit dem Arbeitskreis »Kognition« der KI-Fachgruppe der GI, mit der es personelle Überschneidungen gab – einen Workshop aus. Der zugehörige Tagungsband »Kognitive Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion« erschien 1986.¹⁶

¹² E-mail Wolfgang Ertel, 14.3.1990, Christian Freksa Nachlass (CFN)/1/6/64, Nachlass (NL) 369, Archiv des Deutschen Museums (DMA).

¹³ Walter/Stephan, Einleitung, 2013, S. 2; Cohen-Cole, Science, 2007, S. 567.

¹⁴ NL 369, DMA. Der Nachlass ist bis dato nicht katalogisiert. Für diese Arbeit wurden vorläufige Signaturen erstellt.

¹⁵ Interview mit Gerhard Dirlich (Interviewerin Helen Piel), 26.4.2022; Interview mit Christian Freksa (Interviewerin Helen Piel), 18.8.2020; Interview mit Ulrich Furbach (Interviewer Rudolf Seising), 3.12.2020. Für eine differenzierte Entgegnung zur Kritik der Unzuverlässigkeit (und für einige deshalb auch Unzulässigkeit) von Oral History (OH) als historische Quelle, siehe Thomson, *Memories*, 1998. Thomson hebt insbesondere hervor, dass man sich als Historiker*in bewusst sein muss, welche Art Information OH liefern kann (wichtig ist auch, sich des Wechselspiels zwischen Interviewer*in und Zeitzeug*in bewusst zu sein): Zum einen sind dies Informationen über Dinge, die in schriftlichen Quellen nicht auftauchen, weil sie für zu offensichtlich (bspw. die Funktion eines Instruments) oder für unwichtig (bspw. Hausarbeit) befunden wurden. Zum anderen erfährt man etwas darüber, wie Personen die Zeit erfahren haben und wie sie diese Zeit und ihre Rolle darin im Nachhinein einordnen: »if history is not just concerned with finding out about the past, but is also about the significance of the past in the present, then oral history provides a key with which to unlock that relationship«. Thomson, *Memories*, 1998, S. 27–28. Den Aspekt der Narrative in OH-Gesprächen und den Umgang damit in der Wissenschaftsgeschichte hebt auch Paul Merchant hervor. Vgl. Merchant, *Oral Historians*, 2019. Dabei bezieht er sich unter anderem auf die Arbeit von Soraya de Chadarevian, die für Geschichte der Molekularbiologie in Nachkriegs Großbritannien Interviews führte und den Umgang mit OH reflektiert hat: de Chadarevian, *Interviews*, 1997.

¹⁶ Dirlich u.a., *Aspekte*, 1986.

Die Sekundärliteratur zur Geschichte der Kognitionswissenschaft (und auch der KI), insbesondere für den bundesdeutschen Kontext, ist überschaubar. Neben Beiträgen, die von Akteur*innen selbst stammen,¹⁷ hat sich die Wissenschaftssoziologin Petra Ahrweiler mit der Entwicklung der KI-Forschung in Deutschland beschäftigt, wobei sie auch die Kognitionswissenschaft anspricht.¹⁸ Ebenfalls wissenschaftssoziologisch ist James Flecks Studie über den anglo-amerikanischen Raum.¹⁹ Die Arbeiten zur Kognitionswissenschaft der Philosophin Manuela Lenzen sowie die des Historikers Thomas Sturm und des Psychologen Horst Gundlach sind ebenfalls eher auf anglo-amerikanische als auf deutsche Entwicklungen fokussiert.²⁰ Die historischen Arbeiten von Jamie Cohen-Cole, Harvey Graffs Analyse der Cognitive Science in Hinblick auf ihre Interdisziplinarität und Carlos Baums STS-Perspektive auf den sogenannten »Sloan Report« von 1978 besprechen ausschließlich die US-amerikanische Geschichte.²¹ Die Beiträge des Sammelbandes »New Perspectives on the History of Cognitive Science« nehmen vornehmlich eine philosophische Perspektive ein.²²

Um im Folgenden die Rolle des Münchener Arbeitskreises in der frühen bundesdeutschen Kognitionswissenschaft nachzuzeichnen, werde ich zunächst die Hintergründe zu dessen Gründung beleuchten. Anschließend steht der Arbeitskreis als Diskussionsforum im Mittelpunkt, bevor ich mich seiner Funktion als Netzwerk zuwende. Vergleiche mit dem Harvard Center for Cognitive Studies, eine der ersten US-amerikanischen kognitionswissenschaftlichen Forschungsgruppen, werden die Ähnlichkeiten und Unterschiede im Aufkommen der Forschungsrichtung in der Bundesrepublik und den USA herausheben.

¹⁷ Für die Kognitionswissenschaft siehe bspw. Gardner, *Science*, 1987; Hirst, *Making*, 1988; Von Eckardt, *Science*, 1993; Miller, *Revolution*, 2003; Boden, *Mind*, 2006; Mandler, *History*, 2007; Dupuy, *Origins*, 2009. Für die bundesdeutsche KI, siehe bspw. Konrad, *Geschichte*, 1998; Bibel, *Beginnings*, 2006; Bibel/Furbach, *Formierung*, 2018; für die Artificial Intelligence siehe bspw. Nilsson, *Quest*, 2010.

¹⁸ Ahrweiler, *Intelligenz-Forschung*, 1995. Ahrweiler identifizierte zwei idealtypische Ausrichtungen der KI-Forschung: eine ingenieurwissenschaftliche und eine kognitionswissenschaftliche (ebd., S. 32–40).

¹⁹ Fleck, *Development*, 1982. Das Harvard Center for Cognitive Studies findet keine Erwähnung, dafür aber die Überlegungen zu einem »cognitive science« view of AI von Christopher Longuet-Higgins (ebd., S. 189) und die Entwicklungen an der 1965 gegründeten University of Sussex (ebd., S. 197–198). Für jüngere Arbeiten zur US-amerikanischen und britische KI-Geschichte, siehe u.a. Penn, *Intelligence*, 2021; Babintseva, *Cyberdreams*, 2020; Agar, *Science*, 2020; Dick, *Models*, 2015; Kline, *Cybernetics*, 2011.

²⁰ Lenzen, *Intelligenz*, 2002; Sturm/Gundlach, *Geschichte*, 2013.

²¹ Cohen-Cole, *Reflexivity*, 2005; Cohen-Cole, *Science*, 2007; Cohen-Cole, *Mind*, 2014; Graff, *Knowledge*, 2015; Baum, *Cognition*, 2016. Brigitte Chamak verdanken wir eine vergleichende Geschichte der frühen französischen und US-amerikanischen Kognitionswissenschaft: Chamak, *Emergence*, 1999.

²² Pléh/Gurova/Ropolyi, *Perspectives*, 2013.

Warum einen Arbeitskreis zur Künstlichen Intelligenz und Cognitive Science gründen?

»Seit Ende 1982 gibt es in München einen Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science«, konnten die Abonnenten und Abonnentinnen des KI-Rundbriefes, dem Nachrichtenblatt der GI-Fachgruppe »Künstliche Intelligenz«, im Sommer 1983 lesen.²³ Was Cognitive Science – später Kognitionswissenschaft – war und in welchem Verhältnis dieses Forschungsfeld zur Künstlichen Intelligenz stand, war zu diesem Zeitpunkt noch nicht klar. Wie der Linguist, Informatiker und Kognitionswissenschaftler Christopher Habel (geb. 1952) es 1982 zusammenfasste:

Während »Artificial Intelligence« schon eine deutsche Entsprechung/Übersetzung gefunden hat, die auch schon an einigen Universitäten innerhalb der Informatikabteilungen vertreten ist, ist gegenwärtig noch keine Entsprechung zur »Cognitive Science« in der Bundesrepublik zu finden. Es existiert weder eine akzeptierte Übersetzung des Namens, noch wird eine interdisziplinäre Forschung und Lehre in einer der Cognitive Science entsprechenden Weise durchgeführt.²⁴

Wie *Artificial Intelligence* (AI) kam der Begriff *Cognitive Science* aus den USA. Dort hatte diese Forschungsrichtung Ende der 1970er die ersten Hürden hin zur Institutionalisierung und in Richtung Disziplinbildung genommen.²⁵ Es gab eine Zeitschrift »Cognitive Science« (erstmal 1977 erschienen),²⁶ die Cognitive Science Society, die seit ihrer Gründungskonferenz von 1979 im kalifornischen La Jolla, an der University of California, San Diego, jährlich Tagungen organisierte, sowie mehrere kognitionswissenschaftlich orientierte Institute und Forschungsgruppen zu dem Thema.²⁷ In der US-amerikanischen

²³ Dirlich u. a., Arbeitskreis, 1983, S. 47.

²⁴ Habel, Probleme, 1982, S. 40. Gerhard Fischer (geb. 1945) zum Beispiel nutzte 1982 schon die Übersetzung Kognitionswissenschaft: Fischer, Kognitionswissenschaft, 1982. Es gab allerdings bis in die späten 1980er- und 1990er-Jahre Diskussionen über den Namen und es waren unterschiedliche Varianten im Gebrauch, siehe z. B. Heyer, Wissenschaft, 1987; D'Avis, Lücken, 1998; Gold/Engel, Kognitionswissenschaften, 1998. Auch im englischsprachigen Raum durchlief das Forschungsfeld eine Reihe von Umbenennungen, bevor sich »cognitive science« gegenüber anderen Bezeichnungen, wie zum Beispiel »cognitive studies«, durchsetzte. Eine kurze Übersicht geben Walter/Stephan, Einleitung, 2013, S. 2–3; vgl. auch Sturm/Gundlach, Geschichte, 2013, S. 8–10.

²⁵ Vgl. Ash, Interdisciplinarity, 2019, S. 624; Jacobs, Need, 2017; Stichweh, Differenzierung, 1979; Stichweh, Sociology, 1992.

²⁶ Daneben wurden in den 1970ern noch weitere Zeitschriften gegründet, die thematisch ähnlich ausgerichtet waren. Vgl. Crowther-Heyck, Miller, 1999, S. 56.

²⁷ Announcement, 1979, S. 203; Gardner, Denken, 1989, S. 44; Miller, Revolution, 2003; Cohen-Cole, Mind, 2014, S. 319. Die Zeitschrift wurde im KI-Rundbrief angekündigt als »multidisciplinary journal of artificial intelligence, psychology, and language«, s. Publication, 1977, S. 9. Eine Einführung in die Kognitionspsychologie erwähnt sie ebenfalls: Wimmer/Perner, Einführung, 1979, S. 14–15. Im bundesdeutschen »Studien- und Forschungsführer Künstliche Intelligenz« heißt es über die Cognitive Science Society, sie sei »die übergeordnete Organisation, die neben der Künstlichen Intelligenz auch Wissenschaftler aus den verwandten Gebieten der Philosophie, Psychologie und Linguistik vereinigt«. Bibel/Siekmann, Studienführer, 1983, S. 90–91.

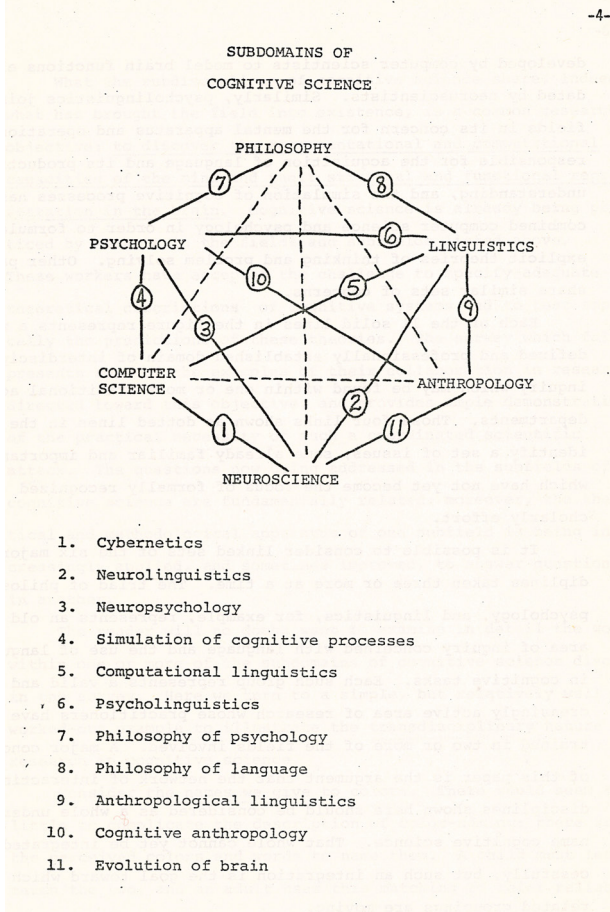


Abb. 1 Aufschlüsselung der Beziehungen zwischen den an der Cognitive Science beteiligten Teildisziplinen, aus dem Report an die das Forschungsfeld fördernde Alfred P. Sloan Foundation von 1978.

Forschung war man sich von Anfang an sicher, dass ein Forschungsfeld Cognitive Science nur interdisziplinär funktionieren würde: Für die Alfred P. Sloan Foundation,²⁸ die in den 1970er-Jahren die junge Cognitive Science in den USA förderte, entwarf man 1978 ein Diagramm (Abb. 1), das die Zusammenarbeit zwischen sechs verschiedenen Haupt-

²⁸ Alfred P. Sloan, Jr. (1875–1966) war seit 1923 Präsident des General Motors Konzerns, dessen Organisation und Administration er in den 1920er-Jahren umstrukturierte und dessen öffentliches Image er mithilfe einer Werbekampagne aufbaute bzw. aufbauen ließ. Vgl. Dale, Contributions, 1956; Marchand, Corporation, 1991. 1934 gründete Sloan seine philanthropische Stiftung, die Warren Weaver (1894–1978) Mitte der 1960er zu den vierzehn größten und als eine der am breitesten aufgestellten »general purpose foundations« der USA zählte. Gefördert wird u.a. in der Physik, Mathematik und den Ingenieurwissenschaften, in der Medizin und in den Wirtschaftswissenschaften; dazu kommen Fellowships für »gifted individuals« mit einem Fokus auf »freedom and flexibility of the aid to basic research«. Das Board of Trustees neigt dabei dazu, aus »individuals who are most naturally thought of as industrialists and financiers« zu bestehen. Die Zitate sind entnommen aus Weaver, Foundations, 1967, S. 48, 52, 105. Vgl. auch Heukelom, Sense, 2012, S. 268.

disziplinen (Psychologie, Informatik, Philosophie, Linguistik, Anthropologie und Neurowissenschaft) visualisieren sollte.²⁹ Zusätzlich zu diesen sechs »Eckpunkten« waren eine Vielzahl durchgezogener und gestrichelter Linien eingezeichnet, wobei erstere mit Nummern versehen waren und in einer Legende erklärt wurden. Es handelte sich dabei um weitere Disziplinen oder Forschungsrichtungen, die sich aus der Zusammenarbeit zweier Hauptdisziplinen ergaben bzw. thematisch und methodisch dazwischen angesiedelt wurden. »cybernetics« lag beispielsweise auf einer durchgezogenen Verbindungslinie zwischen »computer science« und »neuroscience«.³⁰

In der Bundesrepublik gab es dagegen noch keine Förderinstitutionen, die sich gezielt mit dem Thema Kognitionswissenschaft befassten.³¹ Teils wussten Forschende nicht einmal, wer sich mit relevanten Fragen beschäftigte. Dank des KI-Rundbriefes gab es für die bundesdeutsche KI immerhin erste Übersichten darüber, wer wo zu welchen Themen arbeitete. 1983 erschien zusätzlich der erste »Studien- und Forschungsführer Künstliche Intelligenz«.³² Um den Unsicherheiten darüber zu begegnen, was diese beiden sich entwickelnden Forschungsrichtungen thematisch und methodisch genau beinhalteten, traf sich der »Münchener Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science« 1982 zum ersten Mal.³³

Die drei Initiatoren kannten sich über das Max-Planck-Institut (MPI) für Psychiatrie in München. Gerhard Dirlich war dort angestellt. Anfang der 1970er-Jahre hatten sowohl Christian Freksa als auch Ulrich Furbach (geb. 1948) am MPI während ihres Studiums

29 Keyser/Miller/Walker, Science, 1978.

30 Vgl. Graff, Knowledge, 2015, Kapitel 4, für eine Analyse des interdisziplinären Anspruchs der (US-amerikanischen) Cognitive Science und speziell auch des Hexagons und der verschiedenen Varianten, die es seit 1978 durchlaufen hat. Carlos Baum spricht ebenfalls die Vielfältigkeit des Forschungsfeldes an und diskutiert, wie der Bericht für die Sloan Foundation zu einer Stabilisierung beitrug: Baum, Cognition, 2016.

31 Das BMFT förderte nach PROKOP Anfang der 1980er noch das Projekt INFORM zur Entwicklung einer Schnittstelle »für ein Informationsmanipulationssystem« [...] für das wir Anwendungsmöglichkeiten in der Büroautomatisierung, der Programmierunterstützung, des rechnerunterstützten Lernens und der generellen Nutzung von »personal computer« sehen«. Gunzenhäuser, Informatik, 1982, S. 18–19. Vgl. auch Böcker u. a., Bericht, 1982; Bibel/Siekmann, Studienführer, 1983. Es war an der Stuttgarter Informatik-Abteilung »Mensch-Maschine-Kommunikation« angesiedelt, in die Gerhard Fischer und Heinz-Dieter Böcker nach PROKOP gewechselt waren. Sie luden Ende der 1970er-Jahre Herbert Simon (1916–2001) aus den USA zu Vorträgen und Diskussion zur »Cognitive Science« ein und führten mit dem »Cognitive Psychology«-Kurs der Open University in England ein gemeinsames Forschungsprojekt »zur Entwicklung eines Programmierassistenten fuer eine einfache LOGO-ähnliche Programmiersprache« durch. Vgl. Böcker u. a., Bericht, 1982.

Daneben gab es weitere Entwicklungen in der Kognitiven Psychologie, die sich teils bereits mit der KI-Forschung überschneiden. In Hamburg wurde 1978 die erste deutsche Arbeitstagung zur Kognitiven Psychologie ausgerichtet. Beworben wurde die Tagung, deren Thema »Komplexe menschliche Informationsverarbeitung« war, auch im KI-Rundbrief. Letztlich nahmen aus der KI-Forschung und Informatik Wolfgang Wahlster (geb. 1953), Walther von Hahn (geb. 1942) und Joachim Laubsch teil. Siehe Rhenius, Arbeitstagung, 1978; Ueckert/Rhenius, Informationsverarbeitung, 1979.

32 Raulefs, Übersicht, 1979; Bibel/Siekmann, Studienführer, 1983.

33 Dirlich u. a., Arbeitskreis, 1983, S. 47–48.

»gejobbt«, erinnerte sich Furbach.³⁴ Während längerer USA-Aufenthalte nahmen zwei von ihnen (Dirlich und Freksa) anschließend an der dortigen Forschung und an Seminaren zur Cognitive Science teil. Nach ihrer Rückkehr bauten sie den Arbeitskreis auf.

Dirlich forschte Anfang der 1980er-Jahre an der University of California, San Diego (UCSD), wo er mit Donald Norman (geb. 1935) und David Rumelhart (1942–2011) zusammenarbeitete.³⁵ Norman war in den 1960ern Fellow am Harvard Center for Cognitive Studies gewesen. Seit 1977 war er Direktor des Program in Cognitive Science an der UCSD, ab 1981 Direktor des Institute for Cognitive Science an derselben Universität.³⁶ Rumelhart kam, mit einem Abschluss in mathematischer Psychologie, Ende der 1960er-Jahre an die UCSD und war Teil von Don Normans und Peter Lindsays (geb. 1937) Forschungsgruppe. Norman und Rumelhart veröffentlichten 1975 das Buch »Explorations in Cognition«. Darin nahmen sie sich des »major unsolved puzzle«, wie Information im menschlichen Gedächtnis repräsentiert wird, an und fragten, wie Sprache und »other higher mental processes« in einem repräsentationalen System funktionieren.³⁷ In diese Forschungsgruppe an der UCSD, die sich Anfang der 1980er-Jahre insbesondere mit Fragen der Mensch-Maschine-Interaktion beschäftigte,³⁸ kam Gerhard Dirlich. Von der Art, wie dort der Mensch mit dem Computer erforscht wurde, so erinnerte sich Dirlich, war er überrascht.³⁹

³⁴ »Das war so, der Christian Freksa war Ersatzdienstleistender und konnte seinen Ersatzdienst an diesem Max-Planck-Institut im Schlaflabor machen. Und hat dort programmiert und hat aber gleichzeitig das Studium angefangen. Also während des Ersatzdienstes. Und als ich-. Im ersten Semester habe ich Christian kennengelernt und da hat er gesagt-. Naja, und ich wollte damals, ich wusste nicht, was Computer sind, ich wollte das lernen. Und da hat mir ein Freund geraten: »Such dir doch unbedingt einen Job. Und zur Not ohne Bezahlung. Hauptsache, dass du irgendwo siehst, wie das geht.« Und da sagte Christian: »Dann komm doch zu uns ins Institut, da gibt es bestimmt was.« Und da bin ich in meinem ersten Semester dahin und habe Gerhard Dirlich getroffen.« Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:30:35 – 00:32:00.

³⁵ Dirlich Interview, 26.4.2022.

³⁶ 1988 wurde er schließlich »founding chair« des Department of Cognitive Science, University of California, San Diego: Norman, Academic Résumé, o.D. Siehe auch Cohen-Cole, Science, 2007, S. 584, 596. Ihre Erinnerungen an die Zeit in Harvard haben Norman und William Levelt für die George-Miller-Festschrift aufgeschrieben: Norman/Levelt, Life, 1988.

³⁷ Loftus, Rezension, 1975, S. 691. In der klassischen Kognitionswissenschaft geht man davon aus, dass Kognition Informationsverarbeitung ist und diese Information »dem physischen Geschehen im Organismus als Zeichengebrauch aufgeprägt ist«, Glaser, Repräsentation, 1996, S. 577. Wie genau dies funktioniert, war und ist eine der zentralen Forschungsfragen. Freksa, Wissensdarstellung, 1989, gibt einen Überblick über Diskussionen und Debatten zu der Frage, wie Mentales – in diesem Fall Wissen – dargestellt wird, ob zum Beispiel bildhaft oder propositional. Vgl. auch Freksa Interview, 18.8.2020, ab ca. 01:33:30. Rumelhart ist in diesem Zusammenhang als einer der Wegbereiter des Konnektionismus bekannt. Rumelhart, sein Kollege James McClelland (geb. 1948) und ihre PDP Research Group veröffentlichten Ende der 1980er »Parallel Distributed Processing« (PDP), wo sie vorschlugen, dass Menschen intelligenter als Maschinen seien, weil sie viele Informationen parallel verarbeiten und nicht – wie Computer der Zeit – seriell. Die meisten kognitiven Modelle bauten jedoch auf diesem Verständnis von serieller Informationsverarbeitung auf, in dem Kognition in diskreten Zeichen (Symbolen) repräsentiert wird. In PDP Modellen dagegen wird Information in Einheiten und den Verbindungen zwischen diesen Einheiten repräsentiert. Vgl. McClelland/Rumelhart/Hinton, Appeal, 1988, S. 55–57.

³⁸ Z.B. Norman, Papers, 1982.

³⁹ Dirlich Interview, 26.4.2022.

Auch Christian Freksa lernte kognitionswissenschaftliche Ideen in den USA kennen. Er hatte zunächst an der TU München Informatik studiert, wechselte dann aber an die University of San Francisco (USF) für ein Studium zum B.Sc. in Computer Science.⁴⁰ Bereits während seines Bachelorstudiums kam er an den benachbarten Universitäten in Stanford und Berkeley mit Forschung zu Artificial Intelligence in Berührung.⁴¹ Freksa beschloss, an einer anglo-amerikanischen Universität seinen PhD in diesem Gebiet zu machen: Angebote bekam er von Edinburgh und Berkeley; das kalifornische Wetter schlug das schottische.⁴² Zur Artificial Intelligence kam nun die Cognitive Science: »Just when I began my studies, several faculties at Berkeley started a joint interdisciplinary Cognitive Science program that was funded by the Sloan foundation.«⁴³

Die Sloan Foundation konzentrierte ihre Förderungen ab den späten 1960er-Jahren in sogenannten »Particular Programs« auf einzelne Forschungsrichtungen.⁴⁴ Nach dem ersten Programm zu den sich entwickelnden Neurowissenschaften entschied die Stiftung Mitte der 1970er-Jahre, in Forschung zu investieren, die die Lücke zwischen Geist und Körper überbrücken könne: die Cognitive Science.⁴⁵ Unter dem Titel »Cognitive Science« hatte ein »State of the Art Committee« dafür untersucht, was dieses neue Forschungsgebiet sei, welche Disziplinen daran beteiligt seien und welche Forschungsfragen und -methoden es gebe.⁴⁶ Auch wenn der Bericht nie veröffentlicht wurde, spielte er doch eine zentrale Rolle in der Formierung der Cognitive Science in den USA. Er stieß eine siebenjährige Fördermaßnahme von 20 Millionen US-Dollar an, in deren Rahmen unter anderem die Fachzeitschrift »Cognitive Science« und die Cognitive Science Society gegründet werden konnten.⁴⁷

Es waren diese durch die Sloan Foundation geförderten Aktivitäten, an denen Christian Freksa während seines PhDs in Kalifornien teilnahm und die auch seine Themenfindung für die Promotion beeinflussten:⁴⁸ »They held weekly research colloquia to identify areas of joint interest and to overcome terminological and methodological barriers between the fields.«⁴⁹ Nach seiner Promotion kehrte er für ein Postdoc Fellowship am

40 Freksa/Seising, Interview, 2019; siehe auch Piel/Seising, Freksa, 2020.

41 Freksa/Seising, Interview, 2019, S. 8.

42 Ebd. S. 9. Sein Doktorvater war Lotfi Zadeh, bekannt für seine FUZZY Sets. Zur Geschichte von FUZZY Sets und Zadeh, siehe Seising, Fuzzifizierung, 2005.

43 Freksa/Seising, Interview, 2019, S. 16.

44 Baum, Cognition, 2016, S. 773. Zwischen 1969 und 1989 gab es insgesamt acht Particular Programs. Alfred P. Sloan Foundation, Grantmaking, 2009, S. 22–23.

45 Ursprünglich sollte wohl Artificial Intelligence als nächstes Forschungsfeld gefördert werden. Der Kognitionswissenschaftler George Miller erklärte 2003, er habe die Stiftung jedoch davon überzeugt, besser in Cognitive Science zu investieren, da ein Förderprogramm für AI nur auf den Kauf von Computern hinauslaufen würde. Vgl. Baum, Cognition, 2016, S. 773–774; Miller, Revolution, 2003, 143.

46 Keyser/Miller/Walker, Science, 1978.

47 Baum, Cognition, 2016, S. 774.

48 Freksa Interview, 18.8.2020, ab ca. 00:01:30.

49 Freksa/Seising, Interview, 2019, S. 16; vgl. Freksa Interview, 18.8.2020, ab ca. 00:01:00.



Abb. 2 Von links nach rechts: Gerhard Dirlich, Christian Freksa, Ulrich Furbach. Die Aufnahmen entstanden im Rahmen der Oral-History-Gespräche zwischen 2020 und 2022.

MPI für Psychiatrie 1981 nach München zurück. 1983 wechselte er als Mitarbeiter von Wolfgang Bibel (geb. 1938) an das Institut für Informatik der TU München.⁵⁰

Der dritte Initiator des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science ist stärker in der KI verwurzelt als in der Cognitive Science. Ulrich Furbach hatte gemeinsam mit Christian Freksa an der TU Informatik studiert⁵¹ und ging gegen Mitte/Ende der 1970er-Jahre – vor seiner Promotion – für einen kurzen Gastaufenthalt nach Berkeley, wo Freksa promovierte.⁵² Ende der 1970er-Jahre arbeitete Furbach schließlich als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule der Bundeswehr,⁵³ wo er wiederum Wolfgang Bibel kennenlernte,⁵⁴ der dort einen Lehrauftrag hatte. Furbach arbeitete mit Bibel und dessen Forschungsgruppe an der TU anschließend regelmäßig zusammen. 1987 übernahm Furbach von Bibel deren Leitung.⁵⁵ Sowohl durch Freksa als auch durch Bibel kam Furbach so mit der KI-Forschung in Kontakt. (Abb. 2)

Anfang der 1980er-Jahre waren Freksa und Furbach also frisch promoviert, Dirlich und Freksa an Forschung sowohl zu Artificial Intelligence als auch zu Cognitive Science in den USA beteiligt gewesen und Furbach war, insbesondere durch seinen Kontakt mit Wolfgang Bibels Forschungsgruppe an der TU und über Christian Freksa, in die KI-Forschung eingebunden. In München dagegen fehlte ihnen ein Forum zur Diskussion der aktuellen Forschung.⁵⁶ Am 22. November 1982 verschickten sie deshalb eine Einladung zu »einem Treffen zum gegenseitigen Kennenlernen« für einen geplanten »interdisziplinären Gedankenaustausch« an Wissenschaftler*innen aus Informatik, Psychologie, Medizin und Pädagogik sowie generell an Interessierte an der KI und Mensch-Maschine-Systemen im Münchener Raum.⁵⁷

⁵⁰ Freksa, Theorembeweisen, 2018, S. 60.

⁵¹ Furbach Interview, 3.12.2020, 00:00:33 – 00:01:26.

⁵² Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:23:25. Vgl. Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:07:23.

⁵³ Bibel/Furbach, Formierung, 2018, S. 5.

⁵⁴ Furbach Interview, 3.12.2020, 00:02:42 – 00:04:55.

⁵⁵ Bibel, Reflexionen, 2017, S. 389–390. Bibel hatte eine Professur an der University of British Columbia in Vancouver angenommen.

⁵⁶ Z. B. Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:25:00.

⁵⁷ Einladung, 22.11.1982, CFN/1/6/51, NL 369, DMA.

Das Münchener Intellektik Komitee

Das erste Treffen des Arbeitskreises fand am 13. Dezember 1982 statt. »Wir wollen Fragen aus den verschiedenen Gebieten diskutieren,« wurde im Protokoll notiert, »bei denen ›Intelligenz‹ und ›Kognition‹ eine zentrale Rolle spielt.«⁵⁸ Die Liste der Teilnehmenden zählte bereits dreißig Personen; drei Jahre später enthielt das Adressbuch des Arbeitskreises knapp neunzig Namen.⁵⁹ Ort der ersten Zusammenkunft waren Räume des Instituts für Medizinische Psychologie, die Ernst Pöppel (geb. 1940) dem Arbeitskreis zur Verfügung stellte. Pöppel war seit 1976 Professor für Medizinische Psychologie (2008 emeritiert) sowie Gründer und Leiter des zugehörigen Instituts (1977–2008) an der Ludwig-Maximilians-Universität in München.⁶⁰ Bibel und Furbach erinnerten sich in ihrem Rückblick auf die Entwicklung der KI-Forschung an der TU München, dass »diese Unterstützung eines weltweit anerkannten Ordinarius und Gehirnforschers [...] ungemein [half], die KI in der Region zu etablieren.«⁶¹ Pöppel hatte unter anderem in den 1970er-Jahren einen mehrjährigen Forschungsaufenthalt am Massachusetts Institute of Technology (MIT) unternommen, wo er im Department of Psychology and Brain Science gearbeitet hatte, später als Mitglied des Neurosciences Research Programs (NPR),⁶² das 1962 zur Untersuchung der Verbindung zwischen Gehirn, Verhalten und Geist gegründet worden war.⁶³ Seine Unterstützung für den Arbeitskreis, so Bibel und Furbach,

war zur damaligen Zeit enorm wichtig, spielte doch die KI-Forschung in der Münchner akademischen Informatik bis ca. 1986 keine Rolle; darüber hinaus hatte keiner der Organisatoren des MIK den Status eines Professors, so dass auch keinerlei institutionelle Unterstützung zur Verfügung stand.⁶⁴

Der akademische Status der Organisatoren – und auch vieler MIK-Mitglieder – und die fehlende institutionelle Unterstützung stehen im starken Kontrast zu den Anfängen der Kognitionswissenschaft in den USA die sich durch eine universitäre Ein- oder doch zumindest Anbindung auszeichneten. Denn die Gründung der Cognitive Science Society und deren Zeitschrift Ende der 1970er-Jahre sowie die Förderung durch die Sloan Foundation standen am Ende einer Entwicklung, die in den 1950ern begonnen hatte und

⁵⁸ Protokoll des ersten Treffens von Interessierten für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science im Raum München, S. 2. CFN/1/6/87, NL 369, DMA.

⁵⁹ Adressenliste des MIK. CFN/1/3/5, NL 369, DMA.

⁶⁰ <https://www.ernst-poeppe.com/academic-cv/> (14.1.2021).

⁶¹ Bibel/Furbach, Formierung, 2018, S. 47.

⁶² <https://www.ernst-poeppe.com/academic-cv/> (14.1.2021).

⁶³ Für eine Geschichte des NPR, siehe die Autobiographie von dessen Mitbegründer Francis O. Schmitt: Schmitt, Search, 1990, Kapitel 14–15. Die Aktionen des NPR halfen, die Neurowissenschaft als interdisziplinäres Forschungsfeld zu etablieren. Vgl. <http://museum.mit.edu/150/113> (14.1.2021). Heute sitzt das NPR am Neurosciences Institute in San Diego und hat zu jeder Zeit über 30 »Associates« an Institutionen, die auf der ganzen Welt verteilt sind. Vgl. <http://nsi.wegall.net/history.html> (14.1.2021).

⁶⁴ Bibel/Furbach, Formierung, 2018, S. 47–48. Vgl. Furbach Interview, 3.12.2020, ab 00:08:16.

bereits 1960 zur Gründung eines ersten Instituts für kognitionswissenschaftliche Forschungen führte: dem Center for Cognitive Studies an der Harvard University.⁶⁵

Treibende Kräfte waren die Psychologen George A. Miller (1920–2012) und Jerome Bruner (1915–2016), beide Autoren von frühen Schlüsselveröffentlichungen für die junge Cognitive Science.⁶⁶ Sowohl Miller als auch Bruner waren Professoren in Harvard: Miller am Department of Social Relations, Bruner am Department of Psychology.⁶⁷ Der von ihnen gemeinsam angebotene Kurs »The Cognitive Processes« hatte bereits als Brücke zwischen den Departments dienen sollen, »[b]ut bridges are not places where one lives«.⁶⁸ Isoliert von anderen Departments und Instituten, bot das Center for Cognitive Science Studies einen Ort der täglichen Zusammenkunft, an dem man arbeiten und diskutieren konnte, sich regelmäßig auf den Gängen, bei informellen Seminaren und beim Mittagessen traf. Die Gründung wurde gleich zweifach unterstützt. Der Dekan McGeorge Bundy (1919–1996) stellte die Räumlichkeiten zur Verfügung, die Carnegie Corporation finanzielle Mittel: 250.000 US-Dollar über eine Laufzeit von fünf Jahren.⁶⁹ Der Münchener Arbeitskreis dagegen hielt sich mit Spenden von Firmen, Instituten und Stiftungen über Wasser, womit etwa Reisekosten für Vortragende getragen werden konnten.⁷⁰

Dank Ernst Pöppel hatte der junge Münchener Arbeitskreis an dessen Institut immerhin einen Austragungsort für seine monatlichen Seminare und Diskussionsrunden gefunden. Während des ersten Treffens kam offensichtlich bereits der Vorschlag auf, dem Arbeitskreis einen kürzeren Namen zu verpassen, der – zumindest inoffiziell – auch genutzt wurde: »Münchener Intellektik Komitee«, kurz MIK.⁷¹ Intellektik umschrieb in den

⁶⁵ Vgl. Cohen-Cole, *Mind*, 2014, S. 165–166; Walter/Stephan, *Handbuch*, 2013, S. 2; Chamak, *Emergence*, 1999, S. 673. Neben dem Center in Harvard ist auch das Center for the Study of Information Processing an der Carnegie-Mellon University (CMU) zu erwähnen. Es wurde 1964 unter anderem von Allen Newell, Professor an der CMU, vorgeschlagen. Newell/Perils/Schatz, *Proposal*, 1964.

⁶⁶ »The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information«: Miller, *Number*, 1956; »A Study of Thinking«: Bruner/Goodnow/Austin, *Study*, 1956. Zu Miller und der Entwicklung seiner Ideen im Zusammenhang mit der Computermetapher, vgl. Crowther-Heyck, Miller, 1999. Siehe dazu auch Green, *Mystery*, 2000; Crowther-Heyck, *Mystery*, 2000.

⁶⁷ George Armitage Miller, o. D.; Jerome Bruner, o. D.

⁶⁸ Bruner, *Center*, 1988, S. 93.

⁶⁹ Cohen-Cole, *Science*, 2007, S. 579; Miller, *Revolution*, 2003, 142; Bruner, *Center*, 1988.

⁷⁰ Vgl. CFN/1/2/2, CFN/1/2/3, CFN/1/6/82, alle NL 369, DMA.

⁷¹ Bereits am 21.12.1982 übertitelt Pöppel sein Interessenstatement »MIK (Münchener Intellektik Komitee)«: siehe CFN/1/6/87, NL 369, DMA. Pöppel scheint auch der Urheber des Namens zu sein: »bei einigen hat sich E. Pöppel's [sic] Bezeichnung MIK (für Münchener Intellektik Komitee) eingebürgert« heißt es in der Einladung zum Treffen am 21.3.1983 unter »Namensfindung für den Arbeitskreis«: CFN/1/6/50, NL 369, DMA. Vgl. auch Furbach Interview, 3.12.2020, ab ca. 00:10:40; Dirlich Interview, 26.4.2022. Die Protokolle sind dabei weiterhin mit »Münchener Arbeitskreis zur Künstlichen Intelligenz und Cognitive Science« überschrieben, Freksas Aktenordner mit den Unterlagen des Arbeitskreises heißt »MIK«. Siehe auch Bibel, *Reflexionen*, 2017, S. 369.

Institution	Person	wiss. Abschlüsse/berufl. Position
Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie (TU)	Rudolf Thurmayer (1926–2012)	Facharzt für Chirurgie (1960), Habilitation (1973)
	Manfred Schnabel	
	Busch	
Institut für medizinische Psychologie (LMU)	Ernst Pöppel (geb. 1940)	Professor f. Medizinische Psychologie (Ordinarius) (seit 1976)
	Hans Strasburger (geb. 1948)	Diplom Mathematik (1972), Diplom Psychologie (1979), Projektmitarbeiter (seit 1980)
	Wolfgang Konstantin Baldauf	Ingenieur, Doktorand
Institut für Psychologie (LMU)	Wolfgang Marx (geb. 1943)	Professor (seit 1980)
Institut für Psychologie und Erziehungswissenschaften (TU)	Wolfgang Neef	Mitarbeiter (seit 1982)
Siemens AG	Jan Witt	Fachabteilungsleiter im Zentralbereich Technik
	Lang	Promotion, Abteilung ZTI Inf
	Egbert Lehmann (geb. 1940)	Diplom Physik (1963), Promotion (1975), Mitarbeiter Abteilung ZT ZTI INF13
Institut für Informatik (TU)	Wolfgang Bibel (geb. 1938)	Oberassistent, Leiter der Forschungsgruppe Intellektik
	Elmar Eder (geb. 1956)	Promotion Mathematik (1977), Studium Informatik (1977-1979), wiss. Mitarbeiter Forschungsgruppe Intellektik (seit 1982)
	Bertram Fronhöfer	Diplom Mathematik, wiss. Mitarbeiter Forschungsgruppe Intellektik (seit 1982)
Max-Planck-Institut für psychologische Forschung	Michael R. Waldmann	Diplom Psychologie (1981), Doktorand (seit 1982)
Hochschule der Bundeswehr	Ernst Dieter Dickmanns (geb. 1936)	Professor für Steuer- und Regelungstechnik (seit 1975)
	Ulrich Furbach (geb. 1948)	Studium Informatik (1976), wiss. Mitarbeiter
	Günter Eberl	(Promotion 1987)
Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- u. Raumfahrt	Gerhard (Gerd) Hirzinger (geb. 1945)	Promotion (1974), Abteilungsleiter Automatisierung (seit 1976)
	Klaus Arbter (1943–2022)	Diplom Ingenieurwissenschaft, Mitarbeiter Abteilung Automatisierung (Promotion 1990)
	Manfred Hartel (geb. 1948)	Diplom Informatik (1977), Mitarbeiter Abteilung Automatisierung
	Rudolf Heyers	Diplom Mathematik
Max-Planck-Institut für Psychiatrie	Gerhard Dirlich	Diplom Mathematik, Promotion (1979), wiss. Mitarbeiter
	Christian Freksa (1950–2020)	Promotion (1981), Postdoc Fellowship (seit 1981), Abteilung Biostatistik
Max-Planck-Institut für Verhaltenspsychologie	Horst Mittelstaedt (1923–2016)	Professor, Abteilungsleiter (seit 1960)
CMRS – Rechenzentrum, Universität Salzburg	Stephen T. Pope	BS Electrical Engineering (1977), Kompositionsstudium, Klavier & Elektroakustik (1982), UNIX System Administrator & Programmierer, Systems Manager bei der Aufstellung eines Zentrums für Computermusik
ZITF (TU)	Bruce Ulrich	
privat	Billar	
	Dieter Gernert (1938–2013)	Professor (seit 1978)
	Stephan Kaske (1962–1985)	Student (seit 1980)

Tabelle 1 Anwesende beim ersten Treffen des MIK. CFN/1/6/87, NL 369, DMA. Nicht für alle Anwesenden konnten der vollständige Name bzw. Daten zu wissenschaftlichen Abschlüssen oder zur beruflichen Position zum Zeitpunkt des Treffens am 13.12.1982 ermittelt werden.

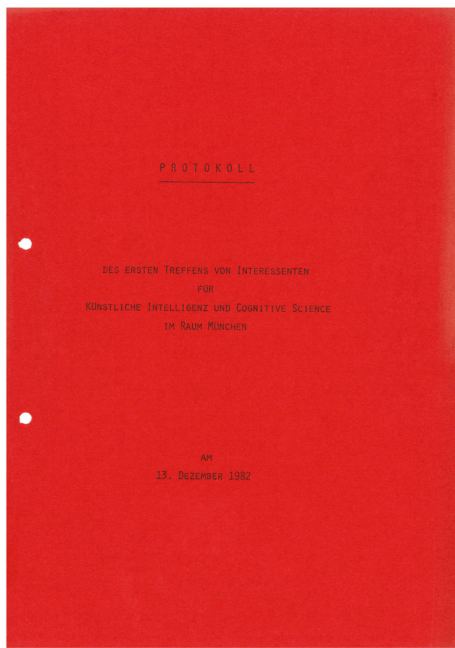


Abb. 3 Deckblatt für das Protokoll des ersten Treffens des MIK, das am 13. Dezember 1982 stattfand.

1980er-Jahren die KI-Forschung an der TU München, genauer, die Forschung der Gruppe um Wolfgang Bibel, der den Begriff 1980 als Alternative für »Künstliche Intelligenz« vorgeschlagen hatte.⁷² Die Gruppe beschäftigte sich unter anderem mit dem Automatischen Beweisen.⁷³ (Abb. 3)

Ziele des MIK

Welche Ziele verfolgte das MIK und auf welchen Wegen? Ein englischsprachiges Informationsblatt vom Februar 1984 stellt den interdisziplinären Austausch von Informationen und Ideen in den Vordergrund.⁷⁴ Ein Jahr zuvor hatte es bereits ein ähnliches, deutschsprachiges Informationsblatt gegeben, das auch im KI-Rundbrief abgedruckt wur-

⁷² Bibel, Intellektik, 1980. Bibels Vorschlag, Intellektik statt Künstlicher Intelligenz zu verwenden, hat sich nicht durchgesetzt. Siehe Boley/Wahlster, Editorial, 1980; Hoepfner, Verdauungsprobleme, 1980; Trapp, AI, 1986. Vgl. auch Bibel, Reflexionen, 2017, S. 369.

⁷³ Bibel, Reflexionen, 2017, S. 369.

⁷⁴ »The Artificial Intelligence and Cognitive Science Group in Munich«, CFN/1/4/1, NL 369, DMA. Aus den Akten geht hervor, dass auch Stellenausschreibungen über die MIK-Adresslisten verteilt wurden, siehe CFN/1/2/14, CFN/1/2/6, beide NL 369, DMA.

de.⁷⁵ Als relevante Disziplinen für das MIK nennen beide Informationsblätter die Computerwissenschaften, Psychologie, Linguistik, Biologie, Medizin, Pädagogik und mehr. KI-Forschung wird nicht explizit als Fach genannt, ist aber deutlich in den genannten Expertisen und Interessen der Mitglieder (Wissensrepräsentation, Expertensysteme,⁷⁶ Mensch-Maschine-Interaktion) zu erkennen. Weitere im MIK vertretene Interessen waren Robotik und Kunst sowie kognitive Modellierung und Kommunikation. Wie bereits erwähnt, wollte man sondieren, welche Forschung zu den Themen KI und Kognition im Münchener Raum durchgeführt wurde. In beiden Informationsblättern wurde die – weitere und breitere – Etablierung von Künstlicher Intelligenz und Kognitionswissenschaft in Deutschland als zentrales, höher gestecktes Ziel herausgestellt. Zum einen seien bisher weder die wissenschaftliche, noch die technische oder gesellschaftliche Relevanz dieser beiden Forschungsgebiete wirklich anerkannt. Zum anderen stoße die interdisziplinäre Ausrichtung von KI und Kognitionswissenschaft auf Schwierigkeiten innerhalb des deutschen Universitätssystems, in dem neue Forschungsrichtungen traditionell (auch ohne diese interdisziplinäre Ausrichtung) kein einfaches Leben hätten. Deshalb müsse ein Forum geschaffen werden, in dem nicht nur aktuelle Forschung besprochen werden könnte, sondern in dem auch neue Projekte entstehen könnten. Die monatlichen Kolloquien des MIK hatten deshalb sowohl aus den eigenen Reihen als auch von außerhalb – auch aus dem Ausland – eingeladene Vortragende. Wichtig sei auch, in der Lehre aktiv zu werden; denn obwohl die Nachfrage vorhanden sei, gebe es nur wenig Angebote.⁷⁷

Im Folgenden werden nun die zwei Hauptfunktionen des MIK (als Diskussionsforum und als Netzwerk) besprochen, über die diese Ziele erreicht werden sollten.

Das MIK als Diskussionsforum

Die wesentliche Funktion des Münchener Intellektik Komitees war die Schaffung eines Diskussionsforums. Kommunikation in unterschiedlichen Formen ist zentral in der und für die Wissenschaft, wie der auch wissenschaftshistorisch tätige Geowissenschaftler und Autor Scott Montgomery in seinem »Guide to Communicating Science« gleich auf der ersten Seite klarstellt: »As a shared form of knowledge, scientific understanding is inseparable from the written and spoken word. [...] communicating *is* the doing of science.«⁷⁸ Die Erforschung von Kommunikationsformen und -praktiken ist in der Wissenschaftsgeschichte deshalb oft ein zentrales Element.⁷⁹ Schon Ludwik Fleck hat 1935 in seinem Werk zur »Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache« Denkkollek-

⁷⁵ »Münchener Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science«, CFN/1/4/2, NL 369, DMA und KI-Rundbrief 30 (Juni 1983), S. 47–48.

⁷⁶ Zum Thema Expertensysteme siehe Jakob Tschandls Beitrag in diesem Band.

⁷⁷ Die oben genannten Punkte wurden alle mit den folgenden Informationsblättern kommuniziert: »The Artificial Intelligence and Cognitive Science Group in Munich«, CFN/1/4/1 und »Münchener Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science«, CFN/1/4/2, beide NL 369, DMA.

⁷⁸ Montgomery, Guide, 2017, S. 1. Hervorhebung im Original.

⁷⁹ Secord, Knowledge, 2004, S. 656.

tive als soziale Einheiten in der Wissenschaft definiert, »die im Gedankenaustausch oder in gedanklicher Wechselwirkung stehen«. ⁸⁰ Die Anzahl der Personen war dabei für Fleck nicht ausschlaggebend. Wissenschaft war für ihn eine Art Gespräch vieler Personen, die mit-, zu-, gegen- und übereinander sprechen und dadurch ihre Ideen formen. ⁸¹ Mit dem Soziologen Rudolf Stichweh ist dabei anzumerken, dass Kommunikation allein noch keine *scientific community* macht, denn dazu braucht es außerdem:

common values, degrees of personal acquaintance, tacit knowledge of problem-solving techniques that can be transferred only interactionally from one person to another, and tacit divisions of labor or competitive relationships that are possible because each knows the problems being researched by others. ⁸²

Wichtig sind daneben formale Organisationen und spezialisierte Aufgaben innerhalb dieser Organisationen. ⁸³ Kommunikation und Organisation(en) in neuen und sich entwickelnden Forschungsrichtungen helfen auch bei der Aushandlung dessen, was Wissenschaftshistoriker Michael Mahoney die *agenda* einer Disziplin nennt: »what practitioners agree ought to be done, a consensus concerning the problems of the field, their order of importance or priority, the means of solving them, and perhaps most importantly, what constitute solutions.« ⁸⁴ Mahoney entwickelte dieses Konzept im Zusammenhang mit der Geschichte der frühen Informatik bzw. *computer science* in den USA, um nachvollziehen zu können, wie sich um den Computer bzw. das *computing* eine neue Disziplin bilden konnte.

Für die KI befanden sich erste überregionale Organisationsstrukturen in der Bundesrepublik mit der GI-Fachgruppe, später umgewandelt in einen GI-Fachausschuss, seit 1975 in der Aufbauphase. Im KI-Rundbrief, dem zugehörigen Nachrichtenblatt, wurde über Forschung berichtet – eigene oder solche, die man auf Studienreisen etwa in die USA beobachten konnte –, Literatur besprochen, Tagungsaufrufe und Stellenangebote

⁸⁰ Fleck, Entstehung, 1935/1980, S. 54.

⁸¹ Fleck legt generell großen Wert auf unterschiedliche Formen der professionellen und populären Kommunikation (etwa über Fachzeitschriftenaufsätze, Lehrbücher oder populärwissenschaftliche Literatur) und die Wechselwirkungen zwischen diesen Formen. Allerdings sieht er in diesen auch eine lineare Abnahme an Komplexität, eine Vorstellung, die in der Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftskommunikationsforschung schon länger problematisiert wird. Vgl. z. B. Piel, Story, 2019, S. 371–373.

⁸² Stichweh, Sociology, 1992, S. 9.

⁸³ Ebd.

⁸⁴ Mahoney, Computer, 2003, S. 619.

verteilt und sich generell über Themen zur KI ausgetauscht.⁸⁵ Die German Workshops on Artificial Intelligence stellten wissenschaftliche Aushandlungsorte dar. Für die bundesdeutsche Kognitionswissenschaft fehlten solche Strukturen noch. Innerhalb der GI wurde 1983 ein Arbeitskreis »Kognition« gegründet, eine eigene Gesellschaft erst 1994.⁸⁶

Der Münchener Arbeitskreis war ein Versuch hauptsächlich junger Forschender, ein lokales, eher informelles Diskussionsforum aufzubauen. Die entstehende Gruppe definierte sich über ihr gemeinsames Interesse an Künstlicher Intelligenz und Kognitionswissenschaft, wobei die Hintergründe und Herangehensweisen an dieses verbindende Element unterschiedlich waren. Die Struktur des MIK ohne institutionelle Bindung und mit persönlichen, örtlich gebundenen Treffen hatte Vor- und Nachteile: Einerseits konnte das MIK sich selbst und seine Prioritäten individuell und interdisziplinär gestalten; andererseits gingen damit finanzielle Nachteile und eine geringere Einflussnahme auf Lehre und Forschung einher. Gemeinsame Forschungsprojekte konnten beispielsweise nicht verwirklicht werden. Zum Vergleich: Das Harvard Center for Cognitive Studies konnte zwar keine Abschlüsse vergeben – dies konnten nur Fakultäten –, aber über Scholarships und Fellowships wissenschaftlichen Nachwuchs aktiv in Forschung und Diskussion einbinden und Postdocstellen anbieten.⁸⁷

Im etwa zehnjährigen Bestehen des MIK gab es hauptsächlich zwei Diskussionsforen. Das Hauptanliegen war die Organisation regelmäßiger Kolloquien, in denen unterschiedliche Themen aus der KI- und Kognitionsforschung diskutiert wurden. Dem später häufiger formulierten Wunsch, auch Workshops und Tagungen zu organisieren, wurde 1984 entsprochen: Das MIK veranstaltete einen Workshop zum Thema Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Die Kolloquien

Generell bestand die Tätigkeit des MIK in den ersten Jahren seines Bestehens vornehmlich aus der Veranstaltung monatlicher Kolloquien. Zu Beginn fanden diese sehr regelmäßig statt (1983 traf sich das MIK bspw. jeden Monat bis auf August, September und Oktober). Danach nahm die Frequenz und Regelmäßigkeit etwas ab. Trotzdem kam der

⁸⁵ Vgl. Pfau u.a., KI-Rundbrief, 2023, für eine Analyse des KI-Rundbriefes. Siehe auch Pfau/Piel, Intelligenz, im Erscheinen. Für die anglo-amerikanische KI-Forschung gab es seit 1964 die AISB (Society for the Study of Artificial Intelligence and Social Behaviour, gegründet in Großbritannien) und SIGART (heute SIGAI, die Special Interest Group on Artificial Intelligence) in der Association for Computing Machinery (ACM). Die ACM wurde, zunächst als Easter Association for Computing Machinery, 1947 gegründet. Vgl. <https://www.acm.org/about-acm/acm-history> (30.11.2020). SIGART, als eine der ältesten Interessensgruppen in der ACM, wurde 1966 ins Leben gerufen: <http://sigai.acm.org/organization/history.html> (30.11.2020). 1979 kam die American Association for Artificial Intelligence (AAAI) hinzu. Vgl. Newell, Message, 1980; Fleck, Development, 1982.

⁸⁶ Schult, Aufbruch, 1994.

⁸⁷ Cohen-Cole, Science, 2007, S. 579.

Arbeitskreis auf knapp vierzig Kolloquien zwischen 1982 und 1989.⁸⁸ Bereits in den Vorträgen der ersten Treffen wird das breite Interessenspektrum der MIK-Mitglieder deutlich: Wissensrepräsentation aus Sicht der KI, Medizin und Psychologie; Expertensysteme; gesellschaftliche Implikationen von KI und Kognitionswissenschaft;⁸⁹ und die neuronalen Grundlagen der Informationsverarbeitung bei elektrischen Fischen, über die der Biologe Walter Heiligenberg (1938–1994)⁹⁰ vortrug, machten die Themen allein der ersten sechs Treffen aus.⁹¹ Expertensysteme finden sich in mehreren Interessenbekundungen wieder.⁹² Sprachverarbeitung bzw. *natural language processing* war ebenfalls häufig Gegenstand der Kolloquien, allerdings erst auf einen dahingehenden Wunsch vom Oktober 1983.⁹³ Unter den konkreten Themenwünschen dieses Oktobertreffens waren weiterhin kognitive Modellierung und Lernen, das Verhältnis KI und Kognitionswissenschaft, Mensch-Maschine-Schnittstelle und, damit einhergehend, die praktische Relevanz der Forschung, Wissensrepräsentation, Expertensysteme sowie die Konferenz IJCAI-83, die im August des Jahres in Karlsruhe stattgefunden hatte.⁹⁴ Mit Vortragenden wie Valentin Braitenberg (1926–2011) und Horst Mittelstaedt (1923–2016) wurden auch kybernetische Themen diskutiert.⁹⁵ Walter Heiligenberg und Christoph von der Mals-

⁸⁸ Die Zahlen basieren auf den Einladungen zu Vorträgen in CFN/1, NL 369, DMA, deren Vollständigkeit unter Umständen nicht gegeben ist. Einige der Sitzungen scheinen mehrere Stunden gedauert zu haben. Am 10.12.1984 traf man sich zum Beispiel für sechs Stunden, wobei sich zunächst eine kleinere Gruppe besprach und ein Programm für das Folgejahr ausarbeitete, das im Anschluss mit weiteren MIK-Mitgliedern diskutiert wurde. Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984, S. 1. CFN/11/1/3, NL 369, DMA.

⁸⁹ Bei dem entsprechenden Treffen wurden mehrere Statements gegeben und anschließend diskutiert. Fragen der Automatisierung mit positiven wie negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und Arbeitsabläufe, des Datenschutzes sowie des Verhältnisses zwischen Bürger*innen und Staat spielten dabei die zentrale Rolle. Protokoll des fünften Treffens am 25. April 1983, Thema »Gesellschaftliche Implikationen von Künstlicher Intelligenz & Cognitive Science«. CFN/11/1, NL 369, DMA.

⁹⁰ Walter Heiligenberg hatte zunächst bei Konrad Lorenz am Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen (Oberbayern) gearbeitet, bevor er in die USA ging und ab 1972 an der University of California in La Jolla »die Verrechnungsregeln der von den Fischen erzeugten und aufgenommenen bioelektrischen Impulse und Details der zugrundeliegenden neuronalen Netzwerk-Aktivitäten aufklärte], woraus sich allgemeine Grundprinzipien für die neuronalen Algorithmen und die Organisation eines neuronalen Netzwerks ergaben«. Vgl. Heiligenberg, 1999. In La Jolla war 1979 die Cognitive Science Society gegründet worden; gleichzeitig hatte die erste Konferenz zu dem Thema stattgefunden.

⁹¹ Dirlich u. a., Arbeitskreis, 1983, S. 47.

⁹² Siehe z. B. CFN/1/2/23, CFN/1/2/24, beide NL 369, DMA.

⁹³ Protokoll des Treffens von Interessierten für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science im Raum München am 17. Oktober 1983, Thema: Planung und Organisation des Arbeitskreises im Zeitraum von November 1983 bis Juli 1984, S. 2. CFN/11/1/8, NL 369, DMA.

⁹⁴ Protokoll des Treffens von Interessierten für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science im Raum München am 17. Oktober 1983, Thema: Planung und Organisation des Arbeitskreises im Zeitraum von November 1983 bis Juli 1984, S. 2f. CFN/11/1/8, NL 369, DMA. IJCAI steht für International Joint Conferences on Artificial Intelligence.

⁹⁵ Mittelstaedt, Horst: Eine neue Theorie der subjektiven Vertikalen, 16.01.1984. CFN/1/6/41, NL 369, DMA; Braitenberg, Valentin: Cortex: Hohe Ordnung oder größtmögliches Durcheinander? 17.12.1987. CFN/1/6/9, NL 369, DMA.

burg (geb. 1942) brachten (neuro)biologische Perspektiven ein,⁹⁶ Ernst Pöppel psychologische und neurophysiologische, etwa mit seinem Vortrag über neurophysiologische Ergebnisse zur visuellen Wahrnehmung.⁹⁷ Dabei wurde auch kritisch über die Nützlichkeit der unterschiedlichen Ansätze diskutiert. So wurde Pöppel nach seinem Vortrag gefragt, »inwieweit seine Informationen für KI-Arbeiten von Nutzen sein könnten und ob überhaupt eine sinnvolle Verwandtschaft bestehe«. Man sei dahingehend zwar nicht zu einer eindeutigen Antwort gekommen, die »rege Beteiligung zeigte aber meines Erachtens deutlich, daß die Bedeutung von biologischen Funktionsmechanismen gewürdigt und mit großem Interesse verfolgt wird«, so der Protokollant Rudolf Heyers. Neben Fragen über das biologische Sehsystem wurden in der Diskussion auch Unterschiede und Ähnlichkeiten zu Computer-Vision-Systemen eingebracht. Unter anderem wurde eingewandt, »daß die Natur durch Verwendung von mehr Prozessoren die Ausfallsicherheit des Systems hätte erhöhen können«, woraufhin Pöppel entgegnete, dass evolutiv gesehen dies offensichtlich nicht notwendig gewesen sei.⁹⁸

Immer wieder wurden auch internationale Vortragende nach München eingeladen. Die Kontakte kamen meist über Christian Freksas Zeit in den USA und sein persönliches Netzwerk zustande. So erinnerte sich Ulrich Furbach:

Weil wir die Leute eingeladen haben. Wenn immer irgendjemand in Europa war. Oder in England, gab es natürlich auch viele namhafte KI-ler. Wenn immer wir eine Chance hatten, die irgendwo einzuladen, haben wir die hier eingeladen. Und das war natürlich das Zugpferd. Weil hier gab es keine, also keine bekannten KI-Forscher. Also im Münchner Raum zumindest nicht. Außer Wolfgang Bibel vielleicht. Und der war damals noch nicht so ein Zugpferd.⁹⁹

Zu den Vortragenden zählte der in Österreich geborene US-amerikanische Psychologe und Kognitionswissenschaftler George Mandler (1924–2016), der am 24. Juni 1985 über »The emergence of the cognitive sciences« sprach. MIK-Mitglieder hatten den Wunsch geäußert, ihn als Vortragenden für den Themenbereich »cognitive science« einzuladen,¹⁰⁰ was nicht verwundert. Mandler war einer der »Gründungsväter« der Kognitionswissenschaft in den USA; auch hatte er gerade das Buch »Cognitive Psychology: An Essay in

⁹⁶ Heiligenberg, Walter: Informationsverarbeitung bei einem elektrischen Fisch, 30.05.1983. CFN/1/6/48, NL 369, DMA; Heiligenberg, Walter: Zentralnervöse Mechanismen der Informationsverarbeitung bei elektrischen Fischen – eine Schlaperei ohne Ende, 26.10.1987. CFN/1/6/10, NL 369, DMA; Malsburg, Christoph von der: Mustererkennung in neuronalen Strukturen, 19.06.1985. CFN/1/6/29, NL 369, DMA.

⁹⁷ Protokoll des Treffens von Interessierten für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science im Raum München am 14. November 1983. CFN/11/1/6, NL 369, DMA.

⁹⁸ Ebd.

⁹⁹ Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:09:32–00:10:13.

¹⁰⁰ Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984, S. 2. CFN/1/6/82.

Cognitive Science« veröffentlicht.¹⁰¹ Aus den USA war auch Douglas E. Appelt¹⁰² vom Stanford Research Institute, der sich insbesondere mit Sprachverarbeitung beschäftigte, zu Besuch in München. Aus Großbritannien wurde Bernard Meltzer (1916–2008) eingeladen, der am 16. Mai 1983 über »Handling the unconscious« referierte.¹⁰³ Meltzer hatte viel zur Etablierung der KI in Großbritannien beigetragen. Zum einen war er zusammen mit Donald Michie (1923–2007) Herausgeber der einflussreichen »Machine Intelligence« Reihe und Gründer des Journals »Artificial Intelligence«, zum anderen war er Vorsitzender der Society for the Study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour (AISB). Mitte der 1960er-Jahre hatte Meltzer an der University of Edinburgh die Metamathematics Unit gegründet,¹⁰⁴ die viele später führende KI-Forschende hervorbrachte und in den 1970er-Jahren Teil der School of Artificial Intelligence wurde.¹⁰⁵ 1983 war Meltzer bereits pensioniert.¹⁰⁶ »In seinem Vortrag«, so lesen wir in den MIK-Unterlagen, »entwickelte Prof. Meltzer Ansätze für ein KI-Modell zur Erfassung einiger Aspekte von Freuds Theorie der Traumarbeit. Das Modell baut auf der von Schank entwickelten Struktur der conceptual dependency zur Repräsentation der Semantik von Aussagen auf.«¹⁰⁷

Ab Mitte der 1980er-Jahre wurde der Konnektionismus in mehreren Vorträgen am MIK thematisiert. Konnektionismus ist der »wohl bekannteste Gegenentwurf zum Symbolismus [...] als Modell der Kognition«.¹⁰⁸ Der Symbolismus geht unter anderem auf die Arbeiten von Herbert Simon und Allen Newell (1927–1992) zurück, die selbst auch von der *physical symbol system hypothesis* sprachen.¹⁰⁹ Sie gingen davon aus, dass in einem physikalischen System – egal, ob dies ein Mensch oder eine Maschine war – Informationen verarbeitet werden, dass diese Informationen in Form von Symbolen repräsentiert werden, und dass diese Informations- bzw. Symbolverarbeitung die Grundlage von kog-

¹⁰¹ Mandler, History, 2007, S. ix. Bereits 2002 hatte er einen Aufsatz über die Ursprünge der kognitiven Revolution, oder, in seinen Worten, der kognitiven Evolution veröffentlicht. Mandler fand den Begriff der »Revolution« verfälschend, da es keine katastrophalen Umbrüche gegeben habe, die Veränderungen langsam über mehr als zehn Jahre stattgefunden hätten – »and there were no Jacobins«; siehe Mandler, Origins, 2002, S. 339. Vgl. z.B. Radick, Unmaking, 2016 für eine andere Nuancierung der »cognitive revolution«-Idee.

¹⁰² Sein Vortrag vom 20. Juli 1988 befasste sich mit »A Belief-Desire-Intention Architecture for Intelligent Autonomous Agents«. CFN/1/6/13, NL 369, DMA.

¹⁰³ CFN/1/6/83, NL 369, DMA.

¹⁰⁴ Meltzers Unit war insbesondere an »automated reasoning«, also automatischem Beweisen, interessiert. 1998 wurden die drei Departments für AI, Cognitive Science und Computer Science an der University of Edinburgh in die School of Informatics zusammengezogen. Vgl. Howe, Intelligence, 2007.

¹⁰⁵ Vgl. Fleck, Development, 1982.

¹⁰⁶ The University of Edinburgh School of Informatics, Bernard Meltzer, o. D.

¹⁰⁷ Protokoll eines außerplanmäßigen und des sechsten und siebten Treffens von Interessierten für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science im Raum München, S. 1. CFN/1/6/83, NL 369, DMA. Schank bezieht sich auf Roger Schank (1946–2023), einen US-amerikanischen KI-Forscher und Kognitionswissenschaftler.

¹⁰⁸ Besold/Kühneberger, Konnektionismus, 2013, S. 164. Siehe auch Görz/Nebel, Intelligenz, 2014, S. 38–42; Besold/Kühneberger, Kognition, 2013; Besold/Kühneberger, Konnektionismus, 2013; Lenzen, Intelligenz, 2002; Chamak, Emergence, 1999, S. 667–669; Becker, Intelligenz, 1992, S. 28–30.

¹⁰⁹ Z.B. Newell/Simon, Problem Solving, 1972.

nitiven Prozessen ist. Symbolische Informationsverarbeitung blieb lange die leitende Idee in der Kognitionswissenschaft (und in der KI-Forschung), bis man Ende der 1980er-Jahre begann, statt symbolhafter Repräsentationen, frühere Ideen über Repräsentationen in Form von verteilten Aktivitätsmustern in »neuronennetzartigen Gebilden« wieder in den Forschungsfokus zu bringen.¹¹⁰ Dieser sogenannte Konnektionismus geht auf die Anfangszeit der KI und Kognitionswissenschaft zurück, insbesondere auf die Arbeiten von Warren McCulloch (1898–1969) und Walter Pitts (1923–1969) und auf die von Frank Rosenblatt (1928–1971). McCulloch und Pitts hatten 1943 einen Aufsatz veröffentlicht, in dem sie ein Logikkalkül für Nervenaktivitäten vorstellten.¹¹¹ Rosenblatt hatte das frühe neuronale Netz »Perceptron« konzipiert.¹¹² Diese und darauf aufbauende Ansätze waren seit den späten 1960er-Jahren eher in den Hintergrund der Forschung geraten, wurden aber ab den 1980er-Jahren wieder vermehrt rezipiert und auch im MIK diskutiert. Im Juli 1986 stellte Paul Smolensky (geb. 1955) vom Computer Science Department and Institute of Cognitive Science der University of Colorado Boulder¹¹³ die beiden Ansätze in seinem Vortrag »Features of the Symbolic and Subsymbolic Paradigms in Cognitive Science« einander gegenüber.¹¹⁴ Wenige Monate später berichtete auch Scott E. Fahlman (geb. 1948) von der Carnegie Mellon University über »[m]assively parallel connectionist architectures for AI«.¹¹⁵

Die Kolloquien haben den Großteil der Aktivitäten des Münchener Arbeitskreises ausgemacht. Sie boten die Möglichkeit, die Relevanz unterschiedlicher Ansätze und Methoden kritisch und interdisziplinär zu diskutieren. Auch dienten sie dazu, neue bzw. wiederentdeckte Forschungsansätze oder laufende Projekte kennenzulernen (z. B. den Konnektionismus). Dahingehend ähnelt das MIK durchaus dem Harvard Center for Cognitive Studies, dessen Diskussionskultur mit Seminaren zur Mittagszeit und Flurgesprächen Besuchenden im Gedächtnis geblieben ist.¹¹⁶ Zu den Fellows am Harvard Center for Cognitive Studies zählte zum Beispiel Don Norman, mit dem der MIK-Initiator Gerhard Dirlich Anfang der 1980er-Jahre zusammengearbeitet hatte. Über seine Zeit in Harvard sagte Norman: »We just fought and fought and fought in the most positive of ways. And the end result were a series of quite important papers.«¹¹⁷ In der Münchener Situation scheint, insbesondere für die Nachwuchswissenschaftler*innen, bei den Diskussionen auch besonders wichtig gewesen zu sein, dass man sich unter Gleichgesinnten und auf Augenhöhe befand. Furbach erzählte im Interview, seine Promotionszeit sei eine »sehr einsame« gewesen:

¹¹⁰ Freksa, Wissensdarstellung, 1989, S. 136.

¹¹¹ McCulloch/Pitts, *Calculus*, 1943. Siehe auch Kay, *Neurons*, 2001; Seising, *Geschichte*, 2021.

¹¹² Olazaran, *Study*, 1996; Penn, *Intelligence*, 2021, S. 82–115.

¹¹³ An dasselbe Institut war der deutsche Kognitionswissenschaftler Gerhard Fischer 1984 gewechselt.

¹¹⁴ Das Handout ist auf den Juli 1986 datiert. CFN/11/1/2, NL 369, DMA.

¹¹⁵ Vortrag am 13.10.1986. CFN/1/2/12, NL 369, DMA.

¹¹⁶ Am Harvard Center for Cognitive Studies wurde diese Diskussionskultur natürlich durch die institutionelle Anbindung und die damit einhergehende räumliche Situation (bspw. anliegende Büros) begünstigt.

¹¹⁷ Cohen-Cole, *Mind*, 2014, S. 176. Zentrumsmitgründer Bruner erklärte sogar »that people requested to attend the Center as visitors specifically because of its well-known hallway arguments«.

Man hat vor sich hingearbeitet und dann kam was raus oder nicht. Und danach hatte ich diesen Kontakt mit Gerhard Dirlich und Christian Freksa. Und es war für mich eine wunderbare Offenbarung. Man konnte diskutieren unter Gleichgesinnten [...].¹¹⁸

Der Workshop

Etwa zwei Jahre nach der Gründung des MIK wurde der Wunsch laut »noch weitere Aktivitäten durchzuführen«, etwa Werkstattbesuche und die Organisation von Tutorials, Workshops oder Tagungen.¹¹⁹ Gerhard Dirlich hielt diese für notwendig, um auch Forschungsprojekte aus dem MIK heraus entwickeln zu können.¹²⁰ Bei einem Treffen Ende 1983 wurden zwei Themen für einen mehrtägigen Workshop mit etwa 15 aktiven Teilnehmenden und einer anschließenden Publikation für die breitere Öffentlichkeitswirkung vorgeschlagen: Expertensysteme oder die Mensch-Maschine-Schnittstelle. Man entschied sich für das zweite Thema, das sowohl Freksa als auch Dirlich interessierte. Freksa war zu diesem Zeitpunkt in einem Projekt Wolfgang Bibels angestellt, dem Projekt LOKI über »A logic-oriented approach to knowledge and data bases supporting natural use interaction«. Die eigentlichen Forschungsinteressen Freksas (Kognitionswissenschaft) und Bibels (Automatisches Beweisen) schienen zwar auf den ersten Blick auseinanderzulaufen, in LOKI hatte Freksa jedoch die Möglichkeit, »Aspekte der natürlichen Nutzer-Interaktion« zu erforschen.¹²¹ Dirlich hatte Forschung zur Mensch-Maschine-Schnittstelle während seines USA-Aufenthaltes bei Donald Norman kennengelernt und die Entscheidung für das Workshop-Thema unterstützt; ihm war es wichtig, Technik als Hilfsmittel für den Menschen und nicht als Ersatz zu sehen.¹²² Ihr Herangehen an das

¹¹⁸ Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:17:15. Zusätzlich scheint auch außerhalb des »Arbeits«-Aspektes des Arbeitskreises ein soziales Verhältnis bestanden zu haben: Man scheint sich ab und an auch eher »privat« getroffen zu haben. Das lässt zumindest eine Faschingsfesteinladung vermuten: Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984., S. 4. CFN/11/1/3, NL 369, DMA.

¹¹⁹ Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984. CFN/1/6/82, NL 369, DMA.

¹²⁰ Protokoll 17.10.83, S. 4. CFN/11/1/8, NL 369, DMA.

¹²¹ Freksa, Theorembeweisen, 2018, S. 61. Für Freksa war das Projekt auch noch aus einem anderen Grund spannend: »Hoch interessantes Projekt. Für mich auch insbesondere deswegen, weil ich ausgebildeter Pilot bin. Und da dann sozusagen mein Erfahrungswissen aus der Fliegerei in Verbindung bringen konnte mit dem Wissen über die Flugzeug-Konstruktion und so.« Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:19:00.

¹²² Dirlich Interview, 26.4.2022. Norman schrieb 1982 einen Bericht für das Center for Human Information Processing (CHIP) an der UCSD, der Aufsätze zu MCI sammelte. Diese beschäftigten sich mit mentalen Modellen, der psychologischen Perspektive auf menschliche Informationsverarbeitung, »Cognitive Engineering« und Schwierigkeiten mit UNIX bzw. mit Netzwerken. Schlüsselwörter zur Einordnung der Forschungen waren z. B. AI und »Friendly Systems«: Norman, Papers, 1982. Vgl. auch Grudin, AI, 2009, S. 52–53, zur Rolle des UCSD in der MCI-Forschung (englisch HCI): »Don Norman, who published HCI-related work in AI forums in the 1970s and 1980s, led university participation in early [...] conferences. [...] Drawing from computer science, AI, psychology, and other disciplines, cognitive science could be considered a sibling to HCI. Cognitive science engaged with HCI almost exclusively only at UCSD and through researchers who spent time there.«



Abb. 4 Christian Freksa in Cranfield, 28. März 1985. Im Rahmen des LOKI Projektes besuchten er und seine Kollegin Nur Erol das dortige College of Aeronautics.

Thema war, so Freksa rückblickend, fast schon seiner Zeit voraus. Am Beispiel eines eigens für den Workshop entworfenen Systems zur Reiseplanung, mit Fenstern und Menüführung, ging es ihnen um »Interaktion mit Datenbanken und solchen Sachen, die dann eigentlich erst viel später zu Zeiten des Internet... Also Browsing zum Beispiel so und das wurde dann später aktuell«. ¹²³ Genauer sei dieser Zugang »erst 15 Jahre später irgendwie ein Forschungsthema« geworden. ¹²⁴ (Abb. 4)

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist ein Unterthema der Mensch-Computer-Interaktion, kurz MCI (auch Mensch-Maschine-Kommunikation oder MMK), ¹²⁵ die sich

¹²³ Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:29:00.

¹²⁴ Ebd.

¹²⁵ Norbert Streitz favorisierte 1986 die Bezeichnung »Interaktion« anstelle von »Kommunikation«, weil ersterer Begriff weniger konnotativ vorbelastet sei. Cognitive Science in Europe. Survey and Analysis (1986), S. 81. CFN/6/2/1, NL 369, DMA. In der Bundesrepublik setzte sich der Begriff »Mensch-Computer-Interaktion« bzw. MCI langfristig nicht durch, wie Felix Brodbeck im »VWörterbuch der Kognitionswissenschaft« 1996 bemerkte: »An seine Stelle tritt der Begriff Software-Ergonomie, der im wesentlichen das gleiche bezeichnet«. Brodbeck, Mensch-Computer-Interaktion, 1996, S. 395. Andere Begriffe waren zunächst Eindeutschungen der englischen »user friendliness« bzw. »cognitive ergonomics« und »software psychology« gewesen, nämlich »Benutzerfreundlichkeit« und »kognitive Ergonomie«, bevor sich um 1983 »der Begriff »Software-Ergonomie« allgemein durch[setzte]«. Fröhner/Petrowsky, Software-Ergonomie, 1985, S. 4.

»mit der benutzergerechten Gestaltung von interaktiven Systemen und Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie mit der Gebrauchstauglichkeit der eingesetzten Soft- und Hardware« befasst.¹²⁶ Seit den 1980er-Jahren kann man in den USA von dieser Forschungsrichtung als eigener Disziplin mit Gesellschaften, Zeitschriften und Tagungen sprechen.¹²⁷ Auch in der Bundesrepublik gab es zur selben Zeit bereits Konferenzen zum Thema.¹²⁸ Der Hamburger Linguist Walther von Hahn, der zur Sprachverarbeitung¹²⁹ forschte, machte bereits 1983 deutlich, wo und wie auch KI in ergonomischen Fragen unterstützen könnte. Insbesondere im Einsatz von natürlichsprachlichen Systemen sah er Vorteile, da sie den Zugang zu und den Umgang mit Software erleichtern könnten.¹³⁰

Der Workshop des Münchener Arbeitskreises, gemeinsam mit dem GI-Arbeitskreis »Kognition« der Fachgruppe »Künstliche Intelligenz« organisiert, fand im April 1984 statt; die dazugehörige Publikation, herausgegeben von Gerhard Dirlich, Christian Freksa, Uta Schwatlo und Klaus Wimmer, erschien 1986 in der Reihe »Informatik-Fachberichte« des Springer-Verlages.¹³¹ Die fünfunddreißig Teilnehmenden aus den Bereichen Psychologie, Informatik und Systemdesign (von Universitäten und aus der Industrie) – »[m]it leichtem Übergewicht der ›Programmierer‹«¹³² – kamen dafür in Räumen der Carl Friedrich von Siemens Stiftung im Münchener Stadtteil Nymphenburg zusammen.¹³³ Weitere

¹²⁶ Wachsmuth, Mensch-Maschine-Interaktion, 2013, S. 361. Laut dem Elektrotechniker Georg Geiser vom Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung ist »[d]ie Geschichte der Technik [...] gleichzeitig eine Geschichte der Mensch-Maschine-Systeme«. Geiser, Mensch-Maschine-Kommunikation, 1990, S. 10. Geiser ist 1981 mit dem Preis der SEL (Standard-Elektronik Lorenz)-Stiftung für »herausragend[e] wissenschaftlich[e] Leistung im Problemfeld ›Mensch und Technik in Kommunikationssystemen‹ ausgezeichnet worden (»Forschungspreis Technische Kommunikation 2002«). In seiner Preisrede verlangte er eine verstärkte Ausrichtung der MMK am Menschen und der menschlichen Informationsverarbeitung: »Bisher fehlt nach Angaben von Geiser die ›künstliche Intelligenz, um Strategien für die automatische Fehlerdiagnose und zum Problemlösen in Leitstellen beispielsweise zu entwickeln«. Vgl. SEL-Preis, 1981.

¹²⁷ Hellige, Krisenphasen, 2008, S. 15. Allerdings fehlte Anfang der 1980er noch eine Theorie- und Methodensystematik, die »vor allem auch an dem stark inter- bzw. multidisziplinären Charakter des Gebietes [scheiterten].« Hellige, Krisenphasen, 2008, S. 16.

¹²⁸ Seit 1981 die Arbeitstagung Mensch-Maschine-Kommunikation, seit 1982 den Kongress Software-Ergonomie.

¹²⁹ Für frühe Arbeiten in der maschinellen Sprachverarbeitung, s. den Beitrag von Florian Müller in diesem Band.

¹³⁰ Von Hahn, Contribution, 1983, S. 131.

¹³¹ Für Unterlagen zur Veröffentlichung, siehe auch CFN/12/2, NL 369, DMA.

¹³² Schiff, Bericht über den Workshop, S. 1. CFN/12/2/2, NL 369, DMA. Ursprünglich waren auch »Benutzer« als Gruppe neben Informatik und Psychologie in den Vorbereitungsnotizen angedacht. Vgl. CFN/12/2/6, NL 369, DMA. In einem Positionspapier zu einer 1983 stattgefundenen Tagung zur Software-Ergonomie bemerkte Norbert Streitz: »Es wurde kaum von der Benutzerseite her argumentiert, sondern eher aus der Perspektive des Systemdesigners, der die Leistungsfähigkeit seines Systems in den Vordergrund stellt. Dessen ›Benutzerfreundlichkeit‹ wird dann durch ›Erfahrungen, die wir damit gemacht haben‹ belegt.« Streitz 1983, S. 3. CFN/12/1/8, NL 369, DMA.

¹³³ Dirlich u.a., Vorwort, 1986, S. V. Die in München ansässige Stiftung versteht sich als »unabhängige Einrichtung zur Förderung der Wissenschaften, die seit 1960 ein umfangreiches wissenschaftliches Programm [...] durchführt«. Vgl. <https://www.carl-friedrich-von-siemens-stiftung.de/> (14.2.2022). Laut Freksas Notizen zum Workshop kam der Kontakt zur Stiftung über Ernst Pöppel zustande: CFN/12/2/6; Freksa an Armin Mohler, 1.12.1983. CFN/12/2/8, beide NL 369, DMA.

Unterstützung für den Workshop leisteten die Siemens AG und die Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH.¹³⁴ Mitarbeitende beider Firmen waren Mitglieder im MIK. Auch München war »mit leichtem Übergewicht« vertreten: Fast zwei Drittel der Teilnehmenden gaben eine Münchener Affiliation an, was dem Workshop sicherlich weiter ein eher lokales Flair verlieh. Aus vierzig eingereichten Aufsätzen wurden vierzehn besprochen – das Interesse an dem Thema Mensch-Maschine-Schnittstelle war auf jeden Fall gegeben und der deutschsprachige Raum in der relevanten Forschung aktiv. Wie in der Einleitung der Proceedings erwähnt wird, wurde »menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen am Computer« bisher insbesondere in den USA betrachtet.¹³⁵

Benutzungsschnittstellen für interaktive Systeme waren in den 1960er-Jahren in den Fokus gerückt und ihre Entwicklung »führte in den 1980er Jahren zunächst zum Menüorientierten Arbeitsplatzrechner«, kurz darauf zu der »bis heute dominanten grafischen Benutzerschnittstelle (*graphical user interface*, GUI)«. ¹³⁶ Grundgedanke war dabei, die Benutzungsfreundlichkeit zu steigern. Mit der wachsenden und sich ändernden Nutzer*innengruppe, die vermehrt Computerlai*innen umfasste, wurde die einfachere Bedienbarkeit zu einem »major problem and marketing issue«. ¹³⁷ Statt mit dem Computer über eine Kommandozeile (*command-line interface*) zu interagieren, versprochen nun Fenster, Icons, eine Maus und Menüs (*WIMP interface: windows, icons, mouse, pull-down menus* oder *pointers*) eine natürlichere und intuitivere Interaktion, ¹³⁸ die schneller zu erlernen und auf der Nutzungsseite weniger fehleranfällig sein sollte. ¹³⁹ Bei der Entwicklung der Eingabegeräte wie Maus und Tastatur lernte man, dass deren Güte »immer von

¹³⁴ Dirlich u. a., Aspekte, 1986, S. IV. Für das Interesse der Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH bzw. der Vorgängerinstitution Bölkow-Messerschmitt-Werke und deren Mitarbeiter Heinz von Diringshofen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Idee der menschenfreundlichen Anthropotechnik siehe Liggieri, Anthropotechnik, 2020.

¹³⁵ Danzer-Kahan/Schwatlo/Dirlich, Gestaltung, 1986, S. 1.

¹³⁶ Wachsmuth, Mensch-Maschine-Interaktion, 2013, S. 361. Vgl. Grudin, AI, 2009, S. 53; Shackel, Interaction, 1997, S. 972.

¹³⁷ Cognitive Science in Europe. Survey and Analysis (1986), S. 80. CFN/6/2/1, NL 369, DMA.

¹³⁸ Der (Technik-)Historiker Hans Dieter Hellge hat von einem sich Anfang der 1980er-Jahre »etablierenden Desktop- und WIMP-Paradigma« gesprochen. Hellge, Krisenphasen, 2008, S. 54.

¹³⁹ Campbell-Kelly/Aspray, Computer, 2004, S. 236. Die Entwicklung des GUI ist eng mit der Entwicklung des Personal Computer oder PC verbunden, lässt sich aber schon auf frühere Arbeiten aus den 1960er-Jahren zurückführen, insbesondere auf Arbeiten aus dem Human Factors Research Center am SRI und aus dem Computer Science Laboratory der University of Utah. Douglas Engelbart (1925–2013), Gründer des Research Centers, und seine Gruppe entwickelten unter anderem die Maus, während David Evans (1924–1998) und Ivan Sutherlands (geb. 1938) Forschungsteam in Utah Neuerungen in die Computergraphik einführten. Xerox' Palo Alto Research Center (PARC) entwickelte Anfang der 1980er das erste kommerzielle GUI. Es war allerdings zu teuer, um wirklich erfolgreich zu sein. Mit Apples Macintosh und Microsofts Windows erreichten GUIs die Welt der PCs Mitte der 1980er und wurden zur dominanten Schnittstelle zwischen Mensch und Computer. Vgl. hierzu Campbell-Kelly/Aspray, Computer, 2004, S. 235–247; speziell zu Engelbart, siehe z. B. Friedewald, Computer, 1999, S. 168–185; Grudin, Tool, 2017, Kapitel 4.2.4. und zu Sutherland Kapitel 4.2.3. Don Norman nannte Engelbart eine »Anomalie«; für ihn waren Ivan Sutherlands Arbeiten zu Graphiken wichtiger und Engelbart war ihm hauptsächlich wegen einer Demonstration seiner Ideen im Jahr 1968 im Gedächtnis geblieben, aber »we weren't aware of the whole program«. Norman/Yost, Interview, 2020, S. 30.

der jeweiligen Aufgabe abhängig ist« und dass es »keine Entweder-Oder Entscheidungen zu treffen gibt, sondern daß erst das Sowohl-als-auch eine gute Schnittstelle ausmacht.«¹⁴⁰ Durch Zeigeeinstrumente und andere Navigationsgeräte in Kombination mit einem Bildschirm »entstanden völlig neuartige, Hardware-unabhängige symbolische Interaktionsmöglichkeiten. Sie erst verliehen dem Computer den Charakter eines dynamischen Mediums, das neben die klassischen Informations- und Kommunikationsmedien trat.«¹⁴¹ Mitte der 1980er-Jahre stand das letzte Urteil über den Nutzen von Icons gegenüber der Kommandozeile aufgrund eines Mangels an aussagekräftiger Forschung allerdings noch aus: »Although there have been some studies on the advantage of icons vs. verbal commands, the actual role of graphics in human-computer interaction is still an open question.«¹⁴²

Die Workshop-Organisatoren hatten ein Beispielsystem mit einer graphischen Schnittstelle entwickelt und im Voraus zirkulieren lassen.¹⁴³ Ihre Ziele dabei waren zum Ersten »eine Demonstration von Entwurfsproblemen und psychologischen Problemen« und zum Zweiten »das Angebot eines allen Teilnehmern vertrauten Sachverhalts, dem sich die Aussagen aus den Beiträgen der Workshopteilnehmer zuordnen lassen.«¹⁴⁴ Konkret handelte es sich um ein System zur computerunterstützten Planung einer Ferienreise, das auch implementierbar gewesen wäre. Am Ende machten aber nur einige der Teilnehmenden von dem Beispiel Gebrauch.

Mit diesen rezenten Entwicklungen in der Computertechnologie und Software – inklusive der KI-Forschung – und den vielfältigen Einsatzgebieten von Computern ergab sich die Notwendigkeit, Ergonomie als Forschungsgebiet zu erweitern und interdisziplinär aufzubauen.¹⁴⁵

Heute stehen wir nun in einer Entwicklungsphase, in der aus größerer Erfahrung heraus und mit geschärftem Realitätsbewußtsein daran gearbeitet wird, Prozesse in Computern zu vollziehen, die auf intelligente Weise Wissen verarbeiten. Es ist heute in Grenzen möglich, einige kognitive Leistungen des Menschen im Computer zu simulieren und Prozesse zu generieren, die menschliches Denken wirkungsvoll unterstützen können.¹⁴⁶

¹⁴⁰ Friedewald, Computer, 1999, S. 184.

¹⁴¹ Hellige, Krisenphasen, 2008, S. 47–48.

¹⁴² Cognitive Science in Europe. Survey and Analysis (1986), S. 84. CFN/6/2/1, NL 369, DMA.

¹⁴³ Vgl. Dirlich u. a., Planung, 1986; und CFN/12/1/11 bis CFN/12/1/24, NL 369, DMA.

¹⁴⁴ Kognitive Aspekte der Kommunikation mit Computern dargestellt an einem Beispiel: Computerunterstützte Planung von Ferienreisen (v. Benda, Dirlich, Freksa, Furbach, Müller, Wimmer), S. 1. CFN/12/1/24, NL 369, DMA.

¹⁴⁵ 1984 wurde bspw. auch ein neuer Fachausschuss in der GI gegründet, der sich mit Ergonomie in der Informatik beschäftigen sollte. »Damit soll der wachsenden Rolle der Ergonomie in der Mensch-Computer-Kommunikation und der Mensch-Mensch-Kommunikation via Maschine Rechnung getragen werden.« Neuer GI-Ausschuß gegründet: Ergonomie im Visier, 13.1.1984.

¹⁴⁶ Danzer-Kahan/Schwatlo/Dirlich, Gestaltung, 1986, S. 2–3. Da auch die Mensch-Computer-Interaktion als Forschungsgebiet noch in der Entstehung war, ergaben sich ähnliche Problematiken wie für die Kognitionswissenschaft, die den Ausgangspunkt für diesen Workshop stellte: »die Diskussion um Begriffe, Methoden und Gegenstandsbereich [ist] noch nicht abgeschlossen.« Ebd., S. 2.

Allerdings wurde im Verlauf des Workshops deutlich, dass die gewünschte Interdisziplinarität sich nicht ohne Weiteres umsetzen ließ. Erstens wüssten einzelne Forschungsgruppen wenig bis gar nichts über andere Gruppen. Zweitens lägen die einzelnen bearbeiteten Probleme oft zu weit auseinander, um sich problemlos austauschen zu können. Und drittens hätten »speziell [...] die Sichtweisen und Methoden von Informatikern und Softwaredesignern nur wenige Berührungspunkte mit den Sichtweisen und Methoden von Psychologen und Arbeitswissenschaftlern«.¹⁴⁷ Dies wurde teils auch in den Workshop-Beiträgen angemerkt. Das Feld »Mensch und Informationstechnologie« sei »unüberschaubar und unübersichtlich«, voll von »Ambivalenzen und Konflikten«;¹⁴⁸ es herrsche »noch weitgehendes Mißtrauen und Skepsis zwischen Systemdesignern und Psychologen bzw. Sozialwissenschaftlern«.¹⁴⁹ Auch müsse man »Missverständnisse« zwischen den technisch und den geisteswissenschaftlich orientierten Forschungskomponenten vermeiden: »Hier sind also beide Seiten gefragt und notwendig, die sich im Rahmen einer interdisziplinären Wissenschaft, wie der Cognitive Science, zusammenfinden könnten.«¹⁵⁰ Eine gewisse Schwammigkeit der Ideen und Diskussion wurde bereits direkt auf dem Workshop angesprochen: »verdammte unkonkret« sei es gewesen, meinte ein Teilnehmer namens Gernot Wiegand.¹⁵¹

Es gab jedoch auch positive Rückmeldungen. Bernd Wingert, einer der Teilnehmenden, schrieb Christian Freksa, dass er in Zukunft gerne relevante Papiere, die in seiner Arbeitsgruppe am Kernforschungszentrum in Karlsruhe entstünden, an die anderen Teilnehmenden weiterleiten würde. Er hatte den Teil des Workshops, während dessen keine Vorträge gehalten, sondern in Arbeitsgruppen »lebhaft und anregend« Themen diskutiert worden waren, begrüßt.¹⁵² Er meinte, »Eswäre [sic] schade, wenn die in Gang gekommene Diskussion wieder versiegen würde.«¹⁵³ Auch Gerhard Dirlich hatte diesen Punkt in der Abschlussdiskussion (»Manöverkritik« in Freksas Notizen) angesprochen: »Bekanntheit aufrechterhalten zum Informationsaustausch.«¹⁵⁴

Das MIK als Netzwerk

Neben diesen lokalen Aktivitäten in München, die hauptsächlich inhaltlich ausgerichtet waren, bemühte sich der Arbeitskreis auch um die Bildung eines Netzwerkes zur Kogni-

¹⁴⁷ Danzer-Kahan/Schwatlo/Dirlich, Gestaltung, 1986, S. 9.

¹⁴⁸ Hoyos, Anmerkungen, 1986, S. 13.

¹⁴⁹ Schwatlo, Probleme, 1986, S. 130.

¹⁵⁰ Danzer-Kahan/Suda, Überlegungen, 1986, S. 151.

¹⁵¹ Freksas Workshop-Notizen, 13.4.1984. CFN/12/2/4, NL 369, DMA.

¹⁵² Wingert, »Kognitive Aspekte...«, S. 2. CFN/12/1/5, NL 369, DMA. Es hatte u. a. Arbeitsgruppen zu den Themen »Methoden«, »Modelle für die Sache« und »Interaktion« gegeben. Vgl. Wingert, Bericht zur Arbeitsgruppe »Interaktion«, S. 1. CFN/12/1/6, NL 369, DMA. Ursprünglich war geplant gewesen, auch die Arbeitsgruppen-Berichte als Teil des Tagungsbandes zu veröffentlichen. Vgl. CFN/12/2/1 und CFN/12/2/2, beide NL 369, DMA.

¹⁵³ Bernd Wingert an Freksa, 8.7.1984. CFN/12/1/4, NL 369, DMA.

¹⁵⁴ Freksas Workshop-Notizen, 13.4.1984. CFN/12/2/4, NL 369, DMA.

tionsforschung. Netzwerke und Gruppen spielen in der Entwicklung von Forschungsrichtungen und in der Disziplininformation eine wichtige Rolle. Der Soziologe Rudolf Stichweh begriff in seiner Arbeit über die Differenzierung der Wissenschaft informelle (Kommunikations-)Netzwerke als ein »Charakteristikum der Forschergruppen in wenig institutionalisierten Spezialgebieten«.¹⁵⁵ Er nutzte dafür den Begriff »invisible college«, den Ahrweiler auch auf die frühe KI-Forschung anwendete.¹⁵⁶ Der Begriff lässt sich dabei nur teils auf den Münchener Arbeitskreis übertragen, da laut Stichweh die Mitglieder des invisible college »wissenschaftlichen Eliten angehören«, ¹⁵⁷ während die MIK-Mitglieder oft auf Assistenzstellen saßen oder nicht aus der Wissenschaft, sondern der Industrie kamen. Dass mit Ernst Pöppel ein etablierter Professor den Arbeitskreis unterstützte, wurde in Erinnerungen mehrfach als besonders wichtig hervorgehoben, weil die Initiatoren und Mitglieder keinen vergleichbaren Status im Wissenschaftssystem hatten.¹⁵⁸ Aber natürlich fungierte der Arbeitskreis als Netzwerk von Gleichgesinnten, mit einem Kern, der zu den Kolloquien kam, und einem darüberhinausgehenden Verteiler. Darüber hinaus waren die persönlichen Netzwerke der einzelnen Mitglieder für die Gestaltung der Kolloquien von entscheidender Bedeutung: Über diese wurden mögliche Vortragende rekrutiert. Rückblickend waren laut Furbach insbesondere Freksas internationale Kontakte zentral: »Aber ich glaube, so der wichtigste Punkt war Christian Freksa, weil der die ganzen Beziehungen aus seiner USA-Zeit zu den KI-lern hatte. Das hatten wir ja alles nicht.«¹⁵⁹

Vernetzungsmöglichkeiten innerhalb der Bundesrepublik gab es für die KI-Forschung und die Kognitionswissenschaft in den 1980er-Jahren hauptsächlich durch die Gesellschaft für Informatik. Je nach Interesse kamen auch andere Gesellschaften, wie die der Psychologie oder Linguistik, in Frage. Allerdings waren die GI-Fachgruppe Künstliche Intelligenz (bzw. ab 1983 der Fachausschuss FA 1.2 Künstliche Intelligenz und Mustererkennung)¹⁶⁰ und deren Arbeitskreis Kognition, der kurz nach dem MIK gegründet worden war, sicherlich zentrale Anlaufstellen. Mitgliedschaften in beiden waren nicht unüblich und MIK-Mitglieder nahmen zeitweise unterschiedliche Rollen innerhalb der GI ein: Christian Freksa war Sprecher des AK Kognition, Egbert Lehmann (geb. 1940) des AK Expertensysteme. Wolfgang Bibel fungierte als Herausgeber des KI-Rundbriefes.

¹⁵⁵ Stichweh, Differenzierung, 1979, S. 95.

¹⁵⁶ Ahrweiler, Intelligenz-Forschung, 1995, S. 61–74. Sie bezieht sich dabei auf Nicholas Mullins' Arbeit, der – u. a. aufbauend auf Derek de Solla Price (Price, Science, 1963) und Thomas Kuhn (Kuhn, Structure, 1962) – vier Phasen für die Entwicklung von wissenschaftlichen Gruppen identifizierte: die Normal-, Netzwerk-, Cluster- und Spezialisierungs-/Disziplinphase. Vgl. Mullins, Theories, 1973, S. 18–27. Ursprünglich bezeichnet der Begriff »invisible collegex« die Anfänge der Royal Society im 17. Jahrhundert. Vgl. Stimson, Comenius, 1935.

¹⁵⁷ Stichweh, Differenzierung, 1979, S. 95.

¹⁵⁸ Bibel/Furbach, Formierung, 2018, S. 47; Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:09:20, Dirlich Interview, 26.4.2022; Freksa Interview, 18.8.2020.

¹⁵⁹ Furbach Interview, 3.12.2020, ab ca. 00:09:32–00:10:13.

¹⁶⁰ Die Umbenennung erfolgte im Rahmen einer Umorganisation der Gesellschaft für Informatik als Ganzes. Vgl. Wahlster, Neuorganisation, 1983, S. 3.

Allerdings sprach man sich im MIK gegen eine offizielle Anbindung an den AK Kognition aus,¹⁶¹ auch wenn man, wie beim oben besprochenen Workshop oder bei der nachfolgend besprochenen Erhebung zur Kognitionsforschung, zusammenarbeitete.

Das MIK bemühte sich in seiner Laufzeit insbesondere um zwei Netzwerkarten. Zum einen führte es gemeinsam mit dem GI-Arbeitskreis Kognition und dem Cognitive Science Arbeitskreis der Österreichischen Gesellschaft für Artificial Intelligence (ÖGAI) eine Erhebung zur Kognitionsforschung durch. Zum anderen lag dem MIK daran, an technische Netzwerke angeschlossen zu werden, an Computer- und elektronische Kommunikationsnetzwerke, wie einige sie, etwa von Aufenthalten an amerikanischen Universitäten, kannten.

Die Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85

Der Münchener Arbeitskreis war vor allem lokal tätig. Zu den ersten Treffen kamen durchschnittlich 40 Personen, während die gesamte Liste der Interessenten 1983, im ersten Jahr des Bestehens, bereits rund 70 Leute umfasste.¹⁶² Mit der Zeit wuchs die Adressliste des MIK auf über 90 Adressat*innen an, von denen die Mehrheit weiterhin im Münchner Raum wohnte. Es gab aber auch Interessierte in Baden-Württemberg, in Hessen und sogar in Hamburg.¹⁶³ Aus Österreich wurde ebenfalls mehrmals Interesse am MIK bekundet, auch wenn sich von dort letztendlich niemand auf der noch vorhandenen Adressenliste von 1985 wiederfindet.¹⁶⁴ 1984 arbeitete der Münchener Arbeitskreis jedoch mit dem österreichischen Arbeitskreis Cognitive Science der ÖGAI sowie mit dem GI-Arbeitskreis Kognition zusammen und erstellte eine Erhebung zur Kognitionsforschung im deutschsprachigen Raum. Freksa erinnerte sich an die Situation vieler

¹⁶¹ Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984, S. 3. CFN/1/6/82 bzw. CFN/11/1/3, beide NL 369, DMA. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass man im MIK unsicher ob der Unterstützung und Anerkennung innerhalb der GI war. Eine »Fachgruppe »Kognition« (entspr. Cognitive Science)« war erstmals 1982 vorgeschlagen worden. Vgl. Raulefs, Bericht, 1982, S. 2. Die Stuttgarter Heinz-Dieter Böcker, Gerhard Fischer und Joachim Laubsch hatten sich bereit erklärt, eine entsprechende Gründungsinitiative zu übernehmen. Auf der GWAI-82 in Bad Honnef gab es eine von Fischer geleitete Diskussionsrunde über die Initiative und es wurde klar, dass Uneinigkeit darüber herrschte, was genau Cognitive Science sei und wie sie zur Künstlichen Intelligenz stehe: »Ist Cognitive Science ein Ueberbegriff, der die ganze Kuenstliche Intelligenz, Mustererkennung, etc. umfasst oder ein Restgebiet der KI, dass von keiner anderen Fachgruppe abgedeckt wird?« Man war sich darüber hinaus unsicher, ob es überhaupt genügend Forschungsaktivitäten zu dem Thema gebe, ob also eine Vertretung in der GI gerechtfertigt sei. Die Diskussion wurde letztendlich auf später verschoben – man war eher gegen die Gründung einer Cognitive Science Fachgruppe, außerdem solle man sich vielleicht besser mit Forschenden aus der Psychologie und Linguistik abstimmen als »jetzt im Alleingang [zu] handeln«. Vgl. Bartel, Diskussion, 1983, S. 14. Es brauchte offensichtlich einen neuen Anlauf für die Gründung des AK Kognition im darauffolgenden Jahr.

¹⁶² Dirlich u. a., Arbeitskreis, 1983, S. 47.

¹⁶³ Adressenliste des MIK, CFN/1/3/5, NL 369, DMA.

¹⁶⁴ Nguyen Huu Chau Thuy an Freksa, 19.7.1984. CFN/1/2/20; Klaus-Peter Adlaßnig an Dirlich, 28.5.1984. CFN/1/2/23; Karl Leidlmair an Freksa, 27.7.1985. CFN/1/2/9 (Leidlmair war Obmann des Tiroler Arbeitskreises für KI). Alle NL 369, DMA.

Kognitionswissenschaftler*innen in den 1980er-Jahren:

[A]lso ganz typisch vielleicht für unser Forschungsgebiet war, dass es oft so Einzelpersonen gab, die sich für unsere Sachen interessiert haben und eigentlich in ihren Institutionen gar nicht eingebunden waren, so mit anderen Kollegen. Und da haben wir durch so ein größeres Netzwerk letztlich auch für solche Verbindungen gesorgt. Damals war das im Wesentlichen auf Deutschland beschränkt.¹⁶⁵

In diesem Kontext gab also der GI-Arbeitskreis, dessen Sprecher Freksa war, den Anstoß für das Erstellen einer Übersicht der Kognitionsforschenden in der Bundesrepublik, Österreich und der Schweiz:

Der Arbeitskreis Kognition [...] hat sich zur Aufgabe gemacht, von Seiten der KI die Fühler auszustrecken zu den Mitdisziplinen in der Kognitionsforschung, da in unserer fachorientierten Lehr- und Forschungsstruktur häufig der Kontakt zu den anderen Disziplinen fehlt, selbst wenn die Arbeitsgebiete starke inhaltliche Bezüge zueinander haben. Diese Tatsache ist sicherlich mitverantwortlich dafür, daß sich die Kognitionsforschung bei uns bisher nicht in der Weise entfalten konnte wie in Hochschulstrukturen, die »fachlich durchlässiger« sind, in denen es also beispielsweise üblich ist, daß Informatiker mit Psychologen, Physiker mit Anthropologen, Philosophen mit Informatikern oder Neuropsychologen mit Linguisten reden.¹⁶⁶

Zum Zweck dieser interdisziplinären Vernetzung wurden Fragebögen über den KI-Rundbrief und den ÖGAI-Newsletter sowie direkt an Forschende verschickt – insgesamt an etwa 1500 Personen. Damit verbunden war jeweils die Bitte, die Informationen weiterzuleiten, so dass nach dem Schneeballprinzip möglichst viele Kognitionsforschende erreicht werden könnten.¹⁶⁷ Schlussendlich gingen 133 Antworten ein, die von Christian Freksa und seinem österreichischen Kollegen Alfred Kobsa (geb. 1956), Vorstandsmitglied der ÖGAI und Leiter des dortigen AK Cognitive Science,¹⁶⁸ gesammelt und herausgege-

¹⁶⁵ Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:30:00.

¹⁶⁶ Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85 (herausgegeben durch Freksa & Kobsa), Einführung. CFN/1/6/55, NL 369, DMA.

¹⁶⁷ Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85 (herausgegeben durch Freksa & Kobsa). CFN/1/6/55, NL 369, DMA.

¹⁶⁸ Kobsa leitete ab Mitte der 1980er-Jahre auch eines der Teilprojekte zu natürlichsprachlichen Systemen im Sonderforschungsbereich 314 »Wissensbasierte Systeme« zusammen mit Wolfgang Wahlster. Lebenslauf Alfred Kobsa, B227/171794 SFB 314/87 I, Bundesarchiv Koblenz.

ben wurden (und die in eine europäische Umfrage zur Cognitive Science von 1985/86 einfließen sollten).¹⁶⁹ Sie waren sich bewusst, dass das »Ergebnis [...] sicherlich weder vollständig noch repräsentativ« war, sahen es aber als »hoffentlich [...] anregend und kontaktfördernd«. ¹⁷⁰

Die Erhebung zeigt, dass Anfang der 1980er-Jahre knapp unter hundert Forschende ihre Arbeit der Kognitionswissenschaft zuordneten. 72 Antworten bezogen sich sogar auf spezielle Projekte.¹⁷¹ Die Projekte befassten sich mit Themen wie Mensch-Computer-Interaktion, Wissens- beziehungsweise Informationsverarbeitung in Expertensystemen oder in Mensch und Tier, Sprache, Bildverarbeitung,¹⁷² Gedächtnis oder kognitiven Architekturen. Die von Freksa und Kobsa erwähnte Interdisziplinarität zeigt sich in den Instituten und Fakultäten der Forschenden: Neben zu erwartenden Disziplinen, wie beispielsweise Psychologie (inkl. Arbeits- und Neuropsychologie), Informatik, (Psycho-)Linguistik, Neurowissenschaften oder biologischer Kybernetik, finden sich auch Antworten aus der extraterrestrischen Physik, der Soziologie und der Volkswirtschaft. Auch die Industrie (bspw. IBM, Siemens, Triumph-Adler, die Interface Computer GmbH oder die Elektrowatt AG) und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (bspw. die GMD und das Battelle Institut) waren vertreten.

¹⁶⁹ Cognitive Science in Europe. Survey and Analysis (1986). CFN/6/2/1, NL 369, DMA. Dieser Bericht war selbst Teil von Vernetzungsaktivitäten zur Kognitionswissenschaft: Im Rahmen des europäischen FAST Programms (Forecasting and Assessment in Science and Technology) wurden Gelder für Networking Aktivitäten zur Verfügung gestellt: »to establish contacts between researchers and institutions from the Community countries who are interested in this multidisciplinary »new science«; to identify the strenghts [sic] and weaknesses of the European scientific Community in this field; and to suggest priority actions to be undertaken at Community level in order to avoid accentuating the possible »mismatches« between man and machine.« Die Fördersumme betrug 25.000 ECU, die europäische Währungseinheit, die später durch den Euro ersetzt wurde. Die Gesamtfördersumme für FAST II Forschungsaktivitäten betrug 1.585.000 ECU für Verträge und 865.000 ECU für Netzwerke. Vgl. Commission of the European Communities, FAST, 1984a, S. 189, 201. Im März 1984 entsprach 1 ECU etwa 0,87 USD. Vgl. Commission of the European Communities, FAST, 1984b, S. 2, 3.

¹⁷⁰ Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85 (herausgegeben durch Freksa & Kobsa). CFN/1/6/55, NL 369, DMA.

¹⁷¹ Es gab einen Code nach dem die Befragten ihr Verhältnis zur Kognitionsforschung über Angabe eines oder mehrerer Buchstaben definieren konnten, etwa F für Forschung, E für Entwicklung. Vgl. Tabelle 2 für alle fünf Möglichkeiten.

¹⁷² Für die Anfänge der Bildverarbeitung in der Bundesrepublik innerhalb der Physik siehe den Beitrag von Dinah Pfau in diesem Band.

Antworten insgesamt (Code)	133
Interesse ohne spezifische Aktivitäten (I)	26
Forschung (F)	91
Entwicklung (E)	26
Arbeit an einem Projekt (A)	72
Mitarbeit an einem Projekt erwünscht (M)	14

Tabelle 2 Antworten auf die Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85.

Während das MIK also ursprünglich (und auch hauptsächlich) lokal orientiert war und wissen wollte, wer zu was forschte, beteiligte es sich hier an einer überregionalen Vernetzung mit demselben Ziel. Die Erhebung zeigt, dass im deutschsprachigen Raum Mitte der 1980er-Jahre an vielen Stellen und aus vielen Perspektiven an kognitionswissenschaftlichen Fragestellungen geforscht wurde oder diese in Projekte miteinfließen. In der Schweiz wurden kognitionswissenschaftliche Fragestellungen an Instituten in Zürich, Basel und Genf bearbeitet, in Österreich hauptsächlich in Wien, Graz, Linz, Salzburg und Innsbruck. Für die Bundesrepublik ergab sich dagegen ein unausgewogenes Bild: Münchener Institutionen wie die TU, das MPI für Psychiatrie, die Hochschule der Bundeswehr in Neubiberg, Siemens und einige Kliniken dominierten mit über 40 von insgesamt 133 rückläufigen Erhebungsbögen.¹⁷³ Der Einfluss des MIK war deutlich, wie auch Freksa und Kobsa andeuteten: von den Antworten stammten »die meisten [...] aus dem über persönliche Kontakte verbreiteten Anteil«. ¹⁷⁴ Im Münchener Raum hatte die Vernetzung über den Arbeitskreis bestens funktioniert. (Abb. 5)

Das technische Kommunikationsnetzwerk

Während die Vernetzung innerhalb des Arbeitskreises funktionierte und das große Interesse Dirlich, Freksa und Furbach in ihrer Initiative bestätigte, wuchs mit der Adressenliste auch der Organisationsaufwand: »das war damals mühsamer, weil alles postalisch ging.«¹⁷⁵ Deshalb wurde ab Mitte der 1980er-Jahre ein Netzwerk auf anderer Ebene gefordert: die »Verbesserung der Kommunikationsmöglichkeiten durch Anschluß an Rechner-

¹⁷³ Andere Orte, an denen drei oder mehr an der Kognition Interessierte arbeiteten, waren Berlin (FU, TU, MPI für Bildungsforschung), Bonn (GMD, Universität Bonn), Tübingen (Universität, MPI für biologische Kybernetik, Deutsches Institut für Fernstudien), Saarbrücken (Universität des Saarlandes) und Freiburg (Universität).

¹⁷⁴ Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85 (herausgegeben durch Freksa & Kobsa). CFN/1/6/55, NL 369, DMA.

¹⁷⁵ Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:09:00.

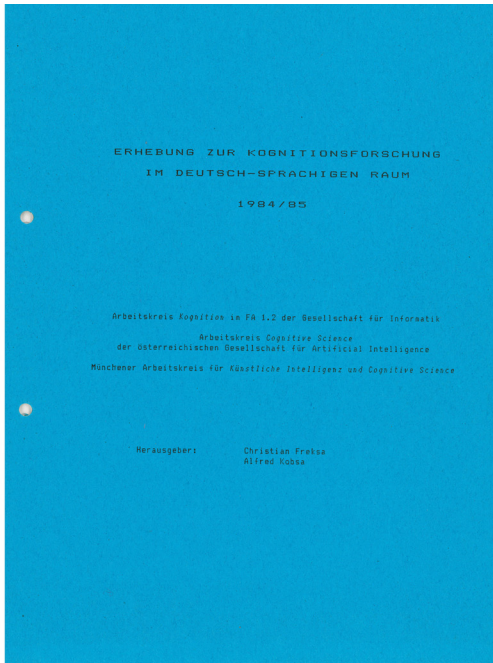


Abb. 5 Deckblatt für die Erhebung zur Kognitionsforschung im deutsch-sprachigen Raum 1984/85.

netz«.¹⁷⁶ Dabei orientierte man sich an den Kommunikationsnetzen, wie sie an US-amerikanischen Universitäten üblich waren (genannt wurden insbesondere Berkeley und Stanford). Neben E-mail sah man in elektronischen Schwarzen Brettern eine Austausch- und Informationsmöglichkeit und stellte fest, »daß schon etwa ein viertel [sic] der ca. 80 MIK-Mitglieder die technischen Voraussetzungen« für den Anschluss an ein solches Netzwerk besaßen.¹⁷⁷ Zumindest ein Teil der MIK-Mitglieder hatte »Zugang [...] zu Rechnernetzen wie CSNET, BITNET, EARN, etc.«.¹⁷⁸ Beispielsweise hatte Freksa bereits 1983 dafür gesorgt, dass die Intellektik-Forschungsgruppe um Bibel, in die er nach seiner Postdocstelle vom MPI gewechselt war, Anschluss an das US-amerikanische ARPANET

¹⁷⁶ Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984. CFN/1/6/82, NL 369, DMA. Rudolf Heyers hatte bereits im Frühjahr 1983 ein »gruppeninternes Mitteilungsblatt« vorgeschlagen, das aber scheinbar nicht in die Tat umgesetzt wurde. Stichwort: Gruppeninterne Informationsbörse, 7.5.1983. CFN/1/6/48, NL 369, DMA, Hervorhebung im Original.

¹⁷⁷ Bericht vom Treffen des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science (MIK) am 10. Dezember 1984, S. 3. CFN/1/6/82 bzw. CFN/11/1/3, beide NL 369, DMA.

¹⁷⁸ Entwurf »Der Münchener Arbeitskreis...«, 2.5.1985. CFN/1/2/10, NL 369, DMA. Die Abkürzungen stehen jeweils für: CSNET: Computer Science Network; BITNET: Because it's There Network, EARN: European Academic and Research Network. Münchener Universitäten, Hochschulen und auch Kliniken waren über das Leibniz-Rechenzentrum verbunden, das im Frühjahr 1983 begonnen hatte, auf ein Daten-Fern-Verarbeitungs-Netz umzustellen. Vgl. Bauer u. a., Informatik, 2007, S. 108.

bekam; 1984 folgte der Anschluss an das CSNET.¹⁷⁹ Dies ermöglichte die Kommunikation mit einer Vielzahl von US-amerikanischen Informatikfakultäten, etwa über E-mail. Bereits während seine Promotionszeit hatte Freksa diese Kommunikationsmöglichkeiten »intensiv für die Kooperation mit Kolleginnen und Kollegen in den USA genutzt«. ¹⁸⁰

Nun wollte man allen MIK-Mitgliedern Zugang zu E-mail-Systemen ermöglichen,¹⁸¹ trotz potentieller Schwierigkeiten. Denn »Erfahrungen mit solchen Anschlüssen« gab es Anfang der 1980er weder an Instituten »noch bei der für Telekommunikation zuständigen Bundespost«. ¹⁸² Zur Jahreswende 1984/85 versuchte das MIK E-mail-Zugang zunächst über das Deutsche Forschungsnetz (DFN) zu bekommen. ¹⁸³ Das DFN sollte vergleichbar mit dem ARPANET sein und war primär auf die »wissenschaftliche Community« ausgerichtet. ¹⁸⁴ Nachdem das DFN die Bereitstellung eines Modems ablehnte, verfasste Freksa handschriftlich einen Entwurf, um anderweitig – etwa über das BMFT »als Sonderprojekt« – Computer bzw. Computeranschluss für das MIK zu erhalten. ¹⁸⁵ Bei seiner kurzen Zusammenfassung dessen, was das MIK ist und tut, legte er besondere Betonung auf den Wissenstransfer, der zu den Themen KI und Kognitionswissenschaft über den Arbeitskreis in München, aber auch darüber hinaus stattfand. Da der Austausch oft über Kolloquien und Vorträge ablief, versandte man an die Mitglieder Ankündigungen mit den relevanten Informationen. Dies, so führte Freksa aus, kostete allerdings sowohl Geld (etwa 100 DM in Papier- und Portokosten) als auch Zeit (»Drucksachen-

¹⁷⁹ Michael Rotert an Bibel, 19.10.1984. CFN/13/2, NL 369, DMA. Karten in Freksas Nachlass zeigen die CSNET- und ARPANET-Mitglieder: CFN/13/2 bzw. CFN/13/3/1, NL 369, DMA. Erstere war ein Ausschnitt aus Comer, Computer, 1983. Der Anschluss an das ARPANET erfolgte dabei auf eigene Kosten: 450 DM/Monat plus »erhebliche volumenabhängige Datenübertragungsgebühren«. Freksa, Theorembeweisen, 2018, S. 61.

¹⁸⁰ Freksa, Theorembeweisen, 2018, S. 61. Vgl. Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:24:30. Für eine Geschichte des ARPANET, entwickelt für die US Department of Defense's Advanced Research Projects Agency, siehe bspw. Abbate, Internet, 1999. Das ARPANET war neben dem französischen Cyclades und dem britischen National Physical Laboratory eines der frühen Computernetzwerke, die in den späten 1960er-Jahren entstanden. Es gilt als einer der wichtigsten Vorgänger des Internets. In Nordamerika hatte es darüber hinaus seit 1981 Bemühungen für ein Rechnernetz für Cognitive Science gegeben. COGNET sollte eine Variante des ARPANET »speziell die Beduerfnisse der Forscher in der Cognitive Science« sein: »Viele Forscher in dieser Disziplin wollen den Computer nur als Werkzeug benutzen und haben deshalb kein Interesse, selbst eine Rechnerumgebung aufzubauen,« schrieb der Stuttgarter Kognitionswissenschaftler Gerhard Fischer in einem kurzen Bericht von der Cognitive Science Conference an der UC Berkeley, auf der COGNET diskutiert wurde. »Andererseits gibt es in der Zwischenzeit viele wichtige Softwarewerkzeuge (z.B. Produktionssysteme, Parser, Formalismen zur Wissensrepräsentation, Benutzerhilfen, usw.), auf die ein Forscher im Bereich der Cognitive Science kaum verzichten kann.« Fischer in Böcker u. a., Bericht, 1982, S. 37.

¹⁸¹ Entwurf »Der Münchener Arbeitskreis ...«, 2.5.1985. CFN/1/2/10, NL 369, DMA.

¹⁸² Freksa, Theorembeweisen, 2018, S. 61.

¹⁸³ Über ein DFN-Projekt wurde der Anschluss der Intellektik-Gruppe an das CSNET organisiert. Michael Rotert an Bibel, 19.10.1984. CFN/13/2, NL 369, DMA.

¹⁸⁴ Ullmann, Forschungsnetz, 1985, S. 28.

¹⁸⁵ Radig, DFN für MIK, 14.1.1985. CFN/1/2/10, NL 369, DMA.

beförderung dauert in München ca 3–5 Tage«); spontane Ankündigungen seien unter diesen Umständen so gut wie unmöglich.¹⁸⁶

Die Hoffnungen des MIK, an ein bundesweites oder gar internationales Rechnernetz angeschlossen zu werden, spiegelt die gleichzeitigen Bemühungen der KI-Gemeinde als Ganzes wider. Im 32. KI-Rundbrief vom Dezember 1983 findet sich ein »Aufruf zur Beteiligung an KI-Netz-Realisierung«, eine Realisierung, die die Unterstützung der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) hatte. Ein solches Netz sollte in das bereits geplante DFN integrierbar sein, um einen doppelten Arbeitsaufwand zu verhindern. Auch wenn die Bewertung des ARPANETs, an die das DFN angelehnt war, in seiner Wichtigkeit für die Wissenschaft teils unterschiedlich ausfiel,¹⁸⁷ bestand dennoch in Teilen der Community der Wunsch nach einer DFN-Anbindung, um »die besonderen und unmittelbaren Bedürfnisse der KI-Forschungslandschaft in der BRD« abzudecken.¹⁸⁸ Nachdem Günther Görz (geb. 1947), der an der Universität Erlangen-Nürnberg unter anderem zur Sprachverarbeitung forschte,¹⁸⁹ bereits im Vorjahr einen ähnlichen Aufruf gestartet hatte, sei »mit der Intensivierung der KI-Forschung in der BRD« die Dringlichkeit eines solchen technischen Kommunikationsmittels über den »persönlichen Erfahrungsaustausch« hinaus deutlich geworden.¹⁹⁰ Das von einem Verein getragene DFN sollte Organisationen sowohl in der Industrie als auch in universitären sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen (etwa die Max-Planck- oder die Fraunhofer Institute) verbinden.¹⁹¹ Der technische Geschäftsführer des DFN-Vereins Klaus Ullmann (1948–2011) war sich dabei durchaus bereits in der Planung bewusst, dass die Anzahl unabhängiger individueller Nutzer*innen »mit der Verfügbarkeit kostengünstiger Rechentechnik (z. B. PC) überproportional steigt«.¹⁹²

Der »Aufbau und Betrieb des DFN-Message-Verbundes« wurde schließlich 1986 auf der GI-Jahrestagung vorgestellt.¹⁹³ Ein KINET bzw. KI-Netz gab es allerdings bereits Ende 1984. Zunächst hatten 31 Personen und vier Projekte daran teilgenommen,¹⁹⁴ die

¹⁸⁶ Entwurf »Der Münchener Arbeitskreis ...«, 2.5.1985. CFN/1/2/10, NL 369, DMA.

¹⁸⁷ Peter Raulefs (geb. 1945), der insbesondere im Bereich der Expertensysteme forschte, fand es eher überbewertet. Er nahm diese Einschätzung als Teil eines Berichts vor, in dem er das Narrativ einiger anderer KI-Forschenden, man hänge in so vielem der US-amerikanischen Forschung hinterher, kritisierte. Vgl. Raulefs, Bemerkungen, 1977, S. 38. Computer Scientist Douglas Comer erwähnte in einem Überblick über das CSNET von 1983, dass das ARPANET nicht nur Verbindungen sondern auch Trennlinien zog: »researchers with ARPANET access tended to interact among themselves and ignore those without access«. Comer, Computer, 1983, S. 747.

¹⁸⁸ Poetsch, Aufruf, 1983, S. 100.

¹⁸⁹ Prof. Dr. Günther Görz, o.D.

¹⁹⁰ Poetsch, Aufruf, 1983, S. 101.

¹⁹¹ Ullmann, Forschungsnetz, 1985, S. 28. Der Verein wurde 1984 gegründet und administrativ sowie finanziell durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie unterstützt. Vgl. Braun, Geschichte, 2010, S. 204–205.

¹⁹² Ullmann, Forschungsnetz, 1985, S. 29.

¹⁹³ Henken/Schroeder, Aufbau, 1986.

¹⁹⁴ Hans-Werner Hein an @KINET, 14.12.1984. CFN/13/1/6, NL 369, DMA. Die Projekte waren AiD, HAM-Ans, KI-These und NAOs. Die Teilnehmenden, alphabetisch sortiert, beginnen bei Wolfgang Bibel und enden bei Wolfgang Wahlster.

daraufhin ebenfalls an das UUCP (Unix to Unix CoPy)-Netz, das CSNET und das ARPANET angebunden werden sollten: »es ist wahr, es ist wahr ... ihr habt demnaechst (wohl ab montag) anschluss an die oben genannten netze«. ¹⁹⁵ Nach einigen Anfangsschwierigkeiten war »das mail senden« ab Januar »praktische moeglichkeit – ihr muesst nur passende adressen kennen.« ¹⁹⁶ Ein dezidiertes MIK-Netzwerk scheint nicht zustande gekommen zu sein, trotz Freksas Bemühungen »mit DFN-Leuten [zu] reden«. ¹⁹⁷ In gewisser Weise spiegeln die Anschlusschwierigkeiten der bundesdeutschen KI und Kognitionswissenschaft an ein technisches Kommunikationsnetzwerk auch die Anfangssituation des ARPANETs in den frühen 1970ern wider. Dort wurden ebenfalls *communities*, die vorher offline existiert und kommuniziert hatten, an ein technisches Netz angeschlossen, aber, so Technikhistorikerin und -forscherin Janet Abbate: »The road to becoming an active ARPANET user was long and hard.« ¹⁹⁸ Wie in Deutschland waren die Probleme finanzieller und technischer Natur, sowohl was den Anschluss als auch den Nutzen und die Benutzungsfreundlichkeit anging. ¹⁹⁹

Das MIK hatte Glück. Freksa hat am gleichen Tag, an dem er die Notiz »DFN, PC's, modem [sic] abgelehnt« verfasste, ²⁰⁰ offensichtlich auch mit Ute Leibrandt von der Interface Computer GmbH gesprochen. ²⁰¹ Leibrandt war, genau wie ihre Kollegen Claus Müller und Chau Thuy Nguyen Huu (1952–2011), Mitglied im MIK, und hat unter anderem 1986 eine Einführung zu Expertensystemen veröffentlicht (gemeinsam mit Peter Schnupp, geb. 1934, dem Gründer von InterFace). ²⁰² Einen Tag später erhielt Freksa einen Brief, in dem Leibrandt ihm mitteilte, dass die Firma Formblätter für eine Teilnahme an dem »Deutschen Netz für K.I.« bekommen wird und dass das Modem »noch in diesem Monat« geliefert werden soll. »InterFace Computer wird dann den Anschluß dem MIK zur Verfügung stellen, wenn er gebraucht wird.« ²⁰³ Somit führte das persönliche Netzwerk letztendlich doch noch zu einem Anschluss an das technische Netzwerk.

¹⁹⁵ E-mail Herbert Stoyan, 14.12.1984. CFN/13/1/6, NL 369, DMA.

¹⁹⁶ E-mail Herbert Stoyan, 10.1.1985. CFN/13/1/6, NL 369, DMA.

¹⁹⁷ Radig, DFN für MIK, 14.1.1985. CFN/1/2/10, NL 369, DMA.

¹⁹⁸ Abbate, *Internet*, 1999, S. 84.

¹⁹⁹ Abbate, *Internet*, 1999, S. 84–89.

²⁰⁰ Radig, DFN für MIK, 14.1.1985. CFN/1/2/10, NL 369, DMA.

²⁰¹ Ute Leibrandt, 14.1.1985. CFN/1/2/17, NL 369, DMA. Die Interface Computer GmbH hat in den 1980er-Jahren den »ersten kommerziell nutzbaren Prolog-Compiler« auf den Markt gebracht. Interface Computer, 1993, S. 10.

²⁰² Adressenliste des Münchener Arbeitskreises für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science, Stand Januar 1985. CFN/1/3/2, NL 369, DMA. Schnupp/Leibrandt, *Expertensysteme*, 1986.

²⁰³ Leibrandt an Freksa, 15.1.1985. CFN/1/2/16, NL 369, DMA.

Das Ende des MIK

Das MIK war für fast ein Jahrzehnt sehr aktiv, begann aber Ende der 1980er-Jahre an Fahrt zu verlieren: Aus Sicht eines Mitglieds verlief es regelrecht in einen (bedauernswerten) »Dornröschenschlaf«.²⁰⁴ Die Initiatoren überlegten noch, ob man es wieder beleben könnte,²⁰⁵ wobei Dirlich feststellte, dass der Arbeitskreis eher als Treffpunkt von Forschenden mit unterschiedlichen institutionellen Hintergründen funktionierte, in dem man sich austauschte, und »als eine Art ›kritischer Beobachter von KI‹« fungiere.²⁰⁶ Im Gegensatz zum Harvard Center for Cognitive Studies, konnte das MIK nicht als Ort dienen, »in dem ein umschriebenes Forschungsthema BEARBEITET wird.«²⁰⁷ Dazu war man doch zu »lose organisier[t]«, wie das MIK einmal beschrieben wurde.²⁰⁸ Mitglieder des MIK hatten, vor dem Hintergrund des ursprünglichen Ziels des Informationsaustausches, wohl auch nie »versucht, was Zentrales so wirklich zu organisieren, noch ist es an uns herangetragen worden oder sonst wie passiert«.²⁰⁹ So jedenfalls beschrieb es Christian Freksa rückblickend im Jahr 2020. Das gemeinsame Interesse an KI und Kognition hat die Gruppe zwar verbunden, war aber nicht gleichbedeutend mit einer gemeinsamen *agenda*. Die Heterogenität der Gruppe hinsichtlich eigener Forschungen blieb bestehen und, soweit aus den Akten und auch aus den Interviews mit Initiatoren ersichtlich, sind keine gemeinsamen Forschungsvorhaben entwickelt worden. Mit der Berufung Freksas an die Universität Hamburg im Jahr 1991 und der Furbachs an die Universität Koblenz im Jahr 1990 waren letztendlich auch zwei der drei zentralen und verbindenden Figuren nicht mehr in München.²¹⁰ »Also es wurde sozusagen nichts«²¹¹ – oder doch?

Das ist nicht einfach zu beantworten. Es ist wahr, dass das MIK keine großen Forschungsprojekte als Gruppe aufstellte. Auch einen nachhaltigen Einfluss auf die Münchner Universitätslandschaft hat es nicht gegeben: Heute gibt es an drei deutschen Universitäten konsekutive Studiengänge in Kognitionswissenschaft, keinen davon in München. Einzig einen Masterstudiengang in einem der Kognitionswissenschaft nahen Fach (Neuro-Kognitive Psychologie) gibt es an der Ludwig-Maximilians-Universität.²¹²

204 Wolfgang Ertel an MIK, 14.3.1990. CFN/1/6/64, NL 369, DMA.

205 Furbach an Dirlich und Freksa, 14.3.1989. CFN/1/6/76, NL 369, DMA. »Meine Vorstellungen zu und Interessen an MIK«, Notiz von Freksa, undatiert [1989]. CFN/1/6/77. Dirlich an Freksa und Furbach, 22.3.1989. CFN/1/6/75, NL 369, DMA.

206 Dirlich an Freksa und Furbach, 22.3.1989. CFN/1/6/75, NL 369, DMA.

207 Ebd. Hervorhebung im Original.

208 Bernd Wingert, »Kognitive Aspekte der Kommunikation mit Computern«, 1.6.1984. CFN/12/1/5, NL 369, DMA.

209 Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:28:00.

210 Dirlich Interview, 26.4.2022; Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:26:00

211 Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:28:15.

212 Die konsekutiven Studiengänge werden an der TU Darmstadt und den Universitäten in Osnabrück und Tübingen angeboten. Vgl. »Studienmöglichkeiten«, https://www.gk-ev.de/?page_id=19 (15.6.2023).

Ein anderes seiner zentralen Ziele konnte das MIK allerdings erreichen, denn sowohl die KI-Forschung als auch die Kognitionswissenschaft waren weitestgehend in der Forschungslandschaft der Bundesrepublik angekommen: Der Sonderforschungsbereich 314 »Künstliche Intelligenz – Wissensbasierte Systeme« wurde seit 1985 gefördert. Das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) wurde 1988 in Saarbrücken gegründet. Daneben entstanden weitere KI-Zentren in Bayern (FORWISS), Baden-Württemberg (FAW), Nordrhein-Westfalen (NRW-KI) und Hamburg (LKI).²¹³ Ebenfalls seit Mitte bzw. Ende der 1980er-Jahre gab es mehrere DFG-geförderte Schwerpunktprogramme (SPP)²¹⁴ mit kognitionswissenschaftlicher Ausrichtung, ab 1990 erste Graduiertenkollegs und die Fachzeitschrift »Kognitionswissenschaft«.²¹⁵

Dabei soll allerdings nicht der Eindruck entstehen, dass dies allein das Vermächtnis der Münchener Gruppe war, die schließlich hauptsächlich lokal organisiert und auf die Kognitionswissenschaft in Verbindung mit der KI-Forschung zugeschnitten war. Neben Forschungen in Stuttgart zur Mensch-Maschine-Kommunikation²¹⁶ gab es beispielsweise an der Ruhr-Universität Bochum seit 1982 eine Arbeitsgruppe mit dem Titel »Kognitive Wissenschaft« unter der Leitung des Philosophen Elmar Holenstein (geb. 1937) und mit Beteiligung des Linguisten Helmut Schnelle (1932–2015).²¹⁷ Auch das erste SPP zur Kognitionswissenschaft, unter dem Titel Wissenspsychologie, war stärker in der Psychologie als in der Informatik oder KI angesiedelt.²¹⁸

Über Einzelpersonen kann man jedoch sowohl für die Stuttgarter Arbeitsgruppe als auch für die SPPs Verbindungen zum MIK herstellen: So beteiligte sich Holenstein an der Erhebung zur Kognitionsforschung im deutschsprachigen Raum, ebenso wie mehrere Mitglieder der SPPs.²¹⁹ Gerhard Strube (geb. 1948), der 1987 von München (erst LMU, anschließend MPI) an die Ruhr-Universität Bochum wechselte und sowohl am

²¹³ Die Abkürzungen stehen jeweils für: FORWISS: Bayerisches Forschungszentrum für wissensbasierte Systeme. FAW: Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung. NRW-KI: Forschungsverbund Anwendungen der Künstlichen Intelligenz in Nordrhein-Westfalen. LKI: Labor für Künstliche Intelligenz. Vgl. auch Ahrweiler, Intelligenz-Forschung, 1995, 125–129; Pfau/Piel, Intelligenz, im Erscheinen.

²¹⁴ Schwerpunktprogramme gibt es seit 1953. Eingerichtet wurden sie mit dem expliziten Ziel der Förderung interdisziplinärer, überregional kooperativer und in der Bundesrepublik zum Förderzeitpunkt eher übergangener Forschungsbereiche, die darüber hinaus vielversprechend für Technologietransfer und Anwendung sein sollten. Vgl. Aumann, Mode, 2009, S. 207; Engelke, Forschungsförderung, 1995, S. 45–46.

²¹⁵ Engelke, Forschungsförderung, 1995. Die SPPs hießen »Wissenspsychologie«, »Kognitive Linguistik« und »Gehirn und Kognition«.

²¹⁶ Projekt INFORM, vgl. Böcker u. a., Fachgruppe, 1982.

²¹⁷ Heyer, Wissenschaft, 1987, S. 279.

²¹⁸ Strube/Wender, Psychology, 1993.

²¹⁹ Holenstein beschrieb sein Projekt als Forschung zum »Verhältnis von natürlicher und künstl. Intelligenz«; er nennt auch seine – dort von ihm englisch betitelte – »Cognitive Science«-Gruppe. Zu den am SPP Wissenspsychologie beteiligten Forschenden, die auch an der Erhebung teilnahmen, zählten Klaus Opwis, Hans Spada und Werner Tack. Auch mit den anderen beiden SPPs gibt es Überschneidungen, bspw. mit Pöppel und Braitenberg im SPP Gehirn und Kognition. Erhebung zur Kognitionsforschung im deutschsprachigen Raum 1984/85 (herausgegeben durch Freksa & Kobsa). CFN/1/6/55. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Jahresbericht, 1988 & 1990.

SPP Wissenspsychologie als auch am SPP Kognitive Linguistik beteiligt war, stand noch 1985 auf der Mitgliederliste des MIK.²²⁰ Verstärkte Institutionalisierung hat somit durchaus bereits einige Jahre nach der Gründung des MIK stattgefunden, über die SPPs auch überregional. Die disziplinäre Zuwendung zur Psychologie (SPP Wissenspsychologie), zur Linguistik (SPP Kognitive Linguistik) oder den Neurowissenschaften (SPP Gehirn & Kognition) ist dabei sowohl der disziplinär organisierten DFG-Förderstruktur geschuldet als auch den stark interdisziplinären Ursprüngen der Kognitionswissenschaft. Die damit einhergehenden Frage, ob man sich (weiter) beispielsweise als Psycholog*in oder als Kognitionswissenschaftler*in definierte, konnte sich insbesondere die erste Generation der Forschenden stellen.

Damit gibt es zwischen dem MIK und dem Harvard Center for Cognitive Studies trotz aller Unterschiede, bedingt durch dessen institutionelle Anbindung mit eigenen Räumlichkeiten, gesicherter Finanzierung und akademischen Seniorität seiner Gründer, Ähnlichkeiten in Aktivitäten und Wirkung. Denn wo das MIK als Diskussionsforum aufgrund seiner Lokalität nicht für jede*n zugänglich war, erschwerte auch das Harvard Center durch seine Lokalität und Gruppenbildung vor Ort die Teilnahme von außerhalb.²²¹ Trotzdem spielte das Center eine zentrale Rolle in der Entwicklung der (US-amerikanischen) Kognitionswissenschaft: Viele Forschende der ersten und zweiten Generation von Kognitionswissenschaftler*innen besuchten das Center in den 1960er-Jahren.²²² Die Vernetzungsaktivitäten des MIK und gerade die Mitgliedschaft akademischen Nachwuchses führten dazu, dass das MIK Forschende miteinander bekannt machte. Auch hier wurden ehemalige Mitglieder später auf Professuren berufen, insbesondere auf Informatik- bzw. KI-Professuren²²³ und Professuren der Medizinischen oder Neuroinformatik,²²⁴

²²⁰ Vita, o. D.; Adressenliste des MIK, CFN/1/3/5.

²²¹ Cohen-Cole, Science, 2007, S. 586; Cohen-Cole, Mind, 2014, S. 175–177. Für mehr über die Verflechtungen von Örtlichkeit und Interdisziplinarität siehe Schregel, Interdisziplinarität, 2016.

²²² Cohen-Cole, Mind, 2014, S. 165–166.

²²³ Bspw. Elmar Eder, Professur mit Schwerpunkt Automatisches Beweisen, Paris Lodron Universität Salzburg; Günther Görz, Professur für Informatik und KI in Hamburg, später Erlangen-Nürnberg; Theodor Tempelmeier (1952-2019), Professor in der Informatik, TH Rosenheim.

²²⁴ Bspw. Roland Blomer, in den 1980ern bei der Hoechst AG, später Honorary Professor am Institute of Medical Informatics, UMIT Tirol; Günther Palm, damals Assistent am MPI für Kybernetik, später Professor für Informatik und Leiter der Abteilung Neuroinformatik, Universität Ulm; Kerstin Schill, in den 1980ern Informatikstudentin an der TUM, heute Professorin für Kognitive Neuroinformatik an der Universität Bremen.

aber auch der Sprachwissenschaft²²⁵ oder Medizin.²²⁶ Als Diskussionsforum und Netzwerk konnte es als disziplinübergreifender integrativer Mechanismus²²⁷ im Münchener Raum fungieren und war – mit den Worten Christian Freksas – »für alle einfach irgendwie beflügelnd«²²⁸ und – mit den Worten Ulrich Furbachs – dann doch »durchaus eine Erfolgsgeschichte«.²²⁹

²²⁵ Bspw. Karin Böhme (später Böhme-Dürr, 1949–2004), damals an der LMU, u.a. Lehrstuhl an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, wo sie »die Kommunikations- und Medienwissenschaft als zukunftssträchtiges Fach« etablierte: Hummel, Böhme-Dürr, 2004, S. 51. Beatrice Primus, in den 1980ern Promotionsstudentin an der LMU, später Professor, Universität zu Köln.

²²⁶ Bspw. Hans Strasburger (geb. 1948), damals Promotionsstudent an der Medizinischen Fakultät der LMU, später u.a. außerplanmäßiger Professor für Medizinische Psychologie, LMU.

²²⁷ Vgl. Stichweh, Differenzierung, 1979, S. 96.

²²⁸ Freksa Interview, 18.8.2020, ca. 01:28:00.

²²⁹ Furbach Interview, 3.12.2020, ca. 00:09:25.

Literatur

- : Announcement. La Jolla Conference on Cognitive Science. In: Artificial Intelligence 12 (1979), S. 203.
- : Publication of a New Quarterly Journal is Announced. In: KI-Rundbrief 11 (1977), S. 7.
- : CUU-Projekt Prokop: Forschungsgruppe fordert Informatik-Ausbildung der Lehrer. ComputerWoche (19.10.1977), <http://www.cowo.de/a/1199966> (3.6.2022).
- : Forschungspreis Technische Kommunikation 2002, [http://gcc.uni-paderborn.de/www/WI/VW12/wi2_lit.nsf/1194fe21b0962131c1256f3c003fe9fc/9b8a02eda8ebb8f4c1256b27003997b6/\\$FILE/Forschungspreis.pdf](http://gcc.uni-paderborn.de/www/WI/VW12/wi2_lit.nsf/1194fe21b0962131c1256f3c003fe9fc/9b8a02eda8ebb8f4c1256b27003997b6/$FILE/Forschungspreis.pdf) (30.5.2022).
- : George Armitage Miller. Department of Psychology, Harvard University, <https://psychology.fas.harvard.edu/people/george-miller> (4.4.2023).
- : Heiligenberg, Walter. Lexikon der Biologie, Spektrum.de (1999), <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/heiligenberg-walter/31049> (14.1.2021).
- : Interface Computer. In: HIT News 20 (1993), S. 10.
- : Jerome Bruner. Department of Psychology, Harvard University, <https://psychology.fas.harvard.edu/people/jerome-bruner> (4.4.2023).
- : Neuer GI-Ausschuß gegründet: Ergonomie im Visier. In: Computerwoche (13.1.1984), <http://www.cowo.de/a/1172366> (18.3.2022).
- : Prof. Dr. Günther Görz, FAU Kompetenzzentrum für interdisziplinäre Wissenschaftsreflexion (ZIWIS), <https://www.ziwis.fau.de/person/prof-dr-guenther-goerz/> (12.4.2023).
- : SEL-Preis an Karlsruher Wissenschaftler Georg Geiser: Maschine-Kommunikation verbessern. In: ComputerWoche (9.1.1981), <http://www.cowo.de/a/1184926> (30.5.2022).
- : Vita, <https://www.cognition.uni-freiburg.de/mitarbeiter/strube/vita> (17.4.2023).
- Abbate, Janet: Inventing the Internet. Cambridge, MA, 1999.
- Agar, Jon: What is Science for? The Lighthill Report on Artificial Intelligence Reinterpreted. In: British Journal for the History of Science 53 (2020), H. 3, S. 289–310.
- Ahrweiler, Petra: Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs. Münster 1995.
- Alfred P. Sloan Foundation: A Grantmaking History 1934-2009. 75th Anniversary Commemorative Publication. New York 2009, https://web.archive.org/web/20120103145630/http://www.sloan.org/assets/files/general/sloan_hist_bk_text_version.pdf (6.12.2022).
- Ash, Mitchell G.: Interdisciplinarity in Historical Perspective. In: Perspectives on Science 27 (2019), H. 4, S. 619–642.
- Aumann, Philip: Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland. Göttingen 2009.
- Babintseva, Ekaterina I.: Cyberdreams of the Information Age: Learning With Machines in the Cold War United States and the Soviet Union. Diss. University of Pennsylvania, 2020.
- Bartel, Manfred: Diskussion ueber die Gruendung einer GI-Fachgruppe »Cognitive Science« in Bad Honnef. In: KI-Rundbrief 29 (1983), S. 14.
- Bauer, Friedrich L. u.a. (Hrsg.): 40 Jahre Informatik in München: 1967-2007. Festschrift. TU München 2007.
- Baum, Carlos: Stabilizing Cognition: an STS Approach to the Sloan Foundation Report. In: Theory & Psychology 26 (2016), H. 6, S. 773–787.
- Besold, Tarek; Kühnberger, Kai-Uwe: Kognition als Symbolverarbeitung: das Computermodell des Geistes. In: Stephan, Achim; Walter, Sven (Hrsg.): Handbuch Kognitionswissenschaft. Stuttgart 2013, S. 156–163.
- Besold, Tarek; Kühnberger, Kai-Uwe: Konnektionismus, neuronale Netze und parallel distributed processing. In: Stephan, Achim; Walter, Sven (Hrsg.): Handbuch Kognitionswissenschaft. Stuttgart 2013, S. 164–169.

- Bibel, Wolfgang: »Intellektik« statt »KI«. Ein ernstgemeinter Vorschlag. In: KI-Rundbrief 22 (1980), S. 15–16.
- : The Beginnings of AI in Germany. In: KI – Künstliche Intelligenz 4/06 (2006), S. 48–54.
- : Reflexionen vor Reflexen. Memoiren eines Forschenden. Göttingen 2017.
- Bibel, Wolfgang; Furbach, Ulrich: Formierung eines Forschungsgebiets – Künstliche Intelligenz und Intellektik an der TUM. Deutsches Museum Preprint 15 2018.
- Bibel, Wolfgang; Siekmann, Jörg: Studien- und Forschungsführer Künstliche Intelligenz (1. Auflage). Gesellschaft für Informatik e.V. 1983.
- Böcker, Heinz-Dieter u. a.: Bericht ueber die im Jahr 1981 durchgefuehrten Reisen nach Nordamerika. In: KI-Rundbrief 27 (1982), S. 32–48.
- Böcker, Heinz-Dieter; Fischer, Gerhard; Laubsch, Joachim: Fachgruppe »Kognition« (Cognitive Science). In: KI-Rundbrief 27 (1982), S. 73–75.
- Böcker, Heinz-Dieter; Fischer, Gerhard; Kling, Ulrich: Projekt PROKOP: Eine Anwendung von AI. In: Veenker, Gerd (Hrsg.): Zweites Treffen der GI-Fachgruppe Künstliche Intelligenz. 7.10.1975. Universität Dortmund, Abteilung Informatik, Bericht 13 (1975), S. 136–153.
- Boden, Margaret: Mind as Machine. Vols. 1 & 2. Oxford 2006.
- Boley, Harald; Wahlster, Wolfgang: Editorial. In: KI-Rundbrief 22 (1980), S. 1.
- Borck, Cornelius: Fühlfäden und Fangarme. Metaphern des Organischen als Dispositiv der Hirnforschung. In: Hagner, Michael (Hrsg.): Ecce Cortex: Beiträge zur Geschichte des modernen Gehirns. Göttingen 1999, S. 144–176.
- : Toys are us. Models and Metaphors in Brain Research. In: Choudhury, Suparna; Slaby, Jan (Hrsg.): Critical Neuroscience: A Handbook of the Social and Cultural Contexts of Neuroscience. Oxford 2012, S. 113–133.
- Braun, Torsten: Geschichte und Entwicklung des Internets. In: Informatik-Spektrum 33 (2010), H. 2, S. 201–207.
- Brodbeck, Felix C.: Mensch-Computer-Interaktion (human-computer interaction, HCI). In: Strube, Gerhard u. a. (Hrsg.): Wörterbuch der Kognitionswissenschaft. Stuttgart 1996, S. 394–395.
- Bruner, Jerome; Goodnow, Jacqueline; Austin, George: A Study of Thinking. New York 1956.
- Bruner, Jerome: Founding the Center for Cognitive Studies. In: Hirst, William (Hrsg.): The Making of Cognitive Science. Essays in Honor of George A. Miller. Cambridge 1988, S. 90–99.
- Campbell-Kelly, Martin; Aspray, William: Computer. A History of the Information Machine. (2. Auflage). Boulder, CO 2004.
- Chamak, Brigitte: The Emergence of Cognitive Science in France: a Comparison with the USA. In: Social Studies of Science 29 (1999), H. 5, S. 643–684.
- Cobb, Matthew: The Idea of the Brain. A History. London 2020.
- Cohen-Cole, Jamie: The Reflexivity of Cognitive Science: The Scientist as Model of Human Nature. In: History of the Human Sciences 18 (2005), H. 4, S. 107–139.
- : Instituting the Science of Mind: Intellectual Economies and Disciplinary Exchange at Harvard's Center for Cognitive Studies. In: British Journal for the History of Science 40 (2007), H. 4, S. 567–597.
- : The Open Mind: Cold War Politics and the Sciences of Human Nature. Chicago 2014.
- Comer, Douglas: The Computer Science Research Network CSNET: A History and Status Report. In: Communications of the ACM 26 (1983), H. 10, S. 747–753.
- Commission of the European Communities: FAST 1984-1987. Objectives and Work Programme. Brüssel (1984a). Online im Archive of European Integration, University of Pittsburgh, <http://aei.pitt.edu/52370/> (23.3.2022).
- Commission of the European Communities: FAST: Where Does Europe's Future Lie? European File 7/84 (1984b). Online im Archive of European Integration, University of Pittsburgh, <http://aei.pitt.edu/14667/> (23.3.2022).

- Crowther-Heyck, Hunter: George A. Miller, language, and the Computer Metaphor of the Mind. In: *History of Psychology* 2 (1999), H. 1, S. 37–64.
- : Mystery and Meaning: a Reply to Green (2000). In: *History of Psychology* 3 (2000), H. 1, S. 67–70.
- Dale, Ernest: Contributions to Administration by Alfred P. Sloan, Jr., and GM. In: *Administrative Science Quarterly* 1 (1956), H. 1, S. 30–62.
- Danzer-Kahan, Ursula; Suda, Peter: Überlegungen zur Gestaltung des Mensch-Maschine-Dialogs. In: Dirlich, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop*, München, 12.–13. April 1984. *Informatik Fachberichte* 120. Berlin 1986, S. 137–153.
- Danzer-Kahan, Ursula; Schwatlo, Uta; Dirlich, Gerhard: Die Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion. Einführung in ein interdisziplinäres Forschungsgebiet. In: Dirlich, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop*, München, 12.–13. April 1984. *Informatik Fachberichte* 120. Berlin 1986, S. 1–11.
- D’Avis, Winfried: Theoretische Lücken der Cognitive Science. In: *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* 29 (1998), H. 1, S. 37–57.
- De Chadarevian, Soraya: Using Interviews to Write the History of Science. In: Thomas Söderqvist (Hrsg.): *The Historiography of Contemporary Science and Technology*. Amsterdam 1997, S. 51–70.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft: Jahresbericht 1988. Bonn-Bad Godesberg 1988.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft: Jahresbericht 1990. Bonn-Bad Godesberg 1990.
- Dick, Stephanie: Of Models and Machines: Implementing Bounded Rationality. In: *Isis* 106 (2015), H. 3, S. 623–634.
- Dirlich, Gerhard u. a.: Münchener Arbeitskreis für Künstliche Intelligenz und Cognitive Science. In: *KI-Rundbrief* 30 (1983), S. 47–48.
- Dirlich, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop*, München, 12.–13. April 1984. *Informatik Fachberichte* 120. Berlin 1986.
- Dirlich, Gerhard u. a.: Vorwort. In: Dirlich, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop*, München, 12.–13. April 1984. *Informatik Fachberichte* 120. Berlin 1986, S. V.
- Dirlich, Gerhard, u. a.: Computerunterstützte Planung von Ferienreisen. Ein fiktives Beispiel. In: Dirlich, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop*, München, 12.–13. April 1984. *Informatik Fachberichte* 120. Berlin 1986, S. 22–36.
- Dracisma, Douwe: Die Metaphernmaschine. Eine Geschichte des Gedächtnisses. Darmstadt 1999.
- Dupuy, Jean-Pierre: On the Origins of Cognitive Science: the Mechanization of the Mind, transl. by M. B. DeBevoise. Cambridge, MA 2009.
- Engelke, Andreas: Forschungsförderung im Bereich Kognition durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. In: *KI* 6 (1995), S. 45–46.
- European Communities – Commission: EUR 10940 – Esprit. The first Phase: Progress and Results. Luxemburg 1987.
- Fischer, Gerhard: Kognitionswissenschaft – ein Bindeglied zwischen Informatik und Psychologie. In: Schauer, Helmut; Tauber, Michael J. (Hrsg.): *Informatik und Psychologie. Schriftenreihe der Österreichischen Computer Gesellschaft* 15. Wien 1982, S. 169–197.
- Fleck, James: Development and Establishment in Artificial Intelligence. In: Elias, Norbert; Martins, Herminio; Whitley, Richard (Hrsg.): *Scientific Establishments and Hierarchies. Sociology of the Sciences, Volume VI*. Dordrecht 1982, S. 169–217.
- Fleck, Ludwik: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Mit einer Einleitung herausgegeben von Lothar Schäfer und Thomas Schnelle. Frankfurt/Main 1935/1980.
- Freksa, Christian; Seising, Rudolf (Interviewer): Interview with Prof. Christian Freksa, Ph.D. In: *Archives of Soft Computing* 2 (2019), S. 3–25.

- Freksa, Christian: Wissensdarstellung und die Kognitionsforschung. In: *Informationstechnik* 31 (1989), H. 2, S. 134–140.
- : Theorembeweisen und Cognitive Science – passt das zusammen? In: Bibel, Wolfgang; Furbach, Ulrich: *Formierung eines Forschungsgebiets – Künstliche Intelligenz und Intellekt an der TUM*. München/Dortmund 2018, S. 60–61.
- Friedewald, Michael: *Der Computer als Werkzeug und Medium. Die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers*. Berlin 1999.
- Fröhner, K.-D.; Petrowsky, W.: *Software-Ergonomie aus Sicht der Arbeitswissenschaft*. In: *Elektronische Rechenanlagen* 27 (1985), H. 1, S. 3–9.
- Gardner, Howard: *The Mind's New Science. A History of the Cognitive Revolution*. New York 1987.
- : *Dem Denken auf der Spur. Der Weg der Kognitionswissenschaft*. Stuttgart 1989.
- Geiser, Georg: *Mensch-Maschine-Kommunikation*. München 1990.
- Glaser, Wilhelm R.: *Repräsentation (representation)*. In: Strube, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Wörterbuch der Kognitionswissenschaft*. Stuttgart 1996, S. 577–578.
- Gold, Peter; Engel, Andreas K.: *Wozu Kognitionswissenschaften? Eine Einleitung*. In: Gold, Peter; Engel, Andreas K. (Hrsg.): *Der Mensch in der Perspektive der Kognitionswissenschaft*. Frankfurt/Main 1998, S. 9–16.
- Görz, Günther; Nebel, Bernhard: *Künstliche Intelligenz*. Frankfurt/Main 2014.
- Goschler, Juliana: *Metaphern für das Gehirn. Eine kognitiv-linguistische Untersuchung*. Berlin 2008.
- Graff, Harvey J.: *Undisciplining Knowledge: Interdisciplinarity in the Twentieth Century*. Baltimore, MD 2015.
- Green, Christopher D.: *Dispelling the »Mystery« of Computational Cognitive Science*. In: *History of Psychology* 3 (2000), H. 1, S. 62–66.
- Grudin, Jonathan: *AI and HCI: Two Fields Divided by a Common Focus*. In: *AI Magazine* 30 (2009), H. 4, S. 48–57.
- : *From Tool to Partner: The Evolution of Human-Computer Interaction*. *Synthesis Lectures on Human-Centered Interactions* No. 35. San Rafael 2019.
- Gunzenhäuser, Rul (1982). *Über Informatik und einige ihrer Beziehungen zur Psychologie*. In: Schauer, Helmut; Tauber, Michael J. (Hrsg.): *Informatik und Psychologie. Schriftenreihe der Österreichischen Computer Gesellschaft* 15. Wien 1982, S. 9–23.
- Habel, Christopher: *Probleme und Konzepte der maschinellen Sprachverarbeitung aus Sicht der Künstlichen Intelligenz und Cognitive Science*. In: Bátori, István; Krause, Jürgen; Lutz, Hans Dieter (Hrsg.): *Linguistische Datenverarbeitung. Versuch einer Standortbestimmung im Umfeld von Informationslinguistik und Künstlicher Intelligenz*. Tübingen 1982, S. 39–56.
- Hellige, Hans-Dieter: *Krisen- und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion*. In: Hellige, Hans-Dieter (Hrsg.): *Mensch-Computer-Interface: Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung*. Bielefeld 2008, S. 11–92.
- Henken, Gerrit; Schroeder, Renate: *Aufbau und Betrieb des DFN-Message-Verbundes*. In: Hommel, Günter; Schindler, Sigrum (Hrsg.): *GI – 16. Jahrestagung II. Informatik-Anwendungen – Trends und Perspektiven*. Berlin, 6.–10. Oktober 1986. Berlin 1986, S. 191–204.
- Heukelom, Floris: *A Sense of Mission: the Alfred P. Sloan and Russell Sage Foundations' Behavioral Economics Program, 1984–1992*. In: *Science in Context* 25 (2012), H. 2, S. 263–286.
- Heyer, Gerhard: *Kognitive Wissenschaft. Ein Überblick*. In: *Zeitschrift für philosophische Forschung* 41 (1987), H. 2, S. 279–290.
- Hirst, William (Hrsg.): *The Making of Cognitive Science: Essays in Honor of George Miller*. Cambridge 1988.
- Hobbs, Sandy; Chiesa, Mecca: *The Myth of the »Cognitive Revolution«*. In: *European Journal of Behavior Analysis* 12 (2011), H. 2, S. 385–394.
- Hoepfner, Wolfgang: *Verdaunungsprobleme beim Äi-Ei in Deutschland*. In: *KI-Rundbrief* 22 (1980), S. 17–19.

- Howe, Jim: Artificial Intelligence at Edinburgh University: a Perspective, Juni 2007, <http://www.inf.ed.ac.uk/about/Alhistory.html> (18.1.2021).
- Hoyos, Carl Graf: Anmerkungen zur ergonomischen Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen. In: Dirlich, Gerhard u.a. (Hrsg.): Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop, München, 12.–13. April 1984. Informatik Fachberichte 120. Berlin 1986, S. 13–21.
- Hummel, Hartwig: Prof. Böhme-Dürr verstorben. In: Magazin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 3 (2004), S. 51.
- Jacobs, Jerry A.: The Need for Disciplines in the Modern Research University. In: Frodeman, Robert (Hrsg.): The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Oxford 2017, doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.4.
- Kay, Lily E.: From logical neurons to poetic embodiments of mind: Warren S. McCulloch's project in neuroscience. In: Science in Context 14 (2001), H. 4, S. 591–614.
- Keyser, Samuel J.; Miller, George A.; Walker, Edward: Cognitive Science, 1978: Report of the State of the Art Committee to the Advisors of the Alfred P. Sloan Foundation. 1978.
- Kline, Ronald R.: Cybernetics, Automata Studies, and the Dartmouth Conference on Artificial Intelligence. In: IEEE Annals of the History of Computing 33 (2011), H. 4, S. 5–16.
- Konrad, Erhard: Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland. In: Siefkes, Dirk u.a. (Hrsg.): Sozialgeschichte der Informatik. Kulturelle Praktiken und Orientierungen. Wiesbaden 1998, S. 297–304.
- Kuhn, Thomas: The Structure of Scientific Revolutions. Chicago 1962.
- Lenzen, Manuela: Natürliche und Künstliche Intelligenz. Einführung in die Kognitionswissenschaft. Frankfurt/Main 2002.
- Liggieri, Kevin: »Menschenfreundliche« Anthropotechnik. Heinz von Diringshofens Konzeption einer technischen Anpassung. In: Sudhoffs Archiv 104 (2020), H. 1, S. 71–100.
- Loftus, Elizabeth F.: Rezension von Norman & Rumelhart, Explorations in Cognition. In: The American Journal of Psychology 88 (1975), H. 4, S. 691–694.
- Mahoney, Michael S.: Computer Science. The Search for a Mathematical Theory. In: Krige, John; Pestre, Dominique: Companion Encyclopedia of Science in the Twentieth Century. London 2003, S. 617–634.
- Mandler, George: Origins of the Cognitive (r)evolution. In: Journal of the History of the Behavioral Sciences 38 (2002), H. 4, S. 339–353.
- : A History of Modern Experimental Psychology. From James and Wundt to Cognitive Science. Cambridge, MA 2007.
- Marchand, Roland: The Corporation Nobody Knew: Bruce Barton, Alfred Sloan, and the Founding of the General Motors »Family«. In: The Business History Review 65 (1991), H. 4, S. 825–875.
- McClelland, James; Rumelhart, David; Hinton, G. E.: The Appeal of Parallel Distributed Processing. In: Collins, Allan; Smith, Edward E. (Hrsg.): Readings in Cognitive Science. A Perspective from Psychology and Artificial Intelligence. San Mateo, CA, 1988, S. 52–72. (ursprünglich erschienen als Kapitel 1 des ersten Bandes von Parallel Distributed Processing, MIT Press 1986).
- McCulloch, Warren S.; Pitts, Walter: A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. In: Bulletin of Mathematical Biology 52 (1990/1943), H. 1/2, S. 99–115.
- Merchant, Paul: What Oral Historians and Historians of Science Can Learn from Each Other. In: British Journal for the History of Science 52 (2019), H. 4, S. 673–688.
- Miller, George A.: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. In: Psychological Review 63 (1956), H. 2, S. 81–97.
- : The Cognitive Revolution: a Historical Perspective. In: TRENDS in Cognitive Sciences 7 (2003), H. 3, S. 141–144.
- Montgomery, Scott L.: The Chicago Guide to Communicating Science. Chicago 2017.

- Mullins, Nicholas: Theories and Theory Groups in Contemporary American Sociology. New York 1973.
- Newell, Allen: AAAI President's Message. AI Magazine 1 (1980), H. 1, S. 1–4.
- Newell, Allen; Perlis, Alan J.; Schatz, Edward R.: Proposal for a Center for the Study of Information Processing Submitted by Carnegie Institute of Technology to the Advanced Research Projects Agency of the Department of Defense 1964. Online auf https://kilthub.cmu.edu/articles/journal_contribution/Proposal_for_a_Center_for_the_Study_of_Information_Processing_submitted_by_Carnegie_Institute_of_Technology_to_the_Advanced_Research_Projects_Agency_of_the_Department_of_Defense/6608705/1/files/12100313.pdf (17.4.2023).
- Newell, Allen; Simon, Herbert A.: Human Problem Solving. Englewood Cliffs, NJ, 1972.
- Nilsson, Nils J.: The Quest for Artificial Intelligence. A History of Ideas and Achievements. Cambridge 2010.
- Norman, Donald A.: Five Papers on Human-Machine Interaction. CHIP Report 112. La Jolla: University of California, San Diego 1982.
- : Academic Résumé (o.D.), <https://ind.org/about-don-norman/about-don-norman/> (29.3.2023).
- Norman, Donald A.; Yost, Jeffrey R. (Interviewer): Oral History Interview, 12 February 2020 in La Jolla, California. https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/218990/CBI_577_Norman_2-12-20.pdf (18.3.2022).
- Norman, Donald A.; Levelt, Willem J. M.: Life at the Center. In: Hirst, William (Hrsg.): The Making of Cognitive Science. Essays in Honor of George A. Miller. Cambridge 1988, S. 100–109.
- O'Donohue, William; Ferguson, Kyle E.; Naugle, Amy E.: The Structure of the Cognitive Revolution: an Examination from the Philosophy of Science. In: The Behavior Analyst 26 (2003), S. 85–110.
- Olazaran, Mikel: A Sociological Study of the Official History of the Perceptrons Controversy. In: Social Studies of Science 26 (1996), S. 611–659.
- Penn, Jonathan: Inventing Intelligence. On the History of Complex Information Processing and Artificial Intelligence in the United States in the Mid-Twentieth Century. Diss. University of Cambridge 2021.
- Pfau, Dinah; Piel, Helen: Vernetzte Künstliche Intelligenz: frühe bundesdeutsche KI-Forschung von den 1960er bis Ende der 1980er Jahre. In: Pfau, Dinah (Hrsg.): Künstliche Intelligenz: epistemische, praktische und historiographische Herausforderungen. Acta Historica Leopoldina (im Erscheinen).
- Pfau, Dinah u. a.: The »KI-Rundbrief«, Its Editors, and Its Community: A Perspective on West German AI, 1957–1987. In: IEEE Annals of the History of Computing 45 (2023), H. 3, S. 48–65.
- Piel, Helen: Complicating the Story of Popular Science: John Maynard Smith's »Little Penguin« on The Theory of Evolution. In: Journal of the History of Biology 52 (2019), S. 371–390.
- Piel, Helen; Seising, Rudolf: In Memoriam Christian Freksa. In: KI – Künstliche Intelligenz 34 (2020), H. 4, S. 589–590.
- Piel, Helen; Seising, Rudolf; Götter, Christian: The Computer Metaphor: Anchoring the Fear of Human Obsolescence(s) Since the 20th Century. In: Technikgeschichte 89 (2022), H. 1, S. 87–118.
- Pléh, Csaba; Gurova, Lilia; Ropolyi, László (Hrsg.): New Perspectives on the History of Cognitive Science. Budapest 2013.
- Poetsch, Jochen: Aufruf zur Beteiligung an KI-Netz-Realisierung. In: KI-Rundbrief 32 (1983), S. 100–101.
- Price, Derek J. de Solla: Little Science, Big Science. New York 1963.
- Radick, Gregory: The Unmaking of a Modern Synthesis: Noam Chomsky, Charles Hockett, and the Politics of Behaviorism, 1955–1965. In: Isis 107 (2016), H. 1, S. 49–73.
- Raulefs, Peter: Bemerkungen zur Podiumsdiskussion »AI in Western Europe« (5IJCAI - 77). In: KI-Rundbrief 11 (1977), S. 37–38.
- : Übersicht über KI-Projekte. In: KI-Rundbrief 17 (1979), S. 2–9.
- : Bericht aus dem Fachausschuss. In: KI-Rundbrief 26 (1982), S. 2.

- Rhenius, Detlef: Arbeitstagung »Kognitive Psychologie« vom 2.–5.4.1978 in Hamburg. In: KI-Rundbrief 13 (1978), S. 11–12.
- Schmitt, Francis O.: *The Never-Ceasing Search*. Philadelphia 1990.
- Schnupp, Peter; Leibrandt, Ute: *Expertensysteme*. Nicht nur für Informatiker. Berlin 1986.
- Schregel, Susanne: Interdisziplinarität im Entwurf. Zur Geschichte einer Denkform des Erkennens in der Bundesrepublik (1955–1975). In: *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 24 (2016), S. 1–37.
- Schult, Thomas J.: Aufbruch ins Kognitive. Zeit 45 (4.11.1994). www.zeit.de/1994/45/aufbruch-ins-kognitive/komplettansicht (23.1.2020).
- Schwatlo, Uta: Probleme wissenschaftsgeleiteter Forschung bei der Software-Entwicklung. In: Dirlich, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Kognitive Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion Workshop*, München, 12.–13. April 1984. *Informatik Fachberichte* 120. Berlin 1986, S. 125–135.
- Secord, James: Knowledge in Transit. In: *Isis* 95 (2004), H. 4, S. 654–672.
- Seising, Rudolf: Die Fuzzifizierung der Systeme. Die Entstehung der Fuzzy Set Theorie und ihrer ersten Anwendungen – Ihre Entwicklung bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts. Stuttgart 2005.
- : Es denkt nicht! Die vergessene Geschichte der künstlichen Intelligenz. Frankfurt/Main 2021.
- Shackel, Brian: Human-Computer Interaction – Whence and Whither? In: *Journal of the American Society for Information Science* 48 (1997), H. 11, S. 970–986.
- Siekmann, Jörg (Hrsg.): *German Workshop on AI*, Bad Honnef, 26–31 January 1981. *Informatik-Fachberichte* 47. Heidelberg 1981.
- Stephan, Achim; Walter, Sven (Hrsg.): *Handbuch Kognitionswissenschaft*. Stuttgart 2013.
- Stichweh, Rudolf: Differenzierung der Wissenschaft. In: *Zeitschrift für Soziologie* 8 (1979), H. 1, S. 82–101.
- : The Sociology of Scientific Disciplines: On the Genesis and stability of the Disciplinary structure of modern science. In: *Science in Context* 5 (1992), H. 1, S. 3–15.
- Stimson, Dorothy: Comenius and the Invisible College. In: *Isis* 23 (1935), H. 2, S. 373–388.
- Strube, Gerhard: Kognition. In: Strube, Gerhard u. a. (Hrsg.): *Wörterbuch der Kognitionswissenschaft*. Stuttgart 1996, S. 303–317.
- Strube, Gerhard; Wender, Karl F. (Hrsg.): *The Cognitive Psychology of Knowledge*. Amsterdam 1993.
- Sturm, Thomas; Gundlach, Horst: Zur Geschichte und Geschichtsschreibung der »kognitiven Revolution« – eine Reflexion. In: Stephan, Achim; Walter, Sven (Hrsg.): *Handbuch Kognitionswissenschaft*. Stuttgart 2013, S. 7–21.
- Tack, Werner H.: Abschiedsvorlesung. Psychologie und Kognitionswissenschaft: Die kognitive Welle. In: *Psychologie der Kognition*. Reden und Vorträge anlässlich der Emeritierung von Werner H. Tack. (Universitätsreden 60). Saarbrücken 2005, S. 155–171.
- The University of Edinburgh School of Informatics: Bernard Meltzer, Pioneer in Artificial Intelligence, Died on 4th July 2008, Aged 92, <https://www.inf.ed.ac.uk/events/news/obituarybmeltzer.html> (28.6.2023).
- Thomson, Alistair: Unreliable Memories? The Use and Abuse of Oral History. In: William Lamont (Hrsg.): *Historical Controversies and Historians*. London 1998, S. 24–34.
- Trappl, Robert: AI – NIE! Versuch über eine wahrscheinliche zukünftige Reaktion der Öffentlichkeit. In: Rollinger, Claus R.; Horn, Werner (Hrsg.): *GWAI-86 und 2. Österreichische Artificial-Intelligence-Tagung*. *Informatik-Fachberichte* (Subreihe Künstliche Intelligenz), Vol. 124. Heidelberg 1986, S. 1–16.
- Ueckert, Hans; Rhenius, Detlef (Hrsg.): *Komplexe menschliche Informationsverarbeitung*. Beiträge zur Tagung »Kognitive Psychologie« in Hamburg 1978. Bern 1979.
- Ullmann, Klaus: Deutsches Forschungsnetz – DFN – Eine anwendungsorientierte Entwicklung von Kommunikationsdiensten. In: *PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation* 8 (1985), H. 1, S. 28–38.

- Von Eckardt, Barbara: What Is Cognitive Science? Cambridge, MA 1993.
- Von Hahn, Walther: The Contribution of Artificial Intelligence to the Human Factors of Application Software. In: Blaser, Albrecht (Hrsg.): Enduser Systems and Their Human Factors. Proceedings of the Scientific Symposium Conducted on the Occasion of the 15. Anniversary of the Science Center Heidelberg of IBM Germany, Heidelberg, March 18, 1983. Berlin 1983, S. 128–138.
- Wachsmuth, Ipke: Mensch-Maschine-Interaktion. In: Stephan, Achim; Walter, Sven (Hrsg.): Handbuch Kognitionswissenschaft. Stuttgart 2013, S. 361–364.
- Wahlster, Wolfgang: Neuorganisation des bisherigen Fachausschusses »Kognitive Systeme«. In: KI-Rundbrief 29 (1983), S. 3–4.
- Walter, Sven; Stephan, Achim: Einleitung. In: Stephan, Achim; Walter, Sven (Hrsg.): Handbuch der Kognitionswissenschaft. Stuttgart 2013, S. 1–5.
- Weaver, Warren: U.S. Philanthropic Foundations; their History, Structure, Management, and Record. New York 1967.
- Weber, Gerhard: Editorial des Herausgebers. In: Kognitionswissenschaft 9 (2002), H. 4, S. 145–146.
- Wimmer, Heinz; Perner, Josef: Kognitionspsychologie. Eine Einführung. Stuttgart 1979.

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Rudolf Seising, Einleitung

Abb. 1: Gupta, Computer Science, 2007, S. 46

Abb. 2: Zadeh, Computer, 1968, S. 913

Abb. 3: Haacke/Fischbach, Informatik, S. 61

Zitiert nach Pieper, Hochschulinformatik, 2009, S. 29

Abb. 4: Gesellschaft für Informatik, Forschungsführer, 1983, S. 13

Abb. 5: Bibel u. a., Forschungsführer, 1987, S. 6

Dinah Pfau, Mit Blick auf KI

Abb. 1: DESY, <https://www.weltmaschine.de/physik/antimaterie/> (26.6.2023)

Abb. 2, 3: Erika Hülse, Abbildung für das Projekt IGGI überlassen von Erika Hülse am 7.7.2022

Abb. 4: Blair, Automation, 1970, S. 351

Abb. 5: Nagel, Vermessung, 1971, S. 106

Abb. 6: Nagel, Vermessung, 1971, S. 128

Abb. 7: Nagel, Formation, 1978, S. 152, 182

Abb. 8: Nagel, Formation, 1978, S. 152, 171, 182, 183

Rudolf Seising, Entscheidungsverfahren

Abb. 1: Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 175

Abb. 2: Links: Universitätsarchiv Tübingen. Rechts: Veenker, Beweisverfahren, 1967

Abb. 3: Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 184–185

Abb. 4: Niethammer/Veenker, Maschinen, 1969, S. 185

Abb. 5: Links: Veenker, Künstliche-Intelligenz-Forschung, 1975. Rechts: Veenker, Treffen, 1975

Florian Müller, Von der Linguistik zur KI-Forschung

Abb. 1: Berry-Rogghe/Lutz/Saukko, Informationssystem, 1979, S. 50

Helen Piel, Münchener Intellektik Komitee

Abb. 1: CFN/6/1/5, NL 369, DMA

Abb. 2: Aufnahmen aus Oral-History-

Gesprächen (2020–2022). Projekt IGGI

Abb. 3: CFN/1/6/87, NL 369, DMA

Abb. 4: 0787, NL 369, DMA

Abb. 5: CFN/1/6/55, NL 369, DMA

Illustrationen der Figuren neben den Überschriften

S. 7, 9, 41, 93, 141, 175, 227: Dinah Pfau

Personenregister

Ackermann, Wilhelm Friedrich 99

Aggarwal, Jagdishkumar K. 73

Ashby, William Ross 24

Bauer, Friedrich Ludwig 19–20, 22–23, 25–26, 34–35

Bernays, Paul Isaak 96

Bibel, Wolfgang 7, 29, 31, 96, 100, 130, 134, 236–237, 239–240, 245, 248, 254, 259–261

Birkenbihl, Klaus 184

Blair, W. M. R. 61

Blomer, Roland 265

Bobrow, Daniel 184

Böcker, Heinz-Dieter 233, 255

Böhling, Karl-Heinz 126–127

Böhme(-Dürr), Karin 266

Borel, Armand 94–95, 133–134

Braitenberg, Valentin 244, 264

Brauer, Wilfried 28, 127

Bruner, Jerome 238, 247

Brunnstein, Klaus 69

Buchanan, Bruce 183

Bundy, McGeorge 238

Bungers, Dieter 185, 188, 193, 200, 208

Burwick, Horst 112

Christaller, Thomas 176, 185, 188, 197–201, 203, 207–208, 210–213, 215–218

Church, Alonzo 98–100

Cohen, Stanley 183

Comer, Douglas 261

Darlington, Jared Lloyd 120, 122

Davis, Larry S. 74

Davis, Martin 98, 100, 113, 122

de Beauclair, Wilfried 26

di Primio, Franco 203

Dilger, Werner 165–166, 168–169

Dirlich, Gerhard 229, 231, 233–234, 236, 239, 247–248, 250, 253, 258, 263

Djerassi, Carl 28

Donth, Hans H. 18

Dreschler-Fischer, Leonie 73

Duda, Richard O. 73

Eder, Elmar 239, 265

Ehmke, Horst 151, 153

Einsele, Theodor 26

Eisenberg, Peter 163

Endres, Albert 31, 131–132

Engelbart, Douglas 251

Evan, David 251

Fahlman, Scott E. 247

Feigenbaum, Edward Albert 28, 178, 182–183

Feldman, Julian 28

Finerman, Aaron 15

Fischer, Gerhard 231, 233, 247, 255, 260

Frank, Helmar Gunter 102

Fränz, Kurt 18

Frege, Friedrich Ludwig Gottlob 97

Freksa, Christian 229, 233–236, 238–239, 245, 248–250, 253–260, 262–263, 266

Friedman, Joyce Barbara 99, 113

Furbach, Ulrich 7, 233–234, 236–237, 239, 245, 247, 254, 258, 263, 266

Gall, Dieter 54

Ganzhorn, Karl 18, 34

Geiser, Georg 250

George, Frank H. 33

Gilmore, Paul Carl 98, 100, 107, 113

Giloi, Wolfgang K. 26, 192

Gödel, Kurt 96–97, 114

Goos, Gerhard 19

Görz, Günther 261, 265

Graef, Martin 110, 126

Gries, Werner 213–215

Habel, Christopher 231

Händler, Wolfgang 19, 26

Hart, Peter E. 73

Hartmann, Peter 156

Hauff, Volker 185

Haupt, Josef Dietrich 128

Heer, Ingeborg 76

Heiligenberg, Walter 244

Hermes, Hans 112

Hertzberg, Joachim 129

Heyers, Rudolf 239, 245, 259

Hilbert, David 93, 96–97

Hildebrandt, Stefan 134

Hoffmann, Geerd-Rüdiger 110, 124

Holenstein, Elmar 264

Hoschka, Peter 185

Hough, Paul 57, 63

Hülse, Erika 53–54, 56, 68

Isensee, Steffen 193, 201, 204, 208–209, 215,
217–218

Jacob, François 95

Kamke, Erich 102, 128
Kazmierczak, Helmut 26
Klawa, Dieter 99
Kloppenburg, J. 124–125
Kobsa, Alfred 256–258
Kohl, Helmut 187–188
Kowarski, Lew 63, 67
Kraeplin, Emil 51
Krallmann, Dieter 11, 27, 158, 165–166
Krückenberg, Fritz 187
Kudielka, Viktor 112
Küpfmüller, Karl 26, 128

Laubsch, Joachim 31, 131, 233, 255
Lederberg, Joshua 28, 183
Lehmann, Egbert 239, 254
Leibrandt, Ute 262
Lewy, Hans 134
Lindsay, Peter 234
Longuet-Higgins, Christopher 230
Lutz, Hans-Dieter 169

Mandler, George 245–246
Marr, David 74
McCarthy, John 9, 13, 28, 198
McClelland, James 234
McCulloch, Warren Sturgis 24, 33, 247
McDermott, John 183
Meltzer, Bernard 246
Mertens, Peter 178
Meyer-Eppler, Werner 26
Michie, Donald 246
Miller, George A. 234–235, 238
Minsky, Marvin 9–10, 13, 112, 180
Mittelstaedt, Horst 239, 244
Morik, Katharina 201
Moser, Hugo 146, 151, 153, 157
Mück, Hans-Joachim 62
Müller, Claus 262

Nagel, Hans-Hellmut 11, 28, 30–31, 41–43,
58–59, 61–65, 69–78, 81–82, 84, 130–132
Nagy, George 42, 71
Neumann, Bernd 70, 81, 84
Newell, Allen 13, 28, 95, 98, 112, 182, 238, 246

Nguyen Huu, Chau Thuy 262
Niethammer, Wilhelm 117, 122, 128
Nilsson, Nils John 29, 31, 42
Nipkow, Paul 59
Norman, Donald A. 234, 247–248, 251

Oettinger, Anthony Gerwin 16, 26
Opwis, Klaus 264
Ott, Wilhelm 109–110

Palm, Günther 265
Paul, Wolfgang 28
Peano, Guiseppe 98
Peschl, Ernst Ferdinand 126–127
Petri, Carl Adam 127
Piloty, Hans 25
Piloty, Robert 18–19, 24, 26
Pitts, Walter H. 33, 247
Pöppel, Ernst 237, 238–239, 245, 250, 254,
264
Post, Emil Leon 98, 100
Powell, Brian W. 57, 61, 63
Prawitz, Dag Hjalmar 100, 113
Prawitz, Hakan Axel 100, 113
Presburger, Mojżesz 97–98
Primus, Beatrice 266
Puppe, Frank 178–182
Putnam, Hilary Whitehall 34

Queisser, Hans-Joachim 199–200

Raubold, Eckart 69
Raulefs, Peter 197, 261
Reusch, Bernd 128
Reuse, Bernd 215, 217
Riesenhuber, Heinz 188, 199–200, 204–207,
211, 214–215, 218, 220
Robinson, John Alan 100, 114, 115–116
Rochester, Nathaniel 9
Rosenblatt, Frank 27, 71, 247
Rosenfeld, Azriel 73–75, 81–82
Rumelhart, David 234
Russell, Bertrand 97, 107

Samelson, Klaus 128
Schaefer, Helmut Heinrich 110
Schank, Roger 246
Schill, Kerstin 265
Schmid, Erich Wilhelm 109–110, 124
Schmidt, Helmut 187

Schnelle, Helmut Otto 27–28, 96, 264
 Schnupp, Peter 178, 262
 Schwatlo, Uta 250
 Schwenkel, Frieder 102
 Seegmüller, Gerhard 204, 213
 Shannon, Claude Elwood 9, 95
 Shaw, John Clifford 13, 95, 98
 Shortliffe, Edward 183
 Siekmann, Jörg 7, 31, 96, 100, 228
 Simon, Herbert Alexander 13, 24, 28, 95, 98,
 112, 182, 233, 246
 Slagle, James Robert 112
 Smolensky, Paul 247
 Spada, Hans 264
 Spitzer, Hartwig 51, 53–55, 61
 Stähelin, Peter 69
 Steinbuch, Karl 24–27, 102
 Stetter, Franz 109
 Stickel, Gerhard 168
 Stoltenberg, Gerhard 17–18, 25
 Stoyan, Herbert 29
 Strasburger, Hans 239, 266
 Strube, Gerhard 264
 Surányi, János 99
 Sutherland, Ivan 251
 Syrbe, Max 26
 Szyperski, Norbert 185, 187, 200, 204–205,
 207, 213–214

Tack, Werner H. 264
 Tarski, Alfred 97–98, 113
 Tempelmeier, Theodor 265
 Tillmann, Hans Günter 27
 Tsichritzis, Dennis 213
 Turing, Alan 9, 99

Ullmann, Klaus 261
 Ungeheuer, Gerold 11, 27–28, 146–150, 155,
 158
 Unger, Heinz 18, 126–127

van Melle, William 183
 Veenker, Gerd 11, 26–27, 29–31, 93, 96,
 100–102, 104–126, 128–134
 Voghera, Neri 100
 von Bülow, Andreas 185, 187
 von der Malsburg, Christoph 245
 von Freytag-Löringhoff, Bruno Baron 100–101
 von Hahn, Walther 233, 250
 von Neumann, John 33, 95

Wahlster, Wolfgang 7, 163, 233, 256, 261
 Walther, Alwin Oswald 126–127
 Walther, Jürgen 188–193, 213, 216
 Wang, Hao 28, 95, 98–100, 106–108,
 112–113, 122
 White, Howard S. 57
 Whitehead, Alfred North 97, 107
 Wiegand, Gernot 253
 Wimmer, Klaus 250
 Wingert, Bernd 253
 Winkelhage, Friedrich 186–187, 193, 204
 Wirtz, Guido 129
 Wittgenstein, Ludwig 103
 Wolfangel, Paul 153
 Wos, Lawrence »Larry« T. 100, 113, 122

Zadeh, Lotfi Aliasker 15–17, 235
 Zeller, Karl Longin 102, 110, 128
 Zemanek, Heinz 22, 26, 35, 112
 Zifonun, Gisela 169
 Zucker, Steven W. 74

Autorinnen und Autoren

Florian Müller absolvierte nach seinem Studium der Wissenschaftsgeschichte an der Universität Regensburg ein Volontariat am Deutschen Technik Museum (Berlin). Anschließend arbeitete er für das Deutsche Museum Nürnberg und konzipierte dort den Ausstellungsbereich »Arbeit und Alltag« mit den Themenbereichen »Robotik«, »Künstliche Intelligenz« und »Kommunikation«. Seit 2020 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsprojekt IGGI am Deutschen Museum, wo er zur Geschichte der maschinellen Sprachverarbeitung in der Bundesrepublik forscht.

Dinah Pfau ist seit 2020 wissenschaftliche Mitarbeiterin im IGGI-Projekt am Deutschen Museum. Hier und im Rahmen ihrer Dissertation am Centre for Contemporary and Digital History (C2DH) der Universität Luxemburg befasst sie sich mit der Geschichte der Bildverarbeitung in der Bundesrepublik. 2019 absolvierte sie ihr Studium der Kulturwissenschaften an der Humboldt-Universität zu Berlin mit einer Masterarbeit zur Automatisierung meteorologischer Messverfahren.

Helen Piel ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungsinstitut des Deutschen Museums, wo sie zur Geschichte der Kognitionswissenschaft und Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik arbeitet. 2019 promovierte sie an der University of Leeds in Wissenschaftsgeschichte zu dem Evolutionsbiologen John Maynard Smith. Ihre Promotion wurde durch die British Library in London mitbetreut.

Rudolf Seising promovierte in Wissenschaftstheorie und habilitierte sich für Geschichte der Naturwissenschaften (Ludwig-Maximilians-Universität München, LMU). Nach wissenschaftlichen Tätigkeiten in Deutschland (Ruhr-Uni Bochum, Universität der Bundeswehr München), Österreich (Medizinische Universität Wien) und Spanien (European Centre for Soft Computing) vertrat er Professuren für Wissenschaftsgeschichte (LMU und Friedrich-Schiller-Universität Jena). Seit 2017 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsinstitut des Deutschen Museum, wo er seit 2019 das BMBF-Projekt »IGGI« leitet.

Jakob Tschandl ist ausgebildeter Maschineningenieur und hat Geschichte an der Universität Wien im Bachelor studiert. Seinen Master absolvierte er an der Technischen Universität Berlin im Studiengang Geschichte und Kultur der Wissenschaft und Technik. Seit 2020 promoviert er an der Technischen Universität Darmstadt und ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut des Deutschen Museums. Im Projekt »IGGI« beschäftigt er sich mit dem KI-Teilgebiet der Expertensysteme.

Bisher erschienen

- Band 1** Dirk Bühler
Museum aus gegossenem Stein: Betonbaugeschichte im Deutschen Museum
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies1-9
- Band 2** Panagiotis Pouloupoulos
New Voices in Old Bodies: A Study of »Recycled« Musical Instruments with a Focus on the Hahn Collection in the Deutsches Museum
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies2-6
- Band 3** Hartmut Petzold
Eine Berliner Waage im Münchner Deutschen Museum: Geschichte, Hintergründe und Aktualität eines Museumsobjekts
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies3-2
- Band 4** Astrid Mignon Kirchhof (ed.)
Pathways into and out of Nuclear Power in Western Europe, Austria, Denmark, Federal Republic of Germany, Italy, and Sweden
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies4-8
- Band 5** Walter Chinaglia
Towards the Rebuilding of an Italian Renaissance-Style Wooden Organ
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies5-4
- Band 6** Wilhelm Fühl (Hrsg.)
Von Ingenieuren, Bergleuten und Künstlern. Das Digitale Porträtarchiv »DigiPortA«
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies6-1
- Band 7** Andrea Geipel, Johannes Sauter, Georg Hohmann (Hrsg.)
Das digitale Objekt – Zwischen Depot und Internet
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies7-7
- Band 8** Charlotte Holzer
Das Kleid aus Glas: Eine Restaurierungsgeschichte im Deutschen Museum
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies8-3
- Band 9** Elisabeth Vaupel (Hrsg.)
Ersatzstoffe im Zeitalter der Weltkriege
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies9-0
- Band 10** Gun-Brit Thoma, Lorenz Kampschulte, Inga Specht, Doris Lewalter, Stephan Schwan, Olaf Köller
Wer geht in welches Museum? Vergleichende Besucherstrukturanalyse in den acht Forschungsmuseen der Leibniz-Gemeinschaft
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies10-7

Band 11 Peter Donhauser
Oskar Sala als Instrumentenbauer: Ein Leben für das Trautonium
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies11-3

Band 12 Artemis Yagou (ed.)
Technology, Novelty, and Luxury
urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies12-0

