

Gerhard Banse, Klaus Fuchs-Kittowski

## **Einführung**

Die in diesem Band publizierten Beiträge stehen im Zusammenhang mit der am 26. November 2021 vom Arbeitskreis „Emergente Systeme / Informatik und Gesellschaft“ der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin in Kooperation mit der Gesellschaft für Wissenschaftsforschung (Berlin) durchgeführten Tagung „Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik. Digitale Medien und die Zukunft der Kultur wissenschaftlicher Tätigkeit“:<sup>1</sup> Sie gingen aus Vorträgen auf dieser Tagung hervor oder wurden durch sie angeregt.

Mit dem Thema „Cyberscience“ in den verschiedenen Natur-, Technik-, Human- und Sozialwissenschaften wird besonders deutlich auf die revolutionäre Entwicklung in den Wissenschaften verwiesen, die wesentlich durch die sogenannte 4. Revolution – die Informationsrevolution – und der ihr zugrundeliegenden revolutionären technisch-technologischen Entwicklungen vorangetrieben wird. Anliegen dieses Bandes ist es, deren Voraussetzungen, Verläufe und Folgen/Konsequenzen für die bzw. in der Wissenschaft und angrenzenden Bereichen sichtbar zu machen, auch ihre „Impacts“ auf die (Grund-, Aus- und Weiter-)Bildung sowie auf die (Lern-, Alltags-)Kultur. Es geht dabei insbesondere um die Verantwortung der Wissenschaft für die Entwicklung einer digitalisierten Gesellschaft.

\*\*\*

Es war der britische Physiker John Desmond Bernal, der mit seinem Werk „Wissenschaft in der Geschichte“ („Science in History“; vgl. Bernal 1961) deutlich erkannte und herausarbeitete, dass die Gesellschaft ihre anspruchsvollen Ziele nur mit Hilfe der Wissenschaft verwirklichen kann, die gesellschaftliche Wirksamkeit der Wissenschaft aber in hohem Maß von der Einführung und Beherrschung moderner Methoden und Techniken der Organi-

---

1 Vgl. näher dazu den Tagungsbericht unter <https://leibnizsozietat.de/bericht-zur-tagung-cyberscience-wissenschaftsforschung-und-informatik/>

sation und des Managements, wie Operationsforschung und Datenverarbeitung, abhängig ist.

Die Wissenschaftsforschung (Science Studies) oder auch Wissenschaftswissenschaft hat die Wissenschaft zum Forschungsgegenstand. Sie untersucht, wie Wissenschaft funktioniert, wie sie strukturiert ist und wie sie sich entwickelt.

Mit dem Thema „Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik“ wird das Ziel verbunden, die Veränderung der Forschungssituation durch Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), speziell der Internettechnologien, genauer zu untersuchen. Die methodologische Struktur der Forschungssituation wird in jedem ihrer vier Elemente

- (1) Problemfeld und Methodengefüge,
- (2) Experiment und Modell,
- (3) Verfügbarkeit an Wissen und Gerät sowie
- (4) Relevanz für Erkenntnis und Gesellschaft und deren Wechselbeziehungen

durch die Entwicklung und den Einsatz der IKT in der Forschung und zur Verbesserung ihre Organisation und Leitung wesentlich beeinflusst (vgl. Fuchs-Kittowski/Parthey 1988).

Die Welt der Wissenschaft ist in Bewegung: Sie wird globaler, interdisziplinärer, mobiler und wesentlich schneller – wie dies insbesondere mit der raschen Entwicklung des Impfstoffs gegen Covid-19 offensichtlich wird. Diese Entwicklung vollzieht sich nicht erst, seitdem von „Cyberscience“ (vgl. Nentwich 2003), jetzt auch von einer Lehre und Wissenschaft 4.0 (vgl. Kornwachs 2016), im Zusammenhang mit der Konzeption der Industrie 4.0 (vgl. BMBF 2013), von einer Lehre 4.0 (vgl. Förderlinie 2016) gesprochen wird, seitdem die Digitalisierung von Forschung und Lehre in jüngster Zeit noch stärker in den Vordergrund gerückt wird. Neue Formen der Forschung und Lehre sind durch Virtuelle Forschungsumgebungen (VFU), digitale Plattformen, auf denen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinschaftlich orts- und zeitunabhängig Daten und Informationen austauschen können und Massive Open Online Courses (MOOCs) entstanden. Besonders der Einsatz des Mobile Computing und der damit verbundenen Technologien, wie z. B. Augmented Reality, bieten neue Möglichkeiten für die Unterstützung der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (vgl. auch Gethmann et al. 2021).

In der Gegenwart und unmittelbaren Zukunft wird die Entwicklung von Technologien der vierten industriellen Revolution – insbesondere 5G, das Internet der Dinge (IoT), Cloud computing und Systeme mit künstlicher In-

telligenz, „autonome“ Roboter – wesentliche internationale Forschungsaufgaben darstellen. Ihre Nutzung wird zugleich ein wesentliches Instrument nicht nur zur Steigerung der Wirtschaftseffizienz und zur Vorbereitung auf eine „postfossile“ Gesellschaft darstellen, sondern auch wesentlich zur Effizienz der wissenschaftlichen Arbeit sowie der Organisation und Leitung der Wissenschaft beitragen können. Dies ist in seinen ambivalenten Wirkungen von der Wissenschaftsforschung zu untersuchen, denn der Prozess der Automatisierung der Leistungs- und Leitungsprozesse in der Wissenschaft ist durchaus spezifisch gegenüber dem Einsatz der IKT in der Wirtschaft, der Gegenstand der Wirtschaftsinformatik ist. Die Spezifik des wissenschaftlichen Arbeitsprozesses, wissenschaftlicher Institutionen und ihrer Leitung gilt es unbedingt zu berücksichtigen. Mit der sich gegenwärtig vollziehenden Informatisierung bzw. Digitalisierung, die das Tempo des Einsatzes moderner IKT im Bereich der Wissenschaft und in der akademischen Lehre gegenwärtig noch einmal verschärft, wird die Forschungssituation nochmals generell verändert.

Über die wachsende Bedeutung der Wissenschaft für alle Bereiche unseres Lebens ist schon viel diskutiert worden. Früher war die Wissenschaft ein immer wichtiger werdender Entwicklungsfaktor, aber als Ressource spielte das wissenschaftliche Wissen eine untergeordnete Rolle, gegenüber den materiellen Produktionsfaktoren, wie den Ressourcen Stoff und Energie. Heute ist die Ressource Daten, Information und Wissen ein entscheidender Produktionsfaktor geworden. Die Wissenschaft wurde zum dominanten Entwicklungsfaktor, da sie die Qualität und Kombination der anderen Produktionsfaktoren weitgehend beeinflusst. Dabei spielen die Entwicklung und der Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien im Bereich der Wissenschaften eine besondere Rolle. Für die Wissenschaftsforschung bzw. Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation sind daher die Probleme der Entwicklung und des Einsatzes der IKT im Bereich der Wissenschaften zu einem eigenen Untersuchungsgegenstand geworden.

Durch die Entwicklung der globalen digitalen Netze erfolgt eine, in ihren Konsequenzen noch nicht einschätzbare, Relativierung der Arbeit in Raum und Zeit. Dies hat für die Wissenschaft und die Universität 4.0 eine „Entortung“ (vgl. Kornwachs 2016) zur Folge. Es zeigt sich, dass diese Entwicklung in der Wissenschaft dazu führt, dass der Anteil der interdisziplinären Forschung stetig ansteigt, zu einer Vernetzung der Disziplinen und Entstehung von neuen Teil- bzw. Querschnittsdisziplinen sowie zu einer Diversifizierung der Kerndisziplinen führt.

Ausgehend vom Strahlen-Modell der Informatik zu Beginn ihrer Entwicklung haben sich in den verschiedenen Wissenschaften eine ganze Reihe von Angewandten Informatiken herausgebildet: Bio-Informatik, Umweltinformatik, Medizinische Informatik, Wirtschaftsinformatik, Rechtinformatik u. a. m. Dies zeugt von der revolutionären Rolle des bzw. der von der Informatik bereitgestellten Wissen, Methoden und Geräten im System der Wissenschaften. Die verschiedenen Wissenschaften werden damit befähigt, ihren Beitrag zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen zu leisten.

Im Zuge der Entwicklung des Einsatzes der IKT in der Forschung, in der Organisation und Leitung der Wissenschaft gilt es daher in besonderem Maße auch hier, wie in der Industrie, nach den Veränderungen im Arbeitsprozess der Wissenschaftler zu fragen, eine soziotechnische Gestaltung der im wissenschaftlichen Arbeitsprozess eingesetzten Informationssystem anzuordern, deutlich zu machen, dass ein am Mensch orientierten Einsatz der Technologien auch im Bereich der Wissenschaft die Einheit von Informationssystem-, Arbeits- und Organisationsgestaltung zur Voraussetzung hat.

Der Direktor des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Michael Nentwich untersuchte in seinem Buch „cyberscience. Research in the Age of the Internet“ schon 2003 die Folgen des zunehmenden Interneteinsatzes auf die wissenschaftliche Forschung. Er suchte nach Antworten auf Fragen wie z. B., ob es in Zukunft noch wissenschaftliche Veröffentlichungen auf Papier geben wird oder ob die Qualität wissenschaftlicher Arbeiten im Internetzeitalter tendenziell sinken wird. Auch urheberrechtliche Fragen und wirtschaftliche Aspekte werden diskutiert. Es werden ein Ausblick auf die zukünftigen Entwicklungen anhand von vier Szenarien gegeben sowie Handlungsoptionen für die Politik und aufgezeigt (vgl. Nentwich 2003). Dies entspricht der Sicht und Aufgabe der Technik-Folgenabschätzung. Die Wissenschaftsforschung hat, aufbauend auf dieser Analyse, die Wirkungen der Digitalisierung auf die Arbeit der Menschen in Forschung und Entwicklung (FuE) mit Sicht auf ihre soziotechnische Gestaltung zu untersuchen. Im Unterschied zur Industrie ist dies in der Wissenschaft kaum geschehen. Zu untersuchen ist die Wirkung der Entwicklung und des Einsatzes der IKT zur Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeit und Verbesserung der Wissenschaftsorganisation sowie den Einfluss dieser Technologien auf die *Struktur der Forschungssituation* sowie auf das *Ensemble der Forschungsmethoden* (siehe auch Abb. 1).

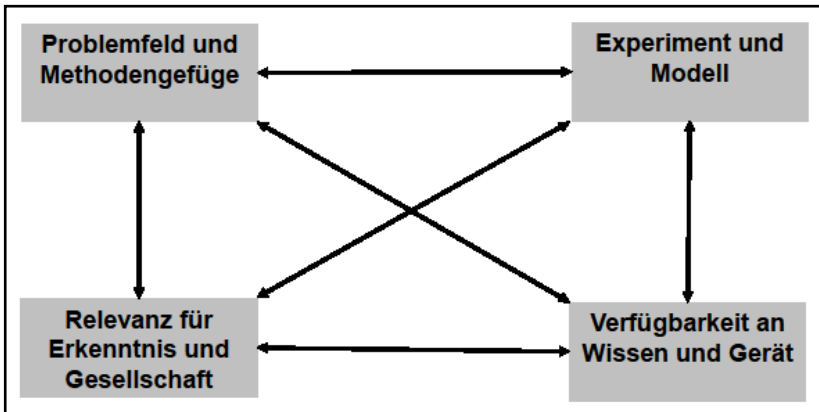


Abb. 1: Methodische Struktur der Forschungssituation

Quelle: nach Parthey 2010, 12.

Mit der Digitalisierung in der Wissenschaft, ihrem Einfluss auf die Forschungssituation und die Entwicklung der Forschungsmethodologie sind philosophisch-erkenntnistheoretische Probleme zu diskutieren. So u. a. die Bedeutung der Modellmethode im Erkenntnisprozess, die Probleme von Wahrheit und Wirklichkeit, Wahrheit und Wert, Rationalität und Humanität, Entdecken und Konstruktion bei der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung. Es geht um die Ambivalenz der Wirkungen von Erkenntnissen der modernen Wissenschaften sowie notwendiger ethischer Konsequenzen.

### (1) Problemfeld und Methodengefüge

Unter dem Stichwort „Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik“ ist zunächst der Einfluss der IKT auf die Methodenentwicklung in den Wissenschaften zu behandeln, denn ihre Entwicklung und Nutzung beeinflusst nachhaltig das ganze Ensemble wissenschaftlicher Methoden. Dies zeigt sich insbesondere bei der Forschung im Zeitalter des Internets, wie dies im Rahmen der Technologiefolgenabschätzung in den Arbeiten von Michael Nentwich (vgl. Nentwich 2003) und René König (vgl. Nentwich/König 2012) nachgewiesen wurde.

Auf der Grundlage des Verständnisses der Wissenschaft als System spezifischer Tätigkeiten zur Gewinnung von Erkenntnissen (vgl. Laitko/Trunschke 2003), ihres Verständnisses als ein soziales System (sowie des Informations-

systems als ein soziotechnisches), wurde es möglich, die verschiedenen Sichtweisen auf ein solches System: Wissenschaft als Erkenntnisssystem, als soziale Institution und als Wissen erzeugendes und verarbeitendes Informations- und Wissenssystem, schrittweise immer besser zu integrieren. Damit gelang es international (auch unter dem Druck der Ausbildung<sup>2</sup>), über den Ansatz der Wissenschaftswissenschaft von Bernal hinausgehend – bei dem die konstituierenden Disziplinen noch weitgehend getrennt voneinander gesehen wurden –, eine immer mehr in sich geschlossene Darstellung der Wissenschaft, d. h. als Wissenschaftsforschung (Science Studies) herauszubilden.

Die Methode ist das revolutionäre Element in der Wissenschaftsentwicklung. Der Stand der Forschung zur Entwicklung der Wissenschaftsmethoden bringt das Niveau der Forschung eines Landes zu Ausdruck. Für die Wissenschaftsforschung gilt es, das gesamte Ensemble der Methoden – Theorie, Beobachtung, Experiment und Modell – und die Methoden in ihrer Wechselwirkung zu untersuchen.

Mit der Entwicklung und dem Einsatz der IKT ist die Entstehung der Strukturwissenschaften, wie Systemanalyse, klassische Informationstheorie, der Computer bzw. Computer Science ist selbst eine Strukturtheorie, wie Carl Friedrich von Weizsäcker herausarbeitet (vgl. Weizsäcker 1969).

Für dem Einsatz der IKT werden für alle Einsatzbereiche die Mathematisierung vorangetrieben sowie Methoden der Formalisierung der Information und Tätigkeiten (der Algorithmisierung), d. h. zur Ausführung auf Rechnern, zur formalen Repräsentation von Dingen, Strukturen und Prozessen der realen Welt, entwickelt und angewendet.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Methodologie des Einsatzes der Computer bzw. der IKT entwickeln sich Spezialdisziplinen in ver-

---

2 Hier wird auf die Forschung und Lehre Bezug genommen, wie sie vom Institut für Theorie und Organisation der Wissenschaften der Akademie der Wissenschaften der DDR (ITW) und der Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation (WTO) der Humboldt-Universität zu Berlin bis zu ihrer Abwicklung realisiert wurde. – Mit der Behandlung des (etwas anders formulierten Themas) „Wissenschaftsforschung und Informatik“ wird bewusst an diese Traditionen angeknüpft, insbesondere an den Bereich „Systemgestaltung und automatisierte Informationsverarbeitung“. Hauptthema für die Forschung in diesem Bereich war die Schaffung wissenschaftstheoretischer und methodologischer Grundlagen für den Einsatz der modernen IKT in wissenschaftlichen Einrichtungen sowie im Bibliotheks- und Gesundheitswesen (vgl. Fuchs-Kittowski et al. 2010). Hier wurde schnell deutlich, dass das Einsatzgebiet Wissenschaft eine ausgeprägte Spezifik besitzt, z. B. gegenüber dem Einsatz dieser Technologien in Wirtschaft, Handel und Industrie. Es ist also erforderlich, dass die Probleme des Einsatzes der modernen Technologien nicht nur Forschungsgegenstand in den jeweiligen Einsatzgebieten, sondern auch Gegenstand der Wissenschaftsforschung sein müssen.

schiedenen Wissenschaften zu eigenständigen Disziplinen. In der Wirtschaftswissenschaft bzw. Wirtschaftsinformatik werden das Informations- und Wissensmanagement sowie das Informatik-Projektmanagement vorangetrieben; im Rahmen der Psychologie entfaltet sich die Disziplin der Mensch-Maschine-Interaktion. Für die Psychologie der Mensch-Maschine-Interaktion ist die kognitive Psychologie (vgl. Klix 1971; Sommerfeld 2009) grundlegend. Im Rahmen der Bemühungen um einen am Menschen orientierten Einsatz der IKT wird die Arbeitspsychologie (vgl. Rothe 2020; Ulich 1992) besonders wichtig.

Zur Entwicklung der verschiedenen Methoden im Ensemble der Wissenschaftsmethoden gehört auch die Entwicklung der Methodologie der soziotechnischen Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung (vgl. Fuchs-Kittowski 2021; Fuchs-Kittowski/Stary 2014). Dieses Thema wird für die Wissenschaftsforschung (Science Studies) besonders wichtig, da all die großen Herausforderungen an Forschung und Entwicklung, die mit der Entwicklung und dem Einsatz der modernen IKT, speziell der Internettechnologie, zur Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeit und der Verbesserung der Wissenschaftsorganisation auftreten, die Entwicklung und den Einsatz neuer Informationssysteme und Software erfordern. Die skizzierte Entwicklung der Cyberscience ist also eine besondere Herausforderung an die Informatik und speziell an eine entsprechende Methodologie der soziotechnischen Informationssystemgestaltung und Bewertung.

## **(2) Experiment und Modell**

In vielen Wissenschaften, insbesondere in den Bio-Wissenschaften, kann das System der analytischen Methoden durch synthetische Methoden, insbesondere die Modellmethode, ergänzt werden.

Eine Verschränkung von Experiment und Modellierung ist in der biologischen Forschung wichtig, denn einerseits lässt sich das Zusammenspiel z. B. der zellulären Regulationsprozesse durch experimentelle Arbeit allein nicht aufklären, denn das induktive Vermögen einer kleinen Forschergruppe wird allein schon durch die Anzahl und die Komplexität der Ergebnisse überfordert. Andererseits neigen mathematische Modelle zellphysiologischer molekularbiologischer Objekte zur formalen Abstraktion, solange sie nicht mit experimentellen Daten vermittelt sind. Erst in der Vermittlung sind leere Begrifflichkeit des abstrakten Modells und blinde Anschaulichkeit der rohen experimentellen Daten aufgehoben. Allein diese Verschränkung rechtfertigt den Dualismus von Experimentieren und Modellieren.

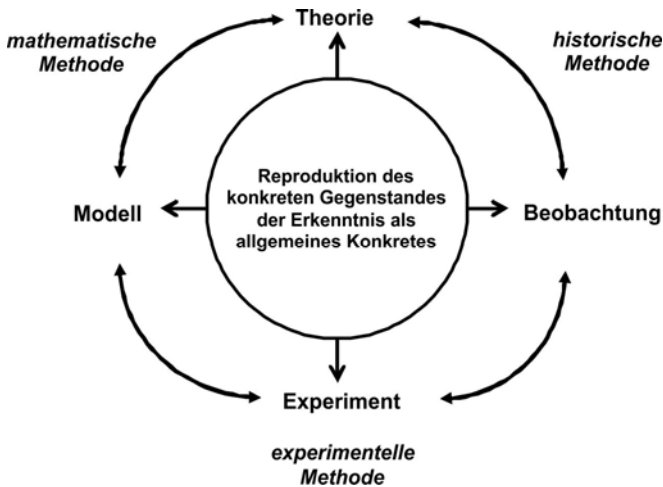


Abb. 2: Ensemble der wesentlichen Forschungsmethoden mit ihren Wechselbeziehungen

Quelle: verändert nach Fuchs-Kittowski 2007, 33; vgl. auch Fuchs-Kittowski 2022.

Bei der Klimaforschung mit ihren komplexen Klimamodellen erweist sich die Verschränkung von Modell mit Theorie und Experiment ebenso als besonders wichtig, soll nicht eine Daten- oder Theorie-Überlastung zu fehlerhaften Ergebnissen führen.

Theorien und Modelle sind die Grundlage für Big Data, indem Daten strukturiert, gefiltert und aufbereitet werden. Dabei müssen die Daten je nach Problemstellung individuell aufbereitet und verarbeitet werden. Die zu erstellenden Algorithmen müssen also der Logik der Theorien und Modelle entsprechen. Big Data kann nur im Methodengefüge der Wissenschaft, im Rahmen einer Theorie, sinnvoll angewendet werden, kann theoretisches Denken nicht ersetzen (vgl. Kolditz 2016).

Zum Überprüfen von Theorien lässt sich Big Data verwenden, im Umkehrschluss können durch Big Data auch neue Theorien entstehen, jedoch nicht ohne die Bereitstellung von Regeln und Algorithmen, welche die Grundlage für die Verarbeitung darstellen. Big Data kann daher als ergänzende wissenschaftliche Methode angesehen werden, welche gerade auch im experimentellen Umfeld die Möglichkeit bietet, komplexe Problemstellungen schon vorab zu untersuchen und mögliche positive Ergebnisse vorzuschlagen, welche im Experiment bewiesen oder falsifiziert werden können.



### **(3) Verfügbarkeit von Wissen und Gerät**

Mit dem Thema „Cyberscience – Wissenschaftsforschung und Informatik“ steht die Wissenschaft als Informationssystem im Vordergrund. Ziel ist es, im Sinne der Informationssystemforschung (vgl. Rolf 2021) die Wechselwirkung zwischen IKT-Entwicklung und -Nutzung für Forschung und Entwicklung, den Prozess der Rückführung wissenschaftlicher Tätigkeiten, Handlungen und Operationen auf formalisierte Operationen und deren Reintegration in den wissenschaftlichen Arbeitsprozess als Ganzem, die organisatorischen und sozialen Veränderungen durch den Prozess der De- und Rekontextualisierung beim Einsatz der IKT in der Wissenschaftsorganisation zu untersuchen.

Die Frage nach der Verfügbarkeit von Wissen und Gerät wird wesentlich bestimmt von der Befriedigung der Anforderungen an einen modernen Wissenschaftlerarbeitsplatz gestellt werden, von den Möglichkeiten der Verfügbarkeit über in Software vergegenständlichter Methoden und Wissen, den Möglichkeiten des Zugriffs auf Daten, Informationen und Wissen über große Datenbanken. Der computerunterstützte Wissenschaftlerarbeitsplatz (hoher Leistungsfähigkeit) mit seiner internen und globalen Vernetzung verändert nachhaltig die Forschungstechnologie.

Es werden drei Ebenen des IKT-unterstützten Wissenschaftlerarbeitsplatzes unterschieden:

1. Ebene des unmittelbaren Arbeitsplatzes des einzelnen Wissenschaftlers in seiner Gruppe,
2. Ebene des Intranets bzw. der Bereitstellung von IKT durch das Dienstleistungszentrum der Universität, und
3. Ebene des Internets bzw. Phasen seiner Entwicklung mit dem World Wide Web (WWW), einschließlich des Internets der Dinge mit dem künftigen taktilen Internet.

Zur Verfügbarkeit von Wissen und Gerät und damit zum Gegenstand der Wissenschaftsforschung sollten auch die gegenwärtig umfangreichen Investitionen in die Chip-Entwicklung sein, denn die Mikroelektronik wird künftig noch verstärkt, wie die Dampfmaschine der Motor der ersten industriellen Revolution war, der Motor der 4. Industriellen Revolution sein. Ebenfalls gilt es die enormen Anstrengungen zur Weiterentwicklung des Cloud-Computing hinsichtlich der notwendigen Wissenschaftsentwicklung für seine weitere Entwicklung, wie seine Auswirkungen auf den wissenschaftlichen Arbeitsprozess und seine Organisation zu untersuchen.

#### **(4) Relevanz wissenschaftlicher Tätigkeiten für Erkenntnis und Gesellschaft – Verantwortung der Wissenschaft zur Sicherung des Friedens**

Von der Relevanz wissenschaftlicher Forschung und ihrer Ergebnisse für den weiteren Erkenntnisfortschritt sowie für die Erhöhung der Lebensqualität der Menschen ist die Bereitstellung entsprechender Mittel und auch die Zulassung bestimmter Forschungsprojekte, durch die verantwortlichen gesellschaftlichen Gremien, abhängig.

Die Relevanz wissenschaftlicher Forschung ist für den Einzelnen, wie für die Gesellschaft jedoch oftmals schwer zu erkennen. Dies insbesondere aufgrund fehlender Einsicht in das erforderliche Wissen, aber insbesondere aufgrund der Ambivalenz der Forschung und ihrer Ergebnisse, der Möglichkeit ihrer dualen Nutzung.

Die derzeitige Entwicklung in der Wissenschaft und die mit ihren verbundenen Veränderungen sind ambivalent, d. h. die positiven Wirkungen gilt es zu fördern, die negativen zu verhindern oder zumindest zu kompensieren. Es gilt den Missbrauch wissenschaftlicher Erkenntnis, den Umschlag dieser Produktivkraft in eine Destruktivkraft von vornherein zu verhindern. Aufgrund der Ambivalenz der Ergebnisse wissenschaftlicher Tätigkeit sind diese von der unterschiedlichen Relevanz für den weiteren Erkenntnisfortschritt und für die progressive Entwicklung der menschlichen Gesellschaft.

Informatikanwendungen sind oftmals nicht Aufgaben-angemessen, der Arbeitsprozess, insbesondere der schöpferische wissenschaftliche Arbeitsprozess, wird zu stark von der Informationstechnik bestimmt und damit eingeschränkt. Die formale Repräsentation setzt dem Verständnis der IKT-unterstützten Abläufe enge Grenzen, durch die kognitiven Schwierigkeiten der Menschen mit abstrakten, unvorstellbaren Größen und komplexen Strukturen und Prozessen explizit umzugehen.

Die Relevanz des Wissens für den Einzelnen wie für die Gesellschaft wird wesentlich erhöht, wenn es Allgemeingut ist. Es gilt eine, dem Informationszeitalter entsprechende Wissensordnung zu schaffen. Das sollte eine Ordnung sein, mit der die Trennungen der klassischen Wissensordnung: von Erkenntnis und Anwendung, Wahrheit und Wert aufgehoben werden, aber auch bei Aufhebung der Trennung von Erkenntnis und Besitz, die ideale der Aufklärung weiterhin gelten, dass Wissen möglichst Allgemeingut ist und bleibt. Auch das Internet hatte als Almende seine entscheidende Blütezeit.

Die Relevanz des Wissens für den Einzelnen wie für die Gesellschaft ist insbesondere zu prüfen, wenn es für Aufrüstung und Krieg verwendet wer-

den soll. Natur- und Technikwissenschaften haben eine besondere Verantwortung für Krieg und Frieden. Es gilt, ihr Engagement für Abrüstung und Abrüstungskontrolle zu stärken. Die militärische Forschung und Entwicklung (FuE) wird nicht nur durch die Rüstungsindustrie vorangetrieben, sondern offensichtlich auch durch die zivile Forschung und Entwicklung. Hier spielen die Möglichkeiten für Dual-Use eine wichtige Rolle. Es wird offensichtlich, dass der Ambivalenz- und der Dual-Use-Problematik im Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Einsatz der modernen IKT zentrale Bedeutung zukommt

\*\*\*

In den in diesem Band enthaltenen Beiträgen werden die Veränderungen der Forschungssituation durch den Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), speziell der Internet-Technologien, in vielfältiger Weise dargestellt. Ihre Anordnung folgt der gerade beschriebenen methodologischen Struktur der Forschungssituation mit ihren vier Elementen. Das Anliegen der Tagung war es, den Einfluss des Computers und der Entwicklung der globalen digitalen Netze, des Internets, auf die Entwicklung der Wissenschaften möglichst umfassend, d. h. am Beispiel der Entwicklung unterschiedlicher Wissenschaften, darzustellen. Die Aufeinanderfolge von Beiträgen aus sehr unterschiedlichen Gebieten ist somit gewollt.

#### *Zu (1) Problemfeld und Methodengefüge der Forschungssituation*

In diesem Abschnitt fassen wir die Beiträge von Werner Zorn, Christiane Floyd, Christian Stary und Klaus Fuchs-Kittowski, Klaus Kornwachs sowie Nadine Schumann und Yaoli Du zusammen.

Bei der Forschung im Zeitalter des Internets steht die Forschung zur Entwicklung des Internets selbst im Vordergrund, wie dies durch den Beitrag *Internet: Von AUP – Acceptable Use Policy – zu LoG – Limits of Growth –???* von Werner Zorn im Zusammenhang mit den Kämpfen um die Normung in exzellenter Weise dargestellt wird. AUP bezeichnet den Wohlverhaltens-Kodex innerhalb von Gemeinschaftseinrichtungen, zu welchem die Teilnehmer mit der Zulassungsberechtigung verpflichtet werden. Grund für AUPs sind Schwachstellen in Systemen, welche technisch ansonsten nur mit großem Aufwand oder gar nicht beseitigt werden könnten. Mit dem rasanten quantitativen und vor allem auch qualitativen Wachstum des Internet nahm die Verletzlichkeit zu und damit auch die Frage von grenzwertigem Einsatz – charakterisiert durch den Begriff *Limits of Growth*,

ergänzt um *Limits of Trust*. Mit der Untersuchung der genannten Elemente unter dem Einfluss der modernen IKT ist die Methodenentwicklung in den Wissenschaften, unser Verständnis von wissenschaftlichem Wissen grundsätzlich zu behandeln, denn die Entwicklung und Nutzung der IKT als Erkenntnismittel beeinflusst wesentlich das ganze Ensemble wissenschaftlicher Methoden und damit die Art und Weise der Gewinnung wissenschaftlichen Wissens.

Darauf baut *Christiane Floyd* in *Wissensprozesse in der Cyberscience* auf, indem sie Veränderungen in der wissenschaftlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeit in der sogenannten Cyberscience erörtert. Diese werden durch mehrere Faktoren ausgelöst: durch die Schwerpunktverlagerung von der Tätigkeit Einzelner zur Kooperation in Wissensprojekten, durch neue Formen der Kommunikation, Erkenntnisfindung und Zusammenarbeit im Zuge der Verwendung von Internettechnologien und Künstlicher Intelligenz, durch die Globalisierung, bei der wissenschaftliche Problemstellungen weltweit verteilt oder vernetzt bearbeitet werden, und durch das Zusammentreffen tief greifender Differenzen aufgrund der persönlichen, organisatorischen, disziplinären und kulturellen Perspektiven der Beteiligten.

Auch der Beitrag *Zur Methodologie sozio-technischer Informationssystem- und Arbeitsgestaltung* von *Christian Stary* und *Klaus Fuchs-Kittowski* zur soziotechnischen Informationssystemgestaltung und deren philosophisch-erkenntnistheoretischen Grundlagen ordnet sich hier ein: Es geht um Konstrukte der Design Science und damit verbundener Vorgehensweisen zur Erschließung von Anforderungen an praxisorientierte Lösungen in organisationalem Kontext und darauf abgestimmter Zyklen humanzentrierter Technologiegestaltung. Es gilt, den naiven Realismus sowie jede Form des Antirealismus zu überwinden, denn ohne einen bewusst vorgenommenen Realitätsbezug ist keine sicher funktionierende Software, kein menschengerechter Einsatz der IKT zu gewährleisten.

In seinem Beitrag *Zur Systemtheorie des Lesens und Schreibens – Skizze einer Theorie der Pragmatischen Information* entwickelt *Klaus Kornwachs* seine Theorie der Pragmatischen Information weiter.<sup>3</sup> Der Begriff der Pragmatischen Information entstand aus der operationalen Sichtweise, wonach Information, die rezipiert wird, eine Wirkung hat. Diese „Wirkung“ ist ganz allgemein zu verstehen und hängt davon ab, welche Systembeschreibung

---

3 Der Beitrag ist eine für diesen „Protokollband“ wesentlich gekürzte Version. Die ausführliche Fassung wird zeitnah in „Leibniz Online, Internetzeitschrift der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin“ publiziert werden.

man wählt. Im Kontext physikalischer Systeme kann man den Begriff der pragmatische Information dazu benutzen, die Wirkung auf ein empfangendes System zu modellieren. Die physikalisch mögliche Beobachtung der Veränderungen von Strukturen und/oder Verhalten ist wiederum als Information (output) beschreibbar und kann als aufgezeichnete Beobachtung als Schreiben interpretiert werden. Pragmatische Information wird als ein verallgemeinertes Produkt aus Erstmaligkeit und Bestätigung konzipiert, die als perspektivische Größe nur systemspezifisch bestimmt werden kann.

*Nadine Schumann* und *Yaoli Du* thematisieren in ihrem Beitrag *Pragmatische Information in Interaktion* den Informationsbegriff in der Interaktion von Mensch und Maschine. Sie stellen ein pragmatisch interaktives Konzept von Information vor, welches sich maßgeblich an der Benutzbarkeit von Technik und damit an den Handlungsmöglichkeiten der Nutzenden orientiert. Ausgehend von der sozialen Interaktion zwischen Menschen schlagen sie mit dem Leitkonzept der Triangulation den Bogen zur Interaktion von Mensch und Maschine und betonen die vermittelnde Rolle von Technologien.

### *Zu (2) Experiment und Modell*

In vielen Wissenschaften, insbesondere in den Bio-Wissenschaften, in der Medizin und in der Psychologie ist der Computer zu einem ganz entscheidenden Erkenntnismittel geworden, kann das System der analytischen Methoden durch synthetische Methoden, insbesondere die Modellmethode, ergänzt werden. Die Mathematisierung in den Wissenschaften wird dadurch vorangetrieben. Hierzu sind die Beiträge von *Werner Krause* und *Erdmute Sommerfeld* sowie von *Daniel Rapoport*, *Falk Nette* und *Philipp Grüning* exzellente Beispiele.

Mit der Entwicklung einer Theorie der menschlichen Informationsverarbeitung, wie sie von *Werner Krause* und *Erdmute Sommerfeld* in *Universalien des Denkens und Entropiereduktion im Denken – Über die Messung von Denkleistungen, über die Abbildung kognitiver Strukturtransformationen auf neuronale Strukturen und über einen möglichen Weg zur Bestimmung einer mentalen Grammatik* – dargestellt wird, wird eine wichtige Grundlage für ein tieferen Verständnis der Mensch-Computer-Interaktion gelegt. Mit der Bestimmung von Universalien des Denkens und der Messung der Entropiereduktion im Denken mathematisch Hochbegabter wird das Verständnis des schöpferischen Denkens gegenüber formalen Schließen vertieft.

*Daniel Rapoport*, *Falk Nette* und *Philipp Grüning* zeigen die Bedeutung des Computers als Erkenntnismittel. In ihrem „erweiterten Abstrakt“ *3D-Be-*

wegungsanalyse von Immunzellen für die Diagnostik verdeutlichten sie speziell die Bedeutung der bildgebenden Verfahren für die Medizin. Sie zeigen insbesondere die fruchtbare Anwendung moderner Methoden der Künstlichen Intelligenz (großer Datenmengen und künstlicher neuronaler Netze) für die biologisch-medizinische Forschung.

Ausgangspunkt von Rainer Fischbach in *Gedanken zum epistemischen Status von Modellen* ist die Erkenntnis, dass Modellbildung zu den Methoden sowohl der Forschung wie auch von Prognose und Planung gehört. Mit der digitalen Datenverarbeitung steht ihr ein Instrumentarium von wachsender Flexibilität und Leistungsfähigkeit zur Verfügung, das jedoch weder fehlendes Verständnis noch fehlende Daten auszugleichen vermag. Mit der Überführung tief strukturierter konzeptioneller Modelle in das lineare Medium des Computerspeichers stellen sich nicht nur methodische Probleme, sondern mit wachsender Verfeinerung der Modelle auch Anforderungen an die Ressourcen, die mit der Granularität oft stärker als linear ansteigen.

Verbunden mit den analytischen Methoden zur Erforschung des Zellstoffwechsels gewinnen synthetische Methoden, speziell die mathematische Modellmethode, für das Verständnis des Ablaufs und der Regulierung der Stoffwechselforgänge an Bedeutung, denn der Stoffwechsel hat eine große Anzahl dynamischer und selbstregulatorischer Eigenschaften, die aus der noch so genauen Kenntnis der einzelnen Enzyme nicht zu verstehen sind. Gisela Jacobasch stellt – diesen Abschnitt abschließend – in *Mathematische Modellierung von Stoffwechselwegen roter Blutzellen und Malariaparasiten* exemplarisch ein Modell für den energetischen und oxidativen Stoffwechsel von Erythrozyten vor, das zur Berechnung von stationären und zeitabhängigen Stoffwechselformen verwendet wird.

### *Zu (3) Verfügbarkeit von Wissen und Gerät*

Der Entwicklungsstand der Wissenschaft eines Landes wird wesentlich bestimmt vom Stand der Methodenentwicklung, von der Bereitstellung von Methoden und Gerät, von der Softwareentwicklung und Computertechnik. Er wird wesentlich bestimmt von der Befriedigung der Anforderungen an einen modernen Wissenschaftlerarbeitsplatz. Dieses Element in der Struktur der Forschungssituation – Verfügbarkeit von Wissen und Gerät – wird insbesondere mit den Beiträgen von Hansjürgen Garstka, Horst Junker und Dirk Hagen behandelt.

Hansjürgen Garstka geht in *Verfügbarkeit von Wissen in der digital orientierten Wissenschaft* von der elementaren Voraussetzung für wissenschaftliche Forschung aus, dem Zugriff auf vorhandenes Wissen und die darin

enthaltenen Daten. Hierzu gehört zunächst der Zugang zu dem bereits wohlformulierten Wissen. Wichtiger für den Fortschritt ist allerdings der Zugriff auf Informationen, die erst der wissenschaftlichen Auswertung bedürfen. Soweit es sich dabei um personenbezogene Daten handelt, hat die Datenschutzdiskussion in den letzten Jahrzehnten wesentliche Kriterien entwickelt, die auch auf Daten ohne Personenbezug anwendbar sind

In *Auf dem Weg zu einer Nachhaltigkeitsinformatik* verweist Horst Juncker auf die Notwendigkeit der Schaffung von betrieblichen Umwelt-Informationssystemen, mit denen wirklich eine Nachhaltigkeitsinformatik zu realisieren ist, die alle drei Säulen der Nachhaltigkeit (Ökonomie, Ökologie und Soziales) unterstützt. Auf der Grundlage theoretischen Überlegungen zur Entwicklung (komplexer) Zielsysteme von Informationssystemen zum produktionsintegrierten Umweltschutz in Fertigungsunternehmen wird ein Weg aufgezeigt, wie Zielsysteme für nachhaltigkeitsorientierte IT-Applikationen erarbeitet werden können.

Wie moderne KI-Methoden zur Wissenschaftsorganisation genutzt werden können, zeigt Dirk Hagen in *KI-basiertes Matchmaking als innovatives Steuerungsinstrument zur wissenschaftlichen Netzwerkbildung*. Durch ihr Wachstum in den postmodernen und kapitalistisch orientierten Volkswirtschaften stellen alle Formen von „Events“ einschließlich wissenschaftlicher Veranstaltungen ressourcenintensive Zusammenkünfte dar. Eine verstärkt digitale Entwicklung erhöht nicht nur die Komplexität solcher Events im Hinblick auf ihre globale Bedeutung, sondern auch im Hinblick auf einen zunehmenden Wandel im Rahmen von Nachhaltigkeit. Relevant wird dabei die Antwort auf die Frage, wie nach Wissen Suchende mit dem (den) richtigen und wichtigen Experten zusammengebracht werden können. Die Zunahme von digitalen Formaten treibt dabei noch den Bedarf an innovativen technologischen Lösungen an.

#### *Zu (4) Relevanz für Erkenntnis und Gesellschaft*

Bei der Frage nach der Relevanz für Erkenntnis und Gesellschaft, dem vierten Strukturelement der Forschungssituation, geht es um die Bedeutung der gewonnen wissenschaftlichen Erkenntnisse für die weitere wissenschaftlich-technische Forschung sowie für die Erhöhung der Lebensqualität der Menschen. Von dieser Relevanz des gewonnen Wissens für den Erkenntnisfortschritt und weiteren gesellschaftlichen Fortschritt ist die Bereitstellung entsprechender Mittel und auch die Zulassung bestimmter Forschungsprojekte, durch die verantwortlichen gesellschaftlichen Gremien, abhängig. Hier spielt die Frage nach der Verantwortung der Wissenschaftlerinnen angesichts der

Ambivalenz der Forschung und ihrer Ergebnisse, der Möglichkeit ihrer dualen Nutzung eine besondere Rolle.

Zu dieser Problematik gehören die Beiträge von Stefan Ullrich, Ruth Edith Hagengruber, Peter Brödner, Harald A. Mieg, Hans-Gert Gräbe, Ronda Hauben und Wolfgang Kleinwächter.

*Stefan Ullrich* betont in *Verantwortung und das Internet der Dinge*, dass das Internet der Dinge neue Anforderungen an die Verantwortung von technisch handelnden Personen durch die umfassende Datenerhebung und -verwertung in wissenschaftlicher oder wirtschaftlicher Hinsicht stellt. Grundlage einer Ethik für technisches Handeln bieten die ethischen Grundsätze von Hans Jonas und von Joseph Weizenbaum. Im Zeitalter der „Turing-Galaxis“ – so seine Schlussfolgerung – sei die Herausbildung der Urteilskraft eine der zentralen Aufgaben der Informatik.

In *Die „dritte Wissensdimension“*. *Eine Epistemologie für eine neue Wissenswelt* beschäftigt sich *Ruth Edith Hagengruber* mit der These, dass die neuen Möglichkeiten der Informationsgewinnung nicht nur unser Wissen, sondern auch unsere Weise zu wissen, verändern. Das Subjekt-Objekt Schema wird ergänzt durch eine „dritte Wissens-Dimension“, die von den ersten beiden Elementen unabhängig ist, weil sie sich durch ihre qualitative Eigenständigkeit auszeichnet. Diese dritte Relation ergänzt und erweitert den Wissensprozess und konkurriert bzw. ergänzt das traditionelle (binäre) Erkenntnismodell. Das ist die grundsätzliche Forderung der Erweiterung der aristotelischen Ontologie und der Frage nach dem Erkenntnissubsekt im Zusammenhang mit dem Computereinsatz.

Für *Peter Brödner* sind in *Informatik – eine Wissenschaft auf Abwegen* das Produktivitätsparadoxon der Computertechnik und vergleichsweise häufige Scheitern großer Softwareprojekte ein Hinweis darauf, dass inadäquate Begriffe und Beschreibungen falsche Vorstellungen und Erwartungen über Funktionsweisen computertechnische Artefakte hervorrufen (können). Gestützt auf einen elaborierten Zeichenbegriff werden fachliche Grundlagen kritisch beleuchtet im Hinblick darauf, wie die sich von klassischen Maschinen fundamental unterscheidenden Artefakte im Zusammenhang mit der Organisation von Wissensarbeit zu verstehen sind. Ferner werden die Verwendung irreführender Metaphern sowie daraus resultierende Illusionen über Nutzen und Gefahren der Computertechnik mit der Folge beträchtlicher Fehlallokation von Ressourcen analysiert.<sup>4</sup>

---

4 Anmerkung der Herausgeber: Es gibt nach wie vor unterschiedliche „Sichtweisen der Informatik“, wie schon mit einer vor 30 [!] Jahren erschienenen Publikation akzentuiert



Eine ganz andere Sicht auf Informatik liegt dem Beitrag *Computerethik – oder: Was tun, wenn wir irgendwann eigentlich nicht mehr den Rechner ausschalten dürfen?* von Harald A. Mieg zu Grunde. Er befasst sich zuerst mit der Definitionsfrage zur Computerethik und erörtert sodann den Unterschied von Erkenntnis- und ethischen Fragen. Das Argument ist: Es gilt das ethische Prinzip, dass keinem Wesen Grundrechte verwehrt werden dürfen, solange wir nicht klar ausschließen können, dass ihm überhaupt Rechte zukommen könnten. Das könnte zu praktischen Problemen in Entwicklung und Nutzung von Computersystemen führen. Mit diesem sehr breiten Ansatz hat sich einer der Herausgeber des vorliegenden Bandes (Klaus Fuchs-Kittowski) in einem *Addendum: Überlegungen nach der Lektüre des Beitrags von Harald A. Mieg* ausführlich befasst.

Hans-Gert Gräbe hat seinen Beitrag *Zur Genese einer „Cyberscience“* überschrieben. Für ihn ist das neuenglische Modewort Cyberscience Teil einer begrifflichen Inflation, um Phänomene des digitalen Wandels in Worte zu fassen. In der deutschen „Wikipedia“ wird dies mit „Scheinwelten“ und „konsensuellen Halluzinationen“ konnotiert. Im Beitrag werden diese neu-modischen Begrifflichkeiten kritisch hinterfragt, die Materialität jener „digitalen Phänomene“ betont, dabei an ausgeblendete Debattenmomente wie das Thema Semantic Web oder Stalders Analyse der Wurzeln einer Kultur der Digitalität erinnert, um schließlich den Bogen zur Kybernetik-Debatte der 1960er Jahre zu schlagen und dort insbesondere die Argumente zu rekapitulieren, die Georg Klaus den Konzeptualisierungen eines Karl Steinbuch entgegengehalten hat

Ronda Hauben geht in *Creating the Vision for the Internet. From the Wiener Circles to Licklider and ARPA's Information Processing Techniques Office (IPTO)* den Visionen von Joseph Carl Robnett (J. C. R.) Licklider nach, die weithin als maßgeblich für die Entwicklung des Internets anerkannt werden. Er hatte es sich zur Aufgabe gemacht zu erforschen, welche Funktionen sinnvollerweise dem Menschen und welche Funktionen dem Computer zugewiesen werden sollten, denn für ihn gibt es zwischen Menschen und Computern verschiedene Arten „symbiotischer Beziehungen“, wobei sich die unterschiedlichen Funktionen beider gegenseitig ergänzen und verstärken. Licklider inspirierte und unterstützte die Schaffung einer neuen

---

wurde (vgl. Coy et al. 1992). Wahrscheinlich haben alle ihre spezifischen Vor- und Nachteile, sind adäquat(er) bezogen auf bestimmte bzw. je interessierende spezifische Aspekte (im Sinne der „Ziel-/Zweck-Mittel-Relation“). Skeptisch sollte man immer dann werden, wenn EINE mögliche Variante als DIE Variante deklariert wird (unabhängig von einer vorgängigen expliziten Zwecksetzung).

Form der Datenverarbeitung und einer neuen Form der Mensch-Computer-Gemeinschaft. Die Schaffung des Internets und anderer erforderlicher Computerentwicklungen demonstrierten die Realisierbarkeit der von ihm geschaffenen und verbreiteten Vision.

Den Band beschließt der Beitrag *Wer regiert das Internet: Kommunikationstechnologie und Informationsfreiheit zwischen Demokratie und Autokratie* von Wolfgang Kleinwächter. Er zeigt, dass neue kommunikationstechnologische Entwicklungen über die Jahrhunderte immer wieder die Frage nach deren Regulierung und in diesem Zusammenhang auch die Frage von Meinungsäußerungsfreiheit aufgeworfen haben. Das Internet mit seiner dezentralen Struktur hat dabei die Durchsetzung traditioneller Regelungsmodelle neu herausgefordert. Das vom UN-Weltgipfel zur Informationsgesellschaft 2005 sanktionierte „Multistakeholder-Modell“, bei dem Regierungen, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und die technische Community in ihren jeweiligen Rollen eng auch bei der Regulierung des Internet über Ländergrenzen hinweg kooperieren, bedarf noch seiner nachhaltigen Praxistauglichkeit, auch vor dem Hintergrund, dass das Internet nicht nur neue Freiheiten, sondern auch neue Möglichkeiten zum Missbrauch dieser Freiheiten geschaffen hat.

Die in diesem Band enthaltenen Beiträge belegen, dass der Einfluss des Einsatzes der IKT in den modernen Wissenschaften durch die Bereitstellung neuer Methoden und Geräte (Erkenntnismittel) in vielfältiger Weise zu der sich vollziehenden wissenschaftlich-technischen Umwälzung (Transformation oder gar Revolution) beiträgt. Diese, unter den Bedingungen moderner IKT stattfindende, Wissenschaftsentwicklung fassen wir zusammen unter dem Begriff *Cyberscience*. Die Vorsilbe „Cyber-“ wird heute in unterschiedlichen Zusammenhängen benutzt. Damit soll unseres Erachtens zurecht darauf aufmerksam gemacht werden, dass in vielen der heutigen Entwicklungen, so auch speziell in der Entwicklung des Computers und der Computernetze (siehe etwa den Beitrag von Ronda Hauben), kybernetisches Gedankengut steckt. Wenn hier jedoch diese Vorsilbe in Verbindung mit „Science“ verwendet wird, dann nicht, wie fälschlicher Weise angenommen werden könnte, um eine neue Allgemeinwissenschaft zu begründen, sondern um diese revolutionäre Entwicklung der Wissenschaft im Zeitalter des Internets „auf den Begriff zu bringen“, wie Georg Wilhelm Friedrich Hegel sagen würde.

Die Tagung belegte zudem die Einsicht, dass die dargestellte Wissenschaftsentwicklung durch die Nutzung der Potenzen des Computers, der IKT generell, nicht vom Himmel gefallen, sondern zumeist durch großes

Engagement der Beteiligten, auch unter heftigen paradigmatischen Auseinandersetzungen, schwer errungen worden ist. Dies bringt u. a. Peter Mertens in seinem Aufsatz in der Festschrift zum 85. Geburtstag des Pioniers der Wirtschaftsinformatik Lutz J. Heinrich deutlich zum Ausdruck: Hier schreibt der andere Pionier in dieser Disziplin, dass sie zu Beginn eine „einsame“ Gruppe waren (Mertens 2021). Die Potenz des Computers für die Wirtschaft war kaum erkannt worden, und vor allem nicht die Notwendigkeit der Lehre auf diesem Gebiet. Wenn wir heute von einer „Design Science zur soziotechnischen Informationssystem- und Arbeitsgestaltung“ sprechen, dann zeigt sich die gewaltige Entwicklung, die sich in Wissenschaft und Praxis vollzogen hat. Es heißt in dem Aufsatz von Mertens nicht, man seine eine „kleine“, sondern eine „einsame“ Gruppe gewesen. Es ist heute kaum noch vorstellbar, dass die Bedeutung des Computers für die Entwicklung von Forschung und Lehre in den Wissenschaften und insbesondere für deren am Menschen orientierten Einsatz in dieser grotesken Weise unterschätzt wurde.

\*\*\*

Allen am Zustandekommen dieser Publikation Beteiligten gilt der herzliche Dank der Herausgeber: den Autorinnen und Autoren, die bereit gewesen sind, den zahlreichen Wünschen – z. B. hinsichtlich Terminstellung, Manuskriptumfang, Präzisierungen – nachzukommen, Herrn Georg B. Kaiser, BMB – BuchManufacturBerlin, bei dem die „formale“ Vereinheitlichung und Gestaltung dieses Bandes wiederum in besten Händen lag und last – but not least – dem Berliner Senat, insbesondere der Abteilung Forschung, denn ohne dessen finanzielle Unterstützung wäre der Druck dieses „Protokollbandes“ so nicht möglich gewesen. Die Herausgeber verbinden den Dank mit der Hoffnung, dass weitere wissenschaftliche Veranstaltungen zu den hier vorgestellten Problemfeldern folgen werden, mit weiteren grundlegenden, wissenschaftlich und gesamtgesellschaftlich gleichermaßen gewichtigen Aspekten und Perspektiven. Sie verbinden das aber auch mit der Hoffnung, dass es nicht beim „Buchwissen“ bleibt, sondern dass dieses seinen (raschen) Niederschlag auch in weiteren realen Veränderungen des Wissenschaftsgeschehens findet.

## Literatur

- Banse, Gerhard; Busch, Ulrich; Thomas, Michael (Hrsg.) (2017): Digitalisierung und Transformation. Industrie 4.0 und digitalisierte Gesellschaft. Berlin (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 49).
- Banse, Gerhard; Thelen, Julia; Lingner, Stephan (Hrsg.) (2019): Industrie 4.0 zwischen Idee und Realität. Ein Ländervergleich. Berlin (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 54).
- Bernal, John Desmond (1961): Wissenschaft in der Geschichte. Berlin.
- Brödner, Peter; Fuchs-Kittowski, Klaus (Hrsg.) (2020): Zukunft der Arbeit. Soziotechnische Gestaltung der Arbeitswelt im Zeichen von „Digitalisierung“ und „Künstlicher Intelligenz“. Berlin (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 67).
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Zukunftsbild „Industrie 4.0“. Bonn.
- Coy, Wolfgang; Nake, Frieder; Pflüger, Jörg-Martin; Rolf, Arno; Seetzen, Jürgen; Siefkes, Dirk; Stransfeld, Reinhard (Hrsg.) (1992): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig/Wiesbaden.
- Förderlinie (2016): 1. „Förderlinie im Forschungsfeld ‚Digitale Hochschule‘“. vhw-Mitteilungen – Informationen und Meinungen zur Hochschulpolitik, Nr. 2, 3–5.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (2007): „Zur (informatischen) Modellbildung im Methodengefüge der Wissenschaft – Zur revolutionären Rolle der Methoden in der Wissenschaft“. Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion. Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2006, hrsg. von Heinrich Parthey; Günter Spur. Frankfurt am Main u. a. O., 31–77.
- Fuchs-Kittowski, Klaus (2022): Daten, Information, Wissen, Computernetze. Essays zu Cyber-science, Wissenschaftsforschung und Informatik. Berlin (in Vorbereitung).
- Fuchs-Kittowski, Klaus; Albrecht, Edo; Langner, Erich; Schulze, Dieter (2010): „Gründung, Entwicklung und Abwicklung der Sektion Ökonomische Kybernetik und Operationsforschung/Wissenschaftstheorie und -organisation an der Humboldt-Universität zu Berlin“. Die Humboldt-Universität Unter den Linden 1945–1990. Zeitzeugen – Einblicke – Analysen, hrsg. von Wolfgang Girmus; Klaus Meier. Leipzig, 155–197.
- Fuchs-Kittowski, Klaus; Parthey, Heinrich (1988): „Veränderungen in der Forschungssituation durch die Entwicklung der Informationstechnologien“. Arbeitstagung Forschungstechnologien, 87 – Informationstechnologien als Teil der Forschungstechnologie in den experimentellen Wissenschaften. Berlin (Akademie der Wissenschaften der DDR), 141–164.
- Fuchs-Kittowski, Klaus; Sary, Christian (2014): „Methoden zur Gestaltung sozio-technischer Informationssysteme“. Beiträge zur Allgemeinen Technologie, hrsg. von Gerhard Banse; Ernst-Otto Reher. Berlin, 129–204 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 36).
- Gethmann, Carl Friedrich; Buxmann, Peter; Distelrath, Julia; Humm, Bernhard G.; Lingner, Stephan; Nitsch, Verena; Schmidt, Jan C.: Spiecker, Indra genannt Döhmman (2021): Künstliche Intelligenz in der Forschung. Neue Möglichkeiten und Herausforderungen für die Wissenschaft. Berlin u. a. O. (Ethics of Science and Technology Assessment, Vol. 48).
- Klix, Friedhart (1971): Information und Verhalten. Bern u. a. O.

- Kolditz, Lothar (2016): „Big Data: Die große Datenflut, Theorien und Modelle“. Informatik und Gesellschaft. Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Frank Fuchs-Kittowski; Werner Kriesel. Frankfurt am Main, 253–260.
- Kornwachs, Klaus (2016): „Die Entortung der Wissenschaft und Universität 4.0“. Informatik und Gesellschaft. Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski, hrsg. von Frank Fuchs-Kittowski; Werner Kriesel. Frankfurt am Main, 213–223.
- Laitko, Hubert; Trunschke, Andreas (Hrsg.) (2003): Mit der Wissenschaft in die Zukunft. Nachlese zu Desmond Bernal. Potsdam (Rosa-Luxemburg-Stiftung Brandenburg).
- Mertens, Peter (2021): „Es geht auch dynamisch.“ Lutz J. Heinrich, Weitblick Entschlossenheit. Gedanken und Erinnerungen von Weggefährten, die Geschichte schrieben, über jemanden der Geschichte schrieb – An Lutz J. Heinrich zum 85. Geburtstag, hrsg. vom Institut für Wirtschaftsinformatik – Information Engineering. Linz, 29 (Johannes Kepler-Universität, Institut für Wirtschaftsinformatik – Information Engineering). [www.ie.jku.at](http://www.ie.jku.at)
- Nentwich, Michael (2003): cyberscience. Research in the Age of the Internet. Vienna (Austrian Academy of Science).
- Nentwich, Michael; König, René (2012): Cyberscience 2.0 – Research in the Age of Digital Social Networks. Frankfurt am Main/New York.
- Parthey, Heinrich (2010): „Institutionalisierung disziplinärer und interdisziplinärer Forschungssituationen“. Interdisziplinarität und Institutionalisierung der Wissenschaft. Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2010, hrsg. von Klaus Fischer; Hubert Laitko; Heinrich Parthey. Berlin, 9–35.
- Rolf, Arno (2021): „Informatik im Kontext: Das MikroPolismodell. Ein Rahmenwerk für die transdisziplinäre Forschung von Informationssystemen in der Gesellschaft – Rückblick und Ausblick“. Der Weg in die „Digitalisierung“ der Gesellschaft. Was können wir aus der Geschichte der Informatik lernen?, hrsg. von Jörg Pohle; Klaus Lenk. Marburg, 245–259.
- Rothe, Heinz-Jürgen (2020): „Arbeit 4.0 – alte und neue arbeitswissenschaftliche und ingenieurpsychologische Probleme“. Zukunft der Arbeit. Soziotechnische Gestaltung der Arbeitswelt im Zeichen von „Digitalisierung“ und „Künstlichen Intelligenz“, hrsg. von Peter Brödner; Klaus Fuchs-Kittowski. Berlin, 21–39 (Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 67).
- Sommerfeld, Erdmute (2009): „Friedhart Klix zu seinem 80. Geburtstag. Vortragsreihe ‚Menschliche Informationsverarbeitung – interdisziplinäre Elementaranalyse und diagnostische Anwendung‘“. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin 101, 67–71.
- Ulich, Eberhard (1992): Arbeitspsychologie. Zürich.
- Weizsäcker, Carl Friedrich von (1969): „Die Rolle der Wissenschaft“. Das 198. Jahrzehnt – Eine Team-Prognose für 1970–1980, hrsg. von Claus Grossner; Hans-Herrmann Münchmeyer; Arend Oetker; Carl Friedrich von Weizsäcker. Hamburg, 495–510.