

N b

Wissenschaftliche Daten im Spannungsfeld zwischen notwendiger qualifizierender Filterung, unerwünschtem technischen Vergessen und betrügerischer Manipulation

von

Gerd K. Hartmann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Aeronomie

Max-Planck-Str. 2, D - 37191 Katlenburg-Lindau, Deutschland

Tel.: +49-5556-979-336/332/344, Fax: +49-5556-979-240;

Email: ghartmann@linmpi.mpg.de

Januar 2000

Prof. Dr. Reinhart Leitinger zum 60. Geburtstag

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Kurzfassung	2
1. Einleitung	3
2. Datenwachstumsprobleme	4
3. Empirische Wissenschaft und Intersubjektivität	6
4. Wachsende Risiken durch unzureichende Spielräume zwischen Mensch und Maschine	7
5. Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker in der Sündenbockrolle	9
5.1 Die ICE Katastrophe von Eschede 1998	9
5.2 Das Problem des Beamtenrechtes	9
5.3. Fehlverhalten eines Wissenschaftlers.....	9
5.4 Mögliche Gegenmaßnahmen.....	10
6. Information zwischen öffentlich und privat	10
7. Zwischen paralleler und serieller Informationsverarbeitung.....	11
8. Literaturverzeichnis.....	12
9. Anerkennung	14
10. Wissenschaftlicher Lebenslauf des Autors.....	14

Kurzfassung

Die drei Aktivitäten: Filterung, Vergessen und Manipulation kosten die öffentliche Hand zunehmend mehr. Während die Kosten für die ersten zwei *optimiert* werden müssen, müssen die Kosten der Schäden durch letztere *minimiert* werden. Dazu muß man die Ursachen, insbesondere für die betrügerischen Manipulationen besser kennen und verstehen lernen. Manipulation von wissenschaftlichen Daten (Fakten) - von fahrlässig bis betrügerisch - gab es, wie die Geschichte zeigt, schon immer, und es wird sie auch in Zukunft geben, um so mehr, je mehr Wissenschaft ein Beruf wie jeder andere wird und je weniger dabei Berufung eine Rolle spielt. Die Zahl der in letzter Zeit aufgedeckten schwerwiegenden "Datenskandale" scheint gegenwärtig weltweit - nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland - zuzunehmen. Die wichtigsten Gründe werden aufgezeigt. Es sind dies u.a.: 1) die unzureichende Unterscheidung zwischen notwendiger, *qualifizierender*¹ Datenfilterung - einschließlich *Daten-Validation*² und *-Verifikation*³ - und betrügerischer Datenmanipulation, 2) der wachsende Konkurrenzdruck und die wachsende Bürokratisierung, 3) die Vermischung von öffentlich und privat in Bezug auf die Verwertung wissenschaftlich-technischer Ergebnisse durch die Zeitverzögerung, mit der die Ergebnisse der Grundlagenforschung vermarktet werden können, 4) der wachsende *velociferische*⁴ Trend verbunden mit: a) dem technischen Vergessen, d.h. immer mehr ältere Daten können mit der moderneren Technik nicht mehr gelesen werden, b) der Wegrationalisierung von notwendigen Spielräumen zwischen Mensch und Maschine, d.h. einer nicht optimierten Anpassung zwischen beiden und c) der im heutigen westlichen Denken unbeantworteten Frage: "Ist der Mehrwert, z.B. des Geldes, wirklich mehr wert?". Deshalb kann sich auch das Börsenroulette ziemlich ungebremst weiterdrehen. 5) die unzureichende "Vergewisserung" der *Komplementarität*⁵ im westlichen Denken, verbunden mit einer unzureichenden Sprachpflege.

¹ **Qualifizierende Filterung** ist notwendig wegen der großen Datenwachstumsraten und der Tatsache, daß mit abnehmender Qualität der Daten die rechtlichen und finanziellen Risiken bei ihre Nutzung zunehmen.

² **Daten-Validation:** Systematische Fehler können nur gemessen werden, wenn die gleiche physikalische Meßgröße mindestens noch einmal mit einer anderen Meßanordnung, die auf einem anderen Prinzip beruht als die erste, gemessen wird. Der Vergleich dieser zwei (oder mehrerer) verschiedenen Datensätze wird Validation genannt. Der Grad der Übereinstimmung dieser Datensätze - dieser Standard wird **intersubjektiv** von der Wissenschaftsgemeinde festgelegt - bestimmt den "Wert" der Daten, d.h. den Grad des Vertrauens in diese Daten, d.h. ihre Qualität. Die Daten-Validation ist ohne diese **Gemeinschaftsleistung** nicht denkbar. (Bestimmt wird dabei die absolute Genauigkeit (Unbestimmtheit); im Angelsächsischen auch "**accuracy**" genannt).

³ **Daten-Verifikation** bedeutet die betreffende Messung unabhängig mit einem gleichen Gerät noch einmal durchzuführen, unter Benutzung der gleichen Annahmen und Referenzen, um dann die Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Die Kreuzkorrelation zwischen den beiden unabhängig voneinander erhaltenen Datensätzen ist ein Maß für die Verifikation, deren Standard (quantitativer Wert) **intersubjektiv** von der Wissenschaftsgemeinde vereinbart werden muß. (Bestimmt wird dabei die relative Genauigkeit (Unbestimmtheit); im Angelsächsischen auch "**precision**" genannt).

⁴ Der Begriff "**Velociferisch**" wurde 1825 von J. W. von Goethe aus "Velocitas und Lucifer" zusammengesetzt und beschreibt vor allem die negativen Folgen der Beschleunigung. Unsere heutige Zeit - auch Zeitalter der Beschleunigung genannt -, ist in diesem Sinne hervorragend velociferisch

⁵ Nach dem Verständnis des Autors bedeutet **Komplementarität** nach Niels Bohr (1928):

- Daß Seiendes in zwei verschiedenen Erscheinungsformen auftritt, die miteinander unvereinbar sind.
- Je mehr man sich einer Erscheinungsform nähert, desto mehr entfernt man sich von der anderen. (Vereinfacht: Je "schärfer" die eine, desto "unschärfer" die andere).
- Die beiden Erscheinungsformen lassen sich nicht vollkommen "entmischen". (Eine Folge der Zeitlichkeit, bzw. der endlichen Beobachtungzeit). **Komplementarität ist eine Gegebenheit, der wir uns vergewissern müssen und die bei vielen Erscheinungen Entweder Oder durch Sowohl als Auch ersetzt**

1. Einleitung

Die Ursachen und Folgen der drei Aktivitäten: Filterung, Vergessen und Manipulation von Daten sind sehr unterschiedlich. Da die negativen Folgen für die Wissenschaft durch betrügerische Manipulationen aber am größten – ideell und materiell - und unvorhersehbarsten sind, sollen die Ursachen dafür ausführlicher betrachtet werden. Es sind dies:

1. Die Folgen des wachsenden Konkurrenzdruckes durch abnehmende (staatliche) Fördermittel und die Tatsache – hauptsächlich wegen der großen Datenwachstumsraten -, daß nur ungenügend unterschieden wird zwischen notwendiger, nutzerfreundlicher, qualifizierender¹ Filterung – einschließlich Validierung² und Verifizierung³ - von Daten und betrügerischer Datenmanipulation. Wir haben es hier mit einem gefährlichen, sich **selbstverstärkenden Faktor** des öffentlichen Mißtrauens in die "**objektive**" Wissenschaft zu tun, der verstärkt wird durch eine Zunahme der Bürokratisierung in allen Bereichen. Es muß daran erinnert werden, daß die "**objektiven**" Daten bei ihrer notwendigen Verifikation und Validation einer **intersubjektiven** Übereinkunft ("Bewertung") der Wissenschaftsgemeinschaft bedürfen, d.h. nicht vollständig objektiv sind [2, 23, 24, 30].
2. Die negativen Folgewirkungen der wachsenden, komplexen technologischen Großsysteme. Sie lassen gegenwärtig eine zunehmende Wissenschaftsfeindlichkeit entstehen und drängen die an Forschungs- und Entwicklungs- (F&E) - Projekten arbeitenden Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker in eine ungewohnte **Sündenbockrolle** - bisher (verantwortungs-) rechtlich (und moralisch) noch unzureichend geschützt. In dem Maß wie die wissenschafts-politische *Administration* jetzt von den Wissenschaftlern und Ingenieuren mehr "**Zuarbeit**" statt Zusammenarbeit fordert, wird aus einer (notwendigen) Verwaltung eine unerwünschte "**Zerwaltung**". Damit ist die wachsende *Bürokratie* gemeint, die (längerfristig) eine (volkswirtschaftlich) unökonomische und verzögernde ("zerstörerische": negativ synergetische) Wirkung hat statt eine fördernde (positiv synergetische) wie man sie von einer Verwaltung im eigentlichen Sinn erwarten muß.
3. Die heute unvermeidbare Vermischung von öffentlich und privat bei der Verwendung und Vermarktung der Ergebnisse der Grundlagenforschung in der Wirtschaft. Die unzureichende Vergewisserung der Komplementarität⁵, verbunden mit einer unzureichenden Sprachpflege [1 - 4, 23, 31, 33, 34, 35].
4. Die Tatsache, daß man in vielen Nationalstaaten und Gesellschaften, (nahezu stillschweigend) mehrheitlich darin übereinzustimmen scheint, daß der eigentliche **Wert** der Mehrwert ist, z.B. der des Geldes. (*Ist dieser Mehrwert wirklich mehr wert?*) Daß sich das Konzept "*Mehr und Schneller*" sehr gut vermarkten läßt, führt dazu, daß sich nicht nur der **velociferische**⁴ **Trend** weiter verstärken wird – er ist verbunden mit einer unbedachten Wegrationalisierung der notwendigen Spielräume zwischen Mensch und Maschine -, sondern daß auch das Berufsethos der Wissenschaft nur unvollkommen wahrgenommen wird. So wachsen die (rechtlichen und finanziellen) Risiken in den (hoch)-technisierten Nationalstaaten immer weiter, insbesondere auch weil immer weniger Zeit bleibt a) für eine notwendige optimierende Anpassung zwischen Mensch und Maschine und b) um auch (nicht-lineare) komplexe Hybrid-Systeme hardware- und softwaremäßig besser verstehen und handhaben zu lernen. Deshalb wachsen auch die Kosten für die Verhinderung (Vorsorge) und die Beseitigung von solchen Schäden ständig weiter.

In diesem Zusammenhang sollte nicht vergessen werden, daß die Kosten für das "Jahr 2000 Problem" - im Angelsächsischen auch Millenium Bug oder Y2K genannt - bisher über 9 Milliarden US \$ betragen haben und in der nächsten Zeit sicher noch weiter anwachsen werden. Dabei handelt es sich um Kosten, die durch ein sehr einfaches aber riesig großes Problem verursacht wurden und noch werden [5 - 23, 36].

2. Datenwachstumsprobleme

Als unspezialisiertes Neugierwesen braucht der Mensch Information zum Überleben! Seit einigen Jahren machen wir in den Industriestaaten nicht nur in vielen Bereichen der Geowissenschaften, z.B. in der Atmosphärenforschung, sondern auch in vielen anderen Bereichen die Erfahrung, daß sowohl der **Überfluß** an **Primär-Information** als auch der **Mangel** an **Sekundär-Information** immer stärker zunimmt. Zu der Primärinformation gehören z.B. alle Rohdaten wie sie bei Messungen anfallen, aber auch alles Wissen, das ein Machenkönnen leitet und bei Aristoteles "Techné" heißt. Zu der Sekundärinformation gehören alle qualifizierend gefilterten (ausgewählten, selektierten), verifizierten, validierten und interpretierten Daten zusammen mit dem Wissen, das die Praxis leitet und bei Aristoteles "Phronesis" (Vernünftigkeit) heißt. Inzwischen ist auf vielen Gebieten die Spannung zwischen diesen Polen soweit angewachsen, daß wir schon von einer Informationskrise sprechen müssen und daß die Schwelle zu einer "Informationsexplosion" im Bereich der Primärinformation schon sichtbar wird.

Am Beispiel der Atmosphärenforschung kann man den Überfluß an Primärinformation und die heutige große Wachstumsrate deutlich machen. Auf diesem Gebiet gibt es heute mehr als $2 * 10^{14}$ Bit an Information, mit einer jährlichen Wachstumsrate von etwa 10%. Diese Menge entspricht etwa 2 000 000 000 dicht bedruckten DIN A4 Seiten. Bei einer Seitenstärke von 0.1 mm ergibt das eine Buchreihe von 290 km Länge. Man schätzt, daß die Menschheit gegenwärtig etwa 10^{18} Bit an Information jährlich erzeugt. Die physikalische Grenze für die Erzeugung von Bit im System Sonne-Erde-Weltraum liegt noch 25 Größenordnungen (10^{43} Bit pro Jahr) darüber, ist also noch sehr weit entfernt. Dies gilt allerdings nicht für die biologischen Grenzen der Fähigkeiten des Menschen, Information zu speichern und zu verarbeiten. Sie sind schon sehr nahe gerückt [10, 13].

Die rasche Entwicklung der Rechnersysteme begünstigte die drastische Vermehrung der angebotenen Informationsmengen, da der elektronischen Aufbereitung und Speicherung wenig Widerstände entgegenstanden. Inzwischen ist aber klar geworden, daß die Bewältigung dieser Informationsflut ganz neuartige Anforderungen an die Anbieter und Nutzer solcher Daten stellt, und damit besonders auch an diejenigen Institutionen, die solche Daten - bibliographische und/oder numerische - archivieren bzw. im weiteren Sinn dokumentieren sollen, d.h. "erschließen", speichern und (nutzerfreundlich und interaktiv) zur Verfügung stellen (sollen). Dabei scheinen die Fortschritte auf dem Gebiet der Nutzung der bibliographischen Daten größer zu sein als auf dem Gebiet der numerischen Daten, insbesondere dort, wo es sich um große Datenmengen handelt. Heute müssen etwa 90% der Datenverarbeitungskosten (DV-Kosten) für die Entwicklung geeigneter Software bezahlt werden und nur noch etwa 10% für die Hardware. Vor 20 Jahren war die Situation umgekehrt. Während der letzten 15 Jahre hat sich die Software-Hardware-Lücke in eine **Software-Krise** verwandelt, die immer drängender das Problem von Qualitätskontrollen und einer regelmäßigen, sorgfältigen Pflege von Informationssystemen, z.B. großen Datenbanken und Thesauren aufzeigt.

Der schnelle technische Fortschritt führte und führt wohl noch dazu, daß es zunehmend schwieriger wird ältere Daten zu verarbeiten. Teilweise ist es heute sogar schon unmöglich, Daten, die älter als 10 Jahre sind, zu verarbeiten. Dies führte zu dem Begriff "**technisches Vergessen**". Diese neue Form des Vergessens verursacht nicht nur stark zunehmende Kosten, sondern auch noch andere sehr unangenehme Probleme. Den Ursachen wird - aus nur teilweise verständlichen Gründen - bisher nur unzureichend entgegengewirkt, so daß auch in absehbarer Zeit nur unwesentliche Besserung zu erwarten ist. Dies ist sehr gefährlich für die Wissenschaft, weil die so entstehenden Kosten wahrscheinlich zu einem erheblichen Teil auf die Wissenschaft abgewälzt werden, d.h. aus den entsprechenden Fördermitteln finanziert werden müssen, weil Wissenschaftler, Techniker und Ingenieure als Hauptsündenböcke gelten.

Die neuen Medien überfluten uns mit globaler, regionaler und lokaler Information, was einerseits schon zu Informationsverweigerung und Deformation führt bzw. schon geführt hat, andererseits aber auch die Möglichkeit bietet für eine breitere und tiefere "Weltschau" sowie für mehr Demokratie, Verantwortung und verstärkte Teilnahme an Entscheidungsprozessen, allerdings meist mehr durch indirekte, d.h. technisch gefilterte, nicht unmittelbar fühlbare Erfahrung.

So tragen die neuen Medien im allgemeinen zu einer weiteren Trennung von Körper und Geist - in einer Art **Platonismus** bei. Der Computer rezykliert ("recycles") den alten klassischen Platonismus, das behauptet jedenfalls Michael Heim ein US-amerikanische Philosophielehrer. Das ist aber das Gegenteil von dem, was man heute oft anstrebt, nämlich eine bessere synergetische Kombination von Körper, Geist und Seele (besser: Leib und Seele), d.h. ein Akzeptieren der Komplementarität⁵.

Die Zukunft wird auch zeigen, ob Bill Gates recht behält, daß die Informationsautobahnen wesentlich dazu beitragen werden, die größten globalen Probleme zu lösen oder ob sein Gegner, der U. S. amerikanische Medienkritiker Neil Postman recht behält, der uns vor den negativen Folgen der Informationsüberflutung warnt und einen "Informations-Overkill" beklagt.

Wenn wir uns unmittelbar die drängendsten globalen Probleme ansehen wie Überbevölkerung, Hunger und Umweltzerstörung, scheint der Trend mehr in Richtung Neil Postman zu gehen, d.h. daß wir die Daten wesentlich mehr dafür benötigen werden, um die negativen Folgewirkungen abzuschwächen und um uns schneller und besser von Katastrophen erholen zu können, als dafür, mittelbar die großen globalen Probleme wirklich zu lösen. Aber auch dieser bescheidenere Ansatz einer Problemverringerung setzt voraus, daß wir den sog. Informations-Overkill vermeiden können. Dazu brauchen wir besonders eine schnellere und **qualifizierendere Filterung** der Primärinformation. Ferner benötigen wir einen schnelleren, interaktiven Zugriff auf die so entstehende Sekundärinformation mit entsprechenden Darstellungsmöglichkeiten und Möglichkeiten einer schnellen Verknüpfung ("Kreuzkorrelation") mit Daten von anderen Datenquellen. Siehe auch dazu das Konzept der **DUST-2 CD-ROM: Verknüpfung von Textdaten und Meßdaten**. Multi-Media spielt dabei als Werkzeug eine wesentliche Rolle. Trotz solcher modernen high-tech Werkzeuge wird aber der Mensch vorwiegend die Information auswählen, die für ihn relevant ist, d.h. besonders stark seinen eigenen Erwartungen entspricht. Primärinformation (mögliche bzw. potentielle Information) wird im allgemeinen - im Gegensatz zur (qualifizierend gefilterten) Sekundärinformation - kaum von der (breiten) Öffentlichkeit verstanden.

Wir haben es heute mit einer seltsamen Unverbindlichkeit des Begriffes Information zu tun. Dieser Begriff weist auf die Zeit zurück, in der es weder die Informationstheorie Shannons gab noch deren Erweiterung, die Kommunikationstheorie, noch die recht junge Informatik, d.h. die Wissenschaft von Computern und den Grundlagen ihrer Anwendung. Ursprünglich meinte das Wort "informatio", was es besagt: das, was zur Form bringt und Gestalt verleiht. So konnte angenommen werden, der Schöpferwille Gottes habe alles Seiende "informiert"; noch das Mittelalter verstand dementsprechend als den eigentlichen Gegenstand von Information die Wesensgestalt, die ihrerseits, wesensgemäß, ihre Glieder informiert. Seitdem in den Wissenschaften nicht mehr nach dergleichen wie der Substanz gefragt wird, steht es frei, jedwede Art von einigermaßen formaler oder formulierter Mitteilung, Vermittlung, Signal oder Impuls als etwas, das kennzeichnet, bemerkbar werden läßt, bestimmt, beeinflusst etc., "Information" zu nennen. Je mehr sich dieser Terminus auf Inhalte bezieht, und je differenzierter die sachlichen Gegebenheiten von den sich "ausdifferenzierenden" Wissenschaften betrachtet werden, desto vielfältigere "Definitionen" von "Information" gibt es. Mühelos lassen sich mittlerweile mehr als 160 solcher "Definitionen" nebeneinanderstellen, die verwirrenderweise meist kaum oder gar nicht übereinstimmen. Angesichts der ständig wachsenden Informationsprobleme muß das beunruhigen und eine Reflexion dessen, was gemeint ist, erzwingen - speziell, im Rahmen der Voraussetzungen und Methoden des jeweiligen wissenschaftlichen

Fachs, aber vor allem auch prinzipiell, im umfassenden Zusammenhang. Der Autor dieses Vortrages hat noch eine neue Definition hinzugefügt: "*Information entsteht durch einen Filterprozeß*". Dies führt zu folgender neuer Aussage: "**Information enthält vorläufige Gewißeheiten, die sich aus der bestimmbaren Ungewißheit herausheben**". Ob und wie weit das geschieht, wird von zumindest zwei verschiedenen Zeitintervallen mitbestimmt - der Beobachtungszeit und der Filterzeitkonstanten. Die **bestimmbare Ungewißheit**, z.B. das *Rauschen*, ist also zu einem gleichermaßen bedeutsamen Faktor geworden wie das, was als **Gewißheit** angegeben werden kann, z.B. das *Signal*. Im Spannungsfeld von Frage und Antwort sind beide miteinander untrennbar verknüpft [5 - 8, 23].

3. Empirische Wissenschaft und Intersubjektivität

Betrachten wir die Wissensform "empirische Wissenschaft", dann stellen wir bald fest, daß auch in ihr Metaphysik und Ethik über die prinzipielle Verflechtung hinaus eine konstituierende Rolle spielen. Historische Beispiele finden wir dafür z.B. dort, wo Johannes Kepler das neue Weltbild auf eine Sonnenmystik abstützt und aus dem Renaissance-Geist heraus postuliert, die Konstruktionsprinzipien des Universums müßten für den Menschen erkennbar sein. Kepler gibt sich aber mit mathematischen Näherungsgleichungen zufrieden. Ein Ziel der modernen empirischen Wissenschaft ist es, durch Meßdaten die unvollkommene Vorstellung von unserer "Umwelt" realistischer zu gestalten, d.h. der Wahrheit näher zu kommen. Die empirischen Wissenschaften sind nicht so durchgängig empirisch wie man oft vorgibt. Sowohl die Methode der Verifikation (Logischer Empirismus) wie die Falsifikation (Kritischer Rationalismus) bemüht reine Tatsachen als letzte Richterinstanz für die Gültigkeit von Theorien. In Wirklichkeit gibt es selbst in physikalischen Theorien keine **reinen** Fakten. Wer z.B. mißt, muß eine Theorie des Messens, der zu messenden Größen und der Meßinstrumente beibringen (oder er stützt sich stillschweigend auf eine). Wegen der unvermeidbar endlichen zeitlichen und räumlichen Meßintervalle und der Eigenschaften der Meßgeräte bleibt auch die Meßgenauigkeit beschränkt, d.h. es bleibt unvermeidbar eine endliche Unbestimmtheit oder Ungewißheit, die oft unbedacht als Fehler bezeichnet wird, obwohl man in diesen Fällen nicht weiß, was fehlt, ja es vielfach grundsätzlich niemals wissen kann. Die Auswahl repräsentativer Messungen erfolgt mit Hilfe einer Fehlertheorie, deren Anwendung meistens die Probleme verdeckt, die durch die unreflektierte Anwendung dieses Begriffes entstehen können. Wie groß darf beispielsweise eine Abweichung eines Meßwertes von dem Erwartungswert sein, damit die Theorie noch nicht von den Daten falsifiziert wird? Dieser Wert (Standard) wird **intersubjektiv** von der Wissenschaftsgemeinde festgelegt. Erst diese Gemeinschaftleistung erlaubt es uns, von "**objektiven**" **empirischen Fakten** zu sprechen [3, 23, 24,30].

Der sogenannte Meßfehler ist bei Messungen oder Beobachtungen (Erhebungen) am Ort - "**in situ**" - des interessierenden Parameters leichter zu bestimmen als bei Messungen, die wegen Unzugänglichkeit des Meßortes aus der Entfernung (remote) durchgeführt werden müssen (**remote sensing = Fernerkundung**). Erschwerend ist dabei noch, daß die **Remote Sensing Daten** meistens auch *Zeitreihencharakter* haben, d.h. nicht unter gleichen Voraussetzungen wiederholt werden können. Die meisten der in der letzten Zeit bekannt gewordenen Daten-skandale stammen aus dem Bereich der "in situ"-Daten. Prinzipiell sind Datenmanipulationen aller Art im Bereich der Fernerkundungsdaten aber viel leichter und wahrscheinlicher zu erwarten und zu vertuschen. Daß dies z.B. im Bereich der Fernerkundungsdaten der Erdatmosphäre gegenwärtig wenig der Fall zu sein scheint, muß man wohl im wesentlichen der Vielzahl der verschiedenen Experimente und den damit gewonnenen großen Datenmengen zuschreiben, die Datenvergleiche bzw. Datenkombinationen im Sinne von Verifikation und Validation ermöglichen und erfordern. Letzteres ist erforderlich, wenn man die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der "Datenprodukte" steigern will oder muß. Dies ist u.a. eine notwendige Bedingung für die Beantragung neuer - staatlicher und nicht staatlicher - Fördermittel. Mit

steigender Zahl und wachsender Qualität dieser Datenvergleiche werden betrügerische Manipulationen zwar nicht unmöglich, aber doch sehr viel leichter entdeckbar, weil man auch die Wirkung der allseits geforderten Selbstkontrolle hat.

Bemerkung

Je stärker die Verringerung der (staatlichen) Mittel für Forschung und Entwicklung wird, desto größer wird nicht nur der Konkurrenzdruck, sondern desto wahrscheinlicher werden auch betrügerische Datenmanipulationen. Da es in vielen Forschungsbereichen auch immer weniger kompetentes Personal geben wird, werden auch die Möglichkeiten von wirkungsvollen (Selbst)-Kontrollen abnehmen und damit betrügerische Daten-Manipulationen erleichtert. Im Bereich der **"in situ"-Daten** hat eine unabhängige Wiederholung der Messung, d.h. eine Zweitmessung, eine "validierende" Wirkung. Dies wird oft nicht nur aus Kostengründen unwahrscheinlich, sondern auch weil es unattraktiv ist, da heute im westlichen Denken und Handeln fast nur der "Erste", der "Winner", zählt und der **Zweite, der "Runner Up"** - nicht nur im Sport, sondern auch in der Wissenschaft - fast ein **Niemand** ist, der auch kaum gefördert wird und kaum Karriere machen kann, u.a. auch weil seine Ergebnisse von den Verlagen kaum oder mit viel Verspätung veröffentlicht werden. Da die Aussage **"Publish or Perish"** (veröffentliche oder gehe unter) noch nach wie vor gilt, läßt sich auch niemand gern in diese undankbare Rolle des Zweiten oder eines "Nur-Wiederholers" drängen - wenngleich er zum Verifizieren und Validieren der Daten unverzichtbar ist. Die Natur verhält sich jedoch umgekehrt, sie fördert alle, nicht nur den ersten, aber den oder die letzten am wenigsten. Sie hat damit über Millionen von Jahren erfolgreich die Evolution in Gang gehalten [16].

4. Wachsende Risiken durch unzureichende Spielräume zwischen Mensch und Maschine

Je mehr die Wissenschaft - sie findet statt zwischen Beruf und Berufung - zu einem Beruf wie jeder andere wird, bzw. je weniger es dabei um Berufung und Bildung geht - sie ist mehr als nur (handwerksmäßige) Ausbildung - und je weniger solidarisches Fühlen in einer Gesellschaft vorhanden sind, desto mehr Betrugsfälle wird es auch im wissenschaftlichen Bereich geben, und desto weniger wird die Gesellschaft die Früchte ihrer Investitionen in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung (F&E) "ernten" können.

Je größer die negativen Folgewirkungen von großen komplexen technologischen Systemen werden können, desto mehr muß man die Eintrittswahrscheinlichkeit von Unfällen quantifizieren und minimieren lernen, u.a. durch die Schaffung von sogenannten *Frühwarnsystemen* und durch entsprechende *Risiko-Modellrechnungen, die notwendig sind* für Vorsorgemaßnahmen. Die *"Einwertung"* der Ergebnisse dieser Modellrechnungen (*Dateneinwertung*) in den jeweiligen kulturellen Hintergrund " - sie ist komplementär zur *Datenauswertung* - sowie die Bereitschaft von Versicherungsunternehmen, unter gewissen Konditionen für die Risiken Versicherungsschutz zu gewähren, erlauben eine Einschätzung der kulturell bedingten qualitativen *Risikoakzeptanzschwelle*. Unabdingbare Voraussetzung für die Versicherungsunternehmen ist dabei die Verfügbarkeit von entsprechenden, qualifizierend gefilterten Daten, die eine Abschätzung der quantitativen *Risikowahrscheinlichkeit* ermöglichen.

Je inakzeptabler die negativen Folgewirkungen (großer) komplexer technischer Systeme werden, desto mehr muß man nicht nur die durch *menschliche und maschinelle "Tätigkeiten"* entstehenden Fehlermöglichkeiten minimieren, z.B. durch weitergehende Automatisierung, sondern auch für Notfälle menschliche Eingriffs- und Steuermöglichkeiten schaffen.. Die Automatisierung bedeutet eine wesentliche Verringerung der menschlichen Fehlerquellen, insbesondere der, die entstehen durch das Zusammentreffen von "linearer (Uhr)-Zeit" mit "nicht linearer, rhythmischer Zeit", und zwar an den Stoßstellen bzw. Schnittstellen ("Interfaces") zwischen beiden. Die lineare Zeit bestimmt die Funktion der Maschinen, die nicht lineare, rhythmische (zyklische) das (menschliche) Leben [9, 23].

"Übergeordnete" menschliche Eingriffsmöglichkeiten können die Eintrittswahrscheinlichkeit von maschinenbedingten Katastrophen verringern, da der Mensch komplexe, unerwartet auftretende Muster schneller erkennt als ein Computer, der dabei insbesondere Probleme mit der grundsätzlichen, unvermeidlichen Ungewißheit (Ungenauigkeit) der Meßdaten hat. Die notwendige Diskussion einer anzustrebenden besseren synergetischen Kombination von Mensch und Maschine wird sehr behindert, weil ein Problem zu wenig diskutiert wird, das gekennzeichnet ist durch die heute schon zweideutig gewordenene Aussage: **"Die Verantwortung des Computers"** [9, 23, 25 - 29, 37].

Es ist eine Herausforderung und Aufgabe für die empirische Wissenschaft, genauer gesagt die Wissenschaftler, aufzuzeigen, was mit der komplementären Konkurrenz – Symbiose – Situation von Mensch und Maschine möglich ist, aber zugleich auch, was nicht möglich ist. Entsprechend ist es eine Aufgabe der Bildung - trotz der unvermeidbaren Zeitverzögerung mit der neues Wissen politisch umgesetzt werden kann - aufzuzeigen, was wünschenswert und was nicht wünschenswert ist, bzw. was verantwortet werden kann.

Bemerkung

*Für Bildung spielte früher neben dem sich vergewissernden, fragenden, wachen Denken auch dichtendes, schauendes, prophetisches und mystisches Denken eine sehr wichtige Rolle. Wilhelm von Humboldts Vorstellung von **Bildung durch Wissenschaft** bringt dies klar zum Ausdruck. (W. von Humboldt zum Begriff Bildung: "Wenn wir aber in unserer Sprache Bildung sagen, so meinen wir damit etwas zugleich Höheres und mehr Innerliches, nämlich die Sinesart, die sich aus der Erkenntnis und dem Gefühle des gesamtem geistigen und sittlichen Strebens harmonisch auf die Empfindung und den Charakter ergießt". Dieser deutsche Begriff Bildung wurde bisher nur sehr unvollkommen in andere Sprachen übersetzt). Knapp 200 Jahre später sprechen wir statt vom **Fortschritt der Wissenschaft** nur noch vom **Fortschritt durch Wissenschaft**. Bildung scheint jetzt kaum mehr zu umfassen als das, was moderne, europäisch geprägte Erziehungssysteme unmittelbar an realen Kenntnissen - Verfügungswissen - und (technischen) Fertigkeiten vermitteln. Das Ordnungswissen und das Lebenswissen, wie z.B. bei den Philosophen E. Voegelin und H. G. Gadamer diskutiert wird, ist jedoch viel unbedeutender geworden als damals. Welch ein Wandel! [3, 4, 38].*

Damit wird nun deutlich, daß die Verantwortung der modernen Wissenschaft und des Computers angesichts der wiederentdeckten Komplementarität heute wahrscheinlich die größte Herausforderung für unsere Bildung ist, auch oder gerade weil die Komplementarität eine Grundvoraussetzung für das "Prinzip Verantwortung" von Hans Jonas (1984) in Frage stellt, nämlich den absoluten Vorrang des Seins vor dem Nichts. Diese Grundvoraussetzung kann z.B. kein komplementär denkender Buddhist anerkennen. Ein wirklicher interkultureller Dialog wird deshalb immer notwendiger [7, 9, 23, 25].

82 Jahre nach Max Webers Vortrag "Wissenschaft als Beruf" trägt für den Autor dieses Vortrages (**empirisch fundierte**) **Wissenschaft bei zu einem besseren Selbstverständnis im Verhältnis zum Kosmos, komplementär zur Transzendenz, ermöglicht technisches Handeln und ist für die Wissenschaftler eine anspruchsvolle Möglichkeit der Selbstdarstellung.** Diese Wissenschaft muß nicht nur mit vorläufigen Gewißheiten leben, die sich aus der bestimmaren (komplementären) Ungewißheit herausheben, sondern auch mit und zwischen den **Newtonschen und Goetheschen** Zaublerlehrlingen.

Notwendig - leider aber nicht auch schon hinreichend - für eine erfolgreiche Diskussion, besser einen erfolgreichen Dialog - besonders aber für die praktische Umsetzung der Ergebnisse - ist die Vergrößerung eines *"gesunden Mittelstandes"* in den meisten Nationalstaaten und eine direkte Unterstützung durch die in jeder Kultur wirkenden *Eliten*. (Gesund soll hier für eine synergetische Kombination von Sachverstand, Selbstverständnis, Motivation, Engagement, und Bereitschaft Verantwortung zu übernehmen stehen.) [9, 18, 23].

5. Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker in der Sündenbockrolle

5.1 Die ICE Katastrophe von Eschede 1998

Die Untersuchungen der ICE-Katastrophe vom 3.6.1998 in Eschede werden wahrscheinlich zeigen, daß das Konzept der Bahn AG der Sicherheit der Fahrgäste nicht genügend hohe Priorität eingeräumt hat. Es besteht aber die Gefahr, daß bei der Rechtsprechung dieser Mangel im Konzept gegenüber der direkten Unfallursache, d.h. dem technischen Fehler des Radreifenbruches stark in den Hintergrund gedrängt wird, wahrscheinlich nicht nur aus wirtschaftspolitischen Gründen, sondern insbesondere auch weil Konzepte weniger "justizabel" sind als die unmittelbaren Folgen ihrer Umsetzung in die Praxis. Dies gilt ganz besonders, wenn es dabei noch Konflikte mit dem Beamtenrecht gibt, wie im folgenden gezeigt wird.

5.2 Das Problem des Beamtenrechtes

Hauptsächlich beamtenrechtlichen Vorgaben haben dazu geführt, daß selbst mehr als ein Jahr nach dem eindeutigen "Datenbetrug" von Friedhelm Herrmann und Marion Brach das Vergehen rechtlich bisher kaum geahndet werden konnte - und vielleicht niemals ausreichend geahndet werden kann. Dies Beamtenrecht gilt für Angestellte - Wissenschaftler, Ingenieure, Techniker, Mechaniker staatlicher und nicht staatlicher Institutionen - nicht, oder doch soweit überhaupt vergleichbar, in sehr viel geringerem Ausmaß, und so wird man diese Gruppe vermehrt in die *Sündenbockrolle* drängen, d.h. soweit wie möglich versuchen, ihr den größten Teil der Hauptverantwortung und Haftung aufzubürden. Dies geschieht allerdings nicht nur im Fall Eschede, sondern auch in anderen ähnlich gelagerten Fällen. Die Folgen der kürzlich aufgedeckten langjährigen Betrügereien einer (geistig verwirrten?) technischen Angestellten im Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln zeigen diesen Unterschied auch ganz deutlich. Dies gilt ebenso für viele Produkthaftungsurteile in den USA, die oft von dem "Deep Pocket Syndrom" (man klagt das Geld von dem ein, der das meiste hat) bestimmt werden. Die verschärften Produkthaftungsurteile führen jedoch auch – wahrscheinlich nicht unmittelbar beabsichtigt – wieder zu mehr Qualität bei der Produktfertigung.

5.3. Fehlverhalten eines Wissenschaftlers

Bei dem neuesten "Datenskandal", in den der Bioforscher Prof. Dr. Peter H. Seeburg, Direktor der Abteilung Molekulare Neurobiologie des Max-Planck-Institutes für medizinische Forschung in Heidelberg, verwickelt ist, sind alle drei Gründe untrennbar miteinander vermischt. Nach den neuen Richtlinien der MPG handelt muß man hier von einem Fehlverhalten des Forschers sprechen. In einem Rechtsvergleich, z.B. wie hier am Ende eines Patentstreites, bei dem alle Beteiligten gewinnen oder doch zumindest niemand verliert, d.h. niemand ruinöse finanzielle Einbußen erleidet, scheint das Berufsethos in dem Maße unwichtig zu werden wie die Gewinne aller Beteiligten größer werden, insbesondere auch wenn wegen Verjährung der eigentliche Tatbestand nicht mehr justizabel ist und widersprüchliche Aussagen der Autoren vorliegen. Das Geständnis von P. Seeburg, eine Datenfälschung bzw. eine absichtliche "Spurenverwischung" in einem Artikel in der Zeitschrift *Nature* (281,544-548,1979) begangen zu haben, wird von den anderen Co-Autoren des Artikels zwar bestritten – wie Wolfgang Blum in seinem Beitrag in: DIE ZEIT (Dezember 1999) schreibt - , es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß nach diesem Rechtsvergleich dieser Tatbestand zu einem weiteren Rechtsstreit führen wird. So darf man in diesem Fall wohl nicht mehr von strafbaren Handlungen, sondern nur noch von unmoralischen Handlungen bzw. von einem verletzten Berufsethos sprechen. Die Nobelpreisträgerin Christiane Nüsslein-Vollhard hat versucht, P. Seeburg in einem Artikel in: DIE ZEIT – 5. Januar 2000 – zu verteidigen bzw. zu rechtfertigen, nach Meinung des Autors dieses Vortrages hat sie die Situation für ihn dabei aber eher "verschlimmbessert".

5.4 Mögliche Gegenmaßnahmen

Die in den letzten zwei Jahren in der BRD - aber auch anderswo - aufgedeckten Betrügereien mit wissenschaftlichen Daten gehören vorwiegend in den Bereich der sog. "in-situ Daten", obwohl man es sehr viel mehr in dem dazu komplementären Bereich der "Fernerkundungsdaten" erwarten sollte. Diese "Datenskandale" rechtfertigen für die Politiker weitere Mittelkürzungen für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben (F&E-Aufgaben), insbesondere in den Bereichen, die kurzfristig relativ wenig neues oder besseres *Verfügungswissen* (Macht) versprechen, dafür aber mehr *Erkenntniswissen* liefern, d.h. in erster Linie der Grundlagenforschung dienen und **Voraussetzung** sind für **zukünftige Innovationen** bzw. neue F&E-Aktivitäten. Der Konkurrenzdruck innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft wächst so stetig weiter, führt aber - hauptsächlich wegen der wachsenden Bürokratie - nur selten zu mehr Innovationsaktivitäten und konstruktiver Kritik, sondern oft zu noch mehr Anpassungsbemühungen an die Erwartungshaltung der Tagespolitik - aus Angst (auch als "Pagensyndrom" bezeichnet) den Status quo zu verlieren - oder zu noch mehr (geplanten und entdeckten) Betrügereien. Das ist aber das Gegenteil von dem, was sich die Politik, zur Verbesserung der Wirtschaftslage, besonders aber der Arbeitsmarktsituation wünschen kann. Die vorgeschlagenen und inzwischen begonnenen externen und internen Kontrollen (Selbstkontrollen) - letztere sind wesentlich erfolversprechender als erstere - sind notwendige Schritte zu einer Verbesserung der Situation, aber sie sind nur dann genügend erfolversprechend, wenn auch folgendes beachtet wird:

1. Eine genauere Klärung der Frage, was wir unter Wissenschaft und Technologie verstehen wollen und wie sie verantwortet werden sollen.
2. Zuverlässiger über die Genauigkeit, die (unvermeidbare) Ungenauigkeit und die zu Grunde liegende Fehlertheorie der empirisch gewonnenen Daten Bescheid zu wissen. (Die Ungewißheit ist z.B. um so größer, je kleiner der Zeitraum der Beobachtung oder Messung ist). Das heißt auch das Gemeinsame und die Unterschiede zwischen den Begriffen Fehler und Ungewißheit, Unbestimmtheit und Ungenauigkeit genauer kennen und beachten zu lernen, d.h. daß auch sorgfältiger mit unserer Sprache umgehen.
3. Das Anpassungs- bzw. Stoßstellenproblem zwischen Mensch und Maschine besser kennen und beachten zu lernen.

Man gewinnt allerdings immer öfters den Eindruck, daß zunehmend weniger Menschen bereit sind, sich diesen Fragen zu stellen bzw. immer mehr Menschen sie verdrängen. So beginnt man immer häufiger die "Asche" zu konservieren statt das "Feuer", bzw. man riskiert in der Zukunft lieber eine plötzliche Katastrophe oder einen totalen (revolutionären) Zusammenbruch des "Systems" als heute eine vergleichsweise "sanfte", (evolutionäre) Anpassung, z.B. mit einer biokybernetischen Systemsteuerung.

6. Information zwischen öffentlich und privat

Im Bereich der Wissenschaft stellen etwa das Bundes-Datenschutzgesetz (BDSG) zusammen mit kompetenten (Kompetenz = Sachverstand plus Selbstverständnis) Anbietern und Nutzern der Datenzentren einen ausreichenden Schutz dar. Man ist hier mehr auf Gebote als auf Verbote angewiesen. Die Realisierung des Datenschutzes ist praktisch nur durch die Anbieter und Nutzer, nicht durch politische Maßregelungen möglich. Der Schutz allgemeiner wissenschaftlicher Daten wird langfristig durch fünf Faktoren erschwert :

1. die zunehmende Computer-Software-Kriminalität.
2. die Mehrfachspeicherung von Daten - aus Gründen der Datensicherung - und dadurch die Zunahme zentraler EDV-Großsysteme und ihre immer stärkere Vernetzung. *Bemerkung: In dem Maße, in dem man durch Mehrfachspeicherung die Sicherung der Daten erhöht,*

verringert man letztlich ihren Schutz. Wir können nicht beides gleichzeitig, Datensicherung und Datenschutz, vergößern, d.h. wir müssen abwägen und Kompromisse finden, weil wir in einer unvollkommenen Welt leben.

3. das "Technische Vergessen", dies bedeutet, daß immer mehr ältere Daten mit modernerer Technik bzw. moderneren Technologien nicht gelesen werden können.
4. die Unklarheit darüber, was und wenn dann ab wann, in der Wissenschaft öffentlich oder privat sein soll oder darf, verbunden mit dem Zeitverzögerungsproblem.
5. die großen Datenwachstumsraten, d.h. das Akkumulationsproblem, das besonders dadurch zu einem schwierigen Problem wird, weil sich Information akkumulieren läßt, menschliche Lebenszeit aber nicht.

Bereits die Vorstellung, Wissenschaft sei nicht öffentlich, sondern könne erlangtes Wissen als Privateigentum reservieren und vorenthalten, widerspricht nicht nur dem Wesen von Wissenschaft, wie sie sich seit der Antike verstanden hat, sie ist auch illusionär. Privates Wissen, das sich nicht der allgemeinen, intersubjektiven Überprüfung aussetzt, ist nicht "wissenschaftlich". Kulturgeschichtlich bedeutete es einen Rückfall in die Disziplinen archaischer Religiosität bzw. ins "ominöse Wissen der gnostischen Eingeweihten". Die politische Verantwortung der Wissenschaftler ist nur zu wecken, die politische Kontrolle wissenschaftlicher Arbeit nur zu sichern, wenn und in dem Maße wie Öffentlichkeit und Intersubjektivität zumindest für die Grundlagenforschung gewährleistet ist. Die bei der anfänglichen Grundlagenforschung unvorhersehbare und unabschätzbare spätere (unvermeidbare?) Vermischung von öffentlich und privat beginnt zum Beispiel erst im Zusammenhang mit einer wesentlich später sich ergebenden Beantragung, Erteilung und Nutzung von Patenten, und zwar mit dem Recht, privat Ergebnisse aus der dann angewandten Forschung zu vermarkten [5].

Bemerkung.

Wilhelm Conrad Röntgen, der 1901 den Nobelpreis in Physik für die Entdeckung der Röntgenstrahlen (X-Ray) erhielt, hat eine Patentierung seiner Entdeckung abgelehnt und zu Max Levy, dem Abgesandten der AEG, gesagt, er sei der Auffassung, " daß seine Erfindungen und Entdeckungen der Allgemeinheit gehören und nicht durch Patente, Lizenzverträge und dergleichen einzelnen Unternehmungen vorbehalten bleiben dürften". Max Levy fügte am 6. September 1929 – lange nach Röntgens Tod – hinzu: " Er war sich darüber klar, daß er mit dieser Stellungnahme darauf verzichtete, geldliche Vorteile aus seiner Erfindung zu ziehen". Gelehrte wie Röntgen waren im 19. Jahrhundert keine Ausnahme.

7. Zwischen paralleler und serieller Informationsverarbeitung

Die Diskussionen über Informationsverarbeitung, insbesondere im Zusammenhang mit der Mustererkennung (Pattern recognition), werden von zwei Hauptthemen beherrscht :

1. dem Vergleich zwischen menschlicher Intelligenz und künstlicher Intelligenz (KI) - auch Artificial Intelligence ; AI genannt - , und damit zusammenhängend :
2. von der Frage, was unter Intelligenz zu verstehen sei.

Philosophisch - ruft jener Vergleich Verwunderung hervor. Die anschließende Frage, was unter Intelligenz zu verstehen sei, findet in den Bibliotheken des Ostens wie des Abendlandes seit drei Jahrtausenden vielfältige, jedoch erstaunlich einhellige Antworten ; sie sind erst zu korrigieren, wenn sie sorgfältig nachgelesen worden sind. (Vergleiche: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, J. Ritter und K. Gründer, (Hrsg.), Basel 1976, Bd.4, S. 446 ff. Beim Streit um Worte mag die ursprüngliche Bedeutung am zuverlässigsten Aufschluß gewähren:

intellegerere bedeutet im Lateinischen "auswählen zwischen .." dem und jenem, was vorliegt. *Intelligentia* meint seit Cicero die Fähigkeit zu erkennen, ein hohes, später das höchste Vermögen der menschlichen Seele zur *contemplatio* ; bei Thomas von Aquin wird der *intellectus purus* auch *intelligentia divina* genannt, die Engel als *Intelligenzen* verstanden. Während die Sozialwissenschaften keinen klaren Begriff ausbilden konnten, hat die Psychologie die Phänomene der Intelligenz in bis zu 100 Faktoren differenziert - siehe: J.P.Guilford, „The Nature of Human Intelligence“, New York 1967 - , von denen nur wenige maschinell imitiert werden können. Die Phänomenologie - siehe M.Scheler, „Die Stellung des Menschen im Kosmos“, 1962; und E. Husserl, „Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie“, 1913-53 -; deckt insgesamt die transzendierenden Funktionen der Intelligenz auf, die eine Verwendung des Begriffs für technische Abläufe verbieten sollten. Trotzdem, technisch gesprochen: Was die unmittelbare Hardware, die Struktur und die Software angeht, bestehen deutliche Unterschiede zwischen der menschlichen Intelligenz und sog. künstlicher Intelligenz, vor allem darin, daß ein menschliches Gehirn assoziativ komplementäre Sinnzusammenhänge – zwischen Erkennbarem und Nichterkennbarem - verarbeiten kann und die in vielen Kanälen ankommende Information nichtlinear, *parallel, d.h. „gleichzeitig“* betrachten kann. Dagegen können die Computer bisher nur Information verarbeiten, die aus entscheidbaren Alternativen (binär) zusammengesetzt werden kann, und sie können es bisher vorwiegend nur seriell (sequentiell), d.h. zeitlich nacheinander . (Die sog. "Parallelverarbeitung" mit Computern imitiert die Parallelverarbeitung des menschlichen Gehirns nur unvollkommen, da man sie bisher auch nur unvollkommen kennt). Damit ist zumindest die Form der ganzheitlichen und unmittelbar situationsbezogenen menschlichen Wahrnehmung nicht zu vergegenwärtigen [5].

8. Literaturverzeichnis

1. Bohr, N. Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930 bis 1961; Hrsg. Karl von Meyenn, Vieweg Verlag, Braunschweig, 1985.
2. Buber, M.: Urdistanz und Beziehung, Verlag Lambert Schneider, Heidelberg, 1978.
3. Gadamer, H. G. : "Das Erbe Europas", Bibliothek Suhrkamp, Frankfurt/Main, 1990a.
4. Gadamer H.G.: Spiel als Leitfaden der ontologischen Explikation, S. 107 - 139, in: Geammelte Werke Bd.1, Hermeneutik I: Wahrheit und Methode, 6. Aufl., (Verlag J.C.B. Mohr) Paul Siebeck Verlag, Tübingen, 1990b.
5. Hartmann, G.K.: The information system OCIR/VIGRODOS, TAR-IS-OVI 86-01, Intercultural Cooperation (ICC) International, Institute of Intercultural Research, Zürich/ Heidelberg, 1985. (Text in Englisch und Deutsch).
6. Hartmann, G. K.: Observing, perceiving and conserving utilization of the environment. University Mendoza (UM) - Text in English, German and Spanish - UM 02-08-06-0612-0788, Mendoza, Argentina, (ISBN 950-624-021-3), 1988.
7. Hartmann, G.K.: International and intercultural cooperation. Text in English, German and Spanish in: Premio de Cooperación Científica Tecnológica Internacional Dr. Luis Federico Leloir. (Edición: SECYT, UM, MP Ae), 1991. further in: MP Ae-L-66-91-24, 1991 and in: Universidad de Mendoza, Argentina (UM) UM 01-09-05-0669-0392 ISBN: 950-624-038-8,1992.
8. Hartmann; G.K.: Information and filtering: Between preliminary certainty and determinable uncertainty. MP Ae-L-66-93-09, 1993.
9. Hartmann, G.K.: Responsibility with Respect to Fault, Error and Uncertainty Occurring in the Interfaces Between Man and Its Environment and Man and Machine, MP Ae-L-66-94-23, 1994. (Text in Englisch und Deutsch)
10. Hartmann, G.K.: Data growth rate Problems, S. 956 - 993, In: The Upper Atmosphere; Data Analysis and Interpretation (Hrsg. W. Dieminger, G. K. Hartmann, R. Leitinger) Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996a.
11. Hartmann, G.K.: Kunst und Wissenschaft zwischen Spiel und Ernst oder warum Exzellenz um der Exzellenz willen, MP Ae-L-100-96-08,1996b (Englischer Text: Art and Science between work and play or why excellence for excellence's sake).

12. Hartmann, G. K., Bevilacqua, R. M., Schwartz, P. R., Kämpfer, N., Künzi, K. F., Aellig, C. P., Berg, A., Boogaerts, W., Connor, B. J., Croskey, C. L., Daehler, M., Degenhardt, W., Dicken, H. D., Goldizen, D., Kriebel, D., Langen, J., Loidl, A., Olivero, J. J., Pauls, T. A., Puliafito, S. E., Richards, M. L., Rudin, C., Tsou, J. J., Waltman, W. B., Umlauf, G., and Zwick, R., Measurements of O₃, H₂O, and ClO in the middle atmosphere using the millimeter-wave atmospheric sounder (MAS), Geophys. Res. Lett., 23, no. 17, 2313-2316, 1996b.
13. Hartmann, G.K.: Facts about data from the Earth's atmosphere, MPAE-L-015-97-24, 1997a.
14. Hartmann, G.K.: More conserving utilization of our environment requires more claim of responsibility and more teamwork : A pleading for more cooperative learning and teaching, MPAE-L-015-97-03, 1997b (Deutscher Text: Mehr bewahrendes Nutzen unserer Umwelt erfordert mehr Mut zur Übernahme von Verantwortung und mehr Teamarbeit: Ein Plädoyer für mehr kooperatives Lehren und Lernen, MPAE-L-015-97-03d, 1997b).
15. Hartmann, G. K., Richards, M. L., Degenhardt, W., Jarchow, C., Song, L., Hartogh, P., Umlauf, G., Boogaerts, W., and Schmid, M., Millimeter Wave atmospheric Sounder (MAS) Follow-on. MPAE-T-015-97-23; MAS-TRE-DSS-001/97, 1997c.
16. Hartmann, G.K.: Die Datenskandale in der Wissenschaft: Zwischen notwendiger, qualifizierender Datenfilterung und betrügerischer Datenmanipulation; MPAE-L-015-98-06, 1998a
17. Hartmann, G.K.: Space Research between Russia and the USA. A Chance for Europe?, MPAE-L-015-98-02, 1998b (Deutscher Text: Weltraumforschung zwischen Rußland und den USA. Eine Chance für Europa?, MPAE-L-015-98-02d, 1998b).
18. Hartmann, G.K.: Wissenschaft als Beruf 80 Jahre nach Max Webers Vortrag. Essay für Prof. Dr. A. Ebel zum 65. Geburtstag, 1998c.
19. Hartmann, G.K.: Mehr pflegendens Nutzen der natürlichen Umwelt durch interdisziplinäre und interkulturelle wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit, MPae-L-015-99-03,1999a. Text in Englisch und Deutsch).
20. Hartmann, G.K.: Considerations about present Research and Development (R&D), manuscript for a seminar talk at the University of Mendoza (UM), Argentina, July 1999b.
21. Hartmann, G.K.: Children's education with simple resource efficient technical modules. UNESCO Congress on Education ..., Buenos Aires, Argentina, July, 1999c.
22. Hartmann, G.K.: The variability of H₂O fluxes in the Earth's atmosphere, J. Phys. and Chem. of the Earth (in press) 1999d.
23. Hartmann, G.K.: Die Veantwortung des Computers: eine Herausforderung für Bildung und Wissenschaft, MPAE-L_015_99-16, 1999.
24. Höhle, V.: Die Krise der Gegenwart und die Verantwortung der Philosophie, Beck'sche Reihe. BsR 1174, München, 1997.
25. Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung, Suhrkamp Taschenbuch 1085, Insel Verlag, Frankfurt/M, 1984.
26. Klir, G.J.: Facets of Systems Science, Plenum Press, New York and London, 1991.
27. Lenk, H.: Zwischen Wissenschaft und Ethik. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, Suhrkamp Verlag, Frankfurt/M, 1992.
28. Locker, A.: Vorstoß zu einer transklassischen Sicht. Eine Betrachtung über den Zustand der Allgemeinen Systemtheorie 25 Jahre nach Ludwig von Bertalanffys Tod. Festvortrag beim Workshop der DGSF, Karlsruhe, am 18. März 1998.
29. Luhmann, N.: Soziale Systeme, Grundriß einer allgemeinen Theorie; Suhrkamp Verlag, Frankfurt/M., 1984.
30. Marcel, G.: Tragische Weisheit, Europa Verlags-AG., Wien, 1974.
31. Oexle, O.G.: (Hrsg.) Naturwissenschaft, Geisteswissenschaft, Kulturwissenschaft: Einheit-Gegensatz-Komplementarität?, Göttinger Gespräche zur Geschichtswissenschaft, Bd. 6, Wallstein Verlag, Göttingen, 1998.
32. Oppermann, Ch.: 100 Fragen zum Jahrtausendwechsel; DIE WOCHE, Gräfe und Unzer Verlag GmbH, München, 1999.
33. Pauli, W. : Physik und Erkenntnistheorie; Hrsg. K. v. Meyenn, Vieweg Verlag, Braunschweig, 1984:
34. Ritter, J. (Hrsgb): Historisches Wörterbuch der Philosophie in 12 Bd., Bd 1-9, 1971-1995, Schwabe Verlag, Basel.
35. Shi-Yi Hsiao, Paul.: Bipolarität als Ganzheit im chinesischen Denken und Leben, Zeitschrift für Ganzheitsforschung, 27. Jhrg. IV, A-1190 Wien, Franz Klein Gasse 1, 1983.
36. Tenner, E.: Die Tücken der Technik. Wenn Fortschritt sich rächt, S.Fischer Verlag, Frankfurt/M. 1997.
37. Vester, F.: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter; dtv 10220, München, 1984.
38. Voeglin, E.: In search of order, Louisisana State University Press, Baton Rouge, London, 1987

9. Anerkennung

Der Autor dankt dem geschäftsführenden Direktor des MPAE, Prof. Dr. V. M. Vasyliunas, für die Unterstützung dieser Arbeiten. Er dankt besonders seinem Freund Prof. Dr. H. A. Fischer-Barnicol für sehr wichtige Beiträge - Briefe und Manuskriptfragmente - sowie lange und intensive Gespräche, die im Jahre 1980 begannen. Wegen seines plötzlichen Todes im Frühjahr 1999, liegen mehrere gemeinsam begonnene Manuskripte nur fragmentarisch vor, insbesondere das zum Thema Komplementarität. Er dankt seinem Freund, Prof. Dr. Reinhart Leitinger, von der Universität Graz in Österreich sowie den Kollegen und Freunden in seinem Institut für die über 30 jährige gute, erfolgreiche, freundschaftliche Zusammenarbeit. Er dankt den Kollegen und Freunden vom internationalen MAS-Team, besonders aber denen vom MPAE-MAS-Team, – siehe Kap. 10 - für über 15 Jahre erfolgreicher Zusammenarbeit. Er dankt ferner seinen Kollegen und Freunden von der Universität in Mendoza in Argentinien und denen von der Universität Concepción in Chile, für 15 Jahre guter Zusammenarbeit. Schließlich dankt er dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens Fkz. 50 98038 und in diesem Zusammenhang Herrn Dr. G. Schneppe für die langjährige freundschaftliche, erfolgreiche Zusammenarbeit.

10. Wissenschaftlicher Lebenslauf des Autors

Gerd Karlheinz Hartmann, geboren 1937 in Eschwege, studierte von 1957- 1964 Physik an der Georg-August-Universität Göttingen, wo er auch 1967 seine Doktorprüfung ablegte. Seit 1965 arbeitet er als Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Aeronomie, D-37191 Katlenburg-Lindau. Mehr als 10 Jahre arbeitete er an der Erforschung der oberen Atmosphäre mit Hilfe von Satellitenbakensignalen.

Seit 1965 beschäftigt er sich auch mit allgemeinen und speziellen Informations- und Dokumentationsproblemen, insbesondere unter dem Aspekt großer Mengen zeit- und raumabhängiger Daten, wie sie bei seinen wissenschaftlichen Projekten auftreten. Als Folge davon ist er heute als Berater in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien tätig und hat Vorlesungen und Seminare an verschiedenen Orten in Europa, insbesondere aber den USA sowie in Argentinien und Chile gehalten, Länder, die er in den letzten 30 Jahren im Rahmen seiner wissenschaftlichen Projekte häufig besucht hat.

Von 1975-1978 war er kommissarischer Leiter des Teilinstituts IlkgU (Institut für langzeitige Kontrolle geophysikalischer Umweltbedingungen).

Seit 1979 ist sein Hauptarbeitsgebiet die Erforschung der unteren Atmosphäre mit Hilfe der Mikrowellenradiometrie. Er ist "Principal Investigator" (PI, Leitender Projektwissenschaftler) des internationalen Forschungsprojektes "Millimeterwellen-Atmosphären-Sondierer (MAS) für den Einsatz auf Space Shuttle (STS)", an dem die Bundesrepublik Deutschland, die Schweiz, die Vereinigten Staaten von Amerika (USA) und seit einigen Jahren auch noch Argentinien beteiligt sind. Dieses Experiment wurde erstmalig im Rahmen der ATLAS 1 Space Shuttle Mission der NASA mit dem Space Shuttle ATLANTIS vom 24.03.92 bis 02.04.92 erfolgreich geflogen, ferner im Rahmen der ATLAS 2 Mission mit dem Space Shuttle DISCOVERY vom 08.-17.04.1993 und der ATLAS 3 Mission mit dem Space Shuttle ATLANTIS im Nov. 1994. (<http://www.linmpi.mpg.de/english/projekte/masnew>)

Seit 1980 ist er Berater für Informationsfragen beim "Institute for Intercultural Cooperation/Intercultural Research (ICC/IIR: Zürich/Heidelberg/Pernegg). In den 80er Jahren reiste er im Auftrag dieses Institutes mehrfach nach Indien und Asien, um sein Konzept eines interkulturellen Informationssystemes OCIR/VIGRODOS zu diskutieren. Er hat an internationalen Konferenzen über interkulturelle Zusammenarbeit teilgenommen und Vorträge gehalten.

1986 wurde ihm ein Lehrauftrag und eine Gastprofessur für "Filter- und Informationstheorie" an der Universität Mendoza in Argentinien erteilt, der im Jahre 1988 um den Bereich "Be-

wahrende Nutzung der Umwelt" erweitert wurde. In diesem Zusammenhang ist er seit 1988 auch ehrenamtlich als internationaler Koordinator des dortigen Umweltprogrammes "PRI-DEMA" tätig.

Seit 1991 ist er ehrenamtlicher, auswärtiger wissenschaftlicher Direktor des Instituts für Umweltforschung (IEMA) der Universität Mendoza (Argentinien) und ordentlicher Professor an der Universität Mendoza (UM) für "Fernerkundung (remote sensing) zum bewahrenden Nutzen der Umwelt". Ihm wurde der Dr. Luis Federico Leloir Preis (Medaille) für internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Argentinien (auf dem Gebiet der Umweltforschung) am 10.12.91 in Buenos Aires überreicht, von Prof. Dr. R. F. Matera, dem Minister für Forschung und Technologie der Republik Argentinien.

Seit 1995 arbeitet er an der "(werterhöhenden) Validation" von ausgewählten Fernerkundungsdaten der Erdatmosphäre. Er war Manager eines internationalen (Experiment)-Proposals zur Untersuchung der MARS-Atmosphäre - im Rahmen der von der Europäischen Weltraumforschungsagentur (ESA) geplanten MARS EXPRESS Mission - bis es im Sommer wegen fehlender Finanzmittel eingestellt wurde.

1. Privat: Gerd K. Hartmann, Pfarrer Opielka Str. 9, D-37434 Bilshausen; Tel.: +49 -5528 -8347
2. Dienst: Dr. G. K. Hartmann, Max-Planck-Institut für Aeronomie; Max-Planck-Str. 2, D -37191 Katlenburg-Lindau; Tel.: +49 -5556 -979 -336/332/344 Fax: +49 -5556 -979 -240; E-Mail: ghartmann@linmpi.mpg.de
3. Prof. Dr. G. K. Hartmann, Universidad de Mendoza, IEMA, Perito Moreno 2397, 5501 Godoy Cruz, Mendoza Argentina, Tel: +54 -261 -4392939 / 4200740, Fax: +54 -261 -4392939;