Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (http://www.ub.tuwien.ac.at).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/).

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

VIENNA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

DIPLOMARBEIT

Über den Metapherngebrauch in der Informatik

ausgeführt am Institut für
Gestaltungs- und Wirkungsforschung
der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von
ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Purgathofer

durch
MAG. ARMIN B. WAGNER

Wien, am 14. Oktober 2007

ABSTRACT

In computer science the term “metaphor” marks out a sensitive spot, in which formal, technical and linguistic aspects become conflated.

The aim of this work is to investigate the usage of metaphorical expressions and its expected benefits in computer science. In order to accomplish this, I shall discuss different theories of metaphors as well as review concepts of computers from a discourse-historical oriented perspective.

The study shows that different conceptions of man–computer relations can be elaborated on the basis of the limits and implications of the imagery. Different models of interaction, constructed types of users and technological ideologies consolidating in hard and soft artefacts become perceptable.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Computerwissenschaften markiert der Begriff „Metapher“ eine sensible Stelle, an der formale, technische und sprachliche Aspekte zusammentreffen.

Ziel dieser Arbeit ist, den Gebrauch metaphorischer Ausdrücke in der Informatik, sowie den davon erwarteten Nutzen zu untersuchen. Hierfür werden verschiedene Metapherntheorien diskutiert und mittels eines diskursgeschichtlich orientierten Rückblicks unterschiedliche Anschauungen des Computers aufgezeigt.

Dabei zeigt sich, dass sich Konzeptionen der Mensch–Computer Beziehung anhand der Grenzen und Implikationen der Metaphorik herausarbeiten lassen. Erkennbar werden Interaktionsmodelle, konstruierte Benutzertypen und Technikideologien, die sich in hard- und softwaretechnischen Artefakten verfestigen.

DANKSAGUNG

Peter Purgathofer danke ich für die Betreuung und die zahlreichen mittäglichen Gespräche. Mein Dank gilt auch allen Mitarbeitern des Instituts für Gestaltungs- und Wirkungsforschung, mit denen ich das Vergnügen hatte, die letzten zwei Jahre zusammen arbeiten zu können. Liddy Scheffknecht danke ich für die zahlreichen Diskussionen und wertvollen Ratschläge. Insbesondere gilt mein Dank meinen Eltern, Brigitte und Wolfgang Wagner, meiner Schwester Tamara Wagner, sowie meinen Großeltern, die mich in meinen Studien stets unterstützten.

Inhaltsverzeichnis

1 Metapher 1
- 1.1 Übertragene Rede . . . 2
- 1.2 Tote Metaphern . . . 4
- 1.3 Krise der Anschauung . . . 6
- 1.4 Symbol . . . 9
- 1.5 Zusammenfassung . . . 12

2 Weltmaschine 13
- 2.1 Uhrwerk . . . 14
- 2.2 Relaiskosmos . . . 17

3 Kybernetik 20
- 3.1 Governor . . . 22
- 3.2 Black Box . . . 23
- 3.3 Weißes Rauschen . . . 25
- 3.4 Beobachter . . . 28

4 Computer 31

5 Gehirn 34

6 Werkzeug 37

7 Architektur 42

8 Schreibtisch 46

9 Sprache und Schrift 52
- 9.1 Code . . . 53
- 9.2 Papier, Buch, Bibliothek . . . 57
- 9.3 Alphabetismus . . . 59

10 Netz 61
- 10.1 World Wide Web . . . 63
- 10.2 Rhizom . . . 64

11 Raum 68
11.1 Cyberspace 69
11.2 Datenautobahn 70

12 Zusammenfassung und Ausblick 73

1 Metapher

Man könnte die Menschen in zwei Klassen abteilen: in solche, die sich auf eine Metapher, und in solche (2), die sich auf eine Formel verstehen. Deren, die sich auf beides verstehen, sind zu wenige; sie machen keine Klasse aus.

– Heinrich von Kleist[1]

Die metaphorische Rede, so Edsger W. Dijkstra, verhindert, das wirklich *Neue* des Computers je begreifen zu können. Schlüsse anhand von Analogien zu ziehen, führt zu einem Rückfall in mittelalterliches Denken und damit einhergehender intellektueller Stagnation. Vor der Begegnung mit dem Computer gilt es deshalb besser eine Art zen-meisterliche Leere im Kopf zu erzeugen: „[...] one has to approach the radical novelty with a blank mind, consciously refusing to try to link it with what is already familiar, because the familiar is hopelessly inadequate“[2]. Nach Dijkstra verdienen Computerwissenschafter ihre Bezeichnung nicht, solange sie weiterhin einen Fehler als „bug“ bezeichnen.[3] Anthropomorphismen sollten des Weiteren mit Geldstrafen geahndet werden.[4]

Die vollständige Abkehr vom Metapherngebrauch bleibt jedoch ein unerreichtes Ideal. Gerade Dijkstras „Problem of the Dining Quintuple“, in welchem *Prozesse* zu Tisch gebeten werden, avanciert zu einem der bekanntesten Motive der Informatik. In dem Text „Two views of programming“ bekennt Dijkstra zwiespältig:

[1] KLEIST, Heinrich von: Fragmente. In SEMBDNER, Helmut (Hrsg.): Sämtliche Werke und Briefe. Band 2, 3. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 1964, S. 750.

[2] DIJKSTRA, Edsger W.: On the cruelty of really teaching computing science. Dezember 1988 ⟨URL: `http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd10xx/EWD1036.PDF`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[3] Siehe: DIJKSTRA, Edsger W.: On Webster, users, bugs and Aristotle. In Selected Writings on Computing: A Personal Perspective. New York, NY, USA: Springer Verlag, 1982.

[4] Siehe: DIJKSTRA: On the cruelty of really teaching computing science.

„I would not know how to think and talk without metaphors“, um im folgenden Satz dennoch seine Haltung gegenüber dieser Misslage zu verdeutlichen:„I also know that each metaphor carries with it the danger of false connotations.“[5]

Der mit dem Bedeutungsüberschuss der Metapher einhergehende Verlust der Eindeutigkeit bringt einen Nutzen mit sich, auf den die Informatik nicht bereit scheint, verzichten zu können. Worin dieser Nutzen der *uneigentlichen Rede* genau besteht, wird bis heute in der HCI-Forschung, Leitbildforschung, Computerlinguistik, *software engineering* Methodologie und anderen Fachgebieten ausgehandelt, wobei implizit wie explizit auf traditionelle sprachphilosophische Überlegungen zurückgegriffen wird. Ein kontrastierender Rückblick auf historische Metapherntheorien lohnt sich demnach insofern, als diese wesentliche Positionen bereits vorzeichnen. Um das Verhältnis von Formalismus und Metapher herauszuarbeiten, wird im Folgenden, die Anfang des 20ten Jahrhunderts geführte Auseinandersetzung mit dem Konzept der „Anschauung“ miteinbezogen.

1.1 ÜBERTRAGENE REDE

> I do not think of the brain as ‘searching for analogies’ so much as having analogies forced upon it by its own limitations.
>
> – Alan Turing, Brief an I. J. Goods[6]

Das altgriechische Wort „phérein“, lässt sich mit „tragen“ übersetzen, „Metapher“ mit „Übertragung“. Nicht nur der Begriff stammt aus der Sprache der griechischen Antike, ebenso überlieferte Metapherntheorien, die bis heute als Ansatzpunkt sprachwissenschaftlicher Arbeiten Verwendung finden.

Nach Aristoteles liegt die Herausforderung der Metapherbildung darin, Ähnliches auch in weit auseinander liegenden Dingen zu erkennen[7]. Dabei lässt sich

[5] DIJKSTRA, Edsger W.: Two views of programming. 1975 ⟨URL: http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd05xx/EWD540.PDF⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[6] TURING, Alan: Brief an I.J. Goods. 18. September 1948 ⟨URL: http://www.turingarchive.org⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[7] Siehe: ARISTOTELES; KRAPINGER, Gernot (Hrsg.): Rhetorik. Stuttgart: Reclam, 2005, III, 1412a.

auf der Wortebene die Metapher als Übertragung eines *Nomen* verstehen, wobei „von der Gattung auf die Art oder von der Art auf die Gattung oder von einer Art auf eine andere oder durch Analogie“[8] übertragen werden kann. Unter Analogie verstand Aristoteles des Weiteren den Fall, „wo das zweite sich zum ersten ähnlich verhält wie das vierte zum dritten. Man nimmt dann statt des zweiten das vierte und statt des vierten das zweite”[9]. Bestimmte Metaphern wie die des „Lebensabends“ oder „Der Tag ist noch jung“ lassen sich demnach auf scheinbar eindeutige Weise paraphrasieren.

Um der Vielfalt möglicher Beziehungen gerecht zu werden wurden dem aristotelischen Entwurf zahlreiche, immer rigorosere Klassifikationen nachgereicht.[10] Das Spiel mit den „Gattungen“ und „Arten“ zeichnet sich allerdings gerade dadurch aus, bei der Hervorhebung taxonomischer Setzungen, diese gleichzeitig zu unterminieren. In den um begriffliche Klarheit bemühten Wissenschaften erscheint der Metapherngebrauch dementsprechend kontraproduktiv. Zudem lässt sich die Metapher als rhetorisches Mittel instrumentalisieren, um eigene Leistungen in beschönigende Bilder zu fassen. Thomas Sprat, bemüht um einen neuen *plain style* der *Royal Society*, unterzieht 1667 der Metapher einer entsprechenden Kritik:

> They [the ornaments of speech] were at first, no doubt, an admirable Instrument in the hands of *wise Men*; when they were only employ'd to describe *Goodness, Honesty, Obedience*, in larger, fairer, and more moving Images; to represent *Truth*, cloath'd with Bodies, and to bring *Knowledge* back again to our very Senses, from whence it was at first deriv'd to our Understandings. But now they are generally chang'd to worse Uses; They make the *Fancy* disgust the best things, if they come sound, and unadorn'd; they are in open Defiance against *Reason*; [...] For now I am warm'd with this just Anger, I cannot with hold my self, from betraying the Shallowness of all there seeming Mysteries; upon which, we *Writers*, and *Speakers*, look so big. And, in few words, I dare say; that of all the Studies of men, nothing may be sooner obtain'd, than

[8] ARISTOTELES; SCHÖNHERR, Walter (Hrsg.): Poetik. Stuttgart: Reclam, 1979, XXI, 1456a-b.
[9] A. a. O., XXI, 1457b.
[10] Exemplarisch sei hier auf die barocke Systematik Emanuele Tesauros verwiesen.

> this vicious Abundance of *Phrase*, this Trick of *Metaphors*, this Volubility of *Tongue*, which makes so great a Noise in the World.[11] (Hevorhebung im Original)

Sprats Zorn richtet sich gegen den möglichen Missbrauch der Metapher. War die Metapher einst dienlich, soll übermäßiger Eloquenz im Geschäft der Wissenschaften kein Platz mehr zugebilligt werden.

1.2 TOTE METAPHERN

Die Metapher muß Metapher, der Begriff Begriff bleiben.
Umso schlimmer für die Intellektuellen.

– Jean Baudrillard[12]

Als Gründer einer „neuen Wissenschaft“ macht sich 1725 der neapolitanische Rechtsgelehrte und Rhetorikprofessor Giambattista Vico, mit der Erkenntnis, die „Urvölker des Heidentums“ seien Dichter gewesen, bemerkbar. Wie das Alphabet sich aus der Bilderschrift, so hat sich die Prosa aus einer ursprünglichen Poesie entwickelt: „Als aber bei der wachsenden Aufklärung des Menschengeistes sich Worte fanden, die abstrakte Formen bedeuten, oder Gattungsbegriffe [...], da wurden die Ausdrucksweisen der ersten Völker zu Übertragungen.“[13] Das Konzept der Metapher ist demnach als Produkt einer Sprachentwicklung zu verstehen, wobei dessen Nutzen in der Klassifizierbarkeit archaischer Relikte liegt.

Die Metapher als rückblickend gedeuteter Restbestand einer ursprünglichen, vorwissenschaftlichen Redeweise zu verstehen, lässt den Zugriff auf frühere Denkweisen erhoffen – ein Ansatz, der vor allem in der Poetik der Romantik an Attraktivität gewinnt.

[11] SPRAT, Thomas: The history of the Royal-Society of London: for the improving of natural knowledge. London, 1734, S. 111–112.
[12] BAUDRILLARD, Jean: Laßt euch nicht verführen! Berlin: Merve, 1983, S. 114.
[13] VICO, Giambattista: Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker. 2. Auflage. Berlin und New York: de Gruyter, 2000, S. 175.

Der Versuch der Metaphernvermeidung innerhalb wissenschaftlicher Diskurse führt hingegen in ein Dilemma. Die *verblasste*, *tote* Metapher wird nur nach ausgiebiger Reflexion oder begriffsgeschichtlichen Recherchen als solche erkannt, womit sich der Verdacht einstellt, wie die ersten Poeten in Metaphern sprechen zu können, ohne sich dessen bewusst zu sein.

Einen Klimax erreichen diese Überlegungen bereits in der radikalen Erkenntniskritik Nietzsches, der die menschliche Sprachfähigkeit vollständig innerhalb der Grenzen der Metaphernbildung verortet und damit jegliche Wahrheitsansprüche der Wissenschaften zu relativieren versucht.

> Was ist also Wahrheit? Ein bewegliches Heer von Metaphern, Metonymien, Anthropomorphismen, kurz eine Summe von menschlichen Relationen, die, poetisch und rhetorisch gesteigert, übertragen, geschmückt wurden, und die nach langem Gebrauch einem Volke fest, kanonisch und verbindlich dünken: die Wahrheiten sind Illusionen, von denen man vergessen hat, daß sie welche sind, Metaphern, die abgenutzt und sinnlich kraftlos geworden sind, Münzen, die ihr Bild verloren haben und nun als Metall, nicht mehr als Münzen, in Betracht kommen.[14]

Jener Trieb zur Metapherbildung, jener „Fundamentaltrieb des Menschen“, schreibt Nietzsche, kann keinen Augenblick weggerechnet werden, „weil man damit den Menschen selbst wegrechnen würde“[15]. „Alles Erkennen ist Apperzipieren durch ein Anderes.“[16] schließt Philosoph Hans Vaihinger an und versucht die Prinzipien seiner entwickelten *Philosophie des als-ob* selbst in den Grundlagen der Mathematik wieder zu erkennen. Während Betsch noch 1926 mit dem Buch „Fiktionen der Mathematik“[17] zum Verteidigungsplädoyer der Mathematik anstimmt, beginnt sich mit der formalistischen Axiomatik aber ein neues Grundverständnis der Mathematik durchzusetzen.

[14] NIETZSCHE, Friedrich: Schriften und Entwürfe 1872 bis 1876. Leipzig: Naumann, 1896.
[15] A. a. O.
[16] VAIHINGER, Hans: Die Philosophie des als ob. 7. Auflage. Leipzig: Meiner, 1922, S. 42.
[17] Siehe: BETSCH, Christian: Fiktionen in der Mathematik. Stuttgart: Fr. Frommanns Verlag, 1926.

1.3 KRISE DER ANSCHAUUNG

In der apollinischen Mathematik dient der Geist dem Auge,
in der faustischen überwindet er es.

– Oswald Spengler[18]

Die theoretische Auseinandersetzung mit dem Begriff „Anschauung“ lässt sich bis zu religiös-mittelalterliche Schriften zurückführen. Innerhalb erkenntnistheoretisch motivierter Diskurse gelten jedoch die Schriften Kants als gebräuchlicher Bezugspunkt, für welchen das Zusammenspiel von Sinnlichkeit und Verstand bzw. Anschauung und Begriff die Bedingung für Erkenntnis bildet:

> Gedanken ohne Inhalt sind leer, Anschauungen ohne Begriffe sind blind. Daher ist es ebenso notwendig, seine Begriffe sinnlich zu machen, (d. i. ihnen den Gegenstand in der Anschauung beizufügen,) als seine Anschauungen sich verständlich zu machen (d. i. sie unter Begriffe zu bringen).“[19]

Um detaillierte Beschreibungen dieser Beziehung zu ermöglichen, führt Kant weitere Differenzierungen ein, die bis heute wissenschaftstheoretisch auf unterschiedlichste Weise aufgegriffen, erweitert und Korrekturen unterzogen werden. Für die Mathematik zu Beginn des 20sten Jahrhunderts relevant: Kants äußerst knappe Ausführungen in der „Kritik der reinen Vernunft“, welche die Mathematik als Konstruktion von Begriffen mittels der „reinen Anschauung“ definiert.[20]

Mit Rückgriff auf kantsche Terminologie versucht sich Hans Hahn, Mitbegründer des Wiener Kreises, in seinem 1933 publizierten Text „Die Krise der Anschauung“ an einer Zusammenfassung mathematischer Entwicklungen. Der hinsichtlich neuartiger Grundlegungen aufkommende Verunsicherung, soll eine Phase

[18] SPENGLER, Oswald: Der Untergang des Abendlandes. Düsseldorf: Patmos Verlag, 1923, S. 120.
[19] KANT, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 2006, B 75, A 51.
[20] Die *reine* Anschauung gilt als „Form der Anschauung“, als Vorbedingung jeglicher Sinneseindrücke – ein Konzept, das später u.a. physiologisch interpretiert wird. Eine häufige Übersetzung des Begriffs „Anschauung“' in das Englische lautet allerdings „intuition“, was in der mathematischen Auseinandersetzung mit den ohnehin nur vagen Definitionen Kants zu zusätzlichen Verwirrungen führt.

der Gewöhnung folgen. Oswald Spengler beschreibt in seinem Hauptwerk „Der Untergang des Abendlandes“ hingegen eine sukzessive Entfernung von sinnlicher Scheinhaftigkeit. Das „unvermerkte Ziel“ der abendländischen Mathematik ist für Spengler „das Herausarbeiten einer reinen, zahlenmäßigen Transzendenz, die vollkommene und restlose Überwindung des Augenscheins [...]“[21].

Hatte Leibniz die Wurzel von -1 noch als „Monstrum der idealen Welt“ und „Amphibium zwischen Sein und Nichtsein“ bezeichnet, ließ sich dennoch mit ihr rechnen, wie dies etwa Euler effektvoll vollführt hatte. Eine Beweisführung durch Anschaulichkeit wurde aber erst von Agrand und später Gauß nachgereicht, dem es gelang, für das „inhaltsleere Zeichenspiel“ ein zufriedenstellendes, denkbares Substrat zu finden: die Darstellung der „komplexen“ Zahlen in der Ebene. Dieser Schritt war keineswegs nur didaktischer Natur, sondern sicherte den ontologischen Status der zuvor noch generell von den „natürlichen“ unterschiedenen „unmöglichen“ Zahlen. Mit der Einführung komplexer Zahlen, hyperkomplexer Zahlen und schließlich der Gruppentheorie entfernte man sich aber zunehmends von der Leichtigkeit „nachgereichter“ Veranschaulichung.

Zudem trat auch die geometrische Analysis mit der „Entdeckung“ des „Weierstraß´schen Monsters“ in ein kritisches Stadium ein, und es setzte sich der Gedanke durch, so bemerkt auch Hahn, dass „es immer wieder vorkam, daß Sätze, die der Anschauung als durchaus gesichert galten, sich bei logischer Analyse als falsch herausstellten [...] es brach immer mehr die Überzeugung durch, daß es unzulänglich sei, irgendeinen mathematischen Satz der Anschauung zu entnehmen, daß es nicht anginge, irgendeine mathematische Disziplin auf Anschauung zu gründen“[22].

Ein wesentlicher Bruch wird schließlich in Hilberts axiomatischem Formalismus gesehen: Was sich in einer endlichen Anzahl von Schritten aus gesetzten Axiomen ableiten lässt, sollte von nun an als *richtig* und mathematisch *existent* gelten, sofern die Widerspruchsfreiheit gelte. Während der Anschauung nur noch didaktischer Nutzen und ihrer Vorbedingung, der apriorischen *reinen* Anschauung, eine nur vage definierte Rolle bei der Setzung der Axiome eingeräumt wird,

[21] SPENGLER: Der Untergang des Abendlandes, S. 552.
[22] HAHN, Hans: Die Krise der Anschauung. In Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften. Leipzig und Wien: Deuticke, 1933, S. 56.

schwindet die Bedeutung der Zeichen auf ihre Unterscheidbarkeit und ihre formal definierten Beziehungen zueinander. Die Benennung „der Dinge und deren Systeme“ wird in Hilberts Mathematik zur bloßen Konvention: „Man muß jederzeit an Stelle von 'Punkte, Geraden, Ebenen' 'Tisch, Stühle, Bierseidel' sagen können“.[23]

Albert Einstein sieht sich berufen, die Bedeutung der „sauberen Trennung“ in seinem Vortrag über „Geometrie und Erfahrung“ noch einmal hervorzuheben:

> Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit. Die volle Klarheit über diese Sachlage scheint mir erst durch diejenige Richtung in der Mathematik Besitz der Allgemeinheit geworden zu sein, welche unter dem Namen „Axiomatik“ bekannt ist. Der von der Axiomatik erzielte Fortschritt besteht nämlich darin, dass durch sie das Logisch-Formale vom sachlichen bzw. anschaulichen Gehalt sauber getrennt wurde; nur das Logisch-Formale bildet gemäß der Axiomatik den Gegenstand der Mathematik, nicht aber der mit dem Logisch-Formalen verknüpfte anschauliche oder sonstige Inhalt.[24]

Wie Formeln aus dem „Untergrund des Lebens und der anschaulichen Umwelt“ hervorgebracht werden, wird dabei jedoch, so Edmund Husserl, schlicht unterschlagen. Mit der „Sinnentleerung der mathematischen Naturwissenschaft in der Technisierung“ zeichnet sich nichts weniger als eine Krise abendländischer Kulturentwicklung ab.

Weitaus optimistischer deutet hingegen Max Bense die einschneidenden Veränderungen und versucht diese mit seinem populärwissenschaftlich angelegten Buch „Geist der Mathematik“ einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln:

> Man darf die Behauptung wagen, daß erst mit der Befreiung der Mathematik vom Primat der Anschauung das menschliche Denken zwar

[23] David Hilbert, zitiert nach Otto Blumenthal in BLUMENTHAL, Otto: Lebensgeschichte. In Gesammelte Abhandlungen. Band 3, Berlin: Springer, 1935.

[24] EINSTEIN, Albert: Geometrie und Erfahrung: erweiterte Fassung des Festvortrages, gehalten an der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921. Berlin: Springer, 1921.

> die Natur verlor, aber dafür sein ureigenstes, sein wesentliches und im vollkommenen Sinne zugehöriges Medium gewann.[25]

Alan Turing führt die Auseinandersetzung mit Hilberts Mathematik zu einem mathematischen Modell einer „universal computing machine“, die später zum zentralen Modell der theoretischen Informatik avanciert.

1.4 SYMBOL

Der Computer schaut nicht aus.
– Heinz Zemanek

Der Mathematiker Max Black, in der Informatik vor allem für seine frühen Vorarbeiten zur *fuzzy logic* bekannt, legt 1962 die *interaction theory*[26] der antiken „Substitutionstheorie“ beiseite. Anstatt der Übertragung von *Nomen* interagieren nun die Begriffe und ihre Konnotationen miteinander. In seinem Trivialbeispiel „Der Mensch ist ein Wolf“ bezeichnet Black das Wort „Wolf“ als *focus*, das in Wechselwirkung mit dem Rest des Satzes, dem *frame*, die Metapher ergibt. Der *focus* ermöglicht Aspekte des *frames* wie durch einen „Filter“ hervorheben und verdecken zu können. Dies geschieht mittels einem mit dem *focus* verbundenen „Implikationskomplex“. Dieser umfasst die momentan geteilten Meinungen einer Sprachgemeinschaft und kann durch den spezifischen Kontext, in dem die Metapheräußerung eingebettet ist, erweitert werden.[27] In weiterer Folge kann auch der *focus* auf ungewohnte Weise betrachtet werden (Anthropomorphisierung des Wolfes), wobei dennoch die Umkehrung der Metapher („Der Wolf ist ein Mensch“) andere Aspekte hervorhebt.

Während Blacks Ansatz diese komplexen Vorgänge formal zu beschreiben kaum weitergeführt wurden, konnte sich die Beschreibung des Filter- und Fokussier-

[25] BENSE, Max: Geist der Mathematik. Abschnitte aus der Philosophie der Arithmetik und Geometrie. München und Berlin: Verlag von R. Oldenbourg, 1939, S. 60.
[26] BLACK, Max: Models and Metaphors. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1962, S. 25-47.
[27] Siehe hierzu: BLACK, Max: More about metaphor. dialectica, 31 Dezember 1977, Nr. 3–4.

vorganges jedoch als akzeptabler Ansatz etablieren. Begleitet wird diese bildliche Beschreibung von der Annahme, die Metapher würde Ähnlichkeitsbeziehungen nicht bloß hervorheben oder auflösen, sondern *produzieren*. Der einst als „schmuckhafte Rede" denunzierten Metapher werden damit „schöpferische" Potenziale, im Sinne einer Rekombination konventionalisierter Konnotationen, zugestanden.

Inwiefern diese Kreativitätsressource auch im informatischen Kontext nutzbar gemacht werden kann, bleibt allerdings fraglich. Inwiefern kann ein Implikationskomplex auch mit formalen Ausdrücken *interagieren*? Mit welchen Fokus gilt es zu arbeiten, wenn der Rahmen durch eine abstrakte Maschine gegeben ist? Black räumt der Metaphernbildung eine enge Verwandtschaft zur Modellbildung ein[28] und äußert die Vermutung, jede Wissenschaft habe ihre Anfänge in Metaphern und ihr Ende in der Algebra zu finden. Wozu eine als Formalwissenschaft verstandene Informatik die Metapher weiterhin benötigen könnte, wird von Black nicht untersucht.

Zwei Jahre vor Blacks Veröffentlichung verweist allerdings Metaphorologe Hans Blumenberg in seinem Text „Paradigmen zu einer Metaphorologie" auf einen Definitionsversuch Kants, der zwar den Begriff „Symbol" behandelt, für Blumenberg aber einer Beschreibung der Metapher entspricht. In „Kritik der Urteilskraft" schreibt Kant von der „Übertragung der Reflexion über einen Gegenstand der Anschauung auf einen ganz andern Begriff, dem vielleicht nie eine Anschauung direkt korrespondieren kann"[29]. Als Symbol eines Staates, der von einem „absoluten Willen", anstatt von Volksgesetzen beherrscht wird, nennt Kant exemplarisch die Maschine, im Speziellen die Handmühle: „[...] zwischen einem despotischen Staate und einer Handmühle ist zwar keine Ähnlichkeit, wohl aber zwischen den Regeln, über beide und ihre Kausalität zu reflektieren. "[30]

Kant verabsäumt eine nähere Erläuterung seiner Symboltheorie und belässt es, so sehr dies auch „eine tiefere Untersuchung verdient", bei der Feststellung, dass die Sprache voll von dergleichen „indirekten Darstellungen" sei. Zulässig ist deren Gebrauch zwar nicht bei einer theoretischen, aber durchaus bei einer prakti-

[28] Siehe: BLACK: dialectica 31 [1977].
[29] KANT, Immanuel: Kritik der Urteilskraft. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1963 (1.Aufl. 1790), § 59.
[30] A. a. O.

schen Bestimmung eines Gegenstandes: „was die Idee von ihm für uns und den zweckmäßigen Gebrauch derselben werden soll“.[31]

Siegfried Wendt stellt 1998 fest, dass sich Menschen, die sich beruflich mit Formalismen befassen, grob in zwei Klassen einteilen lassen: „je nachdem, ob ihr primäres Interesse dem Formalismus oder dem Zweck gilt.“[32] Exemplarisch beschreibt er auf formale Weise einen *Stack* als linear geordnete endliche Menge, mit der man die Anschauung von „flachen Gegenständen, die man auf einer horizontalen Fläche zu einem Stapel aufgetürmt hat“[33], verbinden kann.

Anstatt der gebräuchlichen Bezeichner CLEAR, PUSH, POP, HEIGHT und TOP verwendet Wendt jedoch die Ausdrücke RAL, LING, HUM, HOOM und SES. Die so geartete Spezifikation blieb in ihrer Rezeption „praktisch allen Versuchspersonen unverständlich, und der Überraschungseffekt war stets verhältnismäßig groß, wenn man ihnen die Rückübersetzung der Bezeichner verriet.“[34] Während durch formale Festlegung Missverständnisse vermieden werden, bleibt die räumliche Metaphorik des „Stapels“ oder „Kellers“, wenn auch nicht für die Verarbeitung durch einen Computer, so doch für Verständlichkeit und Gebrauch relevant.

Eine *passende* Metapher vermag aber nicht nur Unanschauliches zu veranschaulichen, sondern zeichnet sich zudem durch ihren Bedeutungsüberschuss aus. Dies bringt einerseits das Problem der möglichen Missinterpretation mit sich, mag aber ebenso zu praktikablen Erweiterungen der formalen Festlegungen anregen. In diesem Sinne wurde in jüngster Zeit der Metapher die Rolle eines „Ideenspenders“ in der Technikentwicklung zugestanden und im Konzept des „Technikleitbildes“ designmethodisch instrumentalisiert.[35] Insofern die Auslegungsmöglichkeiten einer Metapher zwar reichhaltig, aber nicht beliebig sind, bietet sie eine Orientierungshilfe im Designprozess und ermöglicht Argumentationslinien zu bilden, aus denen sich konkrete Spezifikationen „herauskristallisieren“ sollen.[36] Rück-

[31] KANT: Kritik der Urteilskraft, § 59.
[32] WENDT, Siegfried: Formalismen und Anschauung. 1998 ⟨URL: `http://kluedo.ub.uni-kl.de`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.
[33] A. a. O., S. 3.
[34] A. a. O., S. 6.
[35] Siehe zB.: MAMBREY, Peter: Technikentwicklung durch Leitbilder. Frankfurt/New York: Campus Verlag, 1995.
[36] Ein derartiger Ansatz wird etwa im *Extreme Programming* mit dem Konzept der *system metaphor* verfolgt.

blickend lassen sich Leitbilder in früheren Diskursen aufspüren und ihnen technikgeschichtliche Relevanz beimessen, wobei technische Artefakte wiederum selbst als Leitbild Verwendung finden.

1.5 ZUSAMMENFASSUNG

Obwohl der bisherige Abriss unterschiedlicher Metapherntheorien nur einen marginalen Bruchteil vorhandener Theoriegebäude wiedergibt, lässt sich bereits feststellen, dass sich nicht nur die metaphorische Rede durch ihre Ambiguität und Interpretationsbedürftigkeit auszeichnet, sondern das Konzept der Metapher selbst zu unterschiedlichsten Auslegungen anregt. Nicht nur der Nutzen, den man ihr zu- oder abspricht, unterscheidet sich. Was als „metaphorisch“ klassifiziert werden kann, erstreckt sich von schmuckhaften Wortvertauschungen bis hin zur erkenntnistheoretischen Grenzziehung. Dabei kann auch der Begriff „Metapher“ als Metapher verstanden werden, insofern er als „Übertragung“, als eine Art von Ortswechsel, übersetzt, oder etwa auch mittels einer Bildmetaphorik (*frame*, *focus*) beschrieben wird.

Während der Fokus dieser Arbeit zwar auf dem Metapherngebrauch liegt, müssen im folgenden diskursgeschichtlichen Rückblick die Eigenheiten explizit erwähnter Metapherntheorien miteinbezogen werden. Als Grundannahme wird allerdings von einer *praktischen* Begrenzung der Interpretationsmöglichkeit und Ausbaufähigkeit einer Metapher ausgegangen.

2 Weltmaschine

> Wenn ich sage, wir sind genötigt, die Welt so anzusehen, als ob sie das Werk eines höchsten Verstandes und Willens sei, so sage ich wirklich nichts mehr, als: wie sich verhält eine Uhr, ein Schiff, ein Regiment, zum Künstler, Baumeister, Befehlshaber, so die Sinnenwelt [...] zu dem Unbekannten, das ich also hierdurch zwar nicht nach dem, was es an sich selbst ist, aber doch nach dem, was es vor mich ist, nämlich in Ansehung der Welt, davon ich ein Teil bin, erkenne.
>
> – Immanuel Kant[1]

Nichts würde einer Intelligenz ungewiss sein, spekulierte Laplace in seinem viel zitierten Vorwort der Schrift „Essai philosophique sur des Probabilités“, wenn sie in Kenntnis aller wirkenden Kräfte und der augenblicklichen Lage aller Wesen wäre. Zukunft und Vergangenheit würden ihr „offen vor Augen liegen“[2]. Dem menschlichen Geist würde dieser Intelligenz zwar „immer unendlich ferne bleiben“, doch er könne sich, innerhalb seines begrenzten Rahmens, der Wahrscheinlichkeitsrechnung bedienen.

Die von Laplace beschriebene „Intelligenz“ wird später unter der Bezeichnung „Laplacescher Dämon“ als Sinnbild eines deterministischen Weltmodells Karriere machen, um schließlich sowohl von Zuse, als auch von Turing dem Konzept des Computers vergleichend gegenübergestellt zu werden.

Den digitalen Computer klassifiziert Turing als „discrete state machine“, deren spezifische Eigenschaften er, in Erinnerung an Babbages zahnradgetriebene *Analytical Engine*, anhand eines Beispiels illustriert: „As an example of a discrete state

[1] KANT, Immanuel: Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können. Riga: Johann Friedrich Hartknoch, 1783, § 57, A 175.

[2] LAPLACE, Pierre Simon de: Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeiten. Nach der sechsten Auflage des Originals übersetzt von Norbert Schwaiger. Leipzig: Drucker und Humblot, 1886.

machine we might consider a wheel which clicks round through 120° once a second, but may be stopped by a lever which can be operated from outside“. Nach ein tabellarischen Beschreibungen der Maschinenzustände folgt die Gegenüberstellung mit der Vorstellung des Laplacschen Dämons:

> It will seem that given the initial state of the machine and the input signals it is always possible to predict all future states. This is reminiscent of Laplace's view that from the complete state of the universe at one moment of time, as described by the positions and velocities of all particles, it should be possible to predict all future states.[3]

Die Vorstellungen eines berechenbaren Universums und einer *Weltmechanik* amalgamieren in der Konstruktion eines *mechanisierten* Rechenprozesses.

2.1 UHRWERK

For one of the things which almost everbody thought had been established by the Newtian revolution was the following staggering proposition: All clouds are clocks, even the most cloudy of clouds.

– Karl Raimund Popper[4]

Erste Räderuhren werden in Europa kurz vor dem Ende des dreizehnten Jahrhunderts erfunden und beginnen im klösterlichen und städtischen Leben zunehmend eine zentrale Rolle einzunehmen. Angebracht an Kirchtürmen, Rathäusern und Stadttoren ermöglicht sie die Koordination immer größerer Menschenmassen in immer genauer geregelten Zeitabschnitten. Vom Angelusläuten und dem Feierabend, über den Stundenlohn bis zu Taylors Zeitmessung von Arbeitsschritten und deren Synchronisation am Fordschen Fließband, erreicht diese Entwicklung

[3] TURING, Alan M.: Computing Machinery and Intelligence. Mind, LIX Oktober 1950, Nr. 236, S. 440.

[4] POPPER, Karls Raimund: Of Clouds and Clocks: An Approach to the Problem of Rationality and the Freedom of Man. St. Louis, Missouri: Washington University, 1996, S. 4.

im späten zwanzigsten Jahrhundert ein Stadium, welches das *Abschalten* in der sogenannten *Freizeit* zur mentalen Herausforderung macht.

Abbildung 2.1: Mensch-Maschine Interaktion im Film „Metropolis“, 1927

Lässt sich die Kritik an den radikalen gesellschaftlichen Veränderungen spätestens im Zuge der industriellen Revolution kaum noch überhören, gilt die Uhr, anfangs weniger als Sinnbild technikbedingter Entfremdung (siehe Abbildung 2.1), sondern als grundlegend positiv besetztes Symbol. Die immer präziser arbeitenden Mechanismen werden nicht nur als Beispiel hervorragender Ingenieurskunst, sondern ebenso als Sinnbild von Regelmäßigkeit und Ordnung gefeiert. Planetarische Uhren beschreiben die Harmonie der Planetenbewegungen. Aufwändig inszenierte öffentlichen Uhren beeindrucken durch multimediale Darbietungen zu den vollen Stunden. Die erste, Mitte des vierzehnten Jahrhunderts, am Straßburger Münster gebaute Monumentaluhr bietet neben einem Astrolabium und Kalender ein bewegliches Figurenwerk, das von Orgelmusik, Glockenspiel und einem vom Uhrwerk gesteuerten, krähenden und flügelschlagenden Hahnenautomaten begleitet wird (siehe Abbildung 2.2).

In staatsphilosophischen Abhandlungen wird das bewunderte Uhrwerk nicht bloß zur Verbildlichung anzustrebender Gesellschaftsordnungen herangezogen, sondern aufgrund der mit ihr verbundenen Wertvorstellungen, zu deren Legitimation.

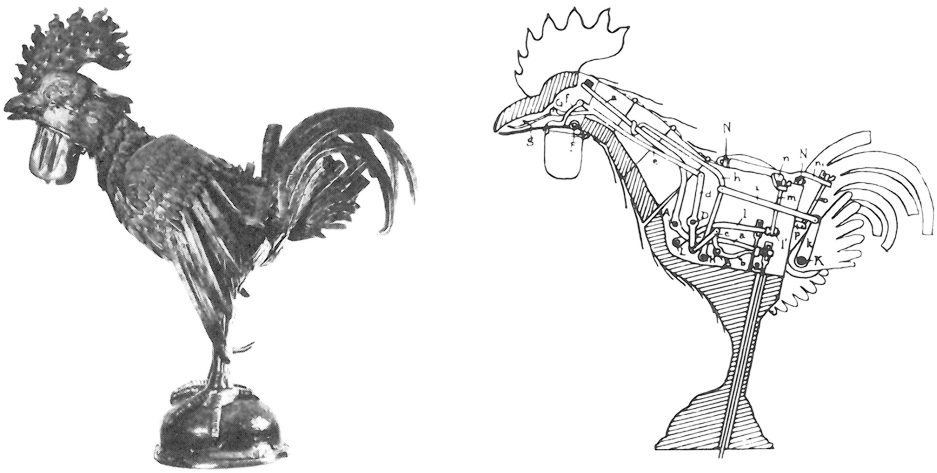

Abbildung 2.2: Der Hahnenautomat der ersten Straßburger Uhr, ca. 1354

In ihrer Distanzierung von der Scholastik beginnen die „mechanischen Naturphilosophen“ ein Universum zu beschreiben, dass den Gesetzen der Mechanik folgt – einem Uhrwerk gleich, das einmal aufgezogen, keines kontinuierlichen Eingriffs mehr bedarf – verborgen hinter einem Ziffernblatt. Wenn auch die Auslegungen der Uhrenmetapher durchaus unterschiedlich ausfallen, avanciert das Uhrwerk zum Leitbild neuer, wissenschaftlicher Ansätze und theologischer Auslegungen. Robert Boyle versucht etwa durch die Uhrenmetapher die Unterschiede seiner Theorie zur aristotelischen Naturlehre hervorzuheben:

> […] according to us, it [the world] is like a rare clock, such as may be that at Strasbourg, where all things are so skillfully contrived, that the engine being once set a moving, all things proceed, according to the artificer's first design, and the motions of the little statues, that at such hours perform these or those things, do not require, like those of puppets, the peculiar interposing of the artificer, or any intelligent agent employed by him, but perform their functions upon particular occasions, by virtue of the general and primitive contrivance of the whole engine.[5]

[5] BOYLE, Robert; DAVIS, Edward B./HUNTER, Michael (Hrsg.): A Free Enquiry into the Vulgarly Received Notion of Nature. Cambridge University Press, 1996, S. 13.

Die *Beseeltheit* des Menschen oder das hoch gehaltene Ideal der *Freiheit* in ein uhrwerkartiges Universum einzubringen, stellt sich allerdings als widersprüchliches Unterfangen dar. Der Unterschied zwischen einem lebendigen Hahn und einem mechanischen, wie er die Straßburger Uhr zierte, allein in der Komplexität des technischen Aufbaus zu suchen, Tiere nicht nur durch Automaten zu imitieren, sondern sie auch als solche zu betrachten, folgt die Frage nach dem Surplus des Menschen und dessen wissenschaftlicher Beschreibbarkeit. Während Leibniz noch durch ein Uhrengleichnis das Prinzip der „prästabilierten Harmonie“ erklärt, befindet Schopenhauer, rund 150 Jahre später, wenig optimistisch, dass Menschen Uhrwerken gleichen, welche „aufgezogen werden und gehn ohne zu wissen warum“[6].

2.2 RELAISKOSMOS

> Im folgenden seien jedoch einige Ideen entwickelt, die es berechtigt erscheinen lassen, die Frage nach einer direkten Einflußnahme neuer Ideen der Datenverarbeitung auf physikalische Probleme zu stellen.
>
> – Konrad Zuse[7]

Während das Uhrwerk eine symbolkräftige Stellung innerhalb der Diskurse um Materialismus, Reduktionismus, Kausalität, Determinismus und zugehörigen philosophischen wie theologischen Fragestellungen einnimmt, versucht Konrad Zuse 1948 in seiner Schrift „Freiheit und Kausalität im Lichte der Rechenmaschine“ den „Fragenkomplex“ von „einer neuen Seite zu beleuchten“. Um das Verhältnis von Freiheit und Kausalität herauszuarbeiten, wird sowohl der Laplacesche Dämon, als auch der Kosmos als Rechenmaschine gedeutet, um anschließend gleichgesetzt zu werden:

[6] SCHOPENHAUER, Arthur: Die Welt als Wille und Vorstellung. Gesamtausgabe in zwei Bänden nach der Edition von Arthur Hübscher. Band 1, Stuttgart: Philipp Reclam jun., 2004, S. 454.
[7] ZUSE, Konrad: Rechnender Raum. In Elektronische Datenverarbeitung. Band 8, 1967, S. 336.

> [...] ein derartiger Geist [müsste] aus einer Rechenmaschine bestehen, die an Umfang und Feinheit dem tatsächlich vorhandenen Weltall sehr nahe kommt, denn man kann wohl bei den ganz großen kosmischen Abläufen, wie der Bewegung der Gestirne, dem Altern der Sonne usw. durch überschlägige Rechnungen, d.h. solche mit verhältnismäßig wenigen Verknüpfungen, zu den gleichen Resultaten gelangen, wie der als Rechenmaschine aufgefaßte Kosmos. So weit aber die Vorausberechnung sich auf derartige Details erstrecken würde, wie sie durch die Erscheinungsformen des täglichen Lebens gegeben sind, müßte der Ablauf genau durchgerechnet werden. Dies dürfte praktisch dem tatsächlichen Ablauf des Weltalls gleichkommen.[8]

Hatten quantenmechanische Konzepte das deterministische Weltbild der Physik bereits problematisiert, lassen sich nun Möglichkeiten metaphysischer Einflussnahme neu diskutieren. Diese „könnten in den noch unklaren atomaren Vorgängen“ liegen[9] und wären, im Vergleich mit der Rechenmaschine, deren Bedienelemente:

> Innerhalb einer Relaisschaltung sind Abläufe nach erfolgter Einstellung an sich streng kausal. Es können jedoch durch einen Menschen oder auch andere Geräte von außen „Eingriffe“ gemacht werden (z.B. durch Drücken von Tasten), die aus der „Relaiswelt“ an sich nicht kausal erklärbar sind.

Dieses Motiv sollte im *Science Fiction* Genre der 1960er Jahre Fuß fassen, um in den späten 1990er Jahren unter dem Begriff „virtual reality“ auf breiter medialer Basis neu verhandelt zu werden, führte aber für Zuse zu keinen „brauchbaren Resultaten“.

Die Alternative, eine Welt ohne transzendente Zuschüsse, ergebe hingegen das Bild des „geschlossenen kausalen Getriebes“, ein Ansatz, den Zuse 1967, diesmal

[8] ZUSE, Konrad: Freiheit und Kausalität im Lichte der Rechenmaschine. 1948 ⟨URL: `http://www.zib.de/zuse/Inhalt/Texte/Chrono/50er/0294.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[9] Der Versuchung quantenmechanische Vorgänge für metaphysische Spekulationen zu nutzen, erlag auch Turing, wenn auch im Schock seines verstorbenen Freundes Christoper Morcom. Siehe: TURING, Alan: The Nature of Spirit. April 1932 ⟨URL: `http://www.turingarchive.org/browse.php/C/29`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

anhand zellularer Automaten ausgeführt, in seinem Text „Rechnender Raum“, wieder aufgreift. Wenn auch der Versuch der Teilnahme an physikalischen Grundsatzdebatten nur bedingt fruchtete, fanden ähnliche kosmologische Auslegungen des Computers innerhalb der Informatik ihre Fortführung. Jüngere Arbeiten von Ed Fredkins, Seth Llyod, Stephen Wolfram oder Jürgen Schmidhuber setzen in unterschiedlichen Herangehensweisen die Ansätze der Vorstellung eines „rechnenden“ Universums fort. Ein technisches Artefakt, dem als Weltmodell Gültigkeit zugesprochen wird, impliziert allerdings die Rolle eines Konstrukteurs. Während die als Uhrwerk gedachte Welt zumindest einen einzelnen Uhrmacher benötigt, stellt sich nun die Frage nach dem *Great Programmer*:

> „Obviously, there are infinite chains of Great Programmers. If our universe allowed for enough storage, enough time, and fault-free computing, you could be one of them.“[10]

[10] SCHMIDHUBER, Jürgen: A Computer Scientist's View of Life, the Universe, and Everything. In Lecture Notes in Computer Science. Band 1337, Berlin: Springer, 1997.

3 Kybernetik

Und nun entdeckte man zwischen den auf diesem
Wege gewonnenen abstrakten Formeln immer neue
Beziehungen, Analogien und Entsprechungen.
– Hermann Hesse, Das Glasperlenspiel[1]

Der Begriff „Kybernetik“ wird vom Mathematiker Norbert Wiener vom altgriechischen Ausdruck *kybernetes*, dem Steuermann eines Schiffes abgeleitet, der sich in der lateinischen Sprache zum *gubernator* und im Englischen zum *governor* gewandelt hatte. Wurde Regelungstechnik bereits in den 1920er Jahren von den Unternehmensgründern Elmer Sperry und Nicholas Minorsky für die automatische Steuerung von Schiffen erprobt, werden die Kybernetiker jedoch notorisch auf Anwendungsgebiete jenseits nautischer Problemstellungen verweisen. Den Wandel der Schiffssteuerung zum Staatswesen weiter zu anderen Fachgebieten fortzusetzen, wird zum Programm einer neuen Disziplin der „Regelung und Kommunikation“, mit der es die „blank spaces on the map of science“[2] zu erforschen gilt. 1948 mutmaßt Wiener selbstbewusst: „If the seventeenth and early eighteenth centuries are the age of clocks, and the later eighteenth and the nineteenth centuries constitute the age of steam-engines, the present time is the age of communication and control“[3].

Und tatsächlich beginnt die Kybernetik, zumindest bis in die Mitte der 1970er Jahre, den Status einer fächerverbindenden Leitdisziplin einzunehmen. Medizinische, pädagogische, soziologische, ökonomische, ästhetische und selbst theologische Fragestellungen werden von kybernetischen Gesichtspunkten aus betrachtet.

[1] HESSE, Hermann: Das Glasperlenspiel. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1996.
[2] WIENER, Norbert: Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. 10. Auflage. New York: Wiley [u.a.], 1952, S. 9.
[3] A. a. O., S. 50.

Kybernetiker arbeiten gleichermaßen an der Heilung der Epilepsie, wie an Gesellschaftsutopien unterschiedlichster politischer Ausrichtungen.

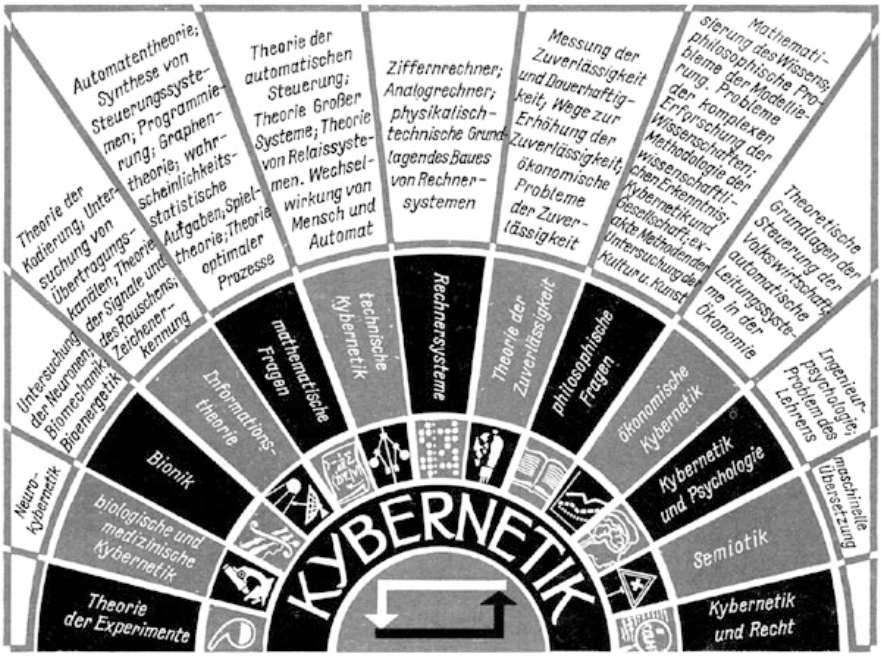

Abbildung 3.1: Die Kybernetik hat die Sphäre ihrer Interessen weit ausgedehnt

Nach der enormen Popularisierung kybernetischer Denkmodelle folgte allerdings eine Phase der Ausdifferenzierung. Die „Kleine Enzyklopädie von der großen Kybernetik“, ein aus dem russischen übersetztes Lehrbuch für Leser ab 13 Jahren, lässt sich bereits als Nachruf auf das fächervereinende Konzept verstehen, in welchem der Computer und der *feedback-loop* noch die Sicht auf eine Fülle neuer Ähnlichkeiten erlaubt hatte (siehe Abbildung 3.1).

3.1 GOVERNOR

The thought of every age is reflected in its technique.
– Norbert Wiener

Auf dem Prinzip der Rückkopplung basierende technische Apparate lassen sich bis in die griechische Antike zurückverfolgen[4]. Ansätze einer den Erfindungen zugehörigen wissenschaftlichen Disziplin sollten aber erst im 18. Jahrhundert aufkommen. Ausgehend von Innovationen im Mühlenbau hatte James Watt unter anderem den *flyball governor* bei der Verbesserung der Dampfmaschine eingesetzt, dem Maxwell, erst neunzig Jahre später, ein mathematisches Modell jener Maschinenteile nachreicht, die ungeachtet von schwankender Antriebskraft oder Arbeitslast, die Geschwindigkeit einer Maschine konstant zu halten vermögen. Bis in die 1940er Jahre verbleibt die Regelungstechnik aber dennoch ein weitgehend praxisorientiertes und äußerst heterogenes Forschungsfeld ohne einheitliche Fachsprache. Das breite Spektrum der Anwendungsgebiete wird erst Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts unter einer, mit mathematischer Formelsprache und diagrammatischer Bildsprache ausgestatteten, *control theory* zusammengefasst und bereitet damit den Boden für die disziplinübergreifende Kybernetik. In Deutschland bemühte sich Hermann Schmidt um die „Schaffung einer Allgemeinen Regelungskunde“, deren potentielles Anwendungsgebiet er bereits weit über den Bau trivialer Fliehkraftregler, Spülkästen und Thermostaten abschätzt:

> Die wirtschaftliche, sozialpolitische und kulturpolitische Bedeutung der Regelungstechnik, in der sich die Technik methodisch vollendet, begründet die Forderung: Alles regeln, was regelbar ist, und das nicht Regelbare regelbar machen.[5]

All das, was noch nicht regelbar ist, in regeltechnische Modelle zu integrieren, verlangt allerdings nach radikalen Komplexitätsreduktionen. Die innere Struktur ei-

[4] Vergleiche z.B.: MAYR, Otto: Zur Frühgeschichte der technischen Regelungen. München und Wien: Oldenbourg, 1968.

[5] SCHMIDT, Hermann: Regelungstechnik – Die technische Aufgabe und ihre wirtschaftliche, sozialpolitische und kulturpolitische Auswirkung. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 85 25. Jänner 1941, Nr. 4.

nes Systems vorübergehend auf ihre Schnittstellen zu vereinfachen, etabliert sich mit dem Konzept der „schwarzen Kiste“.

3.2 BLACK BOX

Bei unseren Bemühungen, die Wirklichkeit zu begreifen, machen wir es manchmal wie ein Mann, der versucht, hinter den Mechanismus einer geschlossenen Taschenuhr zu kommen.

– Albert Einstein und Leopold Infeld[6]

In Zusammenarbeit mit dem Physiologen Arturo Rosenblueth publiziert Wiener 1945 eine Abhandlung über die Rolle theoretischer und materieller Modelle in der Wissenschaft[7]. Wissenschaft sei der Versuch, *Kisten* zu öffnen, wobei, um deren interne Struktur zu ermitteln, schrittweise Öffnungen, *input* und *output terminals*, hinzugefügt werden.

> All scientific problems begin as closed-box problems, i.e., only a few of the significant variables are recognized. Scientific progress consists in a progressive opening of those boxes. The successive addition of terminals or variables, leads to gradually more elaborate theoretical models: hence to a hierarchy in these models, from relatively simple, highly abstract ones, to more complex, more concrete theoretical structures.[8]

Die Suche nach abstrakten Modellen, die eine strukturelle Äquivalenz zu einer bestimmten Erfahrung (*experience*) aufweisen, wird ergänzt durch den umgekehrten Prozess: „embodying an abstract structure into a concrete entity of similar structure, usually an apparatus or machine with a definite purpose“[9].

[6] EINSTEIN, Albert/INFELD, Leopold: Die Evolution der Physik. Wien: Zsolnay, 1956.
[7] ROSENBLUETH, Arturo/WIENER, Norbert: The Role of Models in Science. Philosophy of Science, 12 1945, Nr. 4.
[8] A. a. O., S. 319.
[9] A. a. O., S. 320.

Die Grenze dieses Verfahrens liegt allein in der Wahl des beobachteten Systems, dem das Modell schrittweise angenähert wird. Der Computer sollte in diesem Sinne eine zentrale Rolle als *materielles Modell* einnehmen, das sich unterschiedlichen *black boxes* gegenüberstellen lässt. Dabei zeigt sich vor allem der frühe Behaviorismus als methodisch anschlussfähig.

„The time seems to have come", bekundete John Watson bereits 1913, „when psychology must discard all reference to consciousness; when it need no longer delude itself into thinking that it is making mental states the object of observation"[10].

In Rückgriff auf Methodik der Zoologie und Tierpsychologie, in der die Möglichkeit der Introspektion außer Frage stand, beziehen sich die Behavioristen auf jene Erklärungsgrundlage, auf die sich auch Physiologen wie Pawlow berufen, wenn sie einen Hund zum Speichelfluss treiben. Die *stimulus – response* Anordnung wird zum zentralen Modell einer auf empirische Forschung des *Verhaltens* ausgerichteten Wissenschaft. Die innerhalb einer *black box* vermuteten Verbindungen, die vom Reiz zur Reaktion führen, wurden behavioristisch allerdings noch keineswegs als Computer gedacht.

Heute als „Turing Maschine" bekannt, bezeichnet sie Turing selbst als *automatic machine*, um von ihr die *choice machine* zu unterscheiden, welche nach Erreichen bestimmter Zustände auf die Eingabe eines *external operators* zu warten hat. Die Bewegungen der *choice machine*, merkt Turing an, sind nur zum Teil determiniert.

Die Einflussmöglichkeit von dem vorerst nicht-mathematisch beschriebenen „Außen" der *choice machine* wird später zur *man vs. machine* Konfrontation hochstilisiert. Zuerst noch im Spiel mit einem am Papier ausgeführten Schachprogramm, weitet Turing den Wettstreit mit dem *imitation game* noch aus.

Eine Maschine A, und zwei Personen (B und C) müssen sich in unterschiedlichen Räumen aufhalten, wobei die Aufgabe von Person C darin besteht, durch schriftlich gestellte Fragen herauszufinden, welcher ihrer Konversationspartnern eine Maschine ist. Die räumliche Anordnung des Turing-Tests, sowie dessen strenge Vorschriften der Kommunikation, inszenieren so den Zusammenschluss von *stimulus* und *response* eines Menschen mit dem *input* und *output* einer *choice ma-*

[10] WATSON, John Broadus: Psychology as the Behaviorist Views it. Psychological Review, 20 1913, S.163.

chine. Im Gedankenexperiment begegnen sich Mensch und Maschine als verkabelte *black boxes*, wobei der Sinn dieser Gegenüberstellung letztendlich darin liegt, dem Computer Denkfähigkeit zusprechen zu können.

Die metaphorische Zuschreibung menschlicher Eigenschaften und Fähigkeiten erfolgt dabei durch die vermeintlich leistungsgleiche Ersetzung menschlichen Handlungsvermögens.[11] Die Mensch-Maschine Beziehung stellt sich aus dieser Perspektive vorerst als Arbeit an der *Antiquierung* des Menschen in der Suche nach Erkenntnis dar.

3.3 WEISSES RAUSCHEN

[...] entropy not only speaks the language of arithmetic;
it also speaks the language of language.

– Warren Weaver[12]

1924 publiziert Harry Nyquist im *Bell Labs Technical Journal* eine Formel für „the maximum speed of transmission of intelligence by telegraph". Abhängig sei die Geschwindigkeit der „Intelligenzübertragung", laut Nyquist, von dem gewählten *code* und der Wellenform. Drei Jahre später definiert Ralph Hartley die *messbare* Größe H, die er „Information" nennt und mit der Mächtigkeit des Kodealphabets S und der Anzahl der übertragenen Zeichen n in Beziehung setzt:

$$H = logS^n$$

In der später von Claude Shannon entwickelten Kommunikationstheorie wird dieser Ansatz um zahlreiche Aspekte erweitert. Die Herausforderung besteht nun darin, die von einer Quelle aus einer Menge möglicher Nachrichten gewählte Nachricht nach der gestörten Übertragung auf der Empfängerseite wieder reproduzieren zu können. Ist die Menge endlich, lässt sich anhand der getroffenen Wahl

[11] Siehe hierzu: JANICH, Peter: Was ist Information? Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2006, S. 51.
[12] SHANNON, Claude Elwood/WEAVER, Warren: The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois: The University of Illinois Press, 1949.

und der Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses, das Maß der übertragenen Information berechnen.

In Berufung auf kryptoanalytische Erkenntnisse versucht Shannon eine mathematische Beschreibung einer englischsprachigen Quelle als stochastischen Prozess. Bestimmte Buchstaben treten in einer bestimmten Menge an Texten mit unterschiedlicher Häufigkeit auf. Ebenso treten bestimmte Buchstaben unterschiedlich oft hinter anderen Buchstaben auf, während dasselbe für Wörter gilt – eine Beobachtung, die sich für die Generierung von Zeichenketten nutzen lässt. Eine von Shannon ausgeführte „second order word approximation“ der englischen Sprache unter Zuhilfenahme eines Buches lautet wie folgt:

> THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN UNEXPECTED.[13]

Wenn auch speziell der Textteil „attack on an English writer that the character of this“ für Shannon nicht vollkommen unvernünftig klingt, behauptet er keineswegs, eine umfassende mathematische Beschreibung eines Englisch sprechenden Menschen gefunden zu haben, sondern lediglich eine „satisfactory representation of a discrete source.“ Von der Bedeutung abstrahiert Shannon aus telegraphietechnischer Perspektive und merkt kühl an: „These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem.“[14] Warren Weaver ergänzt hier allerdings: „But this does not mean that the engineering aspects are necessarily irrelevant to the semantic aspects“[15]. Shannons Text „A Mathematical Theory of Communication“ wird in seiner Tragweite von Weaver als „*The* Mathematical Theory of Communication“ (Hervorhebung nur hier) auf gewaltige Weise ausgeweitet:

> „The word communication will be used here in a very broad sense to include all of the procedures by which one mind may affect ano-

[13] SHANNON, Claude Elwood: A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27 Juli 1948 ⟨URL: `http://plan9.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/paper.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.
[14] SHANNON/WEAVER: The mathematical theory of communication.
[15] SHANNON: Bell System Technical Journal 27 [1948].

> ther. This, of course, involves not only written and oral speech, but also music, the pictorial arts, the theatre, the ballet, and in fact all human behavior."[16]

Im Spezialfall der oralen Verständigung ist die Nachrichtenquelle für Weaver eine *black box* namens „Gehirn", die als Sender fungiert, welche über Stimmbänder Signale über den Kanal „Luft" überträgt, die schließlich auf das Ohr und Gehirn des Empfängers treffen, um dessen Verhalten zu beeinflussen. Woher die Bedeutung der Nachricht entspringt, bleibt in dieser Theorie vorerst unbeantwortet, doch merkt Weaver an: „The concept of the information to be associated with a source leads directly, as we have seen, to a study of the statistical structure of language"[17].

Neben den folgenden linguistischen Debatten, werden in Anschluss an Weavers Erweiterung der Shannon´schen Kommunikationstheorie, sowie Ratschlägen von John von Neumann, Brückenschläge zur Thermodynamik, Wahrnehmungspsychologie, Gentechnik und zahlreichen anderen Fachgebieten versucht.

Philosoph und Mathematiker Yehoshua Bar-Hillel stellt in seiner 1955 publizierten „Examination of Information Theory" resigniert fest: „Disregarding the distinction between calculus and its interpretations, together with the unfortunate term 'information', has led in this case, as in so many others, to misunderstandings and futile discussions."[18] Eine Überarbeitung der technischen Terminologie könnte Verwirrungen verhindern, wobei allerdings der Gebrauch einer Reihe weiterer Worte ebenso zu überdenken wäre: „[...] a terminological clean-up is also required for the use (in order to avoid misuse) of such more general terms as *sign*, *message*, *word*, *symbol*, *signal*, *code*, *code element*, *elementary symbol*, *signal sequence*, *symbol sequence*, etc."[19]. In dem 1950 publizierten Buch „The Human Use of Human Beings" merkt Wiener hingegen euphorisch an „[...] mathematics, which most of us see as the most factual of all sciences, constitutes the most colossal metaphor imaginable [...]"[20].

[16] SHANNON/WEAVER: The mathematical theory of communication.
[17] A. a. O.
[18] BAR-HILLEL, Yehoshua: An Examination of Information Theory. Philosophy of Science, 22 April 1955, Nr. 2, S. 101.
[19] A. a. O., S. 104.
[20] WIENER, Norbert: The human use of human beings. New York, USA: Plenum Press, 1954, S. 95.

3.4 BEOBACHTER

Experimente sind von meinem Gesichtspunkt aus
Erlebnisse, die man als metaphorische Illustration
theoretischer Annahmen betrachten kann. Als solche
verleihen sie den abstrakten Bestandteilen der
Theorie einen Hintergrund von tatsächlich Erlebtem.
– Ernst von Glaserfeld[21]

Zwecks Untersuchung von *Verhaltensformen* einzelner „Objekte“ orientiert sich Wiener am behavioristischen Modell. Verhalten wird als Erzeugung von *output* einer *black box* in Reaktion auf zuvor erfolgtes *input* definiert. Der *teleologische* Ansatz soll nun zielgerichtetes Verhalten anhand von Rückkopplungsmechanismen erklären: Durch ständiges Nachjustieren des *outputs* versucht die *black box* einen bestimmten *input* zu erzeugen. Von Pflanzenbewegungen und Torpedos, über Flugabwehrgeschütze und Mäuse fangende Katzen, die den Weg ihrer Opfer extrapolieren, führen die Erklärungsmuster bis hin zu den *feedback loops* „höherer“ Säugetiere.

Unter dem Begriff „Kybernetik“ wird diese Teleologie in Verbindung mit der von Wiener mitentwickelten Kommunikationstheorie zu einer *theory of control and communications* ausgeweitet. Die bis 1948 noch unter dem Titel „Circular Causal, and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems“ abgehaltenen, interdisziplinär angelegten *Macy Conferences* werden, auf einen Vorschlag Heinz von Försters, unter dem Namen „Cybernetics“ weitergeführt, mit dem Ziel das Theoriegebäude einer neuen Leitdisziplin auszubauen.

Zu den ersten disziplinformenden Konferenzen wird Ivor A. Richards eingeladen, auf dessen literaturtheoretische Arbeiten sich wenige Jahre später Max Black berufen wird. Was in den 1990er Jahren unter dem Begriff „Leitbild“ verhandelt wird, generalisiert Richards in Gegenwart der Kybernetiker als „feedforward suggestion“.[22] Ein Jäger in einem Wald habe sich – so illustriert Richards das Konzept – das gesuchte Tier, um es finden zu können, möglichst deutlich vorzustellen. Mit-

[21] GLASERFELD, Ernst von: Vortrag, gehalten am 10. Mai 2005 an der Universität Wien
[22] PIAS, Claus: Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953. Band 2, Berlin: Diaphanes, 2003, S. 383, S. 387, S. 395.

tels einem Bild, einem Schema oder einer allgemeineren, symbolischen Darstellung wird vordefiniert, was aus dem Dickicht des Waldes hervortreten soll.

Welcher im Zuge der „experimentellen Epistemologie“ unternommene Analogieschluss schließlich unpraktikabel und welcher probehalber weiter zu verfolgen wäre, lässt Kybernetiker Gordon Pask in Anbetracht der erbrachten Leistungen später zusammenfassen: „cybernetics is the science or art of manipulating defensible metaphors; showing how they may be constructed and what can be inferred as a result of their existence.“[23] McCulloch zeichnet diese relativistische Perspektive bereits in seiner Zusammenfassung der ersten sechs *Macy Conferences* vor:

> It was suggested that the best way to find out what an unknown machine did was to feed it a random input; clearly it had to be random in terms of the aspects of the input that the machine could discriminate. This was linked to the Rorschach Test, and its audiotory equivalent, and it was noted that the gibberish by free association was apt to cause the psychatrist to project his own difficulties on his patient.[24]

Dies nicht nur als Seitenhieb auf psychologische Testverfahren, sondern als Selbstkritik zu lesen, führt zu folgender Problemstellung: Sollte der Kybernetiker vom *locus observandi* hinabsteigen und selbst die Verkabelung mit einer *black box* wagen, würde sie ihm nur seine eigenen Unzulänglichkeiten offenbaren.[25]

Was der Kybernetik fehlt, diagnostiziert Heinz von Förster, sei ihre Anwendung auf sich selbst, eine „Kybernetik zweiter Ordnung“. Zentraler Kern dieses Ansatzes soll die „Beobachtung der Beobachter“ werden. Mensch und Computer, subsumiert als „nicht-triviale Maschinen“, werden zwar als deterministisch, aber analytisch unzugänglich erkannt, womit wiederum ein rein objektiver Zugang zur Realität ausgeschlossen wird:[26]

> Die amüsante Geschichte ist, dass im achtzehnten Jahrhundert die Welt wie eine Uhr aufgefasst wurde; alles mit kausaler Sicherheit; jeder

[23] PASK, Gordon: Cybernetics of Human Learning and Performance. London: Hutchinson Educational, 1975, S. 13.

[24] PIAS: Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953, S.723.

[25] Literarisch wurde dieses Motiv später von *science fiction* Autor Stanislaw Lem bearbeitet. Siehe z.B.: LEM, Stanislaw: Solaris. Hamburg: Von Schröder, 1972.

[26] Vgl. hierzu auch: POPPER, Karl R.: Indeterminism in Quantum Physics and in Classical Physics. The British Journal of the Philosophy of Science, 1 August 1950, Nr. 2.

> Zustand von A nach B, von B nach C. Die Idee war, dass, wenn man die Stellung und die Geschwindigkeit aller Moleküle des Universum kennen würde, man für alle Zukunft voraussagen könnte, wie sich das Universum verhält. Wenn man jetzt den Menschen, der das behauptet, mit in dieses Universum hineinzieht und weiß, dass er ein nichttriviales System ist, lässt sich auch die Zukunft des Universums nicht voraussagen.[27]

Mathematisch wird eine Theorie der *Eigenform* ausgearbeitet, die erklären soll, wie in Anbetracht der Unzugänglichkeit der *black box* und der endlosen Selbstreferentialität ihrer Beobachter dennoch brauchbare Muster entstehen:„They [Eigenforms] provide a metaphor for a means by which we might generate, from any random selection and out of nothing, a constant, recurring something; the stable concept of a stable object.“[28] Parallel zu Heinz von Försters mathematischen Modellen führen die physiologischen Argumentationen Humberto Maturanas und Ernst von Glaserfelds Studium der Schriften Vicos, Vaihingers und Piagets in eine ähnliche Richtung. Wittgensteins Diktum „Das Bild ist ein Modell der Wirklichkeit“ wird von Heinz von Förster zu „Die Wirklichkeit ist ein Modell des Bildes“ invertiert – eine Perspektive, welche in der Soziologie und Philosophie auf Interesse, in den naturwissenschaftlich ausgerichteten Ingenieursdisziplinen aber nur bedingt auf fruchtbaren Boden stößt. Ohne Bereitschaft den objektivistischen Standpunkt zugunsten gewagter Analogieschlüsse aufzugeben, bleibt die Kybernetik zweiter Ordnung ein „Schiffbruch mit Zuschauer“[29].

[27] PIAS: Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953, S. 59.
[28] GLANVILLE, Ranulph: Personal Wonder. In An unfinished revolution? Heinz von Foerster and the Biological Computer Laboratory, BCL 1958 - 1976. Wien: Edition Echoraum, 2007, S. 138.
[29] Zur Metapher des Schiffbruchs vergleiche: BLUMENBERG, Hans: Schiffbruch mit Zuschauer. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979.

4 Computer

Mr. Babbage´s invention puts an engine in the place of the computer; the question is set to the instrument; or the instrument is set to the question;

– Henry Thomas Colebrooke[1]

Aus ingenieurstechnischer Perspektive lässt sich der Computer als *Maschine* verstehen, deren Nutzen, in Tradition industrieller Entwicklungen, in der Automation von Arbeitsschritten liegt. In diesem Sinne verdankt der Computer der ersten durch ihn bedingten Rationalisierungsinvestition seine Bezeichnung. Wurden unter dem Begriff „Computer“ zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts Personen verstanden, die unter Zuhilfenahme von Papier, Stift und mechanischen Rechengeräten nummerische Problemstellungen lösen, kann nun eine einzelne Maschine die repetative Tätigkeit mehrerer Schreibtischarbeiter (*clerical tasks*) übernehmen.

Unterscheidet Alan Turing 1936 noch deutlich zwischen dem Computer – einem Menschen – und der *computing machine*, stellt er 1950 rückblickend fest: „The reader must accept it as a fact that digital computers can be constructed [...] and that they can in fact mimic the actions of a human computer very closely.“[2] Während die ersten konstruierten „digitalen Computer“ noch für militärische und wissenschaftliche Zwecke Berechnungen durchführen, versuchen die Computerpioniere Eckert und Machly die neue Technologie auch kommerziell zu verwerten. Das „Manual of Operation for UNIVAC System“, eine an den Kunden gerichtete Gebrauchsanweisung, versucht die Funktionsweise der Maschine durch eine um Lohnabrechnung bemühte Büroangestellte zu illustrieren (siehe Abbildung 4.1):

[1] COLEBROOKE, Henry Thomas: On Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage. Astronomische Nachrichten 3 1825, Nr. 58.

[2] TURING: Mind LIX [1950], S. 438.

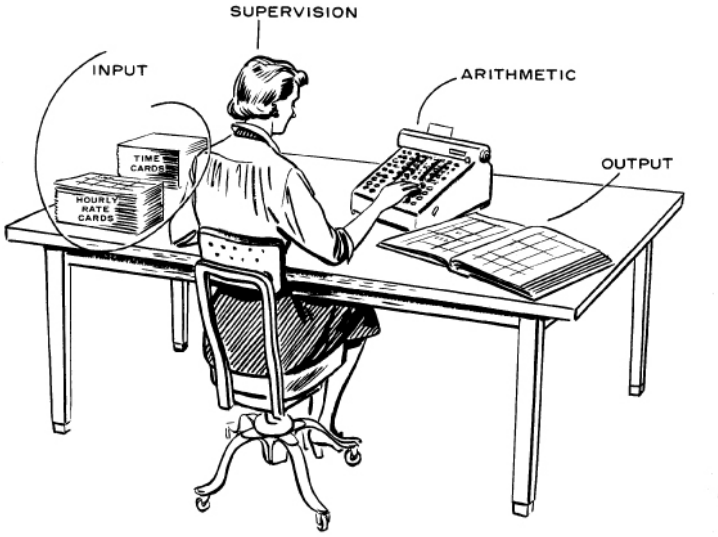

Abbildung 4.1: Der UNIVAC I als Büroangestellte

> The UNIVAC is a large electronic device designed to perform repetitive clerical or mathematical operations at a high rate of speed and accuracy. In order to make clear the function of each component of the computer and its relationship to other components, let us consider the operation of a payroll clerk.[3]

Die grundsätzliche Funktionsweise der *Universal Automatic Machine* kann aber nicht nur anhand der Darstellung einer Schreibtischarbeiterin auf vereinfachte Weise beschrieben werden. Der Computer soll auch überall dort zum Einsatz kommen, wo repetative Schreibtischarbeit wegrationalisiert werden kann. Ein am UNITYPER geschriebenes Programm wird dem UNIVAC per Magnetband zur Verarbeitung gegeben, wobei für den anschließenden Betrieb der Maschine ein zahlenmäßig niedrig gehaltener *operating staff* genügt. Die erhoffte Kostenersparnis soll dabei auch zu Berechnungen motivieren, die zuvor aufgrund von Aufwandsabschätzung nicht unternommen wurden.

[3] Manual of Operation for UNIVAC System. 1954 ⟨URL: `http://www.bitsavers.org/pdf/univac/univac1/`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

1952 findet der UNIVAC schließlich seine erste massenmediale Inszenierung. Vor einer blinkenden Attrappe der *Supervisory Control Console* werden über den landesweit ausstrahlenden Fernsehsender CBS die Ergebnisse der U.S. amerikanischen Präsidentschaftswahl vorausgesagt und der Computer zum Sinnbild technischen Fortschritts erhoben.

Doch bevor kunden- und problemorientiert das Computerzeitalter eingeläutet wird, stellen Computerpioniere noch weitaus ambitioniertere Überlegungen bezüglich der Universalität der Maschine an.

5 Gehirn

These machines are similar to what a brain would be if it were made of hardware and wire instead of flesh and nerves. It is therefore natural to call these machines mechanical brains. Also, since their powers are like those of a giant, we may call them giant brains.

– Edmund Callis Berkeley[1]

Die Angewohnheit, Dingen menschliche Eigenschaften zuzuschreiben, führte Vico auf einen ursprünglichen Umgang mit Erklärungsnotständen zurück:

> Wenn die Menschen die natürlichen Entstehungsursachen der Dinge nicht kennen und sie auch nicht durch Analogie erklären können, so schreiben sie den Dingen eine eigene und persönliche Natur zu, wie etwa das Volk sagt, der Magnet liebe das Eisen.[2]

Stehen keine passenden Bezugsquellen zu Verfügung, wird auf die Möglichkeit der Anthropomorphisierung zurückgegriffen. Folgt man diesem Ansatz, mag die Metapher des „Elektronengehirns“ auf einem technischen Unverständnis fußen, einer *pathetic fallacy* zweitklassiger Wissenschaftsjournalisten, einer möglicherweise bewussten Fehleinschätzung technischer Machbarkeiten genährt von reisserischer Berichterstattung meinungsformender Massenmedien im Zuge des von Technikeuphorie geprägten Wirtschaftsaufschwungs der Nachkriegsjahre.[3]

Die Metapher des „Elektronengehirns“ aber allein als Zeichen fehlenden Sachverstands zu deuten und auf metaphorische Minimalleistungen zurückzuführen,

[1] BERKELEY, Edmund Callis: Giant Brains or machine that think. 3. Auflage. New York, NY, USA [u.a.]: Wiley, 1952.
[2] Siehe: VICO: Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker, S. 89.
[3] Vgl. hierzu z.B.: MARTIN, C. Diane: The myth of the awesome thinking machine. Communications of the ACM, 36 1993, Nr. 4.

würde die ideengeschichtlichen Hintergründe technikgestützter Mimesis verkennen. Die Geschichte „künstlicher Menschen“ ist reichhaltig, sowohl an unterschiedlichen literarischen Behandlungen des Motivs[4], als auch durch den noch erhaltenen Fundus technischer Artefakte[5]. Neben den frühen Entwicklungen in der Prothetik und Robotik wird die Vorstellung der mechanischen Automatisierung von „Kopfarbeit“ schon früh mit dem Bau von Rechenmaschinen verfolgt. Während die Firma *Brunsviga* noch zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts ein „Gehirn von Stahl“ vertreibt, bringt der Bau zunehmend leistungsfähigerer Rechenautomaten die Diskussion um die Externalisierung komplexerer Gehirntätigkeiten auf neue Ebenen.

Bereits in den 30er Jahren stellt Zuse erste Überlegungen über ein „mechanisches Gehirn“ an. 1938 überträgt Claude Shannon Booles „laws of thought“ auf Schaltungen. 1943 entwickeln McCulloch und Pitts im Wirkungsfeld der *mathematischen Biophysik* ein vereinfachtes Neuronennetzmodell, welches wiederum von Neumann zur Organismus-Metaphorik seines einflussreichen EDVAC-Entwurfes inspiriert. Turing schreibt 1948 „Intelligent Machinery“. Edmund Berkeley, Mitbegründer der *Association for Computing Machinery* publiziert 1949 das Buch „Giant brains, or machines that think“, Lofti Zadeh, ein Jahr darauf „Thinking Machines: A New Field in Electrical Engineering“.

Eine neue Konnotation bekommt die Gehirnmetapher Mitte der 50er Jahre, als John McCarthy in einem Entwurf eines sommerlichen Forschungsprojekts den Begriff „Artificial Intelligence“ prägt und die Entwicklung intelligenter Maschinen zum Forschungsziel einer neuen Wissenschaft erklärt. Damit *sind* Computer keine Gehirne mehr, sollen aber zu solchen entwickelt werden. Die beschreibende Metapher wird zu einem Leitbild umgewandelt, wie es Turing 1951 bereits in einem *BBC Broadcast* vorweg nimmt:

> [...] it seems that the wisest ground on which to criticise the description of digital computers as „mechanical brains“ or „electronic brains“ is that, although they might be programmed to behave like brains, we

[4] Exemplarisch sei hier der hinkende griechische Schmiedegott Hephaistos genannt, dem bereits Homer goldene Dienerinnen zur Seite stellt.

[5] Als Beispiel soll hier der Verweis auf die Automaten des Uhrmachers Pierre Jaquet-Droz genügen.

> do not at present know how this should be done. With this outlook I am in full agreement. It leaves open the question as to whether we will or will not eventually succeed in finding such a programme. I, personally, am inclined to believe that such a programme will be found."[6]

Computerwissenschaftliche Fachdisziplinen, die sich mit weniger ambitionierten Zielen auseinandersetzen, beginnen in Folge dezidiert von der Gehirnmetapher Abstand zu nehmen. Zurück bleiben allerdings anthropomorphe Restbestände, die bereits der Begriff „Computer" mit sich brachte oder in den „Imperativ" des metaphernbeladenen *Von Neumann Designs* eingeschrieben wurden.

Das mit *Neuronen*, *Gedächtnis* (*memory*) und *Sinnesorganen* ausgestattete *automatic computing system* John von Neumanns erwartet Anweisungen (*orders*), die es – solange keine Komplikationen auftreten – ohne Intervention eines Menschen ausführen kann.

Mit direktem Anschluss eines *teletypers* erhält der Computer als Befehlsempfänger später nicht nur die Möglichkeit, während der Abarbeitung der Befehlsfolgen in lesbarer Form Rückmeldungen zu geben, sondern ebenso *Fragen* zu stellen. In Zusammenlegung von Drucksystem, Kontrollpult und Lochkartenstanzmaschine entsteht die Dialogsituation des *command line interfaces*, in welcher der Computer zwar nicht als *Elektronengehirn*, aber dennoch als linguistische Entität auftritt. Mit der *Eingabeaufforderung* wird eine Konversation von Seiten der Maschine initiiert, in der anthropomorphe Vorstellungen im Wechsel der Kontrollverhältnisse, auch jenseits der Beanstandung *intelligenten Verhaltens*, bis zu dem heutigen Tag beständig bleiben.

[6] TURING, Alan: Can automatic calculating machines be said to think? 15. Mai 1951 ⟨URL: `http://www.turingarchive.org/browse.php/B/6`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

6 Werkzeug

> It is just a tool; it cannot do anything with problems it is not told to do. Solutions by computers are only as good and as sensible as the people who define the problem, state the objective, and choose the criterion can make them.
>
> – Edward S. Quade[1]

Die Berufung auf die Werkzeugmetapher beruht vor allem auf eine dezidierte Abkehr von früheren euphorischen Leistungsprognosen sowie begleitenden anthropomorphen Deutungen und erscheint damit auf den ersten Blick als Akt neu gewonnener Bescheidenheit. Anstatt an einer „zweiten Schöpfung“ zu arbeiten, soll sich der Computerspezialist als mangelhaft ausgestattetes bzw. unspezialisiertes Lebewesen in der Werkzeugherstellung versuchen.

„You have this match, Deep Blue, Kasparov – and people want to envision some sort of personality or some sort of human-like thing there. But there isn't, I mean, it's just a tool.“[2], beteuert etwa *Deep Blue* Entwickler Joseph Hoane, in Bezug auf die massenmedial inszenierte Konfrontation mit dem amtierenden Schachweltmeister. Um den eigenen Mangel an spielerischen Fertigkeiten zu kompensieren, bedient sich das IBM Entwicklungsteam der Computertechnik: „I'm not an expert, certainly less than an expert actually. But if I'm the one programming the computer and the computer can play at that level, that shows you what you can do with a computer.“[3]

[1] QUADE, Edward S.: Mathematics and Systems Analysis. In Analysis for military decisions. RAND Corporation, 1964.

[2] One-on-one with Joe Hoane. ⟨URL: `http://www.research.ibm.com/deepblue/meet/html/d.4.5.a.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[3] A. a. O.

Nicht der Computer spielt gegen Kasparov, sondern das Entwicklungsteam – eine Perspektive, auf die es scheinbar noch fünfzig Jahre nach dem Bau erster „Elektronengehirne“ hinzuweisen gilt.

Die Betonung der Rolle des Werkzeugherstellers und Benutzers geht dabei mit der Behauptung einer Zweck-Mittel-Relation einher, wobei die Mittel bzw. Werkzeuge stets auf Basis eines jeweiligen Zweckes gefunden werden. Innerhalb der IT-Branche wird dabei das Mittel häufig als *Lösung* eines dazugehörigen *Problems* beworben. Diese Relation bleibt jedoch nicht auf ein simples Frage - Antwort Verhältnis zwischen einem fragenden Benutzer und einem orakelhaften Elektronengehirn beschränkt. Methodisch geht, dem Wasserfallmodell zufolge, die Spezifikation einer Software aus einer Anforderungsanalyse hervor, welcher anschließend Implementation, Testphase und Nachjustierungen folgen. Der unprogrammierte *general purpose computer* ist eine *potenzielle Lösung* auf der Suche nach einem Problem.

Die kaum abstreitbaren Erfolge der Informatik hinsichtlich der Entwicklung von Schachcomputern gründen allerdings auf einer klar definierten Aufgabenstellung innerhalb vorgegebener Verhältnisse. Peter Naur versucht Mitte der 1960er Jahre die durchaus komplexer gearteten Schwierigkeiten innerhalb lebensweltlicher Zusammenhänge zu verdeutlichen.

> [...] we are dealing with three elements: problems, tools, and people, and the essence of the situation is the interplay between them. More specifically, we cannot, as people, think of a problem without at the same time implying some kind of tool. Stronger yet, when the tool changes the problem is not the same any more. On the other hand, our opinion about what is a proper, or desirable, tool surely depends on our understanding of the problem. In any case the problem and tool are nothing if they are not recognized as such by a person – that is where the people come in."[4]

[4] NAUR, Peter: The Place of Programming in a World of Problems, Tools, and People. In Computing: a human activity. ACM Press, 1965, S. 2.

Die Wirkung des Werkzeugs auf dessen Benutzer, ganz im Sinne des Maslowschen Hammers und der dazugehörigen Welt voller Nägeln, veranlasst auch Dijkstra zu entsprechenden Überlegungen:

> It has to do with the influence of the tool we are trying to use upon our own thinking habits. I observe a cultural tradition, which in all probability has its roots in the Renaissance, to ignore this influence, to regard the human mind as the supreme and autonomous master of its artefacts. But if I start to analyse the thinking habits of myself and of my fellow human beings, I come, whether I like it or not, to a completely different conclusion, viz. that the tools we are trying to use and the language or notation we are using to express or record our thoughts, are the major factors determining what we can think or express at all![5]

Während die Werkzeugmetapher zweckrationalistische Verhältnisse suggeriert, rückt sie gegen Ende der 1970er Jahre in das Zentrum einer Debatte um Wirkung und Nachhaltigkeit. Technikkritiker Joseph Weizenbaum verweist in der viel zitierten Schrift „Computer Power and Human Reason“ auf psychologische und gesellschaftliche Konsequenzen des Werkzeugbaus, die das scheinbar klare Verhältnis zwischen Benutzer und Benutztem deutlich in Frage stellen:

> Es wird oft gesagt, der Computer sei nur ein Werkzeug. Die Funktion des Wörtchens ‘nur’ in dieser Aussage soll zu dem Schluß verleiten, daß der Computer in keinem fundamentalen Sinne sehr wichtig sein kann, da Werkzeuge an sich nicht sehr wichtig sind. Ich habe behauptet, daß Werkzeuge die Rekonstruktion der Wirklichkeit in der Phantasie des Menschen formen und deshalb an der Ausbildung der menschlichen Identität beteiligt sind.[6]

Weizenbaum merkt allerdings an, dass sich die Stärke einer Metapher, neue Einsichten zu erbringen, weitgehend vom Gehalt des kontextuellen Rahmen abhängt, mit dem sie sich verbindet.[7] Während mit der Untersuchung des Verhältnisses

[5] DIJKSTRA, Edsger W.: The humble programmer. Communications of the ACM, 15 1972, Nr. 10.
[6] WEIZENBAUM, Joseph: Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977, S. 213.
[7] Siehe: A. a. O., S. 214

zwischen Werkzeug und Werkzeugbenutzer gegen verharmlosende Betrachtungsweisen angekämpft wird, beginnt sich ein Diskurs zu formieren, der sich an einem expliziten Verzicht der Metapher orientiert. Anstatt die Wirkmächtigkeit von Werkzeugen herauszuarbeiten, werden nun Konzepte gesucht, welche Dominanzbehauptungen des Benutzers erst gar nicht nahe legen.

Größtenteils staatlich subventioniert beginnen sich *Technology Assessment*, Technikfolgenabschätzung, Wirkungsforschung und die Futurologie zu institutionalisieren. Die vom Computereinsatz mitgetragenen gesellschaftlichen Veränderungen gilt es zu untersuchen und zu bewerten, sodass auf etwaige Risiken und Chancen auf politischer Ebene reagiert werden kann. Unter dieser Aufgabenstellung veranstaltet das von der schwedischen Regierung gegründete Komitee für zukunftsorientierte Studien 1979 eine Symposium, welches unter dem Titel „Is the computer a tool?“ der Frage gezielt nachgehen soll, inwiefern der Computer nun als Werkzeug oder etwas grundsätzlich anderes zu verstehen ist. Die Antworten fallen weitgehend negativ aus.

Eine alternative Betrachtungsweise bietet Sherry Turkle, die den technikphilosophischen Diskurs in die Entwicklungspsychologie zu überführen versucht: Der Computer soll als eine Art Rorschachtest verstanden werden.[8] Die unterschiedlichen Betrachtungsmöglichkeiten des Computers gilt es, gleich jenen Tintenklecksen, anhand deren Deutungen psychopathologische Diagnosen gestellt werden, wissenschaftlich zu analysieren. Anstatt sich in kybernetischer Grundlagenforschung zu verlieren (vgl. Kapitel 3.4), wird nun allerdings nach Piagets Experimentalpsychologie vorgegangen. Turkles Interesse gilt dabei speziell Kindern, die noch nicht mit Computertechnik in Kontakt gekommen sind und in Diskussionen um die Lebendigkeit und Denkfähigkeit von computergestützten Spielzeugen verwickelt werden.

Kinder, welche bereits programmieren werden wiederum hinsichtlich ihrer Arbeitsweise beobachtet und befragt. Dabei zeigt sich für Turkle, dass Benutzer den Computer mit sich selbst vergleichen und dieser die Rolle eines Reflexionsmediums

[8] Siehe: TURKLE, Sherry: Computer as Rorschach: Subjectivity and Social Responsibilty. In Is the computer a tool? Stockholm, Schweden: Almqvist and Wiksell International, 1980.

einzunehmen scheint: „[...] computer metaphors can turn into a new popular psychology for the culture at large.“[9]

Wie der Computer gesehen und genutzt wird, obliegt aber kaum der alleinigen Entscheidung des einzelnen Benutzers (und dessen Beobachters). Programmiert wird häufig in Gruppen, wobei dabei wiederum auf Programme zurückgegriffen wird, die wiederum von anderen Benutzern erstellt wurden. Die Tintenkleckse, in Turkles Metaphorik gesprochen, werden dabei nicht nur gedeutet, sondern stetig nachgebessert.

Bereits in den frühen 1960er Jahren stellt sich zudem der Gebrauch eines Betriebssystems als praktikabel heraus. Vom ersten *Loader*, über *Batch Processing* und *Multiprogramming* bildet sich mit den *Time Sharing Systems* eine neue Perspektive heraus. Anstatt einen einzelnen Computer *from scratch* zu programmieren, gilt es nun zahlreiche, quasi-parallel laufende Prozesse zu orchestrieren. Was sich bald zur „Softwarekrise“ zuspitzt, ist vor allem der ansteigenden Komplexität dieser Aufgabe verschuldet.

Als Reaktion auf diese Problemlage sponsert 1968 das *NATO Science Commitee* eine Konferenz, die unter dem damals gegenüber Computerwissenschaftern nicht unprovokanten Titel „Software Engineering“ Diskussionen um eine adäquate Methodenlehre anregt. Dijkstra stellt dort das Konzept der hierarchischen Strukturierung von Softwarekomponenten vor, das er am THE (*Technische Universiteit Eindhoven*) System exemplifiziert.

Mel Conway publiziert im selben Jahr eine These, die später als „Conway´s Law“ bekannt werden sollte: Jegliche Organisation, die sich im Systemdesign versucht, wird in ihrem Produkt unweigerlich ihre eigene Struktur abbilden.[10]

[9] TURKLE, Sherry: The second self: computers and the human spirit. Cambridge, MA: MIT Press, 2005, S. 146.

[10] Siehe: CONWAY, Melvin E.: How Do Committees Invent? Datamation April 1968.

7 Architektur

At level 4 we find the independent user-programs
and at level 5 the operator (not implemented by us)
– Edsger Wybe Dijkstra[1]

Mitte der 1960er Jahre etabliert sich das Konzept der Abstraktionsschichten (*layers of abstraction*) in den Computerwissenschaften. Dijkstra schildert dies als Versuch, eine „less attractive machine“ in eine attraktivere umzuwandeln, um den Vorgang an dieser anschließend fortzusetzen:

> We conceive an ordered sequence of machines: $A[0]$, $A[1]$, $\ldots A[n]$, where $A[0]$ is the given hardware machine and where the software of layer i transforms machine $A[i]$ into $A[i+1]$. The software of layer i is defined in terms of machine $A[i]$, it is to be executed by machine $A[i]$, the software of layer i uses machine $A[i]$ to make machine $A[i+1]$.

Praktikabel scheint dabei, sich dies als Stapelung unterschiedlicher Schichten vorzustellen, wobei die Schnittstellen mehr oder weniger treffend beschriebene Leistungen (*services*) anbieten. Dies bietet nicht nur Möglichkeiten schnittstellenkonforme Ebenen auszutauschen (Portabilität), sondern auch eine *höhere* Schicht zu nutzen, ohne notwendigerweise die Funktionsweise darunter liegender Schichten beachten zu müssen. Grundsätzlich wird dabei zwischen Hardware und Software unterschieden, wobei letztere wiederum grob in Betriebssystem und Anwendungsebene sowie weitere Schichten getrennt wird. Abbildung 7.1 veranschaulicht dies durch eine Stufenpyramide, an deren Spitze sich jene Schnittstelle befindet, die gemeinhin als *user interface* bezeichnet wird. Dem *bottom-up* Ansatz fol-

[1] DIJKSTRA, Edsger W.: The structure of the 'The'-multiprogramming system. Communications of the ACM, 11 1968, Nr. 5, S. 343.

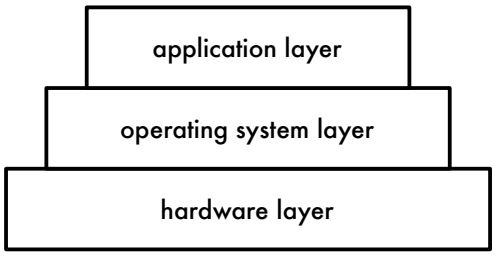

Abbildung 7.1: Stufenmodell

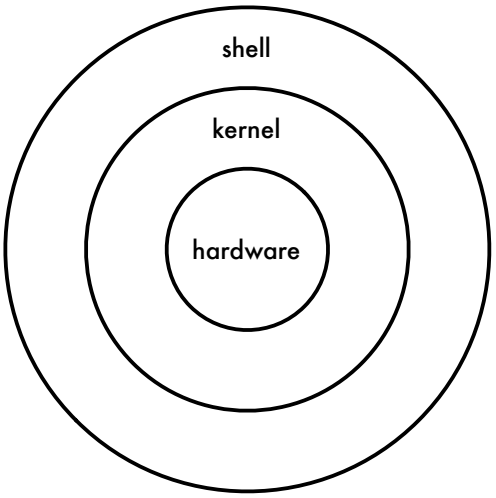

Abbildung 7.2: Schalenmodell

gend verlangt ihre Gestaltung nur noch nach ergonomischen Optimierungen und „kosmetischen Detailarbeiten".[2]

Was Dijkstra aber als sukzessive Verbesserung der „Attraktivität" einer Maschine beschreibt, beginnt bereits in der Gestaltung des Fundaments: „The point is that what is put in layer 0 penetrates the whole of the design on top of it and the decision what to put there has far reaching consequences." Unter dem *user* kann damit keine real existierende Person „aus Fleisch und Blut" verstanden werden, sondern eine in Folge zahlreicher Designentscheidungen geformte fiktionale Figur, die sich schließlich vor allem durch ihre grotesken[3] Züge auszeichnet.

Soll hingegen von Zielvorgaben *top-down* ausgegangen werden, bleibt offen, auf welcher Höhe hierbei anzusetzen sei. Tatsächlich von den Bedürfnissen des Benutzers auszugehen (*human centered design*) stößt dabei auf Widerstände, gilt doch die Stufenpyramide nicht nur als vereinfachende Veranschaulichung einer Softwarearchitektur, sondern steht zudem für eine bestimmte Sichtweise der Informatik auf sich selbst. Die unterschiedlichen Ebenen verweisen nicht nur auf unterschiedliche Professionen, sondern lassen sich grob akademischen Fachgebieten

[2] Die marginalisierende Kosmetikmetapher findet sich auch heute noch in zahlreichen einführenden Lehrbüchern, zB.: BLIEBERGER, Johann et al.; SCHILDT, Gerald-Helge (Hrsg.): Informatik. 3. Auflage. Wien, New York: Springer, 1996, S. 379.

[3] Vgl.: DIJKSTRA: On Webster, users, bugs and Aristotle.

zuordnen (theoretische und technische Informatik, praktische Informatik und angewandte Informatik).[4]

Ohne universale Erklärungsmuster, wie sie die Kybernetik entwickelt hatte, wird die Auseinandersetzung mit dem „human factor“ zum versuchten Brückenschlag an der „Peripherie“ des informatischen Gegenstandsbereich. Vor jenen Aspekten, die über rein funktionale Spezifizierbarkeit hinausgehen, sieht Dijkstra allerdings eine *logical firewall*, welche die „well-carved niche“ der Computerwissenschaft vor dem „pleasantness problem“ und Einflüssen der „soft sciences“ bewahrt.[5] Eine auf mathematische Grundlagen aufbauende Wissenschaft könne sich keinesfalls durch humanwissenschaftliche Hypothesen einschränken lassen. Eine „applied psychology of the user“, wie sie Thomas Moran am Xerox Forschungslabor zu entwickeln versucht, sei nicht einmal als Subdiziplin einer Computerwissenschaft zu akzeptieren.[6] Innerhalb computertechnischer Fachzirkel besteht dafür auch anfangs kaum Bedarf, insofern Entwicklung und Benutzung in einer Tätigkeit zusammenfallen. Das anthropomorphe *command line interface* wandelt sich dabei zunehmend in eine Sammlung kombinationsfähiger Entwicklungswerkzeuge, deren Bedienung in beigefügten Einträgen in einem *online manual* beschrieben wird.

Unter diesen Voraussetzungen verbleibt die Auseinandersetzung mit der „menschlichen Komponente“ aus der Sicht der Kerninformatik auf unverbindliche, interdisziplinäre Angebote beschränkt. Eine Wertigkeit wird allerdings dem in der Praxis angeeigneten Erfahrungsschatz erfolgreicher Entwickler zugesprochen, der sich theorielos aber nur schwer vermitteln lässt. Versuche die *best practises* in *design*

[4] Wissenschaft als Architektur von Theoriegebäuden zu verstehen, greift dabei auf eine traditionelle Metapher zurück, nach der sich jegliche Grundlagenforschung als Fundamentlegung nachfolgender Baukonstruktionen oder Untermauerung bereits vorhandener Hypothesen versteht. Im Gegensatz zu reduktionistischen Ansätzen der Naturwissenschaften gilt für die Informatik allerdings nicht die Physik als Grundlage, die sich der Mathematik zwecks Beschreibung von Phänomenen bedient, sondern umgekehrt die Mathematik, um auf diese aufbauend Kenntnisse der angewandten Physik, im speziellen der Elektrotechnik, anzuwenden. Der konstruierte Computer wird aus dieser Perspektive als künstliches Artefakt strikt von seiner Umwelt unterschieden, deren Formalisierbarkeit Grenzen gesetzt sind. Siehe hierzu: ZEMANEK, Heinz: Abstract Architecture. In Proceedings of the Abstract Software Specifications, 1979 Copenhagen Winter School. 1980, S. 13, 25.

[5] Siehe z.B.: DIJKSTRA, Edsger W.: Science fiction and science reality in computing. ⟨URL: `http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd09xx/EWD952.PDF`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[6] Vgl.: DIJKSTRA: On Webster, users, bugs and Aristotle.

principles und *guidelines* zusammenzufassen, führt unter Einbezug systemanalytischer Terminologie und speziell entwickelten Notationen und Diagrammdarstellungen zu zahlreichen *software engineering* und Design Methodologien. Ende der 1980er Jahre werden, in Anlehnung an das Konzept des Architekten Christopher Alexander, „Entwurfsmuster“ ausgearbeitet. Zemanek stellt aber bereits 1979 die Vermutung auf, dass die „architektonische Phase“ der Informatik mit einer *Rehumanisierung* enden müsse.[7]

In einem Arbeitskreis des Fachbereichs „Informatik und Gesellschaft“ der „Gesellschaft für Informatik“ fordert Wolfgang Coy zu Beginn der 1990er Jahre eine theoretische Fundierung, eine Theorie der Informatik, die er in der sogenannten *theoretischen Informatik* vermisst. Hinsichtlich der zunehmenden computertechnischen Durchdringung gesellschaftlicher Bereiche ist eine Reflexion bisheriger Denktraditionen und Leitbilder angebracht.[8] Jörg Pflüger sieht einen zukünftigen Bestand der Informatik nur in der Wandlung ihres Kerns zur Grenzdisziplin: Der Informatiker habe sich auf Dijkstras Brandmauer zu kauern, um von dort aus in alle Richtungen zu spähen.[9] Computerpionier Peter Wegner verweist wiederum auf noch unerschlossene Potentiale der *theoretischen Informatik*, die in einer näheren Auseinandersetzung mit Turings *choice machine* zu finden seien.

Doch bevor unter großer Aufregung[10] Umbauten am Theoriegebäude der Informatik unternommen werden, etabliert sich die „Oberfläche“ als zentraler Untersuchungsgegenstand der HCI-Forschung. In *XEROX PARC* erarbeitet man in den 1970er Jahren eine Alternative zum etablierten *command line interface*. Der Computer soll nicht mehr als Gegenüber, mit dem es dialogbasiert zu arbeiten gilt, sondern als Arbeitsfläche verstanden werden.

[7] Siehe: ZEMANEK: Abstract Architecture, S. 20.

[8] Siehe: COY, Wolfgang: Für eine Theorie der Informatik. In Sichtweisen der Informatik. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 1992.

[9] Siehe: PFLÜGER, Jörg: Informatik auf der Mauer - Zur Diskussion gestellt. Informatik Spektrum, 17 1994, Nr. 4.

[10] Vgl. hierzu: NAKE, Frieder/ROLF, Arno/SIEFKES, Dirk (Hrsg.): Informatik: Aufregung zu einer Disziplin. 2001 ⟨URL: `http://tal.cs.tu-berlin.de/siefkes/Heppenheim`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

8 Schreibtisch

> Messy notions of „interface metaphor“ are employed to gloss over the differences between representation and reality, attempting to draw little cognitive lines from the things we see on the screen to the „real“ activities that psychologists tell us we are performing. Interface metaphors rumble along like Rube Goldberg machines, patched and wired together every time they break, until they are so encrusted with the artifacts of repair that we can no longer interpret them or recognize their referents.
>
> – Brenda Laurel[1]

Jene Entlastungsmöglichkeiten auszureizen, die mit der Verkapselung unterschiedlicher Systemkomponenten einhergeht, führt zur Vorstellung eines Benutzertypus, dem eine Auseinandersetzung mit unteren Abstraktionsebenen nicht mehr zugemutet werden muss. An der *Workstation* und dem *Personal Computer* sollen Tätigkeiten an den obersten Abstraktionsschichten ermöglicht werden – und dies unter Einsparung von Einschulungs- und Einarbeitungszeit.

Was mit den unscharfen Begriffen „intuitive Benutzeroberfläche“ und „selbsterklärende Bedienung“ umschrieben wird, gründet auf der Hoffnung das Repertoire *mentaler Modelle* des *users* nutzbar machen zu können. Praktikable Verhaltensmuster, die sich der Benutzer abseits computertechnischer Systeme angeeignet hat, sollen durch die Hilfe von Metaphern zur Anwendung gebracht werden.

Ein dafür am Schreibtisch platzierter Monitor zeigt Bilder, die, ohne einem zwischengeschalteten Konversationspartner, gestisch manipuliert werden können (*direct manipulation*). Aus der Bürokratie entlehnte Konzepte der elektronischen Datenverarbeitung werden als *Icons* auf einer Arbeitsoberfläche visualisiert. Das *file*, das um gelesen zu werden, erst *geöffnet* werden muss, ist nun ein Dokument, welches in Aktenordnern, dem Postausgangskorb oder dem Mistkübel abgelegt wer-

[1] LAUREL, Brenda: Computers as Theatre. Amsterdam: Addison Wesley, 1993, S. 31.

den kann. Berechnungen werden mithilfe eines Taschenrechners durchgeführt. Eine Uhr hilft, die Arbeitszeit im Auge zu behalten, während es Formulare zu bearbeiten gilt.

All dies stellt dem Bürokraten ein Milieu zu Verfügung, in welchem er sich heimisch fühlen kann und von zeitaufwendigen, aber dennoch automatisierbaren Aufgaben (*clerical tasks*) entlastet wird. Der Transport betriebsinterner Post wird durch ein Computernetzwerk verwirklicht. Laserdrucker und WYSIWYG-Darstellung ermöglichen das personalreduzierende *desktop publishing*.

Die in den Forschungslabors des Kopiermaschinenherstellers XEROX entwickelte prototypische *Star Workstation* beschert allerdings nur geringen kommerziellen Erfolg. Erst mit dem wesentlich kostengünstigeren *Apple Macintosh* und folgenden Adaptionen, welche wesentliche Designentscheidungen des *Stars* weiterführen, entsteht ein Massenmarkt, in welchem die *desktop metaphor* über Jahrzehnte paradigmatisch vorherrschen soll. Die Schreibtischmetapher zeigt sich dabei nicht nur im bürokratischen Kontext als adäquat, sondern ebenso in den *Creative Industries* und dem *Home Computing*-Bereich.

Begleitet werden die marktwirtschaftlichen Entwicklungen vom wachsenden Interesse an einer theoretischen Fundierung der neuartigen Mensch-Maschine-Schnittstelle. Die *Association of Computer Machinery* (ACM) gründet 1980 das *Human Aspects of Computing Department*. Die *Special Interest Group on Social and Behavioral Science Computing* (SIGSOC) wandelt sich 1982 zur *Human Computer Interaction* Gruppierung (SIGCHI) und beginnt sich im Interesse um den neuen Benutzertypus von der traditionellen *Human Factors and Ergonomics* Forschung zu distanzieren. Anstatt die effiziente Bedienung eines Computers durch einen geschulten *operator* zu optimieren, gilt es nun das Verhalten des „laienhaften“ Konsumenten zu untersuchen.

Vorteile und Nachteile der Schreibtischmetapher werden herausgearbeitet, mögliche Verbesserungen und Erweiterungen vorhandener Implementierungen diskutiert und das Büro als eine dem Benutzer potenziell vertraute, aber nicht notwendigerweise optimale Arbeitsumgebung bewertet. Die in einem Büro stattfindenden Tätigkeiten gilt es nicht mit den damit verfolgten Zielen zu verwechseln – eine in der Entwurfsphase allzu „wörtlich“ interpretierte Metapher mag demnach die Nutzungsmöglichkeiten des fertigen Produkt unnötig einschränken. Als Be-

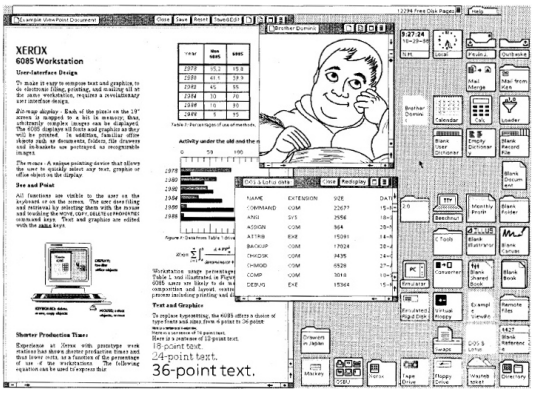

Abbildung 8.1: ViewPoint am Xerox 6085

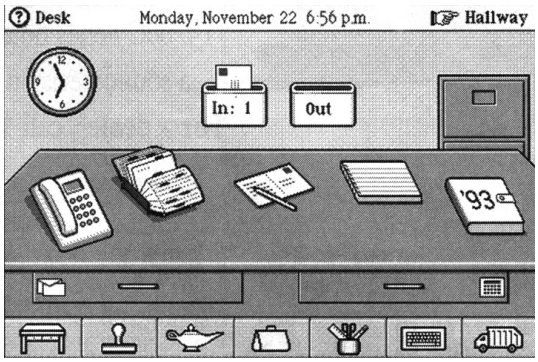

Abbildung 8.2: Magic Cap

stätigung dieser Annahme wird später der nur geringe kommerzielle Erfolg von *General Magic´s Magic Cap* (siehe Abbildung 8.2), *Microsofts Bob* und diversen dreidimensionalen Bürosimulationen gewertet.

Während der Designer die Vorteile der „uneigentlichen Rede“ bewusst nutzen soll, stellt sich allerdings die Frage, inwiefern nicht der Benutzer durch die unterschiedliche Auslegungsmöglichkeiten der Metapher behindert wird. Der Vergleich des Dateisystems eines Computers mit einem Aktenschrank, verlangt die Ausarbeitung etwaiger Unterschiede. Frank Halasz und Thomas Moran empfehlen deshalb bereits 1982, unter Berufung auf Arbeiten Lakoffs und Johnsons, dem Benutzer eines *Unix* Dateisystems besser gleich die Baumstruktur zu erklären, als ihn durch inadäquate Analogien zu verwirren.[2]

Nach der Theorie Lakoffs[3], würde allerdings sowohl das Konzept des *file systems* auf einer Metapher beruhen, als auch das des Baumes. Zudem basiert die Vorstellung Dateien in Ordnern ablegen zu können auf der grundlegenden *Container-Metapher*, und tatsächlich lassen sich nahezu alle abstrakten Konzepte, so Lakoff, auf Metaphern zurückführen.

[2]Siehe: HALASZ, Frank/MORAN, Thomas P.: Analogy considered harmful. In Proceedings of the 1982 conference on Human factors in computing systems. New York, NY, USA: ACM Press, 1982.

[3]In weiterer Folge seien dabei die in Zusammenarbeit mit Mark Johnson, sowie auch Rafael Núñez entstandenen Ansätze zu verstehen.

Anfangs an einer auf formaler Logik und generativer Transformationsgrammatik fußenden Semantik interessiert, versuchte Lakoff Mitte der 1970er Jahre, einen seinen bisherigen Bemühungen diametral entgegengesetzten Ansatz zu verfolgen. Anstatt die kognitiven Fähigkeiten des Menschen anhand von Symbolmanipulationen zu beschreiben, wird nach vorsprachlichen Voraussetzungen gesucht, die Lakoff schließlich zu einer *theory of the embodied mind* führen.

Evolutionsbedingte rudimentäre Zähl- und Rechenfähigkeiten, die sowohl in Tieren als auch Menschen vorhanden sind, können nach Lakoff mithilfe körperlicher Erfahrungen und darauf fußenden Metaphern bis hin zur höheren Mathematik erweitert werden. Ebenso sollen umgangssprachliche Äußerungen auf Metaphern beruhen, was anhand zahlreicher toter Metaphern und deren Klassifizierbarkeit verdeutlicht wird.[4]

Inwiefern diese Hypothesen, etwa neurophysiologisch, tatsächlich untermauert werden können, ist Bestandteil noch andauernder Kontroversen. Innerhalb der HCI-Forschung werden Lakoffs Arbeiten jedoch schon zu Beginn der 1980er Jahre weitgehend angenommen, um vorwiegend als Bezugspunkt zu dienen, wenn es die Relevanz der Metapherforschung zu begründen gilt. Abseits derartiger allgemein gehaltener Rechtfertigungen zeigt sich Lakoffs Metapherntheorie hinsichtlich der Bemühungen um Designrichtlinien allerdings nur als wenig ergiebig. Lakoff untersucht Metaphern als Grundlage sprachlicher Äußerungen und abstrakter Konzepte. Auf welche Weise letztere wiederum in eine „intuitive Benutzeroberfläche“ rückübersetzt werden sollten, ohne dem Benutzer die Auseinandersetzung mit der historisch gewachsenen Komplexität eines Computersystems zuzumuten, bleibt offen. Zwar lassen sich etablierte GUI Elemente unterschiedlichen Klassifikationen Lakoffs zuordnen, qualitative Kriterien können jedoch weiterhin nur von Benutzertests und dem kommerziellen Erfolg von Softwareprodukten abgeleitet werden.

Ein produktgeschichtlicher Rückblick zeigt allerdings eine zunehmende Distanzierung von der Schreibtischmetaphorik. Wenn auch die um Konsistenz bemüh-

[4] Für eine umfangreiche Sammlung derartiger Metaphergruppierungen siehe: LAKOFF, George/ESPENSON, Jane/SCHWARTZ, Alan: Master metaphor list. Second draft copy. Cognitive Linguistics Group. University of California, Berkeley, 1991 ⟨URL: `http://araw.mede.uic.edu/~alansz/metaphor/METAPHORLIST.pdf`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

ten GUI *guidelines* führender Betriebssystemhersteller weiterhin den Nutzen der Metapher betonen, verblasst die Rolle der *desktop metaphor* um die Jahrtausendwende zu der eines revisionsbedürftigen Leitbildes.

Etablierte Symbole werden aus ihren ursprünglichen Bedeutungszusammenhängen entrissen.[5] Applikationshersteller benutzen *Icons* um Produktnamen zu veranschaulichen oder Firmenlogos zu präsentieren. Mit *Windows 95* wird der werbetechnisch einprägsame *start button* eingeführt, der dem Benutzer das *program launching* durch *submenus* ermöglicht.[6] Benutzer tapezieren die Oberfläche des Schreibtisches mit *wallpapers*. Comicfiguren, die bereits in *Microsoft Bob* zum Einsatz kamen, finden sich in unterschiedlichen *Windows XP* Komponenten und Applikationen wieder, darunter eine anthropomorphisierte Büroklammer, die dem Benutzer beim Verfassen von Texten assistieren soll. Zudem bietet der Bürokontext kaum Bezugspunkte für die im Zuge des *Internet Mainstreamings* an Relevanz gewinnenden *net services*.

Im Angesicht derartiger Anomalienanhäufungen wird die Suche nach neuen Metaphern zum Pflichtprogramm, um den Eindruck von Kohärenz wieder herzustellen.[7] In den Bemühungen um einen Paradigmenwechsel stellt sich allerdings bald der Verdacht ein, womöglich die Rolle der Metapher im GUI-Design selbst überdenken zu müssen.

Der Wunsch nach einer Neuorientierung findet unter anderem in einer von Don Gentner und Jakob Nielson formulierten Programmschrift Ausdruck. Innovations-

[5] Exemplarisch sei hier das *Mac OS 8.5* Programm *Sherlock* angeführt, dessen Suchfunktion durch Lupe und Deerstalker-Hut veranschaulicht wurde. Das *Icon* des später entwickelten *Mac OS 10.4* Programms *Spotlight* zeigt nur noch eine Lupe, ohne jedoch direkt auf das Klischee des scharfsinnigen Detektivs zu verweisen.

[6] Die Einführung des Start-Knopfes wurde zwar einerseits durch *Usability* Studien begründet, dabei aber ebenso als zentrales Element einer aufwendigen Marketingkampagne genutzt. Die Rechte des Liedes „start me up“ wurden eingekauft, der Slogan „Where do you want to go today“ propagiert und der Bestseller „The Road Ahead“ geschrieben. Der Weg in die erfolgversprechende Zukunft führt für den *start up* Unternehmer über die Motorradromantik eines *Rolling Stones* Liedes und ein Betriebssystem – eine Werbebotschaft, der zehn Jahre nach der Einführung des Start-Buttons von der *Microsoft* gestarteten Initiative „start something“ noch Nachdruck verschafft wird. Im Betriebssystem *Windows Vista* wird der *start button* schließlich durch das *Windows* Logo selbst ersetzt.

[7] Als ein Beispiel der dabei entwickelten Kuriositäten sei *PSDoom* erwähnt, welches die Funktion des *Unix* Befehls „kill“ in die Umgebung eines Videospiels übersetzt. Siehe hierzu: CHAO, Dennis: Doom as an interface for process management. In CHI '01: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. New York, NY, USA: ACM Press, 2001.

möglichkeiten sollen durch bewusstes Brechen vorhandener Richtlinien aufgezeigt werden, und die entsprechend ausgerichtete Beschreibung eines „Anti-Mac interface“ vermag tatsächlich zahlreiche Limitationen bisheriger Ansätze zusammenzufassen. Der dabei artikulierte Aufruf zum Metaphernverzicht konkretisiert sich schließlich, nach einer Aufzählung zahlreicher Problembereiche, in einer generellen Gegenüberstellung der Begriffe „Metapher“ und „Realität“[8].

Der Begriff „Metapher“ verweist nun auf ein zerrüttetes Verhältnis zwischen dem von Entwicklern angenommenen mentalen Modell des „laienhaften“ Benutzers und der „tatsächlichen“ Funktionsweise der Maschine. Die Kritik der Bezugsquellen des *Xerox* bzw. *Macintosh* Designs (Büro, Schreibtisch, Aktenordner, Papier, Buch, Mistkübel) wird zu einer generellen Kritik der Metapher ausgeweitet. Konzepte die bereits vor den ersten GUI-Entwürfen ihre *Lebendigkeit* einbüßten, werden dabei allerdings als technikbedingte Voraussetzungen akzeptiert, wobei sich die Frage stellt, inwiefern die Bemühungen um einen Computer für die „Post Nintendo Generation“, trotz einer gewissen designrevisionistischen Radikalität, tatsächlich auf einen Neuentwurf *from scratch* abzielen, oder sich auf einen Ansatz beschränken, der bereits auf zahlreiche grundlegende Designentscheidungen aufbaut.

[8]Siehe: DON GENTNER, Jakob Nielsen: The Anti-Mac Interface. ACM Press, 39 1996, Nr. 8, S. 72.

9 Sprache und Schrift

Es braucht sich nur ein klein wenig zu bewegen, und die Mauer verwandelt sich in einer Wolke; die Wolke in eine Uhr; die Uhr in Buchstaben, die sprechen.

– Paul Valéry[1]

Neben der bereits geschilderten architektonischen Perspektive und dem dabei – auf äußerst vereinfachende Weise – veranschaulichten Zusammenhang zwischen Betriebssystem und der Benutzeroberfläche, besteht eine computerhistorisch beständige, tief greifende Verbindung zu den Begriffen „Schrift“ und „Sprache“. Diese lässt sich auf die kryptoanalytischen Arbeiten in *Bletchley Park* oder auch noch weiter, bis zu Leibniz Konstruktionsversuch einer *lingua universalis* zurückverfolgen. In den folgenden Unterkapiteln sollen allerdings nicht Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Umgangssprache und Formelsprachen untersucht werden, sondern die Ausbildung einer Metaphorik die sich vom Grundelement, der Schrift, entfaltet.

[1] Zitiert nach dem Theaterstück „Max Black“. GOEBBELS, Heiner: Max Black. Théâtre de Vidy, Lausanne, 1998.

9.1 CODE

Es gibt Codes; ob sie lesbar und schreibbar sind, steht auf einem anderen Blatt.

– Friedrich Kittler[2]

Als Programm, folgt man den gängigen etymologischen Quellen, bezeichnete der griechische Begriff „prógramma“ eine schriftliche Verlautbarung. Der lateinische Begriff „codex“ lässt sich wiederum mit „abgeschlagener Baumstamm“ übersetzen. Zudem bezeichnet er eine Holztafel, auf die sich eine Wachsschicht auftragen und diese mit einem Griffel, dem „stilus“, beschreiben und glatt streichen lässt. Mehrere Schriftstücke zusammenzubinden führte zur Vorform des heutigen Buches, während sich die Bedeutung des Wortes „codex“ in Folge der Gebrauchsweise beschriebener Holztafeln zur Bezeichnung eines Gesetzestextes wandelte.

Der Rückgriff auf derartige begriffsgeschichtliche Zusammenhänge wurde in jüngster Zeit wiederum zum Ausgangspunkt, um den Zusammenhang von Software und den Handlungsmöglichkeiten ihrer Benutzer zu verdeutlichen. Reidenberg spricht von einer *Lex Informatica*[3]. Lessig versucht es mit der Gleichsetzung: „code is law“[4].

Zwischen den Gesetzestexten römischer Kaiser und Computerprogrammen durchlief der Begriff allerdings eine Reihe weiterer Bedeutungsverschiebungen, die dessen Gebrauch fachspezifisch einengten. So lässt sich im nachrichtentechnischen Kontext *code* schlicht als Tabelle darstellen, die jedem Zeichen eines Alphabets andere Zeichen zuordnet. Im Falle des Morsecodes werden Buchstaben und Satzzeichen Abfolgen von Punkten, Striche und Leerstellen, sowie Funksignale bzw. Töne gegenübergestellt. Im computerwissenschaftlichen Kontext spielt analog dazu die Ersetzung alphanumerischer Zeichen in Bitfolgen eine gewichtige Rolle, wie sie beispielsweise im *American Standard Code for Information Interchange* fest-

[2] KITTLER, Friedrich: Computeranalphabetismus. In DIRK, Matejovski/KITTLER, Friedrich (Hrsg.): Literatur im Informationszeitalter. Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag, 1996, S. 243.

[3] REIDENBERG, Joel: Lex Informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Technology. Texas Law Review, 76 1998.

[4] LESSIG, Lawrence: Code: version 2.0. New York: Basic Books, 2006.

gelegt ist. Ebenso lassen sich einfache symmetrische Verschlüsselungsverfahren, wie etwa das *Caesar Chiffre*, als *code* verstehen, sowie die Übersetzungsregeln von Schalterstellungen in Binärzahlen oder boolesche Wahrheitswerte. Dabei sei angemerkt, dass die Übersetzung von Schrift, im Sinne auf Papier aufgetragener Tinte, Einkerbungen auf Wachstafeln, oder dergleichen stets verlustbehaftet ist.[5]

Die algebraische Kodierungstheorie bietet formale Definitionen, wobei *Code* etwa, sehr allgemein, als Abbildung einer Menge A auf eine Menge B festgelegt wird.

$$f : A \to B$$

Um eine zufriedenstellende Dekodierung zu ermöglichen, sollte die Abbildung injektiv sein. Des Weiteren wird die Menge C aller kodierbarer „Nachrichten“ meist durch das Bild von A als echte Teilmenge von B definiert.[6]

$$C = f(A) \subsetneq B$$

Häufig wird dabei nicht nur die Funktion f, sondern auch die Menge C als *Code* bezeichnet.

Programmiertechnisch stellt sich die Anwendung aneinander folgender *Kodierungsphasen* als praktikabel heraus. Während die ersten *assembler* die Auseinandersetzung mit nur schwer lesbaren Ziffernketten durch mnemotechnische Hilfestellungen erleichtern, ermöglichen die später entwickelten *compiler* kompaktere Schreibweisen durch Verweise auf Kodebibliotheken.

[5] Ein Verweis auf all jene Aspekte eines Schriftbildes soll hier genügen, für welche sich Graphologen und Empfänger von Liebesbriefen gleichsam interessieren – aber jede OCR-Software entfernt. Alan Turing betont diesen Verlust bereits bei seinem Vergleich der internen Zustände eines Computers mit einem beschriebenen Blatt Papier, um ihn anschließend zu übergehen:„The computer includes a store corresponding to the paper used by a human computer. [...] Variations in handwriting are ignored. [...] (Mechanism and writing are from our point of view almost synonymous.)“ Siehe: TURING: Mind LIX [1950].

[6] Siehe: GERD BARON, Peter Kirschenhofer: Einführung in die Mathematik für Informatiker. Band 3, 2. Auflage. Wien, New York: Springer Verlag, 1996.

> The reason it got called a compiler was that each subroutine was given a 'call word', because the subroutines were in a library, and when you pull stuff out of a library you compile things. It's as simple as that.[7]

Die frühen linguistischen Arbeiten Noam Chomskys, die sich mit der formalen Beschreibbarkeit von Sprachen auseinandersetzten, führen allerdings in weitaus komplexere begriffsgeschichtliche Zusammenhänge. Während die Grenzen generativer Grammatiken hinsichtlich der Untersuchung „natürlicher Sprachen" bis heute umstritten sind, zeigte sich das Konzept im Entwurf sogenannter „Programmiersprachen" in der Praxis als äusserst nutzbringend. Der *code* wandelt sich nun zum Quelltext eines Übersetzungsvorganges.

In eine missverständliche Metaphorik führt dies, sobald die zum Programmcode passende Hardware als „Leser" verstanden wird und der Programmierer mit dem Computer zu „kommunizieren" beginnt (vgl. Kapitel 3.3 sowie Kapitel 5). Der Kode wird damit zu einer Art kunstsprachlichen Computerlektüre, wobei ein *Übersetzer* oder *Interpreter* den zwecks angestrebter *human readabilty* in einer sogenannten *höheren Programmiersprache* formulierten Text in basale *Maschinensprache* umwandelt. Die räumliche Metaphorik soll dabei ein Entgegenkommen des Computers verdeutlichen, anstatt einer *maschinennahen* Programmierung einen den Unzulänglichkeiten menschlichen Rezeptionsvemögens angepassten Schriftverkehr zu ermöglichen.

Die Bezeichnung „Programmiersprache" wörtlich zu nehmen mag, so Peter Naur, zu Missverständnissen führen, beweist in der Hervorhebung bestimmter Aspekte jedoch ebenso Nützlichkeit. So bringt der Vergleich mit den kunstsprachlichen Bemühungen des Linguisten Otto Jespersen für Naur Einsichten hinsichtlich der qualitativen Merkmale und voraussichtlicher Akzeptanz einer Programmiersprache[8]. Dem Vergleich mit literarischen Werken bleibt Naur gegenüber jedoch misstrauisch: „The point where the analogy of natural language and any programming language fails most miserably is that of literature. The field of program-

[7] Grace Hopper, zitiert nach WEXELBLAT, Richard L.: History of Programming Languages. Academic Press, 1981, S. 10.

[8] Siehe hierzu: NAUR, Peter: Programming languages, natural languages, and mathematics. Communications of the ACM, 18 1975, Nr. 12.

ming just does not have anything comparable with the works of Shakespeare.“[9] Einen besseren *Programmierstil* zu unterrichten, ist allerdings als Schritt in die richtige Richtung zu verstehen.

Rund zwanzig Jahre nach Naurs Überlegungen versucht Donald Knuth Simplizität, Verständlichkeit und nicht zuletzt ästhetische Qualitäten mit seinem Konzept des „Literate Programmings“ zu verdeutlichen und hinterfragt die bisherige Adressatenschaft des Programmcodes.

> Literature of the program genre is performable by machines, but that is not its main purpose. The computer programs that are truly beautiful, useful, and profitable must be readable by people. So we ought to address them to people, not to machines.[10]

Während Anthropomorphismen des *lesenden* Computers damit umgangen werden, ist der Programmierer dennoch Essayist: „Programming is best regarded as the process of creating works of literature, which are meant to be read.“[11].

Relevanz bekommen derartige Deutungen nicht nur in der Entwicklung von Programmiermethodologien. Inwiefern Software als mathematisches Konzept, Prosa oder technische Erfindung verstanden wird, wirkt sich unmittelbar auf den juristischen Status von Software und Fragen der Urheberschaft und Patentierbarkeit aus. So drehen sich etwa die aktuellen Debatten innerhalb des europäischen Parlaments, der Patentämter und Interessensvertreter vor allem um die Schwierigkeit, das Verhältnis von Programmcode zu Text und Technizität herausarbeiten zu können. Gleichzeitig werden Computerspiele im deutschen Strafgesetzbuch längst als „Schrift“ gehandhabt um Zensurmöglichkeiten zur Anwendung zu bringen. Der *Source Code* des Verschlüsselungsprogrammes PGP musste wiederum erst in Buchform publiziert werden, um waffenspezifische Exportbeschränkungen der U.S.A. zu umgehen.

Parallel zu derartigen Animositäten werden zudem neue wissenschaftliche Zugänge zum Computer diskutiert. 2001 setzt sich etwa Cramer für eine „Textwissenschaft des Digitalen“ ein und stellt fest:

[9] NAUR: Communications of the ACM 18 [1975], S. 681.
[10] KNUTH, Donald E.: Literate programming. Chicago: University of Chicago Press, 1992, S. ix.
[11] A. a. O.

> Es gibt im Computer nichts als Schrift, woraus folgt, daß Schrift, Text der Schlüssel zum strukturellen Verständnis des Computers und der Digitalisierung analoger Zeichen ist.[12]

Digitalisierte Bilder und Töne werden aus dieser Perspektive zu Text, deren Bearbeitung zur Textmanipulation. Dass auch stets die umgekehrte Sichtweise möglich ist, gilt es unter dem Banner der Verschriftlichung ebenso zu vernachlässigen, wie die Tatsache, dass in den 1950er Jahren am ENIAC nicht geschrieben, sondern ursprünglich gesteckt und verkabelt wurde.

9.2 PAPIER, BUCH, BIBLIOTHEK

We are so injured to the passiveness of pages and books that we tend to shrug and ask, „Do you suggest that a document read its own print?“

– J.C.R. Licklider[13]

Den „most advanced theories of cognition“ entnimmt Psychologe und Computerwissenschafter Licklider 1965 den Hinweis, dass neue Konzepte auf Basis vorhandener „Schemata“ entwickelt werden. Eine Projektion in die Zukunft des Bibliothekwesens soll dies exemplarisch illustrieren:

> A new concept is achieved [...] by adapting an old schema or, if necessary, arranging several refurbished schemata into a new, complex structure. If we renounce schemata derived from experience with existing library systems, file rooms, and computer centers, therefore, we have to be careful not to leave ourselves without parts from which to construct new concepts. A guideline for avoiding that predicament is to discard the upper-echelon schemata – those at the level of system

[12] CRAMER, Florian: Für eine Textwissenschaft des Digitalen. Vortrag auf dem Germanistentag Erlangen, 1. Oktober 2001 ⟨URL: `plaintext.cc:70/all/textwissenschaft_des_digitalen/textwissenschaft_des_digitalen.pdf`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[13] LICKLIDER, J.C.R.: Libraries of the Future. Cambridge, MA: MIT Press, 1965.

> and subsystem – and to retain, for possible alteration and reuse, the lower-echelon, component-level schemata.[14]

Dieser Vorgehensweise folgend, betrachtet Licklider die Bibliothek als *System*, sowie das Buch als deren *Subsystem* kritisch, während die bedruckte Seite als Grundkomponente weitgehend übernommen wird. Als Substitut für das Buch skizziert Licklider ein „prokognitives System", das nicht nur Informationen ohne sperrigen, materiellen Träger transportieren und darstellen kann. Ausgestattet mit Lichtgriffel, Oszilloskop, Xerograph und Schreibmaschine soll ein „Student" mit der futuristischen Bibliothek in eine „symbiotische" Beziehung eintreten.

Während die Arbeit an einer Bibliothek der Zukunft erst in den späten 1980er Jahren unter dem Begriff „digital library" wieder aufgegriffen wird, fassten derweilen, die im Vergleich zu Lickliders Konzept atavistisch anmutenden *eBooks* im Zuge des *Gutenberg Projekts* Fuß. Der Computer soll den Zugang zur Weltliteratur im ASCII-Format ermöglichen und damit, so Initiator Michael Hart, seinen größtmöglichen Nutzen entfalten: „the greatest value created by computers would not be computing, but would be the storage, retrieval, and searching of what was stored in our libraries."[15]

Was Lickliders Entwurf mit dem gutenbergschen Projekt Harts verbindet, sind jene Aspekte, die Lickliders Reduktion des Implikationskomplexes (vgl. Blacks Metapherntheorie, Kapitel 1.4) durch seine Unterteilung in Subsysteme unterschlägt. Mit der „Bibliothek der Zukunft" werden reformpädagogische Bildungsvorstellungen geweckt. Was die Druckpresse nur zum Teil vermochte, soll nun mithilfe von Computertechnologie verwirklicht werden.

[14] LICKLIDER: Libraries of the Future.

[15] Siehe: HART, Michael: Gutenberg: The History and Philosophy of Project Gutenberg. August 1992 ⟨URL: `http://www.gutenberg.org`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

9.3 ALPHABETISMUS

To the best of my knowledge it was not industry that invented the term „computer literacy“, but society. Quite early in the game it was firmly implanted in the people's minds that computers were there to save our economies (and later also the economies of the countries of the third world).

– Edsger Wybe Dijkstra[16]

Ausgehend von McLuhans Mediengenealogie, in der wesentliche kulturelle Entwicklungen Europas an der gutenbergschen Druckpresse festgemacht wurden, begann Alan Kay im Jahre 1968 ein neues Leitmedium zu visionieren, welches das Vorangegangene beinhalten würde, dabei aber weit über die Vervielfältigung anspruchsvollen Schriftguts hinausgehen sollte.

In Abgrenzung von behavioristischen Lernmaschinerien und inspiriert von der Entwicklungspsychologie Piagets und der Pädagogik Montessoris, imaginierte Kay einen Benutzertypus, der sich mit Hilfe von Computertechnologie auf spielerisch-explorative Weise Wissen aneignen würde. Die kommende Generation sollte mit einem „Personal Computer for Children of all Ages“ aufwachsen, einem „dynamischen Buch". Wenn auch Kays Vision – unter freiem Himmel in *Small Talk* am

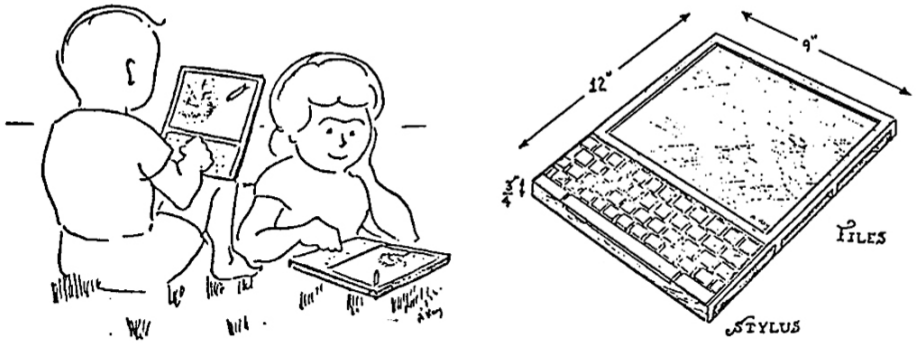

Abbildung 9.1: „The nine-year-olds were lying on the grass of a park near their home, their Dynabooks hooked together [...]“

Dynabook programmierende Kinder – nur bedingt in die Realität umgesetzt wur-

[16] DIJKSTRA: Science fiction and science reality in computing.

de, wandelte sich doch in den kommenden Jahrzehnten das tonnenschwere Elektronengehirn, über den am Arbeitstisch stehenden *desktop*, zum massentauglichen *notebook*. Die buchspezifische Lesehaltung wurde dabei zugunsten einer explorativen Schreibtätigkeit aufgegeben. Der *laptop* landet als interaktiver Notizblock im Schoß des zahlungskräftigen Endbenutzers.

Ein neuer Versuch, das Konzept des *Dynabooks* auch in seiner ganzen pädagogischen Ausrichtung zu verwirklichen, sollte aber erst über dreißig Jahre nach Kays ersten Entwürfen wieder aufgenommen werden – zu einem Zeitpunkt, an dem sich, aus medientheoretischer Perspektive, die Emigranten der *Gutenberg Galaxy*[17] längst in der *Turing Galaxis*[18] nicht nur einem *Empowerment*, sondern auch einem neuen Analphabetismus gegenüber sehen. Die sogenannte *e-literacy* wurde nicht nur zur Schlüsselkompetenz am Arbeitsmarkt erhoben. Der Begriff „digital devide“ markiert bereits eine Bruchstelle, hinter der ganze Nationen von sozialen und ökonomischen Entwicklungen ausgeschlossen werden.

In diesem Sinne versteht sich das ambitionierte Projekt des „100-Dollar-Laptops“ dezidiert als Entwicklungshilfe. Unter Vorsitz Negropontes und der Beratung Kays sieht die gemeinnützige Gesellschaft OLPC (*One Laptop per Child*) ihre Zielgruppe vor allem durch Schüler aus Entwicklungs- und Schwellenländern definiert. Ähnlich wie der Kampf gegen Analphabetismus im Zeichen der Aufklärung als beinahe ethische Verpflichtung anerkannt wurde, gilt es nun weltweit die Illiteraten des Computerzeitalters zu bemächtigen.

Das Hardwaredesign der OPLC XO *children´s machine* bietet dafür unterschiedliche Nutzungsformen: als traditionsbewusster *e-book reader*, als interaktive Oberfläche *freier* Software, sowie als Knotenpunkt eines Netzwerks.

[17] Zum Begriff „Gutenberg Galaxy“ vergleiche: MCLUHAN, Marshall: Die Gutenberg-Galaxis: das Ende des Buchzeitalters. Düsseldorf, Wien: Econ-Verlag, 1968.

[18] Zum Begriff „Turing Galaxis“ vergleiche: GRASSMUCK, Volker: Into the Muddy Waters of the Turing Galaxy. RCAST, University of Tokyo. Juni 1994, sowie: COY, Wolfgang: Bauelemente der Turingschen Galaxis. In Informationsgesellschaft–Medien–Demokratie. Marburg: BdWi-Verlag, 1996.

10 Netz

The network is the computer™
– Sun Microsystems

Inspiriert vom hawaiianischen Packet Radio System *Aloha Net* arbeitet Robert Metcalfe in den 1970er Jahren an einem Netzwerkkonzept namens *Ethernet*. Über den *verzweigten Äther*, den Metcalfe topologisch als „unrooted tree" klassifiziert, sollen unterschiedliche Sendestationen per *Broadcasting* kommunizieren.[1]

Im kommerziellen Einsatz macht sich die Anschaffung von Ethernet-Hardware, so Metcalfe, allerdings erst ab einer gewissen Anzahl zusammengeschlossener Stationen bezahlt. Die diesbezügliche Kosten-Nutzen Schätzung sollte später als *Metcalfe's Law* bekannt werden, wobei die *systemic value* dabei als Quadrat der Anzahl der *communicating devices* definiert wird.

Als Ausgangsbasis für diese Annahme gilt für Metcalfe das damalige Preisverhältnis der Ethernet-Karten zur restlichen Hardware. Je mehr Computer sich etwa einen Drucker teilen, desto mehr Kosten können eingespart werden.

Eine entscheidende Umdeutung widerfährt *Metcalfe's Law* allerdings im Zuge der Popularisierung des Internets. Was die neue Wertigkeit eines Netzwerkes auszeichnen soll, bringt unter anderem Al Gore prägnant zur Sprache:

> Metcalfe's Law holds that the power of a computer network increases at roughly the square of the number of people connected to it. [...] If you double the number of people on line, you quadruple the number of possible ways to link people and combine their talent and ideas. That is why open access is so important. Keep people off the network,

[1] siehe: METCALFE, Robert M./BOGGS, David R.: Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks. Communications of the ACM, 19 Juli 1976, Nr. 5.

> and the networks won't be as valuable. Let people on, and the value everyone derives will soar.[2]

Nun wird nicht mehr von zusammengeschlossenen Gerätschaften gesprochen, sondern einer technisch verbundenen, talentierten Bevölkerung. Der Kostenpunkt der Hardware wird mit der Anzahl der Benutzer vertauscht, welche quadriert den Wert des Netzwerkes ergibt. Umso mehr Menschen sich mittels Computer vernetzen, umso höher fällt der Gesamtgewinn aus. Unklar bleibt dabei, was dieser Wert, der hier quantitativ messbar erscheint, genau darstellen soll. Während zehn Jahre nach Al Gores Text und der *dotcom bubble* noch hitzig weiter diskutiert wird, ob nicht $n\ log(n)$, anstatt n^2 eine treffendere Prognose abgibt[3], lässt sich die Umdeutung *Metcalfe's Law* auch nur als Symptom einer weitaus umfassenderen Veränderung verstehen: An den Knoten eines Rechnernetzes stehen nun Akteure, die nicht *mit* dem Computer, wie es etwa die Metapher des Elektronengehirns nahe legt, sondern *über* ihn kommunizieren wollen. Was sich zwischen den Akteuren befindet, ist der „Computer als Medium"[4].

Möglichkeiten computergestützter Zusammenarbeit werden bereits in den 1960er Jahren im militärischen und universitären Kontext erforscht[5]. In den 1980er Jahren folgt die akademische Auseinandersetzung in den *computer supported cooperative work* Konferenzen, während unter Zuhilfenahme des Telefonnetzes die ersten nationsübergreifenden Heimcomputer-Netzwerke enstehen.

Jene „socio-technical pioneers", wie Licklider sie genannt hatte, deren Gemeinschaft sich zu Beginn noch durch die gemeinsame Arbeit an einer neuen Technologie definiert, finden sich im Zuge des „Interneting", dem Zusammenschluss unterschiedlicher Netzwerke, einer rasant wachsenden Netzbevölkerung gegenüber, die sich aber ebenso rasch wieder in unterschiedliche, nach gemeinsamen

[2] GORE, Al: Basic principles for building an information society. Electronic Journals of the U.S. Information Agency 1 September 1996, Nr. 12.

[3] siehe z.B.: BRISCOE, B./ODLYZKO, A./TILLY, B.: Metcalfe's Law is Wrong. IEEE Spectrum, Juli 2006.

[4] Umgekehrt lassen sich selbstverständlich auch Menschen als Medium deuten. Unterschiedliche Medientheorien der 90er Jahre ziehen die Konsequenz vom Konzept des autonomen Subjekts und handlungstheoretischen Ansätzen abzusehen und ihr Forschungsfeld entsprechend auszuweiten.

[5] siehe z.B..: LICKLIDER, J.C.R.: The Computer as a Communication Device. Science and Technology April 1968.

Interessen verbundenen, *Online Communities* auszudifferenzieren beginnt. In den 1990er Jahren werden die einstigen gravierenden Unterschiede zwischen einem Rechnernetzwerk und einem *sozialen Netzwerk* kurzerhand nivelliert[6], während sich als beliebter *net service* das sogenannte *World Wide Web* zu etablieren beginnt.

10.1 WORLD WIDE WEB

The human mind does not work that way.
It operates by association.

– Vannevar Bush[7]

In Anbetracht des steigenden Dokumentationsaufwandes der Großforschungseinrichtung CERN, muss 1989 für Tim Berners-Lee Kritik am dort eingesetzten Datenbanksystem, ein weiteres mal die Buchmetapher aushelfen:

> If a CERN experiment were a static once-only development, all the information could be written in a big book. As it is, CERN is constantly changing as new ideas are produced [...] Keeping a book up to date becomes impractical, and the structure of the book needs to be constantly revised[8].

Die typische Struktur eines Buches, so Berners-Lee, ist die eines verzweigten Baumes. Als Alternative bietet sich das Konzept des *Hypertexts* an, das eine flexible, nicht-hierarchische Ordnungsstruktur verspricht und der Dynamik der Forschung am Teilchenbeschleuniger angemessen erscheint. Notizen, Kommentare und Artikel können über *Links* aufeinander verweisen. Das für CERN vorgeschlagene System soll hierbei als Miniaturmodell für ein global gedachtes Projekt dienen, dem *World Wide Web*.

[6] siehe z.B..: WELLMANN, B. et al.: Computer networks as social networks: Collaborative work, telework, and virtual community. Annual Review of Sociology, 1996.

[7] BUSH, Vannevar: As We May Think. Atlantic Monthly Juli 1945.

[8] BERNERS-LEE, Tim: Information Management: A Proposal. März 1989, Mai 1990 ⟨URL: `http://www.w3.org/History/1989/proposal.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

Während vorangegangene, oft noch weitaus anspruchsvollere Entwürfe, wie etwa *Memex* oder *Xanadu*, weitgehend im theoretischen oder experimentellen Stadium verblieben, gewinnt das *World Wide Web* unter Zuhilfenahme des expandierenden Internets rasch an Popularität.

Obwohl der Buchmetaphorik anfangs noch *Homepages*, *Guestbooks*, Internettagebüchern und *Bookmarks* folgen, werden im – zumindest möglichen – Bruch des traditionellen Beziehungsgeflechts „Autor - Verleger - Leser“ archaische, avantgardistische, und nicht zuletzt auch postmoderne Schreibpraktiken wiedererkannt und mit entsprechenden ideologischen Hintergründen konnotiert.

Schon vor Tim Berners-Lee Entwurf des *World Wide Web* wurden in der Hypertexttechnologie der 1980er die Umsetzung poststrukturalistischer Theorieansätze erhofft. Das „nicht lineare“ Lesen würde dabei die Befreiung vom Diktat der Gutenbergpresse und den vielbeschriebenen „Tod des Autors“ exemplifizieren.

Unter den zahlreichen literaturtheoretischen Ansätzen, gewinnt mit der zunehmenden Expansion des *World Wide Web* unter anderem die von den französischen Philosophen Deleuze und Guattari gebrauchte Metapher des Rhizoms an Aufmerksamkeit und wird in den späten 1990er Jahren zum Leitmotiv eines computerphilologischen „Netzdiskurses“.

10.2 RHIZOM

Stellen wir uns das Ich als ein Netz besetzter,
gegeneinander gut gebahnter Neuronen vor [...]
– Sigmund Freud[9]

Berners-Lee „problem with trees“ rekurriert auf ein traditionsreiches Ordungssystem. Der Baum hatte Genealogien von Adelsgeschlechtern unter dem selben Motiv visualisiert, das auch Raimundus Lullus zur Systematisierung der *Seinsbereiche* heranzogen hatte (siehe Abbildung 10.1). Die Äste, Zweige, Blätter oder Wurzeln

[9] FREUD, Sigmund: Entwurf einer Psychologie. In BONAPARTE, Marie (Hrsg.): Aus den Anfängen der Psychoanalyse. London: Imago, 1950.

eines Baumes schienen für Darwins Evolutionslehre ebenso ein adäquates Bild abzugeben, wie für den Aufbau Diderots „Encyclopédie“.

„Die binäre Logik“, schreiben Deleuze und Guattari in der Einleitung der „Tausend Plateaus“, „ist die geistige Realität des Wurzel-Baumes“[10], der sowohl die Psychoanalyse, die Linguistik, die Philosophie, die Informatik, die Schriftkultur allgemein, ebenso die Staatsführung, generell „die Wirklichkeit und das gesamte Denken des Abendlandes“[11] beherrscht. Die Beschränkung auf klare Unterscheidbarkeiten und hierarchische Abhängigkeiten ruft allerdings „ein trauriges Bild des Denkens hervor“[12]. Der Metapher des Baumes stellten Deleuze und Guattari 1976

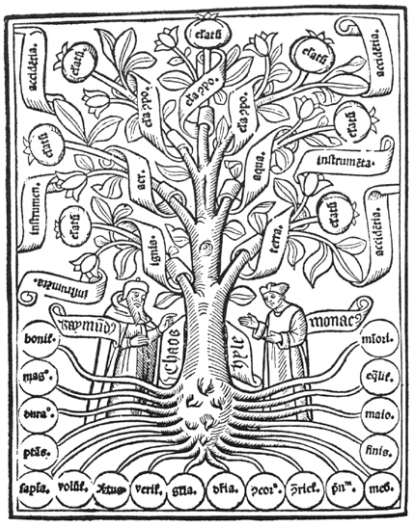

Abbildung 10.1: Arbor elementalis

die Metapher des Rhizoms gegenüber, ein Begriff, welcher der Botanik entlehnt ist und ein stammloses Wurzelwerk bezeichnet, das an unterschiedlichen Stellen abstirbt, um an anderen neue Verzweigungen wuchern zu lassen (siehe Abbildung 10.2).

Rhizomatisch zu denken bedeutet an keinem Standpunkt zu verharren, sondern *deterritorial*, *nomadisch*, *bewegungsfähig* zu bleiben. Anstatt Dichotomien und Hierarchien zu vertrauen, gilt es *Vielheiten* zu akzeptieren und *Fluchtlinien* zu finden.

[10] DELEUZE, Gilles/GUATTARI, Félix; RÖSCH, Günther (Hrsg.): Tausend Plateaus: Kapitalismus und Schizophrenie. Berlin: Merve, 1997, S. 14.
[11] A. a. O., S. 31-32.
[12] A. a. O., S. 28.

„Macht Rhizom, nicht Wurzeln, pflanzt nichts an! Sät nicht, stecht! Seid nicht eins oder viele, seid Vielheiten!“, lautet der Imperativ rhizomatischer Widerständigkeit, die von Deleuze und Guattari in ihren poetisch anmutenden Theorien in abwechselnder Autorenschaft vorexerziert wird. Der versuchte Bruch mit dem „binären Denken“ impliziert dabei auch die Ununterscheidbarkeit zwischen metaphorischer und nicht-metaphorischer Rede. Die Begriffe, betont Deleuze, sind „buchstäblich“ zu verstehen, eine Behauptung, die, vor allem beim Umgang mit mathematischen Terminologien, nicht nur Unverständnis, sondern den Vorwurf der „Pseudowissenschaftlichkeit“ folgen lässt[13].

Abseits jener Spannungen zwischen spätmoderner und postmoderner Theorie, stellt sich die Frage nach der Technizität des Rhizoms, die vor allem durch Deleuze und Guattaris Bezugsversuche zu den Arbeiten Rosenstiehls und Petitots hervortritt:

> Diesen zentrierten Systemen setzen die Autoren Systeme ohne Zentrum entgegen, Netzwerke von endlichen Automaten, in denen die Kommunikation von einem Nachbarn zum anderen hergestellt wird, in denen Stränge oder Kanäle nicht vorgegeben sind, in denen alle Individuen untereinander austauschbar und nur durch einen momentanen *Zustand* definierbar sind, so daß die lokalen Vorgänge koordiniert werden und das Endergebnis unabhängig von einer zentralen Instanz synchronisiert wird.[14]

Während 1983 Baudrillard noch die „merkwürdige Komplizenschaft mit der Kybernetik“[15] verstört, wird das Rhizom in den 1990er Jahren euphorisch in den Wucherungen des *World Wide Web* wiedererkannt. Die posthume Rezeption der „Tausend Plateaus“ konstituiert eine neue Technikideologie, die poststrukturalistische Konzepte in ihrer breitenwirksamen, technikgestützten Anwendung glaubt:

> Telecommunications systems are rhizomorphic, as are computer networks. Think of maps you have seen and descriptions you have heard of the internet – a rhizome. If we accept the rhizome as a metaphor

[13] siehe z.B..: SOKAL, Alan/BRICMONT, Jean: Eleganter Unsinn. München: C.H. Beck Verlag, 1999.
[14] DELEUZE/GUATTARI: Tausend Plateaus: Kapitalismus und Schizophrenie, S. 28.
[15] BAUDRILLARD, Jean: Forget Foucault. Semiotext(e), 1987.

> for electronically mediated exchange, then hypertext is its apparent fulfillment, and Deleuze and Guattari's „approximate characteristics of the rhizome" – principles of connection, heterogeneity, multiplicity, asignifying rupture, and cartography and decalcomania – may be seen as the principles of hypertextual design.[16]

Abbildung 10.2: Rhizom von Triticum repens

Insofern das Rhizom von Deleuze und Guattari ebenso als antihierarchisch und deterritorialisierend beschrieben wird, evoziert es allerdings auch politische Interpretationen. Dass Rhizome aus Bäumen sprießen können, wie Deleuze und Guattari behaupten, macht einen computergestützten Unterbau überhaupt erst denkbar. Die Spannung zwischen politischen Interpretationen und graphentheoretisch trivialen Analogiebildungen, zeigt sich allerdings in der Ergänzung, dass auch Bäume aus Rhizomen wachsen können. Ein postmodernes Rhizom befindet sich in ständiger Bewegung, um „Vermachtungen" zu entgegnen.

Während sich um die Jahrtausendwende die Hypertext-Theorie der Untersuchung neuer Möglichkeitsbedingungen von Narrativität widmet, entwickelt sich parallel eine deleuzianisch inspirierte „Netzkunst": Kommunikationsguerillas, die sich im rhizomatisch-antihegemonialen „Netzaktivismus" versuchen. Die Auseinandersetzung um Vermachtungsdistopien artikuliert sich dabei allerdings deutlicher, abseits der floralen Motive des Netzdiskurses, als romantisierter Territorialstreit und Kampf um Selbstbestimmung.

[16] BURNETT, Kathleen: Toward a Theory of Hypertextual Design. Postmodern Culture 3 Jänner 1993, Nr. 1.

11 Raum

Ich bin drin.
– Boris Becker, Werbung für AOL

Zur formalen Beschreibung von Netzwerken steht der Informatik die Graphentheorie zur Verfügung, deren Ursprung generell in Eulers Auseinandersetzung mit dem Königsberger Brückenproblem gesehen wird. Die *mathematische Unterhaltung* bestand darin, einen Weg zu finden, der über die sieben Brücken der Stadt Königsberg führt, ohne dabei eine Brücke mehr als einmal zu überqueren. Graphentheoretische Termini wie „Weg“, „Euler-Pfad“ und das Problem des Handelsreisenden, verweisen noch auf derartige Bezugsquellen.

Eulers „Geometrie der Lage“ (*geometria situs*) verzichtet auf ein Koordinatensystem, um stattdessen Verbindungen zu betrachten, die später graphentheoretisch als *Knoten* und *Kanten* bezeichnet und durch mit Strichen verbundene Kreise dargestellt werden.

Das Internet nicht als Abbild eines globalen Königsbergs rückzuübersetzen, sondern stattdessen Übertragungslatenzen als alternatives Entfernungsmaß anzunehmen, verleitet zur Gegenüberstellung der ortsgebundenen Hardwareebene und einer durch sie bedingte, aber dennoch andersartigen „Neuen Welt“ des Digitalen. Die Überwindung geographischer Entfernungen und die damit einhergehende Bagatellisierung der Standorte verleitet im Zusammenspiel mit den Speichermöglichkeiten der vernetzten Computer, die Netzwerktopologie als *virtuelle* Räumlichkeit zu denken.

11.1 CYBERSPACE

> [...] one side of the equation in Cybercity is the immaterial, while the other remains material; one side of the analogy is about the construction of information networks, the other about the construction of space.
>
> – Christine M. Boyer[1]

Die Grenzen zwischen den scheinbar parallel existierenden Welten abzustecken, macht sich John P. Barlow, Mitbegründer der *Electronic Frontier Foundation*, zur Aufgabe. In Anlehnung an den von Science Fiction Autor William Gibbson geprägten Begriff „Cyberspace“, der eine von *console cowboys* durchwanderte Welt der Datenrepräsentation benennt, wird der Mythos einer pilgerväterlichen Grenzlandsituation in den *electronic frontier* projiziert.

> Whatever it is eventually called, it is the homeland of the Information Age, the place where the future is destined to dwell.
>
> In its present condition, Cyberspace is a frontier region, populated by the few hardy technologists who can tolerate the austerity of its savage computer interfaces, incompatible communications protocols, proprietary barricades, cultural and legal ambiguities, and general lack of useful maps or metaphors.
>
> Certainly, the old concepts of property, expression, identity, movement, and context, based as they are on physical manifestation, do not apply succinctly in a world where there can be none.[2]

Nicht als Ausdruck technologiebedingter Entfremdung, sondern als möglicher Neubeginn wird der *Cyberspace* romantisiert[3], dessen Unabhängigkeit jedoch erst

[1] BOYER, Christine M.: The Imaginary Real World of CyberCities. Assemblage, 1992, Nr. 18, S. 116.

[2] KAPOR, M./BARLOW, J.P.: Across the Electronic Frontier. 10. Juli 1990 ⟨URL: `https://www.eff.org/Misc/Publications/John_Perry_Barlow/?f=across_the_ef.article.txt`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[3] Siehe hierzu auch: DYSON, Esther et al.: Cyberspace and the American Dream: A Magna Carta for the Knowledge Age. August 1994 ⟨URL: `http://www.pff.org/issues-pubs/futureinsights/fi1.2magnacarta.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

ausgefochten werden muss:„[...] inevitable conflicts have begun to occur on the border between Cyberspace and the physical world.“[4]

Als Reaktion auf den „Telecommunication Reform Act“ der U.S. amerikanischen Regierung, verfasst Barlow 1996 eine „Declaration of the Independence of Cyberspace“, welche sich mit Erwähnung Jeffersons, auf die „United States Declaration of Independence“ zu beziehen versucht. Es gilt den *Cyberspace* gegen kolonialistische Machtbestrebungen zu verteidigen, Selbstverwaltung und Unabhängigkeit anzustreben.

Während sich „Cyberspace“ als gebräuchliches Synonym für das Internet etabliert, wird jedoch die Souveränität dessen Bewohner, trotz aller Bemühungen, nicht anerkannt. Die *hard-* und *wetware* der Benutzer bleiben zentraler Bezugspunkt rechtlicher Auslegungen. Unter der Metapher der „Datenautobahn“ gewinnt die Relevanz der Infrastruktur an Aufmerksamkeit.

11.2 DATENAUTOBAHN

Where do you want to go today?
– Microsoft Cooperation

„International data highway“ nannte Kybernetiker Stafford Beer das *Stockbroker Computer Answering Network*. In den 1980er Jahren benutzt Al Gore die Metapher des „Telecommunication Highways“, um die Anliegen der *National Science Foundation* zu verdeutlichen und in den 1990er Jahren den kostspieligen Ausbau der *National Information Infrastructure* durch die Metapher des „Information Superhighways“ zu erklären:

> One helpful way is to think of the National Information Infrastructure as a network of highways much like the Interstates begun in the ’50s. These are highways carrying information rather than people or goods. And I’m not talking about just one eight-lane turnpike. I mean

[4] KAPOR/BARLOW: Across the Electronic Frontier.

> a collection of Interstates and feeder roads made up of different materials in the same way that roads can be concrete or macadam – or gravel. Some highways will be made up of fiber optics. Others will be built out of coaxial or wireless. But – a key point – they must be and will be two way roads.[5]

Nicht als unabhängiger virtueller Raum, sondern als ein nationales Projekt wird die Arbeit an der Datenautobahn beschrieben, die neben dem staatlich organisierten und privatwirtschaftlich gestützten Ausbau der Infrastruktur nicht zuletzt die Teilnahme des einzelnen U.S. Amerikaners voraussetzt. Der „zweispurige" Informationshighway verspricht Zugangsmöglichkeiten zu einer „elektronischen Agora", ein Motiv, das mit den Begriffen *eVoting*, *eGovernment* und *eDemocracy* weiter ausgebaut wird – das Konzept eines unabhängigen virtuellen Raumes allerdings nicht beinhaltet.

Das Europäische Echo erfolgt 1994 durch den „Bangemannreport", in welchem dem Rat der Europäischen Kommission die Errichtung von „city information highways" nahe gelegt wird, um europäischen Bürgern die Beteiligung an der „Informationsgesellschaft" zu ermöglichen: „Bringing the information society into the home"[6].

Im deutschsprachigen Raum wird die Metapher der „Datenautobahn" von Politik und Presse aufgegriffen und Ausbildungsmöglichkeiten zur Erlangung eines „Internet Führerscheins" angeboten. Während die kulturellen Entwicklungschancen genutzt werden müssen, merkt Bangemann an, ist die durch infrastrukturelle Maßnahmen hervorgebrachte „Informationsrevolution" aber vor allem eine „market-driven revolution"[7].

Das *U.S. Department of Commerce* erkennt dies bereits 1993 und erarbeitet eine „Agenda for Action", die u.a. zur Bildung des USAdCNII (*United States Advisory*

[5] GORE, Al: Remarks on the National Information Infrastructure. Rede vor dem National Press Club, 21. Dezember 1993 ⟨URL: `http://town.hall.org/radio/Club/012194_club_ITH.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007.

[6] BANGEMANN, Martin et al.: Recommendations to the European Council: Europe and the global information society. 26. Mai 1994 ⟨URL: `http://ec.europa.eu/archives/ISPO/infosoc/backg/bangeman.html`⟩.

[7] A. a. O.

Council on the National Information Infrastructure) führt, welche den vieldeutigen Begriff „Information“ als „Währung wirtschaftlicher Stärke“ bewirbt:

> As information increasingly becomes the currency of economic strength, the Information Superhighway promises enormous economic benefits, in terms of productivity and our ability to compete in the new global marketplace.[8]

Die *acceptable use policy* von NSFNet, welche die kommerzielle Nutzung des Forschungsnetzes untersagt, wird übergangen, um in einer Metaphorik des Straßenbaus Computertechnologie mit Erwartungen des Warenverkehrs zu verbinden, die schließlich bis zum Platzen der *dotcom bubble* in den Börsennetzwerken rückkoppeln.

[8] UNITED STATES ADVISORY COUNCIL ON THE NATIONAL INFORMATION INFRASTRUCTURE: A nation of opportunity: realizing the promise of the information superhighway. Washington, D.C.: Benton Foundation, Jänner 1996.

12 Zusammenfassung und Ausblick

Das Zeitalter des Uhrwerks hinter sich lassend (vgl. Kapitel 2.1 und Kapitel 3), wurde mit einer Wissenschaft der Steuerung und Kommunikation ein Fülle neuer Ähnlichkeiten denkbar, in deren Zentrum der Computer steht. Während der Begriff „Metapher“ dabei noch auf kühne Analogiebildungen und die Offenheit unterschiedlichster Modellierungsmöglichkeiten verweist (vgl. Kapitel 3.4), beginnt sich mit der Kritik an der umgangssprachlichen Bezeichnung „Elektronengehirn“ ein kritischer Diskurs um angemessene Anschauungsweisen zu etablieren. Die Rolle, welche die Metapher dabei einnimmt, ist vielseitig und soll im Folgenden anhand grob unterschiedener Funktionen beschrieben werden.

Ausgangspunkt für diese Arbeit war sowohl die Interpretationsbedürftigkeit eines metaphorischen Ausdrucks, als auch die Begrenzung nahe liegender Auslegungsmöglichkeiten. Aus der Relation zweier Implikationskomplexe ergibt sich ein Spektrum der *Ergiebigkeit*, das innerhalb einer Sprachgemeinschaft die Bewertungen *passend – unpassend* ermöglicht und die Voraussetzung für jegliche Metaphernkritik in der Informatik stellt.

Der Nutzen einer metaphorischen Beschreibung formaler Festlegungen liegt in der Selektion *betonenswerter* Aspekte und deren umgangssprachlicher Vermittlung, was im folgenden als *deskriptive Funktion* der Metapher bezeichnet werden soll. Ein Benutzer, dem der Zugriff auf den Programmcode verwehrt wird, wurde in Kapitel 3.2 als erkenntnistheoretischer Grenzfall beschrieben, sowie in Kapitel 8 als Norm des so genannten *Endbenutzers*. Für diesen bietet die deskriptive Funktion der Metapher wesentliche Anhaltspunkte, das Verhalten eines Computers deuten und vorhersagen zu können.

Unpassend erscheint eine Metapher, wenn die Selektion wesentliche Aspekte ausspart, oder die formalen Festlegungen bzw. das Verhalten des Computers den nahe liegenden Interpretationen der Metapher nicht entsprechen.

Die Auseinandersetzung mit dieser Diskrepanz kann einerseits zu einer Kritik der Metapher führen, oder andererseits zu einer Anpassung der formalen Festlegungen. Im letzteren Fall wandelt sich die *deskriptive* Funktion der Metapher in eine *präskriptive* Funktion: die Metapher dient nun als vager Entwurf zukünftiger Ausarbeitungen. Ansätze einer derartigen Metaphorntheorie wurden in Kapitel 3 aufgespürt und anhand der Konzeptualisierung der frühen AI-Forschung in Kapitel 5 aufgezeigt. Was sich im Zuge der Produktion technischer Artefakte verfestigt, sind neben einem entsprechenden Fachvokabular dazugehörige Gebrauchsweisen inklusive entsprechender Idealbenutzer, denen es sich bei der Benutzung anzugleichen gilt.

Eine Programmierung, welche die Wahrscheinlichkeit der Missdeutung zu minimieren versucht, bleibt aber auf den bloßen Versuch einer Abbildung beschränkt. Licklider deutete die Nachteile eines derartigen Unterfangens bereits Mitte der 1960er Jahre an: „[...] we have to be careful not to leave ourselves without parts from which to construct new concepts“ (Siehe Kapitel 9.2). Um die Nutzungsmöglichkeiten eines Computers nicht auf die Simulation vorhandener Systeme einzuengen, gilt es bestimmte Ähnlichkeiten bewusst zu verhindern. In der Nicht-Übereinstimmung werden somit Innovationspotentiale entdeckt.

Beliebige Zukunftsprojektionen genügen allerdings kaum, eine tatsächliche Realisierung zu bewirken. Für größere Unternehmungen gilt es Gemeinschaften zu versammeln und zu mobilisieren, wobei der Implikationskomplex einer Metapher an bestehende Wertvorstellungen anknüpfen, Aspekte erhöhen und Emotionen wecken kann und damit eine *rhetorische Funktion* erfüllt. Über die Begriffe Alphabetismus, Buch und Bibliothek (siehe Kapitel 9 und Kapitel 10.1) werden Bildungsideologien angesprochen, mit der Metapher der „Datenautobahn“ u.a. Erwartungen ökonomischer Natur geweckt (Siehe Kapitel 11.2). Versuche einer Kurskorrektur werden wiederum durch Beanstandungen alternativer Anschauungsweisen unternommen (vgl. Kapitel 10.2, Kapitel 11.1). Eine Metaphernkritik führt allerdings kaum zu einer vollständigen Revision bisheriger Ansätze, sondern einer zweckmäßigen Selektion vorhandener Implementierungen und der Neuausrichtung nachfolgender Entwicklungen.

Eine weitere Möglichkeit die Angemessenheit einer Metapher zu optimieren, liegt schließlich in der annähernden Bedeutungsverschiebung eines Begriffs an

formale Festlegungen. Während am Beispiel der Wörter „Information“ und „code“ bis heute Unklarheiten bezüglich der Äquivokation herrschen (siehe Kapitel 3.3, sowie Kapitel 9.1), scheinen Differenzierungen bezüglich des Netzbegriffs in zunehmenden Maße unangebracht (siehe Kapitel 10).

Literaturverzeichnis

One-on-one with Joe Hoane. ⟨URL: http://www.research.ibm.com/deepblue/meet/html/d.4.5.a.html⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

Meyers Konversationslexikon. Band 13, 4. Auflage. Leipzig und Wien: Verlag des Bibliographischen Instituts, 1885

Manual of Operation for UNIVAC System. 1954 ⟨URL: http://www.bitsavers.org/pdf/univac/univac1/⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

ARISTOTELES; Schönherr, Walter (Hrsg.): Poetik. Stuttgart: Reclam, 1979

ARISTOTELES; Krapinger, Gernot (Hrsg.): Rhetorik. Stuttgart: Reclam, 2005

BANGEMANN, Martin et al.: Recommendations to the European Council: Europe and the global information society. 26. Mai 1994 ⟨URL: http://ec.europa.eu/archives/ISPO/infosoc/backg/bangeman.html⟩

BAR-HILLEL, Yehoshua: An Examination of Information Theory. Philosophy of Science, 22 April 1955, Nr. 2, S. 86–105

BAUDRILLARD, Jean: Laßt euch nicht verführen! Berlin: Merve, 1983

BAUDRILLARD, Jean: Forget Foucault. Semiotext(e), 1987

BENSE, Max: Geist der Mathematik. Abschnitte aus der Philosophie der Arithmetik und Geometrie. München und Berlin: Verlag von R. Oldenbourg, 1939

BERKELEY, Edmund Callis: Giant Brains or machine that think. 3. Auflage. New York, NY, USA [u.a.]: Wiley, 1952

BERNERS-LEE, Tim: Information Management: A Proposal. März 1989, Mai 1990 ⟨URL: `http://www.w3.org/History/1989/proposal.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

BETSCH, Christian: Fiktionen in der Mathematik. Stuttgart: Fr. Frommanns Verlag, 1926

BLACK, Max: Models and Metaphors. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1962

BLACK, Max: More about metaphor. dialectica, 31 Dezember 1977, Nr. 3–4, S. 431–457

BLIEBERGER, Johann et al.; Schildt, Gerald-Helge (Hrsg.): Informatik. 3. Auflage. Wien, New York: Springer, 1996

BLUMENBERG, Hans: Schiffbruch mit Zuschauer. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979

BLUMENTHAL, Otto: Lebensgeschichte. In Gesammelte Abhandlungen. Band 3, Berlin: Springer, 1935, S. 388–429

BOYER, Christine M.: The Imaginary Real World of CyberCities. Assemblage, 1992, Nr. 18, S. 114–127

BOYLE, Robert; Davis, Edward B./Hunter, Michael (Hrsg.): A Free Enquiry into the Vulgarly Received Notion of Nature. Cambridge University Press, 1996

BRISCOE, B./ODLYZKO, A./TILLY, B.: Metcalfe's Law is Wrong. IEEE Spectrum, Juli 2006, S. 26–31

BURNETT, Kathleen: Toward a Theory of Hypertextual Design. Postmodern Culture 3 Jänner 1993, Nr. 1

BUSH, Vannevar: As We May Think. Atlantic Monthly Juli 1945

CHAO, Dennis: Doom as an interface for process management. In CHI '01: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. New York, NY, USA: ACM Press, 2001, S. 152–157

COLEBROOKE, Henry Thomas: On Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage. Astronomische Nachrichten 3 1825, Nr. 58.

CONWAY, Melvin E.: How Do Committees Invent? Datamation April 1968

COY, Wolfgang: Für eine Theorie der Informatik. In Sichtweisen der Informatik. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 1992

COY, Wolfgang: Bauelemente der Turingschen Galaxis. In Informationsgesellschaft–Medien–Demokratie. Marburg: BdWi-Verlag, 1996

CRAMER, Florian: Für eine Textwissenschaft des Digitalen. Vortrag auf dem Germanistentag Erlangen, 1. Oktober 2001 ⟨URL: `plaintext.cc:70/all/textwissenschaft_des_digitalen/textwissenschaft_des_digitalen.pdf`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

DELEUZE, Gilles/GUATTARI, Félix; Rösch, Günther (Hrsg.): Tausend Plateaus: Kapitalismus und Schizophrenie. Berlin: Merve, 1997

DIJKSTRA, Edsger W.: Science fiction and science reality in computing. ⟨URL: `http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd09xx/EWD952.PDF`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

DIJKSTRA, Edsger W.: The structure of the 'The'-multiprogramming system. Communications of the ACM, 11 1968, Nr. 5, S. 341–346

DIJKSTRA, Edsger W.: The humble programmer. Communications of the ACM, 15 1972, Nr. 10, S. 860–866

DIJKSTRA, Edsger W.: Two views of programming. 1975 ⟨URL: `http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd05xx/EWD540.PDF`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

DIJKSTRA, Edsger W.: On Webster, users, bugs and Aristotle. In Selected Writings on Computing: A Personal Perspective. New York, NY, USA: Springer Verlag, 1982, S. 288–291

DIJKSTRA, Edsger W.: On the cruelty of really teaching computing science. Dezember 1988 ⟨URL: `http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/ewd10xx/EWD1036.PDF`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

DON GENTNER, Jakob Nielsen: The Anti-Mac Interface. ACM Press, 39 1996, Nr. 8, S. 70–82

DYSON, Esther et al.: Cyberspace and the American Dream: A Magna Carta for the Knowledge Age. August 1994 ⟨URL: `http://www.pff.org/issues-pubs/futureinsights/fi1.2magnacarta.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

EINSTEIN, Albert: Geometrie und Erfahrung: erweiterte Fassung des Festvortrages, gehalten an der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921. Berlin: Springer, 1921

EINSTEIN, Albert/INFELD, Leopold: Die Evolution der Physik. Wien: Zsolnay, 1956

FREUD, Sigmund: Entwurf einer Psychologie. In **Bonaparte, Marie (Hrsg.):** Aus den Anfängen der Psychoanalyse. London: Imago, 1950

GERD BARON, Peter Kirschenhofer: Einführung in die Mathematik für Informatiker. Band 3, 2. Auflage. Wien, New York: Springer Verlag, 1996

GLANVILLE, Ranulph: Personal Wonder. In An unfinished revolution? Heinz von Foerster and the Biological Computer Laboratory, BCL 1958 - 1976. Wien: Edition Echoraum, 2007, S. 131–142

GLASERFELD, Ernst von: Vortrag, gehalten am 10. Mai 2005 an der Universität Wien

GOEBBELS, Heiner: Max Black. Théâtre de Vidy, Lausanne, 1998

GORE, Al: Remarks on the National Information Infrastructure. Rede vor dem National Press Club, 21. Dezember 1993 ⟨URL: `http://town.hall.org/radio/Club/012194_club_ITH.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

GORE, Al: Basic principles for building an information society. Electronic Journals of the U.S. Information Agency 1 September 1996, Nr. 12

GRASSMUCK, Volker: Into the Muddy Waters of the Turing Galaxy. RCAST, University of Tokyo. Juni 1994

HAHN, Hans: Die Krise der Anschauung. In Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften. Leipzig und Wien: Deuticke, 1933

HALASZ, Frank/MORAN, Thomas P.: Analogy considered harmful. In Proceedings of the 1982 conference on Human factors in computing systems. New York, NY, USA: ACM Press, 1982, S. 383–386

HALFHILL, Tom R./REINHARDT, Andy: Just Like Magic? Byte, Februar 1994 ⟨URL: `http://www.guidebookgallery.org/articles/justlikemagic`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

HART, Michael: Gutenberg: The History and Philosophy of Project Gutenberg. August 1992 ⟨URL: `http://www.gutenberg.org`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

HESSE, Hermann: Das Glasperlenspiel. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1996

JANICH, Peter: Was ist Information? Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2006

JOHNSON, Jeff et al.: The Xerox Star: A Retrospective. IEEE Computer Society Press, 22 September 1989, Nr. 9, S. 11–26, S. 28–29

KANT, Immanuel: Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können. Riga: Johann Friedrich Hartknoch, 1783

KANT, Immanuel: Kritik der Urteilskraft. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1963 (1.Aufl. 1790)

KANT, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 2006

KAPOR, M./BARLOW, J.P.: Across the Electronic Frontier. 10. Juli 1990 ⟨URL: `https://www.eff.org/Misc/Publications/John_Perry_`

Barlow/?f=across_the_ef.article.txt⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

KAY, Alan C.: A Personal Computer for Children of All Ages. Xerox Palo Alto Research Center, 1972

KITTLER, Friedrich: Computeranalphabetismus. In **Dirk, Matejovski/Kittler, Friedrich (Hrsg.):** Literatur im Informationszeitalter. Frankfurt am Main/New York: Campus Verlag, 1996, S. 237–251

KLEIST, Heinrich von: Fragmente. In **Sembdner, Helmut (Hrsg.):** Sämtliche Werke und Briefe. Band 2, 3. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 1964, S. 338

KNUTH, Donald E.: Literate programming. Chicago: University of Chicago Press, 1992

LAKOFF, George/ESPENSON, Jane/SCHWARTZ, Alan: Master metaphor list. Second draft copy. Cognitive Linguistics Group. University of California, Berkeley, 1991 ⟨URL: http://araw.mede.uic.edu/~alansz/metaphor/METAPHORLIST.pdf⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

LANG, Fritz: Metropolis. 1927

LAPLACE, Pierre Simon de: Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeiten. Nach der sechsten Auflage des Originals übersetzt von Norbert Schwaiger. Leipzig: Drucker und Humblot, 1886

LAUREL, Brenda: Computers as Theatre. Amsterdam: Addison Wesley, 1993

LEM, Stanislaw: Solaris. Hamburg: Von Schröder, 1972

LESSIG, Lawrence: Code: version 2.0. New York: Basic Books, 2006

LICKLIDER, J.C.R.: Libraries of the Future. Cambridge, MA: MIT Press, 1965

LICKLIDER, J.C.R.: The Computer as a Communication Device. Science and Technology April 1968

LULL, Ramon: Arbor scientiae. Lyons, 1515

MAMBREY, Peter: Technikentwicklung durch Leitbilder. Frankfurt/New York: Campus Verlag, 1995

MARTIN, C. Diane: The myth of the awesome thinking machine. Communications of the ACM, 36 1993, Nr. 4, S. 120–133

MAYR, Otto: Zur Frühgeschichte der technischen Regelungen. München und Wien: Oldenbourg, 1968

MAYR, Otto: Uhrwerk und Waage (Original in Englisch: Authority, Liberty and Automatic Machinery in Early Modern Europe). München: Beck, 1986

MCLUHAN, Marshall: Die Gutenberg-Galaxis: das Ende des Buchzeitalters. Düsseldorf, Wien: Econ-Verlag, 1968

METCALFE, Robert M./BOGGS, David R.: Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks. Communications of the ACM, 19 Juli 1976, Nr. 5, S. 395–404

Nake, Frieder/Rolf, Arno/Siefkes, Dirk (Hrsg.): Informatik: Aufregung zu einer Disziplin. 2001 ⟨URL: `http://tal.cs.tu-berlin.de/siefkes/Heppenheim`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

NAUR, Peter: The Place of Programming in a World of Problems, Tools, and People. In Computing: a human activity. ACM Press, 1965, S. 1–9

NAUR, Peter: Programming languages, natural languages, and mathematics. Communications of the ACM, 18 1975, Nr. 12, S. 676–683

NIETZSCHE, Friedrich: Schriften und Entwürfe 1872 bis 1876. Leipzig: Naumann, 1896

PASK, Gordon: Cybernetics of Human Learning and Performance. London: Hutchinson Educational, 1975

PEKELIS, Viktor: Kleine Enzyklopädie von der großen Kybernetik. 2. Auflage. Berlin: Kinderbuchverlag Berlin, 1979

PFLÜGER, Jörg: Informatik auf der Mauer - Zur Diskussion gestellt. Informatik Spektrum, 17 1994, Nr. 4, S. 251–257

PIAS, Claus: Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953. Band 2, Berlin: Diaphanes, 2003

POPPER, Karl R.: Indeterminism in Quantum Physics and in Classical Physics. The British Journal of the Philosophy of Science, 1 August 1950, Nr. 2, S. 117–133

POPPER, Karls Raimund: Of Clouds and Clocks: An Approach to the Problem of Rationality and the Freedom of Man. St. Louis, Missouri: Washington University, 1996

QUADE, Edward S.: Mathematics and Systems Analysis. In Analysis for military decisions. RAND Corporation, 1964, S, 237–249

REIDENBERG, Joel: Lex Informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Technology. Texas Law Review, 76 1998, 553

ROSENBLUETH, Arturo/WIENER, Norbert: The Role of Models in Science. Philosophy of Science, 12 1945, Nr. 4, S. 316–322

SCHMIDHUBER, Jürgen: A Computer Scientist's View of Life, the Universe, and Everything. In Lecture Notes in Computer Science. Band 1337, Berlin: Springer, 1997, S. 201–208

SCHMIDT, Hermann: Regelungstechnik – Die technische Aufgabe und ihre wirtschaftliche, sozialpolitische und kulturpolitische Auswirkung. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 85 25. Jänner 1941, Nr. 4

SCHOPENHAUER, Arthur: Die Welt als Wille und Vorstellung. Gesamtausgabe in zwei Bänden nach der Edition von Arthur Hübscher. Band 1, Stuttgart: Philipp Reclam jun., 2004

SHANNON, Claude Elwood: A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27 Juli 1948, S. 379–423 ⟨URL: `http://plan9.`

bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/paper.html⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

SHANNON, Claude Elwood/WEAVER, Warren: The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois: The University of Illinois Press, 1949

SOKAL, Alan/BRICMONT, Jean: Eleganter Unsinn. München: C.H. Beck Verlag, 1999

SPENGLER, Oswald: Der Untergang des Abendlandes. Düsseldorf: Patmos Verlag, 1923

SPRAT, Thomas: The history of the Royal-Society of London: for the improving of natural knowledge. London, 1734

TURING, Alan: Can automatic calculating machines be said to think? 15. Mai 1951 ⟨URL: http://www.turingarchive.org/browse.php/B/6⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

TURING, Alan: The Nature of Spirit. April 1932, AMT/C/29 ⟨URL: http://www.turingarchive.org/browse.php/C/29⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

TURING, Alan: Brief an I.J. Goods. 18. September 1948 ⟨URL: http://www.turingarchive.org⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

TURING, Alan M.: Computing Machinery and Intelligence. Mind, LIX Oktober 1950, Nr. 236, S. 433–460

TURKLE, Sherry: Computer as Rorschach: Subjectivity and Social Responsibilty. In Is the computer a tool? Stockholm, Schweden: Almqvist and Wiksell International, 1980, S. 81–99

TURKLE, Sherry: The second self: computers and the human spirit. Cambridge, MA: MIT Press, 2005

UNITED STATES ADVISORY COUNCIL ON THE NATIONAL INFORMATION INFRASTRUCTURE: A nation of opportunity: realizing the promise of the information superhighway. Washington, D.C.: Benton Foundation, Jänner 1996

VAIHINGER, Hans: Die Philosophie des als ob. 7. Auflage. Leipzig: Meiner, 1922

VICO, Giambattista: Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker. 2. Auflage. Berlin und New York: de Gruyter, 2000

WATSON, John Broadus: Psychology as the Behaviorist Views it. Psychological Review, 20 1913, S. 158–177, Nachdruck in: Theoretical Roots of Early Behaviourism

WEIZENBAUM, Joseph: Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1977

WELLMANN, B. et al.: Computer networks as social networks: Collaborative work, telework, and virtual community. Annual Review of Sociology, 1996, S. 213–238

WENDT, Siegfried: Formalismen und Anschauung. 1998, interner Bericht, Universität von Kaiserslautern ⟨URL: `http://kluedo.ub.uni-kl.de`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

WEXELBLAT, Richard L.: History of Programming Languages. Academic Press, 1981

WIENER, Norbert: Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. 10. Auflage. New York: Wiley [u.a.], 1952

WIENER, Norbert: The human use of human beings. New York, USA: Plenum Press, 1954

ZEMANEK, Heinz: Abstract Architecture. In Proceedings of the Abstract Software Specifications, 1979 Copenhagen Winter School. 1980, S. 1–42

ZUSE, Konrad: Freiheit und Kausalität im Lichte der Rechenmaschine. 1948, ZIA 0294. ZuP 036/002 ⟨URL: `http://www.zib.de/zuse/Inhalt/Texte/Chrono/50er/0294.html`⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007

ZUSE, Konrad: Rechnender Raum. In Elektronische Datenverarbeitung. Band 8, 1967, S. 336–344

Abbildungsverzeichnis

2.1 Mensch-Maschine Interaktion im Film „Metropolis“, 1927
Quelle: LANG, Fritz: Metropolis. 1927 15
2.2 Der Hahnenautomat der ersten Straßburger Uhr, ca. 1354
Quelle: MAYR, Otto: Uhrwerk und Waage (Original in Englisch: Authority, Liberty and Automatic Machinery in Early Modern Europe). München: Beck, 1986 16

3.1 Die Kybernetik hat die Sphäre ihrer Interessen weit ausgedehnt
Quelle: PEKELIS, Viktor: Kleine Enzyklopädie von der großen Kybernetik. 2. Auflage. Berlin: Kinderbuchverlag Berlin, 1979 21

4.1 Der UNIVAC I als Büroangestellte
Quelle: Manual of Operation for UNIVAC System. 1954 ⟨URL: http://www.bitsavers.org/pdf/univac/univac1/⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007 32

7.1 Stufenmodell 43
7.2 Schalenmodell 43

8.1 ViewPoint am Xerox 6085
Quelle: JOHNSON, Jeff et al.: The Xerox Star: A Retrospective. IEEE Computer Society Press, 22 September 1989, Nr. 9 48
8.2 Magic Cap
Quelle: HALFHILL, Tom R./REINHARDT, Andy: Just Like Magic? Byte, Februar 1994 ⟨URL: http://www.guidebookgallery.org/articles/justlikemagic⟩ – Zugriff am 13. Oktober 2007 . . . 48

9.1 „The nine-year-olds were lying on the grass of a park near their home, their Dynabooks hooked together [...]“
Quelle: KAY, Alan C.: A Personal Computer for Children of All Ages. Xerox Palo Alto Research Center, 1972 59

10.1 Arbor elementalis
Quelle: LULL, Ramon: Arbor scientiae. Lyons, 1515 65
10.2 Rhizom von Triticum repens
Quelle: Meyers Konversationslexikon. Band 13, 4. Auflage. Leipzig und Wien: Verlag des Bibliographischen Instituts, 1885 67