

COMPUTER SPIEL WELTEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Fakultät Medien an der
Bauhaus-Universität Weimar
vorgelegt von
CLAUS PIAS
aus Köln

Inhalt

Einleitung		1
I. Action	Kairos	9
	Experimentalpsychologie	11
	Army Mental Tests	14
	Arbeitswissenschaft	23
	<i>Erste Abschweifung</i>	34
	<i>Zweite Abschweifung</i>	36
	<i>Dritte Abschweifung</i>	39
	Rechnende Bewegung	43
	<i>Differential Analyzer</i>	44
	<i>Project Pigeon</i>	46
	Sichtbarkeit und Kommensurabilität	52
	<i>Whirlwind</i>	52
	<i>Williams Tube</i>	55
	<i>SAGE</i>	57
	<i>TX-0</i>	60
	<i>Spacewar</i>	63
	<i>Sensorama</i>	65
	Eine neue Arbeitswissenschaft	66
	<i>Sketchpad</i>	66
	<i>Licklider</i>	69
	<i>Engelbart</i>	72
	<i>XEROX Star</i>	76
	Computerspiele	78
	<i>Odyssey</i>	79
	<i>PONG</i>	82
II. Adventure	Höhlen	89
	Der Aufbau der künstlichen Welt	93
	<i>Das Sein, ...</i>	94
	<i>das Seiende ...</i>	96
	<i>... und die »technische Sprache«</i>	102
	<i>Softmoderne</i>	107
	Erzählung	112
	<i>Kerne und Katalysen</i>	112
	<i>»Thinking RED«</i>	115
	<i>Soap Operas</i>	120

	Programme, Labyrinth, Graphen	123
	<i>flowcharts</i>	124
	<i>labor intus</i>	130
	<i>Graphen und Netze</i>	136
	MEMEX	143
	<i>Die beste Welt</i>	146
III. Strategie	»that naive concept of utility«	154
	Schachspiel und Computer	158
	Taktisches Schach und Kriegsspiel	163
	<i>Hellwig</i>	164
	<i>Hoverbeck und Chamblanc</i>	172
	<i>Reißwitz...</i>	173
	... und die Folgen	180
	Operations Research und Wetter	183
	<i>Lanchaster</i>	184
	<i>Operations Research</i>	186
	<i>Bjerknes</i>	188
	<i>Richardson</i>	192
	<i>John von Neumann</i>	195
	Die fünfziger Jahre	198
	<i>Computer Games</i>	198
	<i>Zelluläre Automaten</i>	202
	<i>Politik und Geschäft</i>	209
	<i>Spieltheorie und Kalter Krieg</i>	214
	Die sechziger Jahre	219
	<i>Vietnam</i>	219
	<i>Integration</i>	221
	<i>Kritik der Spieltheorie</i>	230
	<i>object oriented programming</i>	236
	Die siebziger Jahre	242
	Schluß	247
	Literatur	251
	Credits	265

Einleitung

In Spielemuseen mit dem dilettantischen Charme privater Erotikmuseen, in *high-* und *low-brow*-Computerzeitschriften, vor allem aber im Internet — überall wird derzeit die Geschichte der Computerspiele geschrieben. Dies mag nicht zuletzt daran liegen, daß die Spieler der ersten Generation inzwischen das diskursproduzierende Alter erreicht haben. Gleichwohl aber schon Schiller eine Betrachtung von Spielen als »Medium« soufflierte,¹ läßt eine spezifisch medienhistorische Betrachtung von Computerspielen bislang auf sich warten. Neben der anekdotengeschwängerten Form der Chronik, wie sie auf unzähligen Homepages gepflegt wird, lassen sich vielleicht drei wesentliche Fabeln oder Ansätze ausmachen: 1. Eine *Fortschrittsgeschichte*, entlang derer die Verteilung der Ereignisse durch verschiedene Kriterien bestimmt sein kann und die teleologisch auf den jeweiligen Ist-Zustand fluchtet. Dies kann eine Geschichte der Hardware oder der Software sein, eine Geschichte über Geschwindigkeit, Animation oder Sound, aber auch eine Gattungs- oder Genregeschichte nach dem Schema »x war das erste Spiel, das ...«. 2. Eine *Pädagogik*, die davon ausgeht, daß wir im Spiel für das sogenannte 'Leben' lernen und das Spiel folglich keine extraspielderischen Finalitäten, wohl aber eine strukturelle Homologie zum Bereich des Außerspielerischen unterhält. Die herrschenden Methoden reichen (mit unterschiedlicher Finesse) von den quantitativen Methoden einer Mediensoziologie über den pädagogischen Kriterienkatalog einer »Bundesprüfstelle für jugendgefährdende Schriften« bis hin zum Konstruktivismus. 3. *Hermeneutik und Philologie*, also im weitesten Sinne Analysen und Vergleiche von Spielen untereinander, aber auch von Spielen mit Filmen und Literaturen. Zum methodischen Kernbestand gehören dabei Erzählforschung, Ikonographie und Filmanalyse, die — meist in einträchtiger Technikvergessenheit — die tradierten literatur-, kunst- und filmwissenschaftlichen Verfahren auf Software applizieren.

Schon in ihrem Versuch eines spezifisch medienwissenschaftlichen Ansatzes muß sich die folgende Arbeit dieser Fragen enthalten oder durfte sie zumindest nicht unbefragt übernehmen.

»Das liegt nicht zuletzt an der Unklarheit darüber, wessen Abkömmling das, was sich heute Medienwissenschaft nennt, eigentlich sei. Denn hier treffen die Auslagerungen der alten und erprobten Philologien, der Kunst- und geschichtswissenschaftlichen Disziplinen, mit Nachrichtentechnik, Publizistik, Ökonomie, kommunikationswissenschaftlichen und wissenshistorischen Fragen in einem unbestimmten Mischungsverhältnis aufeinander und machen nur deutlich, daß ein

1 Friedrich Schiller, »Über die ästhetische Erziehung des Menschen in einer Reihe von Briefen«, in: *dtv Gesamtausgabe*, Bd. 19, Frankfurt a.M. 1966, S. 68.

gemeinsamer Ort ungewiß und eine gemeinsamer Gegenstand wenigstens problematisch ist.«²

Ebensowenig gesichert wie der methodische Horizont ist die Bestimmung dessen, was ein Medium ist, so daß es angesichts von Computerspielen nahe liegt, zunächst einmal das Gefüge von Apparaten, Techniken und Institutionen zu rekonstruieren, das ihr Medien-Werden ermöglicht, darüber hinaus aber zu fragen, was sie lesbar, hörbar oder sichtbar machen, wie sie das, was sie ermöglichen unter ihre Bedingungen stellen und auf welche Weise sie zugleich selbst anästhetisch werden.

Der Titel des vorliegenden Versuch verweist auf diese Unbestimmtheit, offeriert drei Lektüren und damit mindestens drei mögliche Fragestellungen: 1. Die Beziehung zwischen »Computerspielen« und »Welten«, also die Frage danach, was eigentlich (im Hinblick auf einen noch zu entwickelnden Begriff »künstlicher Welten«) die spezifische Form der Weltmodellierung in Computerspielen ist. Wie werden kohärente und konsistente Weltmodelle softwaretechnisch erzeugt, welche Begriffe von Vollständigkeit und Notwendigkeit implementieren sie, und was ist gewissermaßen ihr Software-Diskurs als Möglichkeitsbedingung eines Sagbaren bzw. Spielbaren. Daraus resultiert nicht zuletzt die Frage nach dem jeweiligen Ort des Spielers in dieser Welt oder nach dem Verhältnis, das er zu dieser Welt als Spielender unterhält. 2. Die Beziehung zwischen »Computer« und »Spielwelten«, also die Frage nach der Beziehung zwischen Spielwelten und dem Computer als universaler Maschine, die alle symbolischen Maschinen auf sich abbilden kann und damit selbst ein 'Über-Spiel' in den Begriffen von begrenztem Symbolvorrat, Ausgangsstellung, regelhaften Zugmöglichkeiten, Regelverletzungen und Spieldausgängen darstellt. Eine Frage könnte also lauten, welche spezifische Veränderung der Computer gegenüber bisherigen, nicht computerisierten Spielwelten bedeutet, oder umgekehrt, was es bedeutet, daß die Welt des Computers selbst immer schon eine Spielwelt ist. 3. Das »Welten« der »Computerspiele« selbst, das nicht nur eine Frage nach ihrem historischen Erscheinungsort ist, sondern vor allem eine Erkundung des diskursiven Feldes impliziert, aus dem sie sich herauschälen.

Das Bestreben, die Computerspiele nicht nur zu historisieren, sondern sie auch — gegen eine fortschrittsgläubige Technikgeschichte, gegen eine ihren aufklärerischen Ursprüngen verpflichtete Pädagogik und gegen eine technikvergessene Hermeneutik — wenigstens ansatzweise als eine Form von Wissensgeschichte zu schreiben, birgt bereits die erste von drei Enttäuschungen. Während nämlich alle bisherigen Arbeiten zu Computerspielen mit den ersten kommerziellen Spielen beginnen, sei hier vorgeschlagen, ihre Geschichte an eben diesem Punkt enden zu lassen, sprich: alles, was nach dem ersten Pro-

2 *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, Hg. C. Pias / J. Vogl / L. Engell / O. Fahle / B. Neitzel, Stuttgart 1999, S. 9.

dukt, das den Namen »Computerspiel« trägt, an Verfeinerung, an Variation und quantitativer Steigerung von Auflösungen und Geschwindigkeiten folgt, einfach als schöne *Décadence* der Spiele zu lesen oder eben nicht mehr zu lesen. Gleichwohl sollte durch die stattdessen behandelten Gegenstände wie Eignungsdiagnostik, Arbeitswissenschaft, Graphentheorie oder Wetter, die im Hinblick auf Computerspiele zunächst vielleicht obskurant oder apokryph erscheinen, nicht der Eindruck entstehen, es handle sich um eine »Vorgeschichte«. Vielmehr bezeichnet der Ort, an dem sich das Computer-Spiel *als* Computerspiel konstituiert, gewissermaßen eine »Schwelle der Epistemologisierung«.³ Die behandelten Gegenstände bilden demgemäß eine diskursive Formation, die weder das Computerspiel im vorbewußten Stadium enthalten noch teleologisch auf dessen Genese hinweisen. Die Emergenz des Computerspiels versammelt also mehrere diskursive Praktiken (und damit das durch sie generierbare Wissen), ohne jedoch dabei Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Sie ist keine »epistemologische Baustelle«, die im fertigen Gebäude aufginge. Schon aus Gründen der Logik der Emergenz vertagt also das Studium von Positivitäten an der Schwelle der ersten Computerspiele alle folgenden auf ein anderes Buch und verbietet jeden Evolutionismus von Vorgeschichte und 'eigentlicher' Geschichte. Zugleich begründet und rechtfertigt sie jedoch das scheinbar synkretistische Gestöber von literarischen, philosophischen und technischen Texten, von Spieltheorie, Mathematik, Meteorologie, Narratologie, Experimentalpsychologie, Hard- und Softwaregeschichte, insofern sie alle für die Konstitution der Spiele unerläßliche Elemente enthalten.

Eine zweite mögliche Enttäuschung könnte die Literatur-, Kunst- und Filmwissenschaften betreffen, denn von Bildern und Texten wird allenfalls in einem 'technischen' Sinne die Rede sein: nicht von Ikonographie also, sondern von Abmessungen, nicht von Einstellungen, sondern von Apperzeptionsgeschwindigkeiten, nicht von Erzählungen, sondern von Datenbankverwaltung. Damit entfallen auch alle Gliederungsversuche, die ihren Gegenstand beispielsweise nach Spielgenres (»Fatasy«), nach Gattungen (»Sportspiele«) oder

3 Michel Foucault, *Archäologie des Wissens*, 5. Aufl. Frankfurt a.M. 1992, S. 266; auch die folgenden Zitate aus Kapitel 6. Gleichwohl die Arbeit weder als Diskursanalyse geplant noch konsequent durchgeführt wurde, scheint Foucault beim Lesen eines fremdgewordenen Textes oft präsent.

nach anderen inhaltistischen Gesichtspunkten kategorisieren.⁴ Vielmehr handelt es sich um den Versuch, das Untersuchungsfeld in einer problematischen Weise zu gliedern. Die gebräuchlichen Computerspiel-Begriffe »Action«, »Adventure« und »Strategie«, die den drei Kapiteln ihre Namen geben, stehen nicht für Gattungen ein, sondern für »Gegenstandgruppen oder Äußerungsmengen« (Foucault), die anhand eigentümlicher Probleme ein je spezifisches Wissen in Form von Daten, Verfahren, Darstellungsmodi usw. hervorbringen. Beispielsweise liegen Actionspiele und graphische Benutzeroberflächen im gleichen diskursiven Feld, befinden sich Adventurespiel, Datenbankorganisation und Routingaufgaben im gleichen Problemhorizont und teilen Strategiespiele, Wetter und objektorientierte Programmierung durchaus einige theoretische Implikationen.

Am einfachsten läßt sich nun die Dreiteilung durch die Stelle ihres Risikos beschreiben, durch das, was ihr Einsatz ist. *Zeitkritisch* ist die Interaktion im Gegenwärtigen von Actionspielen: Sie fordern *Aufmerksamkeit* bei der Herstellung zeitlich optimierter Selektionsketten aus einem Repertoire normierter Handlungen. *Entscheidungskritisch* ist die Navigation durch ein Zuhandenes in Adventurespielen: Sie fordern optimale *Urteile* beim Durchlaufen der Entscheidungsknoten eines Diagramms. *Konfigurationskritisch* ist die Organisation eines Möglichen in Strategiespielen: Sie fordern *Geduld* bei der optimalen Regulierung voneinander abhängiger Werte. In den drei »naiven« Tropen ausgedrückt wäre die Echtzeit von Actionspielen *metaphorisch* (idiographisch), wären die Entscheidungsbäume von Adventurespielen *metonymisch* (mechanistisch) und wäre die Integration mehrerer Datenquellen in Strategiespielen *synekdochisch* (organizistisch) — womit der Programmierung all' solcher Spiele

4 An Gliederungsversuchen herrscht kein Mangel: »skill-and-action« (combat, maze, sports, paddle, race, miscellaneous games) und »strategy games« (adventure, d&d, wargames, games of chance, educational games, interpersonal games) bei Chris Crawford (*The Art of Computer Game Design*, [o.O.] 1982 [www.erasmatazz.com]); »Stories«, »Denken«, »Action« bei Rainer Korte (»Elektronische Spiele und interaktive Qualitäten«, in: *Interaktiv. Im Labyrinth der Wirklichkeiten*, Hg. W. Zacharias, Essen 1996, S. 248-259); »Geschicklichkeits-«, »Abenteuer-«, »Simulations-« und »Logikspiele« bei Ulrich Dittler (»Faszination Computerspiel«, ebenda, S. 260-274); »action«, »adventure«, »fighting«, »puzzle«, »role-playing«, »simulations«, »sports« und »strategy« bei Jessie C. Herz (*Joystick Nation. How Videogames Gobbled Our Money, Won Our Hearts, and Rewired Our Minds*, London 1997, S. 24-31); »Adventure« und »Simulation« in zehn Gradationen bei Wulf Halbach (Wulf R. Halbach, *Interfaces. Medien- und kommunikationstheoretische Elemente zu einer Interface-Theorie*, München (Diss.) 1994) und viele mehr. Die wohl filigranste Gleiderung von Spielen findet sich m.W. bei Fritz Redl / Paul Gump / Brian Sutton-Smith, »The Dimension of Games«, in: *The Study of Games*, Hg. E.M. Avedon / B. Sutton-Smith, New York 1979, S. 408-418 und Elliott M. Avedon, »The Structural Elements of Games«, ebenda, S. 419-426). Ein wenig an Borges' Nonsens-Taxonomie erinnert hingegen die Gliederung der Bundesprüfstelle in »abstrakte Geschicklichkeitsspiele«, »simulative Geschicklichkeitsspiele«, »abstrakte Glücksspiele«, »abstrakte Denkspiele«, »komplexe Simulationsspiele«, »Märchenspiele/Comics«, »Abenteuerspiele«, »Kampfspiele« (abstrakt/konkret), »Kriegsspiele«, »Spiele mit beleidigenden oder diskriminierenden Inhalten« und »Horrorspiele« (www.bpb.de/snp/referate/hagemann.htm).

vielleicht der »sentimentalische« Status von *Ironie* zustünde. Natürlich reizen Dreifaltigkeiten zu gematrischen Spielen, und so ließen sich (nicht nur problemlos, sondern auch mit einiger Berechtigung) weitere Begriffstripel auf diese Probleme abbilden. Beispielsweise (in Anlehnung an Greimas' Aktantenmatrix) das *Subjekt der Handlung* (Action), das *Subjekt der Suche* (Adventure) oder das *Subjekt des Wunsches* (Strategie). Oder (systemtheoretisch) *Zeitdimension*, *Sachdimension* oder *Sozialdimension*. Oder (mit Todorov) *mythisch*, *gnoseologisch* oder *ideologisch*. Und vielleicht spielt *Es* Action, *Ich* Adventure- und *Über-Ich* Strategiespiele.

Immanuel Kants berühmten drei Fragen schloß sich jedenfalls eine vierte an, die sich auf »den Menschen« bezog und ein Rettungsprogramm namens »Subjekt« aufrief, das Bewußtseinsakte zur Operationsbasis hat. Gleichwohl dem Menschen hier kein eigenes Kapitel gewidmet ist, tauchen doch verschiedene konzeptuelle Füllungen dieser Leerstelle auf. Was in der Systemtheorie »Person« heißt⁵ und als Effekt der Notwendigkeit kondensiert, das Problem der doppelten Kontingenz sozialer Systeme zu lösen, erscheint dabei im Mensch-Maschine-System von Computerspielen als Spieler, der sein Verhalten dem Spiel gegenüber davon abhängig machen muß, daß dieses wiederum ihm gegenüber zufriedenstellend handelt, sich also Spielerfolg einstellt. Was jedoch Computer von der alltagsweltlichen Implementierung dieses Theorems durch einen 'Unterbau' von *black boxes* unterscheidet, die den Umgang mit »etwas« erlauben, das nicht verstanden werden muß, ist die Tatsache, daß Computer keineswegs schwarz und keine Schachteln sind. Computer besitzen einen durchaus lesbaren Programmcode, der anlässlich von Laufzeit seine Benutzer instruiert und sie damit in eine Geschichte der historischen Programmierungen vom griechischen Alphabet bis zu den Standards der Arbeitswissenschaft einreicht. Was jedoch anlässlich der Emergenz von Spielen wie *PONG* geschieht, ist eine Verbergung von Hardware und Software durch die Phantasmagorie von buntem Plastik und geschütztem Code, die sie tatsächlich zu *black boxes* macht und Spielspaß dadurch gewährt, daß sie Kontingenz dort suggeriert, wo verborgen Programmierung waltet.⁶ Während sich solcherart die Freiheit des Spielers auf der Ebene seines Unwissens abspielt, wird auf einer anderen Ebene Kompatibilität zwischen Mensch und Maschine dadurch gewährleistet, daß Hard- und Software den Spieler nach ihrem Eben-

5 Im Unterschied zum »Menschen«, der kein Element von Kommunikation ist, sondern nur in spezifischen Kommunikationen als Entparadoxierungsleistung erzeugt wird.

6 Der Programmierer Chris Crawford bemerkte Anfang der 80er — also in der jungen Medienblüte der »homecomputer« — einmal, daß Computerspiele wie Haustiere seien. (Eine Prophezeiung, die 15 Jahre später von *Tamagotchis* und Spielen wie *Creatures* eingeholt werden sollte.) Umgekehrt besagt ein schönes Exempel Watzlawicks zu Energie und Information, daß man einen Hund durch einen Fußtritt »informieren« kann, den Tretenden zu beißen. Der Unterschied zwischen der verständlichen *black box* des Hundehirns und einem Spielcomputer wäre der, daß das Programm des letzteren disassemblierbar ist.

bild entwerfen, was dann »Menschengerechtigkeit«, »usability« oder »Spielbarkeit« heißt. Der Spieler erscheint an dieser Systemstelle als *device* und zweites Programm, dessen Outputs zeitkritisch abgefragt werden (Action), das schon gebahnte Verknüpfungen in einer Datenbank nachvollziehen muß (Adventure) oder das eine Konfiguration variabler Werte zu optimieren hat (Strategie). »Mithin zählen nicht die Botschaften oder Inhalte, mit denen Nachrichtentechniken sogenannte Seelen für die Dauer einer Technikepoche buchstäblich ausstaffieren, sondern [...] einzig ihre Schaltungen, dieser Schematismus von Wahrnehmbarkeit überhaupt.«⁷ Es gälte also nicht, die Computerspiele film- oder fernsehwissenschaftlich, nicht literatur- oder kunsthistorisch zu betrachten, sondern aus den Codezeilen der Programme, Notationen und Partituren die Virtualität der Spiele selbst zu lesen und in den Lücken, die ihre Hardware läßt und den »Schaltplänen selber«, den negativen Umriss oder die Gestalt des Spielers auszumachen.

Damit ist die vielleicht letzte Enttäuschung angesprochen. Wenn es nämlich um die Benutzbarkeit digitaler Computer selbst (Action), um Navigation und Datenbankmanagement (Adventure) und um Datenerhebung und Tabellenkalkulation (Strategie) geht, dann sind Computerspiele schwerlich von sog. »ernsten« Applikationen unterscheidbar und der emphatische Begriff von Zweckfreiheit eines ludischen *hortus conclusus* ist unterlaufen. Computerspiele ließen sich vielleicht durch die tautologisch klingende Minimaldefinition bestimmen, daß es Spiele sind, die eines Computers bedürfen. Etwas genauer könnte man formulieren: Spiele, an denen mindestens ein Benutzer und ein Computer beteiligt ist; Spiele, die alle Spielelemente und Regeln auf Computerbasis implementieren; Spiele die zu ihrer Spielbarkeit eines Interface bedürfen. Wenn sich jedoch Kybernetik als »Regelungs und Nachrichtenübertragung im Lebewesen *und* in der Maschine« versteht, dann hat der Computer einen anderen Status als alle bisherigen »Spielmittel«. Wenn es in beiden Fällen, bei Lebewesen und Maschinen, um eine rückgekoppelte Steuerungstechnik und um Informationsverarbeitung geht, dann ist die Frage des Spiels nicht mehr eine der Fiktion, sondern der Simulation. Wenn universale Maschinen den Menschen simulieren, beide sich also im Raum einer »Metatechnik« (Max Bense) treffen, dann wird die Applizierbarkeit anthropologischer Spieltheorien auf Computerspiele zumindest problematisch. Der Mensch (oder gar das 'ursprünglichere' »Kind«) als Referenz eines »freien« und »unbestimmten« Spiels⁸ wird schon deshalb zu einer unsicheren Instanz, weil er nicht mehr unverwechselbar ist. Wenn Kultur ohne Spiel nicht denkbar ist und (nach Huizinga) selbst »anfänglich gespielt wird«⁹, wenn aber zugleich im Computerspiel die Spieler den Platz von *devices* und Programmen und die Computer den

7 Friedrich Kittler, *Grammophon Film Typewriter*, Berlin 1986, S. 5.

8 Johan Huizinga, *Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*, Hamburg 1956, S. 189; Roger Caillois, *Die Spiele des Menschen. Maske und Rausch*, Stuttgart 1960, S. 14.

9 Huizinga, S. 51.

Platz von Menschen einnehmen, die mit den Spielern spielen, dann kann der Mensch nicht mehr beanspruchen, Subjekt einer solchen Medienkultur zu sein. Wenn Steuerungstechnik rückgekoppelt wird und das Gesteuerte zugleich den Steuernden beeinflusst, das Spiel seinen Spieler und der Spieler sein Spiel testet, dieser Kreislauf zugleich also immer unter das Kriterium der Effizienz gestellt ist, dann kann das Computerspiel nicht mehr als »Gelegenheit zu reiner Vergeudung« bestimmt werden.¹⁰

Hinsichtlich der vermeintlichen Zweckfreiheit des Spiels erscheint daher Schiller zeitgenössischer als beispielsweise Huizinga oder Caillois, wenn er das Spiel als eine Urteilsraft vorstellt, die ihre Urteile durchaus nach Kriterien der Effizienz fällt, statt sie nur im Ästhetischen vorzubereiten. Das Oszillieren zwischen Kraft und Gesetzen, zwischen dem Wirklichen und dem Problematischen, zwischen Bestimmtwerden und Selbstbestimmung, zwischen Stofftrieb und Formtrieb, Naturstaat und Vernunftstaat vollzieht sich in einem (Spiel-)Raum, der ebenso begrenzt wie überall anzutreffen ist und mit der Berechtigung eines Universalmediums sowohl den Bereich der Kunst als auch beispielsweise den der 'Policy' organisieren kann.¹¹ Das Computerspiel erscheint in diesem Sinne weniger als Zeichen einer »Arbeitsgesellschaft, der die Arbeit ausgeht« (H. Arendt), sondern vielmehr als einer dieser Spielräume innerhalb einer umfassenderen Sphäre der Regulation und Kontrolle. Wenn die Kybernetik als seinsgeschichtliche Lösung des »Mißverhältnis[ses] zwischen Natur und Mensch« erscheint, weil sie umfassender ist »als die Sphäre von Geist und Natur« (der Leitdifferenz Schillers), dann stellen die künstlichen Welten des Computerspiels nicht zuletzt exemplarisch die Frage nach der »Humanität« dieser hybriden Sphäre, die Max Bense mit dem Satz beantwortete: »Nur antizipierbare Welten sind programmierbar, nur programmierbare sind konstruierbar und human bewohnbar.«¹²

•

10 Caillois, S. 12.

11 Joseph Vogl, »Staatsbegehren. Zur Epoche der Policy«, unveröffentlichter Vortrag, Schillertage, Weimar 1999.

12 Max Bense, »Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine«, in: *Ausgewählte Schriften*, Bd. 2, Stuttgart 1998, S. 429-446.

I. Action



1. Kairos

...aber es gibt ja auch keine Regel dafür z.B., wie hoch man im Tennis den Ball werfen darf, oder wie stark, aber Tennis ist doch ein Spiel und es hat auch Regeln.

Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen*, §68

Knapp 100 Jahre nachdem der Heidelberger Privatdozent Wilhelm Wundt den ersten Band seiner *Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung* veröffentlicht hatte, in denen der Begriff der »Experimentalpsychologie« erstmals fiel,¹ und fast genau 80 Jahre nach der Gründung des Leipziger Instituts für Experimentalpsychologie und der von Wundts Schüler Max Friedrich eingereichten Dissertation über Reaktionszeitmessung,² öffnet das *Brookhaven National Laboratory (BNL)* in Long Island seine Tore zum *Visitor's Day*. Nichts Geringeres ist an diesem Tag zu sehen als eine verschwindend kleine, aber eigens für diesen Anlaß verdrahtete Installation mit dem schlichten Titel *Tennis for Two*, die vielleicht als das erste Actionspiel gelten darf,³ jedenfalls aber Wittgensteins Frage mit der Angabe der maximalen Spannung beantworten könnte, die an einem aufgedrehten Potentiometer anliegt.

Ihr Konstrukteur, der Physiker William Higinbotham, begann seine Karriere um 1940 am *MIT Radiation Lab* und war an der Entwicklung des in B-28 Bombern zur Boden-Zielerfassung installierten *Eagle Radar Display* beteiligt. Später arbeitete er im *Manhattan Project* am Zündmechanismus der ersten Atombombe und wurde legendärerweise durch Zeugenschaft ihrer Detonation zum Pazifisten. 1958 jedenfalls war er am *Instrumentation Department* des *BNL* tätig, das sich mit den zivilen Auswirkungen der Nukleartechnik und u.a. mit der Konstruktion von Geigerzählern befaßte.

Da solcherlei Tätigkeit nur schwer ausstellbar ist, verschmolzen Higinbothams bisherige Probleme, nämlich Ballistik und Timing, zum Tag der offenen Tür in der zivilen Semantik fliegender Bälle und im rechten Moment treffender Schläger.⁴ Der kleine Rechner des Department war ohnehin zur

1 Wilhelm Wundt, *Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung*, Leipzig / Heidelberg 1862.

2 Max Friedrich, »Über die Apperceptionsdauer bei einfachen und zusammengesetzten Vorstellungen«, in: *Philosophische Studien*, Hg. W. Wundt, Bd. 1, Leipzig 1883, S. 39-77 (die Versuchsreihen fanden im WS 1879/80 statt).

3 Zum folgenden Frederic D. Schwarz, »The Patriarch of PONG«, in: *Invention and Technology*, Fall 1990, S. 64 (www.fas.org/cp/pong_fas.htm); Marshal Rosenthal, *Dr. Higinbotham's Experiment. The First Video Game or: Fun With an Oscilloscope* (www.discovery.com/doc/1012/world/inventors100596/inventors.html); Wulf R. Halbach, *Interfaces. Medien- und kommunikationstheoretische Elemente zu einer Interface-Theorie*, München (Diss.) 1994.

4 Zu Tennis als ballistischem Problem vgl. zwei Jahre vor Higinbotham: T.J.F.A. Bromwich, »Easy Mathematics and Lawn Tennis«, in: *The World of Mathematics*, Hg. J. Newman, Bd. 4, New York 1956, S. 2450-2545. In der akustischen Stereophonie war die Zielerfassung schon zum Ping-Pong-Spiel geworden (vgl. Reginald V. Jones, *Most Secret War*, London 1978, S. 60-78), ebenso wie optisch in der Philips-Maus, die durch den Abgleich von zwei Selenzellen auf ein illuminiertes Ziel zusteuern konnte.

Berechnung von Trajektorien prädestiniert,⁵ ein 5-Inch-Oszilloskop konnte statt indexalischer Meßdaten auch die gestalthafte Sinnlosigkeit von Tennisschlägern darstellen, und der Rest war angewandte Elektrotechnik. Der runde Bildschirm, auf dem sich ein Computer- erstmals auch als ein Videospiel präsentierte,⁶ zeigte ein abstrahiertes Tennisfeld in Seitenansicht: in der Mitte ein Ausschlag als Netz, zwei Striche links und rechts als Schläger und ein punktförmiger Ball in parabolischer Flugbahn.

Bewegte und unbewegte Teile machten zusammen jeweils ein Halbbild aus, und über eine damals noch wenig gebräuchliche Transistorschaltung⁷ wurden beide — die Überforderung des Kinos verdoppelnd und das Prinzip aller Shutterbrillen vorwegnehmend — getriggert und im Auge des Betrachters zu einem Bild verschmolzen. Die beiden Spieler steuerten den Winkel des Schlägers mit Potentiometern und lösten via Tasten den Schlag aus. Augenzeugen kolportieren, daß die Besucher den *Chase-Higinbotham Linear Amplifier* übersahen und stattdessen vor *Tennis for Two* Schlange standen, so daß im Jahr danach eine 15-Inch-Version folgte, bei der nicht nur die Schlagstärke, sondern auch die Gravitationskonstante manipuliert werden konnte und Tennis unter den Bedingungen von Mond oder Jupiter möglich war. Dies zeigt schon an, daß Computerspiele, anders als realweltliche Ballspiele, eben Modelle zur Grundlage haben, die parametrierbar sind (dazu Kapitel III). Während eine Squash-Wand immer nur den schlichten Gesetzen von Einfall- und Ausfallwinkel, von Reibung und Gravitation folgen wird, können Computer solche Variablen bei jedem Schlag ändern und das Abprallverhalten von Gummi, Stein, Samt oder Morast simulieren. Daß sie dies allenfalls von Spiel zu Spiel tun (wie bei Higinbotham), hängt nur damit zusammen, daß Spiele bestimmter Erwartbarkeiten bedürfen um spielbar zu sein, daß also beispielsweise die Schwerkraft in Form der Redundanz vom Gesetz zur (Spiel-)Regel wird. (Was nicht bedeutet, daß der Zufall nicht in anderem Grad und an anderen Systemstellen in die Spielbedingungen eingreifen kann.) Die Notwendigkeit einer vorgängigen Modellbildung fordert jedoch immer, daß auch das zur programmierten Regel wird, was bei Wittgenstein noch als Spielraum im Widerspruch zu allen geschriebenen Spielregeln stand.

Daß *Tennis for Two* nicht kommerziell verwertet wurde und erst 1972 Nolan Bushnells *PONG* das historische Scharnier zum Markt bilden sollte, lag weniger an Higinbothams Tätigkeit im Staatsdienst, die ihm Rechtsansprü-

5 Das Handbuch des Computers erläuterte als Programmierbeispiel übrigens die Darstellung von Flugbahnen (Leonard Herman, *Phoenix. The Fall & Rise of Home Videogames*, Union 1994, S. 10).

6 Zu dieser Unterscheidung vgl. demnächst Arbeit von Britta Neitzel, die allgemein den Ausdruck *Videospiel* bevorzugt.

7 Thomas J. Misa, »Military Needs, Commercial Realities, and the Development of the Transistor, 1948–1958«, in: *Military Enterprise and Technological Change. Perspectives on the American Experience*, Hg. M.R. Smith, Cambridge, Mass. 1987, S. 253–288.

che verwehrt, als vielmehr an konzeptuellen Beschränkungen, die noch genauer zu erörtern sein werden (vgl. S. 82). Jedenfalls erscheint *Tennis for Two* noch als eine amphibische Form: Noch sind die Tennisbälle Projektile, noch steuern die Schläger auf Abfangkurs. Noch verbietet die überall offensichtliche Technik die beruhigende Vertrautheit privater Fernsehgeräte und die Phantasmagorie unscheinbarer, in buntem Plastik verborgen eingegossener Elektronik. Dennoch zeigen sich die wesentlichen Züge von Actionspielen. Erstens bieten sie visuelle Interaktion in Echtzeit. Zweitens sind sie »zeitkritisch«. Ihr Spiel besteht darin, aus bestimmten Optionen zeitlich optimierte Handlungssequenzen herzustellen, also etwas zur rechten Zeit am rechten Ort zur Erscheinung zu bringen. Drittens — und damit verbunden — tritt der Computer als Meßgerät seiner Benutzer auf. Er liest Meßdaten vom Körper des Spielers ab, die im Falle von *Tennis for Two* mit den Meßdaten eines anderen Spielers rückgekoppelt werden und das gelungene (Ballwechsel-) Spiel als Synchronisationsproblem erscheinen lassen. Dieser Test des Spielers wiederum ist ein doppelter: zum einen ist er je konkrete Abfrage seiner Anwesenheit, zum anderen ist er — ob mit oder ohne Buchhaltung von Punkteständen — Kontrolle seiner Lernfähigkeit. Diese vier Bestimmungen markieren die historischen Stränge, aus denen Actionspiele emergieren: Die Vermessung der sensomotorischen Leistung in der Experimentalpsychologie, die Lern- und Verhaltenstests ihrer funktionalistischen und behaviouristischen Schulen, die Standardisierung von Handlungsoptionen verbunden mit der Sequenzierung von Raum und Zeit in der Arbeitswissenschaft und zuletzt die Sichtbarkeit und Kommensurabilität von Computern.

2. Experimentalpsychologie

Wenn Computerspiele also die sensomotorischen Fähigkeiten ihrer Benutzer testen und trainieren, dann beginnt ihre Vorgeschichte spätestens mit der Institutionalisierung der Experimentalpsychologie durch Wilhelm Wundt. Diese Begründung kann als wissenschaftlicher Einschnitt bewertet werden, weil sie den Experimentator nicht mehr als privilegierten Beobachter eines Experiments hinnimmt, sondern sein Erleben selbst zum Gegenstand des Experiments macht.

»Meßtechniken führen ab 1850 ein neues Dispositiv von Wahrheitsprozeduren herauf. [...] Die Meßtechniken der klassischen Physik waren auf die Sinne bezogen und mithin eine Funktion psychophysiologischer Prozesse. [...] Die Annahme von korrekten Messungen beruhte so auf der stillschweigenden Voraussetzung, daß die Reaktion auf einen Reiz in Nullzeit verläuft. Nun geht die Geschichte der Meßtechniken zusammen mit einer Glaubwürdigkeitskrise der Sinne.«⁸

8 Bernhard Siegert, »Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilthey aus mediengeschichtlicher Sicht«, in: *[me'dien]³. dreizehn vortraege zur medienkultur*, Hg. C. Pias, Weimar 1999, S. 161-182.

Auffällig geworden war dies schon 1796 bei jener Kalibrierung von Uhren am *Greenwich Observatory*, die zur folgenreichen Entlassung des Assistenten Kinnebrook führte, die wiederum zwei Jahrzehnte später Friedrich W. Bessels Aufmerksamkeit erheischte. Bessels Entdeckung, daß die Messungen zur Zeitbestimmung von Sternendurchgängen je nach Beobachter variieren, war für Wundt Anlaß, die astronomischen Meßverfahren selbst als Experiment und Vorläufer seiner eigenen Versuche zu betrachten:

»Bekanntlich haben die Reaktionsmethoden ihre Quelle in gewissen astronomischen Zeitbestimmungen, bei denen man den Augenblick irgend eines Ereignisses am Himmel, z.B. eines Sternendurchgangs durch einen Meridian, mittelst einer willkürlichen Bewegung an einer zeitmessenden Vorrichtung registriert.«⁹

Die »Gesichtsvorstellungen«, die Wundts Doktorand Max Friedrich untersuchte, können schon deshalb die Grundlage von Actionspielen bilden, weil sie Benutzer und Display über eine Meßapparatur verbinden. »Reagierender« und »Ablesender« sind über Taster mit der Meßanordnung verbunden. Der Reagierende hält, in einen schwarzen Kasten blickend, einen Taster gedrückt, der »Ablesende« schließt durch einen Schalter den Stromkreis, so daß Licht auf ein Täfelchen fällt und eine Stoppuhr ausgelöst wird. Der Reagierende läßt daraufhin seinen Taster so schnell wie möglich los, so daß das Licht erlischt und die Uhr wieder stehenbleibt. Der schöne Ausdruck »Ablesender« kommt zustande, weil die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Experimentator und Proband so gering ist, daß nur ein technisches Instrument ein Ergebnis aufschreiben kann. Doch nicht nur die Apparatur liest Daten vom Reagierenden ab; auch dieser selbst liest ein Display ab, auf das er reagiert. Und diese Reaktion führt zum Verschwinden dessen, was gerade durch Lichtung erschien, in erneuter Dunkelheit. Die Friedrich'sche Experimentalanordnung präfiguriert gewissermaßen (gleichwohl der entscheidende Aspekt des *tracking* fehlt), was in Form von Flakscheinwerfern zum Alltag des Ersten Weltkriegs wurde, nämlich ein Ziel durch Illumination erscheinen und es reagierend verschwinden zu lassen.¹⁰

»The game must involve the idea of death«, heißt es in den elf Geboten Ataris für Spieleprogrammierung,¹¹ und diese im Wortsinne 'treffende Bezeichnung' hat Georg Seeßlen als Grundlage der meisten Actionspiele beschrieben:

»Die Produktion von eindeutiger Bedeutung durch die einfache, schwere Tat des Schießens: Das ist [...] nicht zuletzt ein semantischer Akt. Die Tat bezeichnet ei-

9 Wilhelm Wundt, »Über psychologische Methoden«, in: *Philosophische Studien*, Hg. W. Wundt, Bd. 1, Leipzig 1883, S. 33; Simon Schaffer, »Astronomer's Mark Time. Discipline and the Personal Equation«, in: *Science in Context*, 2/1988, S. 115-145.

10 Friedrich Kittler, »Eine Kurzgeschichte des Scheinwerfers...«, in: *Der Entzug der Bilder. Visuelle Realitäten*, Hg. M. Wetzel / H. Wolf, München 1994, S. 183-189.

11 Stephen Peirce, »Coin-Op: The Life«, in: *Digital Illusion. Entertaining the Future with High Technology*, New York 1998, S. 455.

nen bestimmten Denkinhalt (wie es das Lexikon von einem semantischen Akt fordert), auch wenn dieser (ich definiere das Objekt, indem ich es vernichte) mit sehr vielen Bedeutungen belegbar ist. Mein Schuß kann bedeuten: Ich trenne mich durch einen einfachen Akt von einem Objekt, einer Bindung, diesem und jenem, das euch nichts angeht; er kann ebenso gut bedeuten, daß dieses Objekt, das ich bezeichne, sich meiner Bezeichnung keinesfalls widersetzen wird.«¹²

Seeßlens Vorschlag macht jedoch erst Sinn, wenn der Begriff des »Schießens« so erweitert wird, daß er das Auslösen eines bestimmten Vorgangs zu einem bestimmten Zeitpunkt als Reaktion auf eine spezifische Sichtbarkeit meint. Beispielsweise gilt es bei einem *Jump and Run*-Spiel mit den Optionen Hüpfen und Werfen, bei Sichtbarkeit eines Gegners im richtigen Moment eine der Optionen zu wählen und auszulösen. Diese Kombination aus Wahrnehmung und Selektion oder — in Wundts Worten — aus »Apperzeptionszeit« und »Wahlzeit«, würde im erweiterten Sinne eines 'semantischen Aktes' so etwas wie »schießen« bedeuten. Derartiges »Schießen« hat also nichts damit zu tun, was sich inhaltistisch auf dem Bildschirm abzeichnet. Es bleibt indifferent gegenüber dem *splatter* indizierter Kriegsspiele oder den Bonbonfarben japanischer Bilderbuchwelten, und meint nur die Verbindung von Objektwahrnehmung und Handlungsauslösung.

Dieses »Schießen« kann trainiert werden. Friedrich erwähnt stolz, wie es »Herrn Professor Wundt« als Versuchsperson seines eigenen Prüflings gelang, »fünf- und sechsstellige Zahlen in derselben Zeit zu apperzipieren, als ein-, zwei- und dreistellige«.¹³ Bei diesen Messungen »zusammengesetzter« Gesichtsvorstellungen wird die Bedeutung des »Schießens« als semantischer Akt nochmals deutlich. Ziel ist es nämlich, die erscheinenden Zahlen durch laute Nennung wieder zum Verschwinden zu bringen. Der Name der Zahl wird zum Kommando ihres Abtretens, das Nennen zur (Aus-)Übung von Befehlsgewalt:

»[B]eim ersten Lernen der Sprache [werden] gleichsam die Verbindungen zwischen der Sprache und den Handlungen hergestellt [...] — also die Verbindungen zwischen den Hebeln und der Maschine«,¹⁴

wie es später in Wittgensteins Pragmatik heißt. Bei diesem Training interessiert — ähnlich wie bei den späteren Bezeichnungsübungen am Bildschirm (vgl. S. 72) — nicht der *Sinn* der Zeichen, sondern ihre *Materialität*, von der die Sichtbarkeit unter zeitkritischen Bedingungen abhängt. Max Friedrich beispielsweise gibt detailliert darüber Auskunft, daß die wahrzunehmenden Zahlen 6×3,8mm groß sind, eine sechsstellige Zahl also 23mm breit ist und

12 Georg Seeßlen / Christian Rost, *PacMan & Co. Die Welt der Computerspiele*, Reinbek 1984, S. 111.

13 Friedrich, S. 61.

14 Ludwig Wittgenstein, *Philosophische Bemerkungen*, Hg. Rush Rees, Frankfurt a.M. 1981 (III, 23).

daher (im Versuchsabstand) ein Sichtfeld von 2°33' umfaßt, so daß keine unnötige Augenbewegung anfällt.

In den Reaktionsmessungen der Experimentalpsychologie zeichnen sich also drei Aspekte von Actionspielen erstmals ab: 1. geht es um das zeitkritische Ablesen eines veränderlichen Displays und die Auslösung einer Handlung aus einer diskreten Anzahl von Optionen; 2. erscheint die Möglichkeit der Optimierung durch Training, die sich von der Ermittlung beispielsweise der Nervenlaufgeschwindigkeit (Helmholtz) oder dem Weberschen Gesetz durch eine zeitliche (oder auch: pädagogische) Perspektive unterscheidet;¹⁵ 3. werden in dem Mensch-Maschine-System der Testanordnung von Probanden (oder Spielern) Daten durch Apparate abgezogen und verwaltet, die diesen geschwindigkeitsmäßig überlegen sind.

3. Army Mental Tests

»Before the war mental engineering was a dream; today it exists«¹⁶

G. Stanley Hall, erster amerikanischer Graduierte in Psychologie,¹⁷ Postdoktorand bei Wundt in Leipzig¹⁸ und nebenbei Verfasser einer Spieltheorie,¹⁹ importierte die Experimentalpsychologie zwischen 1883 und 1885 an die *Johns Hopkins University* und löste damit eine Welle von transatlantischen Institutsgründungen aus.²⁰ Wie nicht anders zu erwarten, überstand sie den Transport nicht unverändert, sondern wurde erst einmal, was Eliot Hearst die amerikanisch-»funktionalistische Schule« der Experimentalpsychologie nennt, also »practical, down-to-earth«.²¹ Im Vordergrund stand die darwinistische Frage, welche Rolle Lernverhalten, Motivation, Reiz und Wahrnehmung bei der Anpassung an eine Umwelt spielen. Anders als im Strukturalismus Edward B. Titcheners, dem es um eine Art Anatomie des Geistes und die Isolation basaler und damit universaler mentaler Elemente ähnlich denen der Chemie ging, interessierte sich der Funktionalismus gerade für Unterschiede. Er war weniger an axiomatischen als an klassifikatorischen Erfassungsstrate-

15 Friedrich stellte beispielsweise fest, daß mit »18« beginnende Zahlen aufgrund lebenslänglicher Kalender-Erfahrung erheblich schneller erkannt wurden.

16 Clarence S. Yoakum / Robert M. Yerkes, *Army Mental Tests*, New York 1920, S. 197.

17 1878 in Harvard bei William James.

18 Vgl. Halls schlechte Reaktionszeiten beim Erkennen von mehr als dreistelligen Zahlen in Max Friedrichs Experimenten.

19 G. Stanley Hall, *Aspects of Child Life and Education*, Boston 1907, derzufolge sich in der Morphogenese kindlicher Spielphasen die Phylogenese der Menschheitsgeschichte wiederholt.

20 1888 Wisconsin; 1889 Nebraska, University of Pennsylvania; 1890 Harvard, Wellesley, Catholic University, Cornell; 1892 Brown, Michigan, Toronto, State Normal School of New Jersey, Yale; 1893 Chicago, Princeton, Pennsylvania State, Illinois; 1894 Wesleyan, New York University, Denison; dazu Richard A. Littman, »Social and Intellectual Origins of Experimental Psychology«, in: *The First Century of Experimental Psychology*, Hg. E. Hearst, Hillsdale 1979, S. 49f.; Edwin G. Boring, *A History of Experimental Psychology*, 2. Aufl. New York 1950.

21 Dazu Eliot Hearst, »One Hundred Years: Themes and Perspectives«, in: Hearst, S. 26f.

gien interessiert oder, mit den Worten Harvey Carrs: »psychology is concerned with all those processes that are directly involved in the adjustment of the organism to its environment«. ²² Vorrangige Forschungsgebiete waren daher Motivation, Intelligenz, Erziehung, motorische Fertigkeiten, Arbeit und Ermüdung.

Darwin hatte 1872 mit *The Expression of the Emotions in Man and Animals* die These aufgestellt, daß der Ausdruck der Emotionen (obgleich von erlerntem Sozialverhalten übermalt) letztlich eine evolutionäre Grundierung sei, und damit der vergleichenden Psychologie beispielsweise von Edward L. Thorndike und Robert M. Yerkes den Weg gewiesen. ²³ Beide verlegten diese Frage nach dem Verhältnis von Lernen, Instinkt und Problemlösen ins Labor, wobei sich das Komparatistische jedoch rasch auf eine Handvoll Tiere (Tauben, Ratten, Affen und Katzen) in und vor Kisten und Labyrinthen reduzierte. Thorndike beispielsweise arbeitete mit Katzen am erwähnenswerten *missing step*-Experiment. Eine Katze in einer Box muß eine Tür öffnen und hindurchgehen, um an Futter zu gelangen und wird dann sanft zum Ausgangspunkt zurückgeleitet, bis sich die Tür hinter ihr schließt und das Spiel erneut beginnen kann. Dagegen wird eine zweite Katze durch ein Loch in der Decke unmittelbar zurück in die Box gesteckt. Trotz einiger mildernder Variationen der Versuchsanordnung fand sich keine Katze, deren Assoziationsvermögen ausreichte, um den fehlenden Schritt zu tun. Nachdem Thorndike 1898 also Schwierigkeiten hatte, menschliche Abstraktions- und Mediationsleistung bei Tieren nachzuweisen und spekulierte, daß es vielleicht immerhin eine Ähnlichkeit zu animalischer Unvermitteltheit bei kleinen Kindern und sportlicher Aktivität gebe, ²⁴ konzentrierte er sich 1911 auf seine als allgemeingültig proklamierten »laws of effect and repetition«, also die befriedigenden Stimulus-Reaktions-Verknüpfungen und ihre Verstärkung durch Wiederholung. ²⁵ Das komparativ-evolutionäre Rahmenwerk verschwand und machte der experimentellen Ermittlung von Belohnen und Strafen als neuer Grundlage der Lernpsychologie Platz.

Mehr Glück hatten Robert M. Yerkes und Wolfgang Köhler 1916 bei ihren Studien zum Problemlösungsverhalten von Menschenaffen. ²⁶ Die Affen waren konfrontiert mit einem direkten (aber blockierten) Weg zum Futter und einem Umweg, der jedoch den Gebrauch von Werkzeug voraussetzte. Immerhin waren einige Fälle zu beobachten, bei denen anscheinend ein Zusammen-

22 Zit. nach Hearst, S. 27.

23 »...to ascertain by what steps the lower faculties of animals may have passed by natural process of development into the higher faculties of man« (C.Lloyd Morgan, *An Introduction to Comparative Psychology*, London 1894, S. 124).

24 Edward L. Thorndike, »Animal Intelligence. An Experimental Study of the Associative Process in Animals«, in: *Psychological Monographs*, 2/1898.

25 Edward L. Thorndike, *Animal Intelligence. Experimental Studies*, New York 1911.

26 Robert M. Yerkes, »The Mental Life of Monkeys and Apes«, in: *Behavior Monographs*, 3/1916.

hang von Mitteln und Zweck hergestellt wurde, die Problemlösung also nicht als Zufall, sondern als Einsicht betrachtet werden konnte.

Der Erste Weltkrieg — und dies mag die längere Vorgeschichte rechtfertigen — führte nicht nur beide Forscher zusammen, sondern erlaubte auch in großem Maßstab die Fortführung der an Versuchstieren begonnenen Experimente an Menschen. Thorndike leitete die *Statistical Unit* der Army und erarbeitete die *Examiners Guide for Psychological Examining in the Army*,²⁷ und Yerkes gab nach dem Krieg zusammen mit Clarence S. Yoakum eine (leicht gekürzte) Zusammenfassung der *Army Mental Tests* heraus.²⁸ In der Annahme, daß »the proper utilization of man power, and more particularly of mind or brain power, would assure ultimate victory«,²⁹ wurde im *National Research Council* ein *Committee for Psychology* gegründet, das sich mit den Ingenieursproblemen »quality, capacity, stress and strain« auf Seiten des Menschenmaterials beschäftigen sollte.³⁰ Die Ziele der im Jahr des Kriegseintritts zusammengestellten Kommission für »practical mental measurement« waren Aussonderung nach unten, Klassifikation in der Mitte und Selektion nach oben.³¹ Den Maßstab dieser mentalen Vermessung bot die bekannte, 1905 erschienene Arbeit Binets über Intelligenztests, die in Amerika großen Anklang und mehrere Revisionen (*Goddard-Revision*, *Yerkes-Bridges Point Scale*, *Stanford-Binet-Scale*) gefunden hatte. Die Ansprüche an die Versuchsbedingungen waren klar definiert und lauteten u.a.: schnell durchführbare Tests, sicher im Ergebnis, skalierbar, landesweit kompatibel, einfach auswertbar (und daher möglichst schriftfrei), unabhängig von Bildungsstand und Erziehung der Probanden, nicht redundant, nicht binär (um Wahrscheinlichkeitstreffer bei ja/nein-Fragen zu vermeiden) und fälschungssicher.

Die erste Testserie an 5.000 Männern der Army und der Nationalgarde wertete Thorndike, damals an der *Columbia University*, aus, indem er sie mit nichtmathematisierten Beurteilungen von Führungsoffizieren, Lehrern und College-Dozenten verglich. Eine weitere Testserie an 80.000 Männern fand ebenfalls noch 1917 statt, so daß wenig später der finale Test an 1.7 Millionen Personen durchgeführt werden konnte. Zufrieden bemerkte Yerkes:

»The rating a man earns furnishes a fairly reliable index of his ability to learn, to think *quickly* and *accurately*, to analyze a situation, to *maintain* a state of *mental*

27 Washington 1918.

28 Clarence S. Yoakum / Robert M. Yerkes, *Army Mental Tests*, New York 1920.

29 Yoakum / Yerkes, S. vii.

30 Yoakum / Yerkes, S. viii. Beteiligt waren u.a. das *Committee on Classification of Personnel in the Army*, das *Signal Corps* (eine Untersektion der *Division of Military Aeronautics*, die sich mit den Auswirkungen großer Flughöhen beschäftigte), die *Division of Military Intelligence* (Auswahl und Wahrnehmungstraining für »scouts« und »observers«), die Navy (Auswahl und Training für »gunners«, »listeners« und »lookouts«) und die *Medical Division*, die die *mental tests* entwickelte.

31 »(a) to aid in segregating the mentally incompetent, (b) to classify men according to their mental capacity, (c) to assist in selecting competent men for responsible positions« (Yoakum / Yerkes, S. xi; detaillierter 12f.).

alertness, and to *comprehend and follow instructions*. The score is little influenced by schooling. [...] They [the scores] do not measure loyalty, bravery, power to command, or the emotional traits that make a man 'carry on.' However, in the long run these qualities are far more likely to be found in men of superior intelligence than in men who are intellectually inferior. Intelligence is perhaps the most important single factor in military *efficiency*, apart from physical fitness.«³²

Rasches Verstehen von und Reagieren auf Instruktionen in einem Zustand anhaltender Alertheit und ohne Vorbildung sind Grundlagen jener Optimierungsleistung, die nicht nur den Soldaten, sondern auch — wie zu zeigen sein wird — den Arbeiter und den Actionspieler ausmacht. Ronald Reagans berühmtes Rekrutierungsangebot an die Computerspieler der 80er Jahre wird schon hier vorweggenommen: »Only high-score men should be selected for tasks which require quick learning or rapid adjustments«.³³ (Wobei vielleicht der Begriff *high-score*, späteres Begehrensobjekt aller Actionspieler und Fetsch der Ökonomisierung im Selbsttest, zum ersten Mal fällt.)

Interessanter für Actionspiele (und graphische Benutzeroberflächen) ist jedoch, wie man von schriftbasierten Bildungsgeschichten absehen und *high-scores* auch ohne Zwischenschaltung des Symbolischen erreichen kann. Medientechnologie richtet sich bekanntlich bevorzugt an Mangelercheinungen auf, und die liegen auf Seiten jener Illiteraten, für die der sogenannte *beta-test* ausgearbeitet wurde, der es erheblich vor Otto Neuraths Ausrufung des »optischen Zeitalters« und seinem ikonischen System ermöglichte, Internationalität durch die Konvertierung von Nationalsprachen in Icons herzustellen.³⁴ Die Frage, die sich stellte, lautete also: Wie konnte man die unzähligen wehrdiensttauglichen Emigranten und vornehmlich farbigen Illiteraten evaluieren und zugleich einem bürokratischen Kollaps entgehen?

Die elegante Lösung lag darin, rein visuelle Prüfungsaufgaben auch visuell zu erklären. Anders als bei der mimetischen Vermittlung handwerklicher Fertigkeiten und dem Bedeuten der Taubstummensprache wird im *Army Mental Test* genau jene Übertragungsleistung eingefordert, die Thorndikes Katzen weitgehend verweigerten. Die Intelligenzleistung des Probanden besteht darin, den vorgeführten Einzelfall auf das Problem zu reduzieren und dieses Problembewußtsein auf einen anderen, ähnlichen Einzelfall zu übertragen, also vom Besonderen aufs Allgemeine, vom Fall aufs Modell und wieder zurück zu schließen. Zwischen Prüfer und Prüfling wird daher statt der Schrift ein so-

32 Yoakum / Yerkes, S. 24 (Hervorhebungen von mir).

33 Yoakum / Yerkes, S. 26.

34 Neuraths ursprünglich »Wiener Methode der Piktographie« (nach 1934 dann »Isotypien«) genannte Icons sollten eigentlich zur Verbesserung der Darstellung statistischer Daten dienen, also einer ökonomischeren, visuellen Verarbeitung von Komplexität. Sie lösten jedoch (spätestens seit dem Völkerbundpalast) 'voraussetzungslose' Instruktion besser als beispielsweise das (ausgerechnet von einem Augenarzt erfundene) Esperanto von 1887 (Otto Neurath, *International Picture Language. The First Rules of Isotype*, London 1936; ders., *Modern Man in Making*, New York 1939).

nannter *demonstrator* geschaltet: »The demonstrator should have the single task of doing before the group just what the group is later to do with the examination blanks. The blackboard is his beta blank.«³⁵ Thorndike hatte bekanntlich in einer späteren Versuchsreihe eine erste Katze korrekt konditioniert und ließ dann eine zweite der ersten zuschauen. Genau dies war die Rolle des *demonstrator* als vorgängigem Stellvertreter des Prüflings, und das bis ins letzte Detail reglementierte Verfahren ist durchaus einer Betrachtung wert.

Das erste Problem bestand nämlich darin, daß es keine Metasprache gibt, auf der die Objektsprache des Verfahrens selbst beschrieben werden kann.³⁶ Das Verfahren des Bedeutens durch einen *demonstrator* als Rahmenbedingung des gesamten Tests muß selbst erst einmal durch einen *demonstrator* bedeutet werden:

»Attention! Watch *this* man (pointing to the demonstrator). *He* (pointing to the demonstrator again) is going to do *here* (tapping blackboard with pointer), what *you* (pointing to different members of group) are to do on your *papers* (here E[xaminer] points to several papers that lie before men in the group, picks up one, holds it next to the blackboard, returns the paper, points to demonstrator and the blackboard in succession, then to men and their papers). Ask *no questions*. Wait till I say 'Go ahead!'«³⁷

Das Übergewicht an deiktischen Akten (zeigen, antippen, nebeneinanderhalten) und Regieanweisungen resultiert aus der Schwierigkeit, »demonstrieren« zu demonstrieren. Diese paradoxe Form der Selbstbeschreibungsfähigkeit ist nicht nur Signum der Actionspiele, die seit Nolan Bushnell keiner Anleitung, sondern allenfalls eines Demo-Modus bedürfen sollen, sondern auch seit ihrer Entstehung erklärtes Ziel aller graphischen Benutzeroberflächen.³⁸

Von den eigentlichen Tauglichkeitsaufgaben seien nur zwei erwähnt: der »Maze Test« und der »Pictorial Completion«-Test. Die Dienstanweisung zur Durchführung des »Maze Test« gleicht einem kleinen Theaterstück mit Regieanweisungen von Hauptmann'scher Ausführlichkeit, das vorzugsweise mit arbeitslosen Vertretern in der Rolle des *demonstrators* aufgeführt wurde:

»This is Test 1 *here* (pointing to page of record blank). [...] Now *watch*.' After touching both arrows, E[xaminer] traces through first maze with pointer and then motions the demonstrator to go ahead. Demonstrator traces path through first maze *with crayon*, slowly and hesitatingly. E[xaminer] then traces second maze and motions to demonstrator to go ahead. Demonstrator makes mistake by going into

35 Yoakum / Yerkes, S. 81.

36 Ein Problem, das Tarski Anfang der 30er Jahre mit anderer Akzentsetzung formulieren wird (und das sich etwa gleichzeitig auch Gödel stellt), nämlich daß keine vollständige epistemologische Beschreibung einer Sprache *A* innerhalb der Sprache *A* gegeben werden kann, weil das Konzept der Wahrheit von Sätzen in *A* nicht in *A* definiert werden kann.

37 Yoakum / Yerkes, S. 82.

38 W. Bewley / T. Roberts / T. Schroit / W. Verplank, »Human factors testing in the design of Xerox's 8010 Star office workstation«, in: *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1983, S. 72-77. Seit 1988, also vier Jahre nach Apples *Lisa*, als »self-descriptiveness« auch in der DIN-Norm 66234 verankert.

blind alley at upper left-hand corner of maze. E[xaminer] apparently does not notice what demonstrator is doing until he crosses line at end of alley; then E[xaminer] shakes his head vigorously, says 'No — no,' takes demonstrator's hand and traces rest of maze so as to indicate an attempt at haste, hesitating only at ambiguous points. E[xaminer] says 'Good'. Then, holding up blank, 'Look here,' and draws an imaginary line across the page from left to right for every maze on the page. Then, 'All right. Go ahead. Do it (pointing to men and then to books) Hurry up.' The idea of working fast must be impressed on the men during the maze test. E[xaminer] and orderlies walk around the room, motioning to men who are not working, and saying, 'Do it, do it, hurry up, quick.' At the end of 2 minutes E[xaminer] says, 'Stop!'«³⁹

Der Test, der zur Bewertung topographischen Vorstellungsvermögens und navigatorischer Kompetenz diente, nahm nicht nur Thorndikes Experimente mit Küken in Labyrinthen wieder auf und die Situation ungezählter Laborratten vorweg, sondern auch die späteren Versuche, Bahnungen durch Labyrinth von Rechnern vornehmen zu lassen. Die prominenteste Lösung ist sicherlich die von Claude E. Shannon, die sich allerdings vor dem veränderten Problemhorizont des strategischen Schließens in ordinalen Relationssystemen, also mithin als Problem der Graphentheorie, stellte. Bezogen auf die Schaltungsprobleme in komplexen Telefonnetzen war Shannons Maus ein Ansatz, Labyrinthprobleme nach dem *trial and error*-Verfahren, oder genauer: nach *exploration strategy* und *goal strategy*, zu lösen, wobei sich das Labyrinth eben verändern kann und die Maus nicht nur das Speichern, sondern auch das Vergessen lernen muß: »[...] capable of solving a maze by trial-and-error means, of remembering the solution, and also of forgetting it in case the situation changes and the solution is no longer applicable«,⁴⁰ wie Shannon schreibt.

Für Actionspiele ist jedoch zunächst einmal bedeutsam, daß Geschwindigkeit zählte. Dabei galt es, das Zeitfenster so zu bemessen, daß der Proband genügend Zeit hat, sein Bestes zu geben, aber zu wenig Zeit, um Pausen einzulegen.⁴¹ Die temporalen Rahmenbedingungen wurden somit zu einer Frage der Ökonomie, nämlich der unausgeschöpften Ressourcen bei zu enger Bemessungsgrundlage und der vergeudeten Ressourcen bei zu weiträumiger. Actionspiele formulieren dieses Optimum einfach um in die Frage nach der *addictiveness*, einer gängigen Kategorie der Spiele-Rezensenten und ein Faktor, der innerhalb der Spieleentwicklung in aufwendigen Versuchsreihen an Testpersonen ermittelt wird. Das gelungene Spiel ist weder zu schnell und damit

39 Yoakum / Yerkes, S. 83.

40 »Presentation of A Maze-Solving Machine«, in: *Transactions of the 8th Conference entitled 'Cybernetics'*, New York 1951, S.173.

41 Yoakum / Yerkes, S. 6.

unspielbar, noch ist es zu langsam und damit langweilig.⁴² Das Timing des Computerspiels ist allerdings nur manchmal (und erschwerend) eine Frage der Festsetzung einer Gesamtspielzeit, sondern vielmehr eine Frage von vielen kleinen, aneinander gereihten Zeitfenstern. Da jedoch diese temporale Binnendifferenzierung alias Rhythmisierung der gespielten Zeit selbst auf der Papierbasis von 1917 noch nicht implementierbar ist, ging es nur um die (ebenfalls von Spieledesignern wohlbedachte) *average playing time*. Innerhalb der zwei Minuten des »Maze Test« kann sich die Zeichengeschwindigkeit erhöhen (an Stellen ohne Verzweigung) oder vermindern (an Entscheidungsknoten, den »ambiguous points«). *PacMan* kann dagegen beim Durchqueren des Labyrinths nicht gebremst oder beschleunigt werden, sondern frisst seine Wegmarken mit immer gleicher Geschwindigkeit.

Nicht minder interessant ist der »Picture Completion«-Test:

»Now watch.' E[xaminer] points to hand and says to demonstrator, 'Fix it.' Demonstrator does nothing, but looks puzzled. E[xaminer] points to the picture of the hand, then to the place where finger is missing and says to demonstrator, 'Fix it; Fix it.' Demonstrator then draws in finger. E[xaminer] 'That's right.' E[xaminer] then points to fish and place for eye and says, 'Fix it.' After demonstrator has drawn missing eye, E[xaminer] points to each of the four remaining drawings and says, 'Fix them all.' Demonstrator works samples out slowly and with apparent effort. When the samples are finished E[xaminer] says, 'All right. Go ahead. Hurry up!' During the course of this test, the orderlies walk around the room and locate individuals who are doing nothing, point to their pages, and say, 'Fix it. Fix them,' trying to set everyone working.«⁴³

Verschiedene Varianten dieses Tests fordern entweder zeichnerische Ergänzung, das Stecken vorgefertigter Teile in entsprechende Aussparungen oder ein Arrangement vorgefertigter Teile. Ziele sind die Rekonstruktion physiologischer Integrität (fehlende Nasen, Münder und Extremitäten einsetzen), die Rekonstruktion von lebensweltlicher Wahrscheinlichkeit (Katzen trinken Milch, Sägen sägen Holz, Äpfel wachsen an Bäumen) und zuletzt die Rekonstruktion von Gestalt aus Einzelteilen (Puzzle eines Kriegsschiffs). Die Naivität der Darstellung harmoniert dabei der Einteilung der Stanford-Binet-Skala in »mental age in years and decimal of a year«⁴⁴, die die meisten beta-Probanden ohnehin ins Kindesalter datierte. Eignung scheint sich mithin an der Fähigkeit zu messen, den Einzelteilen ihren gestalthaften Mehrwert zurückzuerstatten und das zu assoziieren, was der Krieg dissoziieren wird, nämlich Körper, Alltag und Objekte.

42 Einige Beispiele bei J.C. Herz, *Joystick Nation. How Videogames Gobbled Our Money, Won Our Hearts, and Rewired Our Minds*, London 1997, S. 119ff. Dabei kann sich das Optimum der Geschwindigkeit innerhalb des Schwierigkeitsempfindens in verschiedenen Kulturkreisen und zu verschiedenen Zeiten unterscheiden. In zahlreichen Spielen finden sich sogar wörtlichen Anweisungen »Go!« und — kurz vor Ablauf der gegebenen Zeit — »Hurry up!« wieder.

43 Yoakum / Yerkes, S. 87.

44 Yoakum / Yerkes, S. 99.

Orientierungs- und Kombinationsfähigkeit unter zeitkritischen Bedingungen sind jedoch nur zwei der relevanten Aspekte in Kriegen und Actionspielen. Die anderen sind sensomotorische Fertigkeit und Wahrnehmungsfähigkeit, wie sie schon seit Ende des 19. Jahrhunderts — etwa im Telegraphenwesen — systematisch erforscht wurden.⁴⁵ Bryan und Harter beispielsweise stellten 1899 bei ihren Messungen an Telegraphenempfängern ein Plateau in der Lernkurve fest. Dieses Plateau wurde dadurch erklärlich, daß der Empfang von sinnvollem Text erst dann eine bestimmte Geschwindigkeit überschreiten kann, wenn die 'niederen' Fertigkeiten des Buchstaben- und Wortempfangs zuvor genügend lange eingeübt wurden und nun quasi 'automatisch' geschehen. Die *parole* des Telegraphisten wird gewissermaßen erst dann flüssig, wenn ihm das Wörterbuch entbehrlich geworden ist und er mit Übergangswahrscheinlichkeiten rechnen kann. Computerspielern ist dieses Phänomen wohlbekannt: es ist der Moment, ab dem man nicht mehr überlegt, welche Tastenkombination welche Aktion auslöst, sondern sie innerhalb der Erwartbarkeiten eines Spielverlaufs (dem Pendant des »connected discourse« in der Telegraphie) benutzt.

Daher lautete die erste Frage des »sub-committee on vision« nicht mehr nur, wie man jene Rekruten herausfiltert, die sich als Schützen eignen, sondern vor allem, wie man am schnellsten geschickte Schützen aus ihnen macht.

»The first step was to learn exactly what a gun-pointer had to do. The next was to *reduce* the more or less complicated processes of gun-pointing to their simplest neuro-muscular terms. It was a definite problem for analysis; and, because of the perfect systematization and high specialization of naval tasks it was relatively simple. The third step was to adapt approved scientific technics to the study of this particular complex of neuro-muscular *processes*. For this purpose an instrument was devised that would show all the following facts on a single record line: 1, the time that it took a sailor to start his gunpointing *reaction* after the target at which he was aiming started to move; 2, the accuracy with which he was able to 'keep on' the moving target; 3, the time that it took him to respond to a change in the direction of *motion* of the target; 4, the ability to press the firing key when he was on; 5, the effect of firing on his pointing.«⁴⁶

Die ursprüngliche Reaktionszeitmessung spielt hier nur noch eine geringe Rolle beim ersten Zielkontakt. Entscheidend — nicht zuletzt für die Bildschirmlogik der Actionspiele — ist vielmehr die Umstellung von *diskreten* Reaktionsanforderungen wie Telegraphentastern auf *kontinuierliche* Aufgaben

45 W.L. Bryan / N. Harter, »Studies on the telegraphic languages. The acquisition of a hierarchy of habits«, in: *Psychological Review*, 6/1899, S. 345-337.

46 Yoakum / Yerkes, S. 187f. (Hervorhebungen von mir). Wie nicht anders zu erwarten, waren die Versuche erfolgreich: »The first trials proved the usefulness of the device. It clearly differentiated between the qualified gun-pointers, the partially trained, and the untrained. It picked a number of promising novices and indicated the faults of some who were slow to improve. [...]. Somewhat later it was possible to construct a robust training instrument along similar lines that was rather enthusiastically reported on by various Naval officers, and was widely reproduced by the Navy for use in the Naval Training Stations.« (ebenda)

wie das *tracking* von 'animierten' Objekten im Luftraum oder später auf Bildschirmen. Der zweite entscheidende Faktor, der zugleich Grundbedingung für die Übertragung aller Arten von Kontinuität auf Digitalrechner ist, besteht in der Zerlegung kontinuierlicher Aufgaben in abrechenbare Einheiten von Zeit und Raum. Angesichts der Evaluation und des Trainings von Schützen bedeutet dies zunächst die Übernahme der Taylor'schen Zeitstudien und die Vorbereitung der Gilbreth'schen Bewegungsstudien, von denen der nächste Abschnitt handeln wird.

Yerkes jedenfalls führte Binet konsequent in der Hinsicht fort, daß die klassischen Disziplinaranstalten Schule, Gericht und Fabrik vom *mental engineering* nur profitieren könnten. Für die Schule bedeutete dies die Einführung von der Army adaptierter Testverfahren, auf deren Ergebnissen die spätere pädagogische Behandlung beruht. Es handelte sich um einen Vorgang, dessen Verwaltungsmacht nicht als Widerspruch zum *american dream*, sondern als dessen Vollendung interpretiert wurde: »While boasting of equality of opportunity in our national life and particularly in our educational system, we are, as a matter of fact, seriously discriminating against individuals because of our failure to take their characteristics and needs into account.«⁴⁷ Die Ergebnisse solcherlei Datenerhebung könnten, so Yerkes, den Personal- durch eine Art biographisch unterfütterten Mentalausweis ersetzen:

»The essentials of the inventory of human material can be placed on a single card — the personal history card or qualification card. This qualification card will contain facts concerning the previous history of the individual. This previous history should contain items concerning his social and school life pertinent to the purpose of such an inventory. The card will also be a permanent record of his educational career.«⁴⁸

Ben D. Wood, ein Schüler Thorndikes, führte dies in den 20er Jahren ansatzweise durch und bediente sich der durch den Census wohlerprobten Lochkarte. Im Rahmen seiner Studie über »the baccalaureate mind« vermaß er die Intelligenz von 26.548 pennsylvanischen High-School-Absolventen und konstruierte ein passendes Lesegerät mit dem Display einer Waage, mit Hilfe dessen das gespeicherte Geistesgewicht selbst von Illiteraten ausgelesen werden konnte.⁴⁹

47 Yoakum / Yerkes, S. 193.

48 Yoakum / Yerkes, S. 179.

49 W.S. Learned / Ben D. Wood, »The Student and His Knowledge«, Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, Bulletin 29/1938.

4. Arbeitswissenschaft

Als Frederick Winslow Taylor 1915 — und geradezu emblematisch mit einer Uhr in seiner Hand — starb, hinterließ er eine Aufgabe von bis heute ungeminderter Aktualität: das Programmieren von »Betriebssystemen«.⁵⁰ Seine Schrift über die *Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung* von 1911 beginnt mit einem Zaubertrick von Verschwinden und Erscheinen. Es verschwindet die »Persönlichkeit«, und »in Zukunft wird die Organisation und das [Betriebs-]System an erste Stelle treten«.⁵¹ Das Betriebssystem nahm sich nicht dessen an, was immer schon da war, sondern mußte als Gegenstand erst erzeugt werden. Schon Siegfried Giedion hat auf diese Beziehung zwischen Freud und Taylor hingewiesen, deren Karrieren etwa gleichzeitig begannen.⁵² Dem Quäker Taylor ging es um die bislang »unsichtbare Verschwendung«⁵³ von Ressourcen, die durch das neue Dispositiv einer Arbeitswissenschaft *sichtbar* gemacht, gefunden werden konnte, um dann auf dieser (Er-)Findung einen therapeutischen Diskurs zu fundieren. Wie das Symptom wartet die Verschwendung nicht schon im vorhinein in einer 'Tiefe', sondern wird am Ende eines psychoanalytischen oder arbeitswissenschaftlichen Prozesses konstruiert sein.⁵⁴

»Scientific Management« ist die Ingenieurs-Wissenschaft einer energetischen Ökonomie⁵⁵ und als »Kraftsparsystem«⁵⁶ noch dem Zeitalter der Thermodynamik verpflichtet,⁵⁷ also jenem kapitalistischen Pessimismus, den die Feststellung nährt, daß der Arbeitsprozeß in jedem beliebigen System die investierte Energie degradiert.⁵⁸ Ihre Methoden sind räumliche und zeitliche Vermessungen von Mensch-Maschine-Systemen, die zur Optimierung und Normierung von Werkzeugen und Ausführungsmethoden führen.

Trotz der Arbeitsteilung seit Adam Smith beruhte zu Beginn von Taylors Studien um 1880 das Wissen um die Arbeit noch auf der Arbeitsgeschichte des Einzelnen. Es wurde mündlich überliefert und mimetisch nachvollzogen und war folglich nicht nur durch Übertragungsverluste, sondern auch durch

50 Der Taylor- und Gilbreth-Übersetzerin Irene M. Witte gebührt m.W. die Ehre der Einführung dieses Wortes (Frederick Winslow Taylor, *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung*, München 1913, S. 25).

51 Taylor, S. 4.

52 Und die auch im gleichen Jahr geboren sind (Siegfried Giedion, *Die Herrschaft der Mechanisierung. Ein Beitrag zur anonymen Geschichte*, Hg. H. Ritter, Hamburg 1994, S. 124ff.).

53 Taylor, S. 1.

54 Dazu Slavoj Žižek, *Liebe Dein Symptom wie Dich selbst. Jacques Lacans Psychoanalyse und die Medien*, Berlin 1991.

55 Wilhelm Ostwald, *Der energetische Imperativ*, Leipzig 1912.

56 Taylor, S. 29 (Hervorhebung von mir).

57 Norbert Wiener, »Newtonscher und Bergsonscher Zeitbegriff«, in: *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf / Wien 1992, S. 63-81.

58 Unterhaltsam dazu *Arbeit Entropie Apokalypse. Reagans gesammelte Alpträume* (www.anarchie.de/reag_g.html).

Varianzen gekennzeichnet. Arbeiten lernen glich unter Taylors kritischem Blick dem Lernen des Kindes durch 'Herumspielen' und Mimesis. Erst die Arbeitswissenschaft sollte daraus ein Spiel mit klaren Regeln machen, so »wie man Schachfiguren auf dem Schachbrett hin und her schiebt.«⁵⁹ Ihre erste Aufgabe war es folglich, Erfahrungswissen in prozessierbare Daten zu verwandeln, diese in einer angemessen strukturierten Datenbank zu speichern und anschließend eine Art *data-mining* avant la lettre zu betreiben, aus dem Spielregeln abgeleitet werden konnten. Am Anfang stand also die Forderung, »all die überlieferten Kenntnisse zusammenzutragen, [...] sie zu klassifizieren und in Tabellen zu bringen, [und] aus diesen Kenntnissen Regeln, Gesetze und Formeln zu bilden.«⁶⁰ Diese sollten weniger in eine Enzyklopädie als in eine Programmbibliothek münden, aus der Routinen zur Steuerung des je aktuellen Arbeitsflusses abgerufen werden können: »Die praktische Anwendung von wissenschaftlichen Aufzeichnungen erfordert einen Raum, in dem die Bücher, Statistiken etc. aufbewahrt werden, und einen Tisch, an dem der disponierende Kopfarbeiter arbeiten kann.«⁶¹ Andererseits — und dies ist für die Kriegswirtschaft und die logistischen Strategiespiele relevant — ließen sich Arbeitszeiten, Material- und Produktionsmengen vorausberechnen.⁶²

Trotz des immer wieder betonten »herzlichen Einvernehmens«⁶³ zwischen Arbeiter und Betriebssystem ist schon bei Taylor abzusehen, daß auch die besten Arbeiter nie die Wissenschaft dessen verstehen werden, was sie tun. Der Arbeiter als illiterater User hat jeweils nur die Optionen, die das kompilierte Programm bereitstellt, und ist weder kompetent noch befugt, den Sourcecode zu lesen.⁶⁴ Wo Engels die These der 'Menschwerdung des Affen durch die Arbeit' vertreten hatte, da läßt sich bei Taylor der Arbeiter oft genug durch einen »intelligenten Gorilla«⁶⁵ ersetzen, also genau jene bewußtseinsabsente Verkettung von Bewegungen, in der das behavioristische Modell Lohnarbeiter und Gorilla in eins setzt. (Nicht bewußt aber bezeichnenderweise taucht daher der Affe am Ursprung graphischer Benutzeroberflächen wieder auf, nämlich in Allen Kays Dissertation im Umfeld des *Xerox PARC*.)

Trotz zahlreicher Verweise auf Psychologie, Bewegungslehre und Rhythmus gilt Taylors Hauptinteresse dem Nenner der Zeit in der physikalischen Gleichung: Leistung = (Kraft×Weg)/Zeit. Dabei interessiert weniger die Grenzleistung wie bei den Experimenten Wundts, sondern die Dauerleistung,

59 Taylor, S. 72 (vgl. Kapitel III, S. 158ff.).

60 Taylor, S. 38.

61 Taylor, S. 41.

62 Irene M. Witte, *Taylor, Gibreth, Ford. Grundfragen der amerikanischen und europäischen Arbeitswissenschaft*, München / Berlin 1924, S. 28.

63 Taylor, z.B. S. 39, 75.

64 Friedrich Kittler, »Die Evolution hinter unserem Rücken«, in: *Kultur und Technik im 21. Jahrhundert*, Hg. G. Kaiser / D. Matejovski / J. Fedrowitz, Frankfurt / New York 1993, S. 221- 223.

65 Taylor, S. 43. Gleiches gilt für den Soldaten (E.W. Paxson, »War Gaming«, in: *The Study of Games*, Hg. E.M. Avedon / B. Sutton-Smith, New York 1979, S. 292).

die ein Arbeiter an einer bestimmten Arbeitsoberfläche gemessen in PS vollbringen kann.⁶⁶ Grundlage reproduzierbarer Versuchsbedingungen ist die genaue Dedizierung und Normierung der Arbeitswerkzeuge. Taylors genormte Schaufeln für verschiedenes Schaufelgut und die zugehörigen Schieber zur Berechnung des Schaufeldurchsatzes sind dabei nur ein winziges Beispiel der noch viel zu wenig untersuchten globalen Normierungsbewegung des 20. Jahrhunderts.⁶⁷ Normierung (oder in Anlehnung an Jürgen Link: Normalisierung) bedeutet die Gesamtheit der Regulierungen und Diskurse, die an der Eichung des Subjekts auf einen historisch jeweils als normal geltenden Toleranzbereich arbeiten.⁶⁸ Die Normierung setzt dazu vor allem technische Standards, die nicht mehr der Naturalisierung, sondern nur noch der Effektivität zur Legitimation bedürfen um zu definieren, was als »normal« Geltung beanspruchen darf.⁶⁹ Und das heißt bei Taylor einfach »die [zu einem bestimmten Zeitpunkt] vernunftgemäß zu verlangende höchste Geschwindigkeit«. ⁷⁰ Dabei zeigt sich, ähnlich wie bei der Einführung des *mental engineering* in die Pädagogik, eine differenzierende und normalisierende Einschließungsstrategie anstelle einer binären und gesetzmäßigen Ausschließungsstrategie. Es gehe — so Taylor — nicht um »brutale Entlassung«, sondern um Erziehung und »individuelle Behandlung«. ⁷¹ Ähnlich wie Yerkes in der Normierung das Ende der Diskriminierung und den Beginn der adäquaten Charakterisierung des Einzelnen visioniert (vgl. S. 22), ist auch für Taylor die Zeit der »individuellen Taten« zwar vorbei, doch wahre jeder seine Individualität in Form persönlicher Leistungskoeffizienten. ⁷²

Die berechenbare Gliederung der Arbeitsverlaufes in zeitkritische Segmente auf der Basis normierter Werkzeuge läßt einen wesentlichen Aspekt von Actionspielen erkennen, nämlich die Synthese eines Spielverlaufs aus einer Folge von einzelnen, zeitkritischen Handlungen, ausgewählt aus einer bestimmten Anzahl von Handlungsmöglichkeiten. In der Testphase jeder arbeitswissenschaftlichen Erfassung einer Arbeit, bevor also genügend Datenmaterial vorhanden ist, um mit dem Einsatz von Geschwindigkeitsmeistern

66 Taylor, S. 58ff.

67 Dazu zuletzt Ernst Neufert. *Normierte Baukultur im 20. Jahrhundert*, Hg. W. Prigge, Frankfurt a.M. 1999 (Edition Bauhaus, Bd. 5); Peter Berz, 08/15. *Ein Standard des 20. Jahrhunderts*, Diss. (masch.) Berlin 1997.

68 Jürgen Link, *Versuch über den Normalismus*, Opladen 1999.

69 Zu den Vorläufern Merritt Roe Smith, »The Ordnance and the 'American system' of Manufacturing, 1815-1861« und Charles F. O'Connell, »The Corps of Engineers and the Rise of Modern Management, 1827-1856«, in: *Military Enterprise and Technological Change*, S. 39-86 bzw. 87-116.

70 Taylor, S. 87; Taylor bezeichnet die Werkzeuge und Verfahren auch als »Normalien« (S. 124).

71 Taylor, S. 73.

72 Taylor, S. 152 bzw. 93. Ebenso Gilbreth 1922, S. 13: »Im Gegensatz zu dem weitverbreiteten Glauben, daß W[issenschaftliche] B[etriebsführung] die Individualität tötet, ist sie auf dem Grundsatz der Anerkennung des Einzelnen nicht nur als einer volkswirtschaftlichen Einheit, sondern als einer Persönlichkeit aufgebaut — der Persönlichkeit mit allen ihren Eigenheiten.«

(*speedboss*) und Zeitbeamten (*timeclerk*) zu beginnen, fällt es dem Arbeiter zu, im Selbsttest seine Arbeits- alias Spielleistung zu protokollieren. Damit es später umgekehrt sein kann, aus dem Daten- also ein Instruktionsfluß werden kann, ist eine Gestaltungsleistung erforderlich, die nicht nur auf die kommenden beta-Tests, sondern ebenso auf graphische Benutzeroberflächen und Spiele verweist. Um nämlich ein betriebssystemkonformes Verhalten der illiteraten Arbeiter zu gewährleisten, ist die Einführung einer Zwischenschicht nötig, auf der Präskriptionen möglich sind, die aber zugleich ein Eingreifen auf metapräskriptiver Ebene verhindert, eine Schicht, auf der die Arbeitsparameter ablesbar sind, die aber eine Lektüre jener Formeln verhindert, die diese Parameter generieren. Taylor führt dies beispielsweise an der Drehbank aus,⁷³ für die er ein Gleichungssystem mit zwölf Variablen (Vorschub, Drehzahl, Materialhärte etc.) ermittelt hat, das auf verständliche und von Arbeitern lesbare Anweisungen reduziert werden muß. Er schlägt daher die Entwicklung mnemotechnischer Systeme vor,⁷⁴ die es im Idealfall erlauben, den Arbeiter zu Beginn seiner Arbeit durch einen schriftfreien, rein graphischen oder ikonischen Anweisungsbogen zu instruieren. Die Performanz dieser Instruktionen wäre durch mehrere Ingenieure für Raum (*gangboss*), Zeit (*speedboss*, *timeclerk*, *routeclerk*) und Kommunikation (*inspector*, *disciplinarian*) zu kontrollieren.⁷⁵

Der anfänglich noch sehr schlicht strukturierte Taylorismus, dem schon Wundts Schüler Hugo Münsterberg einen 'hilflosen psychologischen Dilettantismus' vorwarf und eine Erweiterung in Richtung einer »Psychotechnik« forderte,⁷⁶ sollte in den folgenden Jahrzehnten eine extreme Ausdifferenzierung und weltweite Verbreitung finden. In Amerika war es vor allem Frank B. Gilbreth, der selbst schon in den späten 80ern im Bereich der Arbeitsorganisation forschte, und der die Vorkriegserkenntnisse mit denen des Krieges verbindet und erweitert. Unter dem Titel »Aus der Praxis der Kriegsjahre« schreibt er in seinem *Ermüdungsstudium*, daß der Krieg die Sparsamkeit mit dem materiellen und »dem menschlichen Element« brachte und nicht nur »die Literatur [...] bereichert« habe, sondern auch die »praktische Arbeit der Er-

73 Taylor, S. 113ff.

74 Taylor, S. 139f.

75 Taylor, S. 132f.

76 Hugo Münsterberg, *Psychology and Industrial Efficiency*, 1913 (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Munster/Industrial/); Hugo Münsterberg, *Grundzüge der Psychotechnik*, Leipzig 1914, darin v.a. das Kapitel »Wirtschaft«, S. 358-439. Münsterberg geht es um ein Zusammenspiel von Technik, Physiologie und Psychologie (S. 379), das zugleich ein Um- und Überspielen der Grenze zwischen Mensch und Technik ist. Rückgekoppelt erscheint nicht nur die Technik als Umwelt des Menschen, sondern auch der Mensch als Umwelt der Technik: »Keine Maschine, mit der der Mensch arbeiten soll, kann den Kampf ums technische Dasein überleben, wenn sie dem Nerven- und Muskelsystem und den Möglichkeiten der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses und des Willens geübter Individuen nicht in gewissem Maße angepaßt ist.« (S. 380). Eine Argumentation, die Stanislaw Lem später weiterführen wird (*Summa technologiae*, 2. Aufl. Frankfurt a.M. 1978).

müdigungsausmerzung, die im ganzen Lande geleistet wurde.«⁷⁷ Krieg erscheint bei Gilbreth als das Ausbleiben von Müdigkeit und aus der Frontneurose namens *battle fatigue* wird zu Friedenszeiten der Krieg gegen die Müdigkeit.

»Alles in allem genommen kann festgestellt werden, [so Gilbreth] daß die Fortschritte, die der Krieg auf dem Gebiete der Ermüdungsausmerzung gezeitigt hat, als eines seiner befriedigendsten Ergebnisse bezeichnet werden kann.«⁷⁸

»Es besteht sicherlich nirgends die Absicht, die alten 'Vorkriegs'verfahren wieder aus der Rumpelkammer hervorzuholen und die erzielten wirklich guten Fortschritte wieder in die Versenkung verschwinden zu lassen, weil sie nur 'Kriegsmaßnahmen' gewesen sind! [...] Die Frage der Ermüdungsausmerzung ist als ein Kriegsproblem und mit gleicher Berechtigung als ein Friedensproblem zu bezeichnen, es ist im höchsten Sinne des Wortes aufbauend und erhaltend!«⁷⁹

Gilbreth, der weniger an der Vermessung der Zeit als an der des Raumes interessiert ist, definiert sein »Bewegungsstudium« selbst

»als Zerlegung der Elemente einer Arbeit in ihre kleinstmöglichen elementaren Unterteilungen, als die Untersuchung und Messung jeder dieser verschiedenen fundamentalen Einheiten einzeln und in ihrer Beziehung zueinander und als der sich daraus ergebende Auf- und Zusammenbau von Verfahren aus einer Auswahl von Einheiten, die am wenigsten Verschwendung aufweisen.«⁸⁰

Wie bei Taylor geht es zunächst darum, dem Feind durch eine Frage Gestalt zu verleihen, also um eine Sichtbarmachung (eine Erfindung) der überflüssigen Bewegungen, die es anschließend 'auszumerzen' gilt. Dabei bedient sich Gilbreth selbstredend avanciertester Medientechnologie. Dazu zählt beispielsweise die Verbindung von Filmkamera und hochauflösender Stoppuhr, die während der Aufnahme eingeblendet wird und Messungen bis in den Nanosekundenbereich erlaubt, die dank eines gerasterten Bildhintergrundes auch als Geschwindigkeiten identifiziert werden können. Nicht minder entscheidend ist der Zyklegraph, bei dem Glühlämpchen an bewegten Körperteilen durch jene Langzeitbelichtung, die auf frühen Architektur Fotografien noch alles Bewegte verschwinden ließ, eine neue Sichtbarkeit von Lichtspuren schaffen. Eine Stimmgabel triggert um 1920 noch das Glühlämpchen mit fester Frequenz und ermöglicht so den Chronozyklegraphen, der Bewegungsrichtung (Lichtspur) und Bewegungsgeschwindigkeit (Punktdistanz) in einer Darstellung vereint. Stereoskopie schafft dabei einen plastischen Raumeindruck. Die so entstandenen Aufnahmen bereiten nicht nur heutiges *motion capturing* und *gesture recognition* vor. Sie lassen auch Apollinaires Traum, eine Skulptur aus Luft zu formen, konkretes Bild werden und bilden die Grundlage für Picassos berühmte Zweitverwertung, die aus den gestaltlosen aber bedeutsamen Daten der Arbeitsvisualisierung jene bedeutungslosen Daten mit 'Gestalt' namens

77 Gilbreth 1921, S. 92f.

78 Gilbreth 1921, S. 93.

79 Gilbreth 1921, S. 96.

80 Gilbreth 1921, S. 6.

Kunst macht. Dieser Wechsel von indexikalischen Daten auf Gestalthaftigkeit wird noch mehrfach zu beobachten sein. (vgl. S. 52ff.)

Die Ergebnisse der Gilbreth'schen Messungen jedenfalls wurden anschließend in Simultanbewegungskarten von 1/1000min Auflösung eingetragen. Nicht nur die Bewegungen von Armen und Beinen bis hinab zu einzelnen Fingern wurden darin notiert, sondern auch die Bewegungen von Kopf und Rumpf, Augäpfeln und Pupillen, die Körperhaltung und die Aktivierung einzelner Sinne verzeichnet. Von diesen Karten ist nicht nur ablesbar, welche Bewegungen eingespart oder verkürzt werden können, sondern es wird auch möglich, invariable Bewegungszusammenhänge zu isolieren, die gewissermaßen irreduzible Elemente zusammengesetzter Bewegungen darstellen. Dies sind die sogenannten *Therblings*, die als Symbole anschreibbar sind, für die es genormte Farben gibt und die z.B. Suchen, Wählen, Greifen, Loslassen zusammenfassen. Ihre Erfüllung finden sie schlicht in den Tastenbelegungen von Computerspielen: die Taste mit dem gelben Dreieck bedeutet in *Tomb Raider* »Waffe ziehen« und nach dem Drücken wird die animierte Spielfigur die Waffe in einem immer gleichen Bewegungsablauf und immer in der gleichen Geschwindigkeit ziehen.

Bei Gilbreth hat die Simultanbewegungskarte jedoch noch einen ganz anderen Sinn. Ebenso wie die *beta*-Tests ihre medialen Innovationen an Illiteraten vollziehen, entfaltet die SIMO-Karte ihre volle Leistungsfähigkeit erst bei der »Wiedereinstellung der von der Front zurückkehrenden verkrüppelten oder blinden Soldaten.«⁸¹ In seinem »Beitrag zur Wiederertüchtigung der Kriegsverletzten« erläutert Gilbreth, daß die verkrüppelten Soldaten nicht nur ein volkswirtschaftliches Problem seien, sondern daß ihre Integration in den Arbeitsalltag auch zu ihrem seelischen Wohl dringend erforderlich sei. Von besonderem Interesse sind dabei jene eindimensionalen »Männer, die bisher körperliche Arbeit verrichteten und deren Fähigkeiten und Neigungen nur darauf eingestellt sind.«⁸² In Gilbreths stets gutgelaunten Worten heißt das 'Anpassung der Arbeit an die Fähigkeiten, Vorlieben und Beschädigungen des einzelnen', meint aber nicht mehr, als daß die auf Simultanbewegungskarten weiß gebliebenen Flächen entbehrliche Körperteile markieren. Schon ein kurzer Blick darauf genügt fortan für die »systematische Unterbringung der Kriegsbeschädigten.«⁸³

Gilbreth geht aber noch in zwei weiteren Punkten über Taylor hinaus, die für Computerspiele relevant sind. Zum einen stellt sich ihm die Frage nach der Arbeit als Interface, zum anderen die nach der Arbeitsmotivation. Ihre Beantwortung führt zu zaghaften kybernetischen Ansätzen des noch weitgehend

81 Gilbreth 1921, S. 93. Vgl. Gilbreth 1920, S. 19: »Die auf diesem Gebiet [dem Mikrobewegungsstudium] geleistete Arbeit ist vor allem durch die [...] für die Kriegsverletzten vorgenommenen Forschungen besonders gefördert worden.«

82 Gilbreth 1920, S. 82.

83 Gilbreth 1920, S. 82.

thermodynamisch orientierten Arbeitsbegriffes und kündigt einen Wechsel von der Disziplinar- zur 'Kontrollgesellschaft' (Deleuze) an.

Zunächst stellt Gilbreth die von Taylor übernommene Beziehung zwischen den verschiedenen Meistern und dem Arbeiter um. Die Arbeit sei nicht mehr organisiert wie in »militärischen oder traditionellen Betriebsführungssystemen«,⁸⁴ habe mithin keine Kommandostruktur, sondern trete als Schnittfläche einer ursprünglichen »Trennung des Entwurfes von der Ausführung«⁸⁵ auf. Bei Gilbreth rutschen die verschiedenen Faktoren der Arbeit aus der Hierarchie in die Funktionale und werden auf zwei Seiten einer Differenz verteilt, zwischen denen die Arbeit selbst als Medium erscheint. Dabei ist wiederum das *environment* eine entscheidende Variable in Bezug auf den Arbeiter und die Bewegung.⁸⁶ Darunter fallen beispielsweise Faktoren wie Beleuchtung, Farbenwirkung, Kleidung oder Musik.⁸⁷ Das Licht muß reflexfrei sein, gleichmäßig, hell genug, aber nicht reflektierend oder blendend. Für die Farbgebung können einerseits Stimmungswerte durch psychologische Farbenforschung ermittelt werden, andererseits kann Farbe aber auch instruktiv sein, kann beispielsweise Gegenstände kennzeichnen (statt sie zu beschriften) oder bestimmte Arbeitsprozesse durch Farbcodes zusammenfassen (Werkzeuge, Werkstücke, Aufbewahrungs-/Montageorte). Musik als »psychophysische Ersparnis« (Münsterberg) kann den Arbeitsrhythmus anregen und die Arbeit unbemerkt beschleunigen, wobei singende Vorarbeiter durch Phonographen zu ersetzen wären.⁸⁸ All dies deutet schon an, daß Arbeit immer weniger mit Energie als mit Information, weniger mit Kraftverbrauch als mit Aufmerksamkeit zu tun hat.

Daher wird auch das Innere des optischen Apparates, der die Arbeit vermißt, zum Modell der Arbeitsraumes selbst, die Arbeit gewissermaßen zum Film, den der Arbeiter wahrnimmt. (Und darin übertrifft Gilbreth vielleicht schon Benjamin, für den das Zusammensetzen der Filmbilder eine Form der Fließbandarbeit bedeutete.⁸⁹) Die Geräte sollen alle schwarz gestrichen sein, auf daß kein überflüssiges Messingglitzern die Augen ermüde:

84 Gilbreth 1920, S. 27. Dazu auch Gilbreth 1922, S. 7 mit gewandelter Definition des »militärischen«.

85 Gilbreth 1920, S. 28

86 Gilbreth 1920, S. 84.

87 Gilbreth 1921, S. iii, 8-11, 35ff. Münsterberg ging schon etwas weiter und interessierte sich für die funktionalen Sattelpunkte, an denen z.B. Alkohol die Produktionskraft steigert. Eine permanente, leichte Drogierung des Arbeiters führe zwar zu sinkender Aufmerksamkeit, dafür aber zu stärkerem Willen und besserem Rhythmusfinden (Münsterberg 1914, S. 396ff.; vgl. Anm. 136).

88 Gilbreth 1921, S. 38; Münsterberg 1914, S. 381.

89 »Was am Fließband den Rhythmus der Produktion bestimmt, liegt beim Film dem der Rezeption zugrunde« (Walter Benjamin, »Über einige Motive bei Baudelaire«, in: *Illuminationen*, 7. Aufl. Frankfurt a.M. 1991, S. 208).

»Man sollte, um die Augen möglichst wenig anzustrengen, alle Gegenstände und Maschinen in der Art wie das Innere eines photographischen Apparates ausstatten.«⁹⁰

»Der Widerschein eines mit Nickel plattierten Gegenstandes, ganz gleich, ob es sich hierbei um eine Schreibmaschine oder um eine große Maschine in der Fabrik oder um irgend ein anderes Ausrüstungsstück im Betrieb oder im Büro handelt, wird das Auge eines jeden, der gezwungen ist, fortwährend in der Nähe dieses Gegenstandes zu arbeiten, ermüden. Und dabei wird die Ursache dieser Ermüdung meistens gar nicht erkannt. Der Fabrikant und der Käufer einer Maschine finden ein viel größeres Wohlgefallen an ihr, wenn sie schön mit Nickel plattiert ist, als wenn sie einfach matt schwarz angestrichen wäre, trotzdem die sonstige Ausführung dieselbe ist; und dabei wird dann die Hauptfrage vollständig übersehen: 'Inwieweit wird diese Maschine dem, der sie bedient, ein möglichst angenehmes Arbeiten gestatten?'«⁹¹

Wenn also die Arbeit keine Dispositionsfreiheit läßt und die Geräte keinen Besitzer- (oder Benutzer-)stolz und ästhetisches Wohlgefallen mehr vermitteln können, muß die Motivation für »tote Arbeit in linearen Ketten« (A. Kluge), die hier erstmals fraglich wird, aus anderen Quellen geschöpft werden. Der vollständig normalisierte und redundante Arbeitsprozeß bedarf der unterhaltenden Information, die ihn jedoch nicht behindert, sondern bestenfalls noch zusätzlich effektiviert. Dies beginnt bei der täglichen Anweisungskarte:

»Die Anleitungskarte, nach der er [der Arbeiter] seine Arbeit verrichtet, enthält Einzelheiten von Interesse, die seine Aufmerksamkeit fesseln und ihn zu Versuchen anspornen.«⁹²

Betrachtet man zeitgenössische Anweisungskarten, die von dem Anspruch schriftfreier Instruktion und fesselnder Unterhaltung unendlich weit entfernt sind, so ist davon jedoch noch nichts zu spüren. Damit der Arbeiter die angestrebten Versuche durchführen kann, ohne die Effektivität der wissenschaftlichen Betriebsführung zu gefährden, muß er konsequenterweise zu seinem eigenen Arbeitswissenschaftler werden.

»Der nächste Schritt in der Entwicklung war [daher] ein Apparat zum selbsttätigen Mikrobewegungsstudium, der es jedem einzelnen ermöglicht, den von ihm ausgeführten Arbeitsgang selbst 'für sich' aufzunehmen«⁹³

Diese Selbstvermessung verspricht einigen Unterhaltungswert:

»[D]er Arbeiter interessiert sich nicht nur für die durch Punkte und Striche gezeichneten Bahnen des elektrischen Lichtes, sondern gibt sich auch die größte Mühe, daß diese Bahnen die beste Richtung einschlagen und daß dabei die kleinste Anzahl von Bewegungen vorgenommen wird.«⁹⁴

90 Gilbreth 1921, S. 37.

91 Gilbreth 1921, S. 36.

92 Gilbreth 1920, S. 25

93 Gilbreth 1920, S. 59.

94 Gilbreth 1920, S. 78.

Ersetzte man »vor-« durch »wahrgenommen« hätte man wohl schon ein Computerspiel. Doch noch steht zwischen der eigenen körperlichen Bewegung und den dadurch sichtbar gemachten elektrischen Linien und Punkten, durch deren optimale Bewegung man Punkte und *high-scores* machen kann, die Entwicklung des Filmmaterials. Zur Kybernetik fehlt der persönlichen Arbeitswissenschaft die Rückkopplung in Echtzeit, zum Computerspiel das algorithmische Gegenüber, dessen IF/THEN-Verzweigungen an Drehbänken nicht implementierbar sind.

Solcherlei Spiele mit der Optimierung der eigenen Sensomotorik sind — so Gilbreth — nicht nur ein Vergnügen, sondern zugleich auch »in höchstem Grade erzieherisch«. ⁹⁵ Arbeiter und Beobachter (also Arbeitswissenschaftler) teilen »das Interesse [...] an den graphischen Darstellungen, den durch das Bewegungsstudium erzielten Daten und ihren daraus gezogenen Lehren«, ⁹⁶ das zugleich Wohlgefallen, nur eben nicht mehr 'interesselos' ist. Arbeiter und Werkmeister können sich — so Gilbreths Vorschlag — in geselligen »Zusammenkünften« ⁹⁷ gemeinsam Filme und Chronozyklographien anschauen und Auszubildende können sich durch das Anfertigen von »Bewegungsmodellen« voranbringen. Diese Modelle sind Drahtskulpturen, die nach stereoskopischen Chronozyklographien angefertigt werden und Freude an Schönheit und Gelingen der Arbeit bereiten sollen: »Der Wechsel von Ungeschicklichkeit zu Anmut, von Unentschlossenheit zu Festigkeit, von schlechter zu vollkommener Gewohnheit übt [...] einen ständig wachsenden Reiz aus.« ⁹⁸ Genau hier löst sich die Grenze von Spiel und Arbeit und Pädagogik auf. Das Spiel, das seit seiner Pädagogisierung im 18. Jahrhundert zwar eine Form des Lernens für das Leben war, aber keine außerspielerischen Finalitäten namens Ernst kannte, ist nun plötzlich, da es nicht mehr um »Freiheit«, sondern um Optimierung geht, zugleich Arbeit, und die Arbeit ist zugleich Spiel. »Diese Art zu arbeiten mutet wie ein Spiel an« ⁹⁹ und kreuzt gewissermaßen *homo ludens* und *animal laborans* (H. Arendt) zu einer neuen Gattung, die in den Utopien des 'Neuen Menschen' als eines Arbeiters aufgehen soll (vgl. S. 36ff.).

In einer gekoppelten Bewegung werden die »traditionellen Kenntnisse«, also letztlich die Geschichte der Arbeit *vor* ihrer Optimierung, die eine Arbeit des Erfahrungswissens und der Fertigkeiten und nicht eine der 'reinen' Bewegungen war, zum Gegenstand der Literatur. ¹⁰⁰ Weil die zu einer allgemeinen Bewegungslehre amalgamierten und transponierten Bereiche Arbeit und Spiel Gegenstand technischer Medien sind, rät Gilbreth, die vergangenen Arbeitsformen literarisch aufzuzeichnen. Jede Fabrik, jede Universität oder Hoch-

95 Gilbreth 1920, S. 79.

96 Gilbreth 1920, S. 80.

97 Gilbreth 1920, S. 80.

98 Gilbreth 1920, S. 74.

99 Gilbreth 1921, S. 28.

100 Gilbreth 1920, S. 80.

schule solle dazu ein »Ermüdungsmuseum« einrichten, ein »Museum von Vorrichtungen zur Ausmerzung unnötiger Ermüdung«.¹⁰¹

Aus den Zielen des *Ermüdungsstudiums* wird ersichtlich, daß die Tilgung der Differenz von Arbeit und Spiel Teil einer umfassenden Diskursivierung ist: Jeder im Betrieb soll sich voll und ganz mit allen Einzelheiten der Arbeit vertraut machen, jeder soll sich dafür interessieren, jeder soll Beziehungen zwischen Ermüdung und Betätigung »offenbaren« und jeder soll jeden informieren, wie er »sich seine Arbeitskraft erhalten kann«.¹⁰² Ebenso unbegrenzt ist der Erfassungswille (und damit der Machtanspruch) der Arbeitswissenschaft selbst:

»Das Anwendungsgebiet einer solchen Art der Betriebsführung [...] ist unbeschränkt. Es erstreckt sich auf alle Betätigungsgebiete, seien sie körperlich oder geistig. [...] Ihr Hauptzweck ist die Ausschaltung jeder Verschwendung und die Erreichung nennenswerter Ergebnisse in kürzester Zeit und mit geringster Anstrengung.«¹⁰³

Daß dies unter der Metapher der »Energie«¹⁰⁴ geschieht, sollte nicht davon ablenken, daß es schon hier nicht mehr allein um körperliche Arbeit geht. Wenn früher ein Arbeitsvorgang »eine Zusammensetzung von Handlungen«¹⁰⁵ war, so geht es jetzt nur noch um Bewegungen, die selbst wiederum aus Elementen zusammengesetzt sind. Die tradierten Berufe und Klassifizierungen der Arbeit basierten auf Differenzen zwischen der Art von Arbeitern, die die Arbeit verrichten, der Ausbildung zu einer Fertigkeit, der Art der Materialien usw. Die neue Funktionalität jedoch tilgt diese Unterschiede zwischen den »Arbeiten des Chirurgen, Maschinenschreibers und Maurers«:

»Die von der Wissenschaft eingeschlagene Richtung [zeigt] immer klarer, daß es bisher [...] unterlassen wurde, auf die in erstaunlichem Maße bestehenden Ähnlichkeiten hinzuweisen.«¹⁰⁶

Die Ähnlichkeit liegt darin, daß alle Arbeiten nach den Regeln des Raum- und Zeitstudiums optimierbar sind.¹⁰⁷ Arbeit hat demzufolge nichts mit 'Geist' versus Körper zu tun, sondern lediglich mit Bewegungspatterns und Timingfragen. Wo die Arbeitswissenschaft eingreift, ist der Geist absentiert,

101 Gilbreth 1921, S. 50-59. Die Nr. 1 dieser sachlich durchnummerierten Institutionen wurde 1913 in Providence, Rhode Island, eingerichtet und hatte ganze fünf Exponate. Daß Gilbreths Wirkung kaum unterschätzt werden kann, erweist sich schon daran, daß in den 20er Jahren jährlich im Dezember der von ihm geschaffene »Anti-Ermüdungstag« begangen wurde.

102 Gilbreth 1921, S. 12.

103 Gilbreth 1920, S. 1f.

104 Gilbreth 1920, S. 2 und S. 9.

105 Gilbreth 1920, S. 62.

106 Gilbreth 1920, S. 63.

107 Die Nationalökonomie faßte schon einmal, Ende des 18. Jahrhunderts, verschiedenste Formen der Beschäftigung als 'produktive Tätigkeit' zusammen, und löschte damit die Differenz von 'produktiven' und 'sterilen' Klassen, so daß nicht mehr nur körperliche Beschäftigung als Arbeit galt. (Joseph Vogl sei für diesen Hinweis gedankt.) Sie tat dies jedoch unter dem Begriff (und damit der Finalität) eines Produkts und nicht im Namen der Universalität eines Verfahrens.

und genau darin trifft sie sich mit der zweiten amerikanischen Schule der Experimentalpsychologie, dem Behaviorismus, der zur gleichen Zeit (und als Reaktion auf die Probleme mit introspektiven Daten) versuchte, auf geistige Aktivität, auf Bewußtsein und Erfahrung zu verzichten und sich stattdessen exklusiv auf die beobachtbare Interaktion von Organismen innerhalb von Umgebungen (*environments*) zu berufen. Im manifestösen Gründungstext von John B. Watson heißt das:

»Psychology as the behaviorist views it is a purely objective experimental branch of natural science. Its theoretical goal is the prediction and control of behavior. Introspection forms no essential part of its methods, nor is the scientific value of its data dependent upon [...] interpretation in terms of consciousness [...]. The time seems to have come when psychology must discard all reference to consciousness.«¹⁰⁸

Dies hat zur Folge, daß auch die 'geistige' Arbeit nichts mit Geist zu tun hat, sondern mit raumzeitlich organisierten Bewegungen. Es sei — so Gilbreth — ein großes Mißverständnis früherer Zeiten, daß es bei der Ausbildung um die Qualität des Produktes gehe. Entscheidend sei vielmehr die Einübung bestimmter optimierter Funktionen,¹⁰⁹ d.h. — wie beim Spiel — die Durchführung eines durch Regeln geleiteten Prozesses bis zu einem Haltepunkt namens Spielende oder Produkt. Arbeitswissenschaft denkt nicht in Finalitäten, sondern in Verfahren. Daher werden der Neobehaviorismus (Skinner) und die Arbeitswissenschaft der Bildschirme (Engelbart, Licklider) bei der Grundlegung von Computerspielen wie Benutzeroberflächen eine so entscheidende Rolle spielen. Erste Anzeichen dazu zeigen sich schon bei Gilbreth selbst, der einen Schreibtisch nach arbeitswissenschaftlichen Gesichtspunkten entworfen hat:

»Die in Quadrate eingeteilte Tischoderfläche dient zur Normalisierung der Bewegungen d.h. der Handgriffe nach den Schreibgeräten wie Bleistift, Tinte, Federhalter usw., die ihren Normplatz haben. Die ausgezogene Schublade zur Linken dient der Aufnahme von Bureauaterialien und ist mit Reservevorräten versehen. [...] Der moderne Schreibtisch ist darum vollkommen flach, ohne jeden Aufbau und ohne kleine Fächer zum Aufstapeln aller möglichen und unmöglichen Dinge, weil er so am besten mit den Arbeitsverfahren der heutigen neuzeitigen Verwaltungspraxis übereinstimmt.«¹¹⁰

Der Schreibtisch ist hier schon auf jene Zweidimensionalität geplättet, die einer geistlosen Verwaltungspraxis des *document processing* genügt, und er nimmt physisch vorweg, was die Desktopmetapher in der Bildschirmfläche imple-

108 John B. Watson, »Psychology as the behaviorist views it«, in: *Philosophical Review*, 20/1913, S. 158-177 (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Watson/views.htm).

109 Gilbreth 1920, S. 69.

110 Gilbreth 1921, S. 37.

mentieren wird.¹¹¹ Schreibtischarbeit im Gilbreth'schen Sinne bedeutet nicht mehr, als Eingaben zu prozessieren und wieder auszugeben, wobei die Prozessierung in der Aufnahme standardisierter Werkzeuge von normierten Plätzen zum Zwecke der Durchführung vorgeschriebener Bewegungen und Kalkulationen dient. »Neuzeitige Verwaltung« bedeutet also beispielsweise, aus eingehenden Aufträgen Arbeitsanweisungszettel herzustellen, Arbeit in normierte Zeit- und Raumsegmente zu zerlegen, sie zu routen und für eine optimale Lastverteilung im System zu sorgen. Am Schreibtisch des Arbeitswissenschaftlers geht es darum, Verfahren auf Daten anzuwenden.

Wenn es also keine verschiedenen Arbeiten gibt, sondern nur Funktionsbündel aus Bewegungen, dann heißt das für Gilbreth, daß es keine feste Ausbildung mehr gibt, sondern nur noch das Erlernen von jeweils nötigen Funktionen und daher »ein typisches Ergebnis [des Bewegungsstudiums ...] das langsame Überbrücken der zwischen Schule und Fabrik befindlichen Kluft«¹¹² ist. Das Bewegungsstudium fängt in der Kindheit an, hört von da an nicht mehr auf, und man muß Gilbreths Entdifferenzierung der Arbeitswelt nur erweitern, um festzustellen, daß auch Kunst und Freizeit als Bewegungslehre beschreibbar sind. Gilbreth selbst deutet dies mit der Auflösung der Kleiderordnung nur vorsichtig an:

»Um dieses Vorurteil [die sichtbare Zugehörigkeit zu einer bestimmten Berufsgruppe] zu beseitigen, wäre weiter nichts notwendig, als eine Mode zu schaffen, die das Tragen dieser Kleider ebenso zu einer Gewohnheit machen würde, wie das Tragen von Maler- und Ärztekitteln. Interessierte Kreise haben jahrelang gehofft und darauf gewartet, daß eine solche verständige Mode für Arbeitskleidung erfunden würde, vielleicht in gewisser Anlehnung an die Tennis- oder Sportanzüge.«¹¹³

Die Universalisierung des Jogginganzugs mag vom Erfolg dieses Programms Zeugnis ablegen. Die Entgrenzung von Arbeit, Freizeit und Kunst unter dem Primat psychophysiologischer Optimierung ist jedoch ein so weitreichendes Thema, daß hier nur drei kleine Beispiele gegeben werden können.¹¹⁴

Erste Abschweifung

Gabriele Brandstetter hat ausführlich dargelegt, wie der Ausdruckstanz als einer der Kernbereiche der Lebensreform und »als Kunstform der 'Heilung' zivilisatorischer Schäden« im Spannungsfeld von Konstruktion und Abbau des

111 Erste informationstheoretische Betrachtungen der Schreibtischarbeit bei R.A. Fairthorne, „Some Clerical Operations and Languages“, in: *Information Theory*, London 1956, S. 111-120. Dazu auch Claus Pias, *Digitale Sekretäre: 1968, 1978, 1998* (www.uni-weimar.de/~pias/diverses.html)

112 Gilbreth 1920, S. 46.

113 Gilbreth 1921, S. 48.

114 Gleichwohl die Frankfurter Schule mit der berühmten Beschreibung der 'Freizeit als Verlängerung der Arbeit unterm Spätkapitalismus' einflußreich darauf hingewiesen hat, würde es einer Medienwissenschaft eher um die Einbettung in die Geschichte der Programmierungen gehen.

Subjekts zelebriert wird.¹¹⁵ In den zwanziger Jahren, also der Diskussion um die Arbeitswissenschaft parallel, entstanden umfassende und (in der Form der »Labanotation« bis heute gebräuchliche) Aufschreibsysteme tänzerischer Bewegungen. Dieser »Schrifttanz« stellte die Möglichkeit bereit,

»Tanz *aus* der Schrift hervorzubringen: ihn also nicht primär aus dem Körper und seiner probierenden Bewegung im Raum entstehen zu lassen [...], sondern die *Komposition einer Choreographie mit den Mitteln der Schriftzeichen* zu entwickeln.«¹¹⁶

Daß Rudolf Laban auf der einen Seite den Willen des bewußten Subjekts preist und seine Choreosophie vitalistisch zur »tänzerischen Weltanschauung« verbrämt, läßt jedoch nur umso deutlicher hervortreten, wie sehr seine Arbeit auf der anderen Seite *élan vital* und Subjekt durch Instruktion und Spur ersetzt. Laban stellt Bewegung auf ihre physiologischen Grundlagen und legt seine Quellen offen:

»Der Fluß der Motion wird durch Nervenzentren reguliert, die auf einen äußeren oder inneren Stimulus reagieren. Bewegungen brauchen eine bestimmte Zeit, die exakt meßbar ist. Die treibende Kraft der Bewegung ist die Energie, die durch Verbrennungsprozesse im Inneren der Körperorgane produziert wird. Der in diesem Prozeß verbrauchte Brennstoff ist die Nahrung. Über den rein physikalischen Charakter dieser Energiegewinnung und ihrer Umwandlung in Bewegung besteht kein Zweifel. [...]

Antriebe [gemeint sind willkürliche oder unwillkürliche] sind sichtbar in der Aktionsbewegung des Arbeiters ebenso wie des Tänzers [...] Die moderne Arbeitsanalyse und ihre Notation unterscheidet sich nicht wesentlich von derjenigen Weise, mit der man Ausdrucksbewegungen beschreibt. [...] Sie [die Notation...] basiert auf der Beobachtung und Analyse von Bewegung in Raum und Zeit.«¹¹⁷

Anders als bei den zuckenden Froschschenkeln Galvanis oder den hüpfenden Mönchen des Abbé Nollet ist es hier nicht die indexikalische Elektrizität, sondern die symbolische Schrift, die den Körper im Wortsinne (nämlich als Vorschrift) programmiert. Schrift bedeutet hier im schönen Doppelsinn »Stellung«, nämlich dergestalt, daß sie den Körper in Stellungen bringt und ihn dabei zur 'Entbergung von Energie' bestellt.¹¹⁸

Wie Gilbreth destilliert Laban aus 'bestehenden Sequenzen' Elementarbewegungen (»einfache Körperaktionen«). Daher geht es nicht nur deskriptiv um die »Etablierung eines *Ordnungs*-Systems [...] auf der Basis einer ganzheitlich ausgerichteten, philosophisch-weltanschaulich begründeten Theorie«,¹¹⁹ sondern andererseits und präskriptiv um ein *Ortungs*-System einzelner

115 Zum folgenden v.a. Gabriele Brandstetter, *Tanz-Lektüren. Körperbilder und Raumfiguren der Avantgarde*, Frankfurt a.M. 1995, Kapitel 4 (hier S. 46f.) und Rudolf von Laban, *Kunst der Bewegung*, 2. Aufl. Wilhelmshaven 1996, Teil I, Kapitel 2.

116 Brandstetter, S. 423.

117 Laban, S. 29ff.

118 Martin Heidegger, *Die Technik und die Kehre*, 9. Aufl. Stuttgart 1996.

119 Brandstetter, S. 433 (Hervorhebung von mir).

Körperteile.¹²⁰ Dabei decken sich die relevanten Angaben zu Körper, Zeit, Raum und Kraft¹²¹ zwar mit den Interessen der Arbeitswissenschaft, bleiben jedoch hinter deren Auflösung (bis hinab zu einzelnen Fingern im Millisekundenbereich) erheblich zurück. Trotzdem ist der Anspruch des Laban'schen »Denken[s] in Bewegungsbegriffen« universal und bezieht sich explizit auf Sport und Spiel, Theaterleben, Arbeit, Alltagsverhalten.¹²² Giorgio Agamben hat dies den »Verlust der Gesten«¹²³ genannt und meinte damit den Verlust der Bedeutung bestimmter Bewegungen, die gesellschaftlich eingeschrieben wird, und die gleichzeitige »Öffnung« neuer Einschreibmöglichkeiten durch Technologien, die Motion sichtbar und aufschreibbar machen und damit konstruieren.¹²⁴

Das zeitkritische Computerspiel wäre — um es expliziter zu machen — in diesem Sinne ein Tanz. Während nämlich alle Stellvertretertheorien nur berücksichtigen, daß einer Spielfigur bestimmte Bewegungen vom Spieler vorgeschrieben werden, zeigt die Tanznotation, daß es genausogut umgekehrt sein kann. Das Programm inszeniert Bewegungen seines Benutzers und überprüft beispielsweise mittels Kollisionsabfragen, ob die Notationsvorschriften ordnungsgemäß aufgeführt wurden. Spielerfolg bemißt sich an der gelungenen Aufführung einer Programmpartitur,¹²⁵ einer Schrift, die die Hände des Benutzers auf den Tasten tanzen macht.

Zweite Abschweifung

Die Zeitliga ist eine der Armeen im Kampf für die neue Kultur,
für den Kommunismus *Wremja, 1923*

Etwa zur gleichen Zeit zu der Gilbreth' Ermüdungsstudien erschienen, entstand im nachrevolutionären Rußland die sog. »Zeitliga«, die innerhalb weniger Wochen nicht nur 2000 Mitglieder, sondern auch Filialen in sämtlichen großen Städten aufweisen konnte. Der ungeheure Erfolg der Arbeitswissenschaft in der Sowjetunion, der sich in der stolzen Anzahl von etwa 60 Instituten zeigte, entwickelte nicht zuletzt den Zusammenhang von Theater und Ar-

120 Das ordinale Relationssystem Labans hat den Rumpf des Körpers zum Zentrum, der von den Tanztheoretikern erst um 1900 entdeckt wurde (Laurence Louppe, »Der Körper und das Unsichtbare«, in: *Tanz in der Moderne. Von Matisse bis Schlemmer*, Hg. K. Adelsbach / A. Firmenich, Köln 1996 (Kat. Kunsthalle Emden), S. 269-276). Nicht als ordinales, sondern als metrisches Relationssystem, gleichwohl aber als Ortungsraum und nicht als symbolische Form interpretiert William Ivins (unter dem Eindruck von Radartechnik) die Zentralperspektive (*On the Rationalization of Sight*, New York 1975 [1939]).

121 Laban, S. 56.

122 Laban, S. 56f.

123 Giorgio Agamben, »Notes sur le Geste«, in: *Traffic*, 1/1990, S. 31.

124 Vgl. dazu Louppe.

125 Dazu ist vielleicht Nelson Goodmans Begriff des Allographischen hilfreich (*Sprachen der Kunst*, Frankfurt a.M. 1995).

beit unter dem Primat der Arbeitswissenschaft.¹²⁶ So schreibt A.K. Gastew, Leiter des 1920 gegründeten Zentralinstituts für Arbeit:

»Die wissenschaftliche Arbeitsorganisation [...] ist keine rein intuitive menschliche Entdeckung, sondern eine Schlußfolgerung, sie ist eine Formel der Bewegung, die uns die Mechanismen offenbaren. Die Gruppen der Maschinen und der Betriebe erziehen uns erst durch ihre maschinelle Kombination. [...] Die Technik geht in Verwaltung über. Verwalten heißt umstellen; Organisation ist *eine Lehre von Umstellungen im Zeitenraum.*«¹²⁷

Gastew beschreibt beispielsweise die Ausrichtung eines hämmernden Arbeiterkörpers durch eine Schablone, die seine Bewegungen optimiert und zugleich durch ein Metronom, das seine Geschwindigkeit triggert. Ziel dieser »Biomechanik[!] des Schlagens« (Gastew) ist der Rhythmus als »Gelingen von Form unter der (erschwerenden) Bedingung von Zeitlichkeit«.¹²⁸ Biomechanik ist aber auch der Begriff, unter dem Wsewolod Meyerhold den »Schauspieler der Zukunft« begreift.

Meyerhold betrachtet das Ende der kapitalistischen Gesellschaft als Ende der Trennung von Arbeit und Freizeit, die in der sozialistischen Gesellschaft durch die »Frage der Ermüdbarkeit« aufgehoben wird. Wenn in der kommenden »Arbeitsgesellschaft« die Tätigkeit des Schauspielers als Produktion aufgefaßt wird, dann ist der optimierte Arbeiter das Modell des Schauspielers. Die Bewegungen des Arbeiter/Schauspielers zeichnen sich aus durch »1. das Fehlen überflüssiger, unproduktiver Bewegungen, 2. Rhythmik, 3. das richtige Finden des Schwerpunkts seines Körpers, 4. Ausdauer.«¹²⁹ Dabei spielt die Selbstinstruktion — ähnlich den selbstgedrehten Filmen Gilbreths — eine entscheidende Rolle, denn der Schauspieler N ist zugleich Trainer A¹ und Trainierter A², also in Meyerholds einfacher Formel $N=A^1+A^2$. Er beherrscht gewissermaßen die Elementarbewegungen, die nötig sind, um jene Bewegungsserien namens Schauspiel aufzuführen, zu denen ihn ein Regisseur instruiert. »Die Taylorisierung des Theaters wird es möglich machen [so Mey-

126 Zum folgenden Franciska Baumgarten, *Arbeitswissenschaft und Psychotechnik in Russland*, München / Berlin 1924; Wsewolod E. Meyerhold, »Der Schauspieler der Zukunft und die Biomechanik«, in: *Theaterarbeit 1917-1930*, Hg. R. Tietze, München 1974, S. 72-76; Jörg Bochow, *Das Theater Meyerholds und die Biomechanik*, Berlin 1997; *Werkraum Meyerhold. Zur künstlerischen Anwendung seiner Biomechanik*, Hg. D. Hoffmeier / K. Völker, Berlin 1995; J. Geger / R. Fülöp-Miller, *Das russische Theater*, Leipzig / Wien 1928.

127 Zit. nach Franciska Baumgarten, *Arbeitswissenschaft und Psychotechnik in Russland*, München / Berlin 1924, S. 13 (Hervorhebung von mir).

128 So Gumbrechts Definition in Anlehnung an Benveniste (H.U. Gumbrecht, »Rhythmus und Sinn«, in: *Materialität der Kommunikation*, Hg. H.U. Gumbrecht / K.L. Pfeiffer, Frankfurt a.M. 1988, S. 714-729 [vgl. Anm. 188]).

129 Meyerhold geht bekanntlich so weit, die Schauspieler einfach durch Arbeiter zu ersetzen, die nach ihrer Arbeit in Fabriken Theater spielen, was ja nur heißt, von einer Bewegungsarbeit auf eine andere umzuschalten. Dazu gehören selbstverständlich auch die Masseninszenierungen wie »Die Erstürmung des Winterpalais« (Petersburg 1920) oder die 1921 geplante Revolutionsfeier bei Moskau.

erhold] in einer Stunde so viel zu spielen wie wir heute in vier Stunden bieten können.« Alle Anflüge von 'Innerlichkeit' gelten daher nur als Behinderungen einer Biomechanik der »Kontrolle« von Bewegungen, und wo Psychologie war muß folglich Physiologie werden.

Der ebenso schlichte wie erfolgreiche Ansatz, den Computer als Theater zu verstehen, wie er von der ehemaligen *Atari*-Designerin Brenda Laurel propagiert wird,¹³⁰ erscheint dadurch nicht nur vorweggenommen, sondern schon überholt. Allenfalls zur Hälfte geht es um die Instruktion von 'Akteuren' auf der 'Bühne' des Bildschirms. Vielmehr instruieren die Computer (wie Meyerholds Regisseur) den Spieler zu Sequenzen von trainierten Elementarbewegungen. Die arbeitswissenschaftliche Bühne liegt nicht in der Bildschirmdarstellung, sondern gerade im Raum davor, der durch einen Instruktionsfluß rhythmisiert wird. Die Frage lautet also nicht, wohin unser Körper verschwunden ist, sondern in welcher neuartigen Umgebung er sich wieder bemerkbar macht.

Die Details sollten jedoch nicht davon ablenken, daß der kommunismuskompatible Taylorismus, wie ihn die *Erste allrussische Konferenz der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation und Betriebsführung* 1921 auf Anregung Trotzki formuliert, die Basiswissenschaft der Utopie des 'Neuen Menschen' ist.¹³¹ So schreibt Sokolow im selben Jahr in einem Artikel über *Industrielle Rhythmische Gymnastik*:

»Wenn eine neue industriell rhythmische Gymnastik nach dem Prinzip der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation von Taylor und Gilbreth geschaffen wird, so werden die Linien der Kunst und des Betriebes einander begegnen, und sich schneiden. Der Theaterregisseur und der Ingenieur mit einer Sekundenuhr in der Hand, werden gemeinsam ein System einer neuen Produktionsgymnastik nach den Gesetzen der Arbeitsprozesse schaffen. [...] Es ist gut möglich, daß in den Fabriken der Zukunft, Klänge von dieser oder jener Höhe die Arbeit intensiver gestalten werden. In einer Fabrik um die Mitte des 20. Jahrhunderts wird wahrscheinlich nicht ein amorphes Geräusch, sondern irgendeine Musik der Maschine zu hören sein, die auf die Weise erreicht wird, daß sämtliche Räder und Treibräder auf einen bestimmten Ton gestimmt sein werden. [...] Wenn in unserem ganzen Leben und Dasein die Prinzipien der Chronometrie und des Scientismus eingeführt, und wenn unsere Art zu gehen und zu gestikulieren auf den Geometrismus der Ökonomie und der Rationalisierung der Bewegungen aufgebaut werden wird, auf geraden Linien als Linien der kleinsten Distanz zwischen zwei Punkten, so

130 Brenda Laurel, *Computers as Theatre*, Reading, Mass. 1991; Brenda Laurel, *Towards the Design of a Computer-based Interactive Fantasy System*, Diss. Ohio State University, 1986; in ihrem Reader *The Art of Human-Computer Interface Design*, Reading, Mass. 1990, finden sich zahlreiche Bezüge zu Computerspielen.

131 Dazu auch *Proletkult 1: System einer proletarischen Kultur* und *Proletkult 2: Zur Praxis und Theorie einer proletarischen Kulturrevolution in Sowjetrußland 1917-1925*, Hg. P. Gorsen / E. Knödler-Bunte, Stuttgart 1974.

wird auch ein geometrischer, monumentaler Stil der russischen Republik geschaffen werden.«¹³²

Ebenso deutlich formuliert Gastew seinen »biologischen Maschinismus« in der Schrift über *Die Ausstattung der modernen Kultur*:

»ein Mensch der neuen Kultur muß außer gut ausgebildeten Sinnesorganen eine vortreffliche Beobachtungsgabe besitzen. Dabei muß er die Wachsamkeit haben, die Fähigkeit, jeden Augenblick sein Auge und sein Ohr in Tätigkeit zu setzen. [...] Für den Lebenskampf ist eine gute Stimmung unerlässlich, ferner eine Arbeitsfähigkeit, die einerseits durch ein entsprechendes Trainieren (nach seiner bereits oben erwähnten Methodik), andererseits durch entsprechendes Lebensregime angeeignet werden könne. Die Fähigkeit der Organisation, 'die Kunst, das Material und die Zeit zu beherrschen', ist die Krone dieser Eigenschaften. 'Der Kulturträger des neuen Rußland ist nicht der Missionär und der Redner, sondern der Monteur'.«¹³³

Holtzmann fordert 1924 in *Die Reorganisation des Menschen* die Schaffung eines neuen Menschen

»durch Ausbildung einer entsprechenden Schnelligkeit der Wahrnehmung, des Auffassungsvermögens, [einer] größeren Schnelligkeit der Reaktion, Trainieren der Gefühle und einer Ausbildung des Willens, die die 'Trägheit des Körpers völlig überwinden kann'.«¹³⁴

Die ausführlichen Zitate mögen dadurch gerechtfertigt sein, daß sich die utopische Verschmelzung verschiedenster Lebensäußerungen in der Figur des 'Monteurs' in der utopischen Überhöhung der Figur des Computerspielers oder Video-Kids wiederholt. Dies gilt beispielsweise für den Generationsbruch, den Sherry Turkle — sei es nun zum Guten oder Schlechten — in *The Second Self* konstatiert und in dem die Figur des Computerspielers von einer neuen Kultur kündigt, von der die Nicht-Spieler durch einen kaum überbrückbaren Graben getrennt sind.¹³⁵ Reagans (bereits erwähntes) Rekrutierungsangebot an Computerspieler in den Zeiten von SDI¹³⁶ erscheint als nur eine von vielen Anekdoten für die Ausrufungen 'neuer' Individual- und Gesellschaftskörper im Rahmen der VR-Panegyrik der späten 80er Jahre, die wie eine Reprise der ersten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts anmutet.

Dritte Abschweifung

Schon für Gastew war der »Soldat eigentlich ein Taylorschüler, der vor seinem Lehrer geboren wurde«,¹³⁷ doch am klarsten hat wohl Ernst Jünger herausgearbeitet, wie der Soldat in der 'Gestalt' des Arbeiters aufgeht.¹³⁸ Der *Arbeiter* meint bekanntlich nicht den Arbeiter in einem moralischen oder ökonomi-

132 Zit. nach Baumgarten, S. 45f.

133 Baumgarten, S. 115.

134 Baumgarten, S. 115f.

135 Sherry Turkle, *The Second Self. Computers and the Human Spirit*, New York 1984, S. 66.

136 Vgl. die schon 1922 von Spielrein durchgeführten, arbeitswissenschaftlichen Experimente mit Piloten unter Streß und Alkoholeinfluß (Baumgarten, S. 66f.).

137 Zit. nach Baumgarten, S. 17.

138 Ernst Jünger, *Der Arbeiter. Herrschaft und Gestalt*, Stuttgart 1982.

schen Sinn,¹³⁹ sondern einen zu einem historischen Zeitpunkt erscheinenden Typus:

»Für eine Zehntelsekunde wurde mir deutlich, daß wir uns wieder einem Punkte nähern, von dem aus gesehen Physik und Metaphysik identisch sind. Dies ist der geometrische Ort, an dem die Gestalt des Arbeiters zu suchen ist.«¹⁴⁰

Dabei zeigt sich, daß Jüngers umstrittener Text nicht nur vor dem Hintergrund des Ersten Weltkriegs gelesen werden muß, sondern zugleich (und verwoben damit) vor dem der Arbeitswissenschaft.

»Man muß wissen, daß in einem Zeitalter des Arbeiters [...] es nichts geben kann, was nicht als Arbeit begriffen wird. Arbeit ist das Tempo der Faust, der Gedanken, des Herzens, das Leben bei Tage und Nacht, die Wissenschaft, die Liebe, die Kunst, der Kultus, der Krieg; Arbeit ist die Schwingung des Atoms und die Kraft, die Sterne und Sonnensysteme bewegt.«¹⁴¹

»Der Arbeitsraum ist unbegrenzt, ebenso wie der Arbeitstag vierundzwanzig Stunden umfaßt. Das Gegenteil der Arbeit ist nicht etwa Ruhe oder Muße, sondern es gibt unter diesem Gesichtswinkel keinen Zustand, der nicht als Arbeit begriffen wird.«¹⁴²

Diese Totalisierung der Arbeit, der 'totale Arbeitscharakter' hat die Form einer Sprache, und dies ist — wie könnte es anders sein — die Sprache der Bewegung:

»Die Art von *Bewegung*, von der hier die Rede ist, [...] ist wahrnehmbar soweit das Auge reicht [...] Auch ist es nicht nur der Verkehr — die mechanische Überwindung der Entfernung, die die Geschwindigkeit von Geschossen zu erreichen strebt — , dessen sich die Bewegung bemächtigt hat, sondern *jede* Tätigkeit schlechthin. [...] In ihr deutet sich die *Sprache der Arbeit* an, eine ebenso *primitive wie umfassende* Sprache, die bestrebt ist, sich in *alles zu übersetzen*, was gedacht, gefühlt, gewollt werden kann.«¹⁴³

Die Sprache der Bewegung bildet gewissermaßen das Interface, das die Verbindung von Arbeiter und Technik in der »organischen Konstruktion« ermöglicht. Das Trainingsfeld dieser 'Verbandsart' und deshalb ein 'Beispiel ersten Ranges' war der Erste Weltkrieg. Es wäre jedoch eine Verwechslung, würde man dies einfach als nachträgliche Übertragung der militärischen Begriffe von Effizienz und Bewegung auf die Arbeitswelt der Friedenszeit verstehen (also etwa so, wie Gilbreth die Forschungsergebnisse des Krieges in den Frieden retten will). Vielmehr erscheint umgekehrt der Krieg nur als *ein* Aspekt und Sonderfall der Arbeit:

139 Jünger, S. 90.

140 Ernst Jünger, »Vorwort zu *Blätter und Steine*«, in: *Sämtliche Werke*, Bd. 14, Stuttgart 1978, S. 162.

141 Jünger, S. 68.

142 Jünger, S. 91.

143 Jünger, S. 99f. (Hervorhebungen von mir).

»Die Entwicklung läuft darauf hinaus, daß die soldatische Uniform immer eindeutiger als ein Spezialfall der Arbeitsuniform erscheint.«¹⁴⁴

»Der Raum auf den sich Herrschaft und Gestalt des Arbeiters beziehen, besitzt planetarische Dimensionen [...] Die [...] Anlage der Mittel, der Waffen, der Wissenschaften zielt auf Raumbherrschaft von Pol zu Pol.«¹⁴⁵

Die Technik ist das Medium¹⁴⁶ dieser Mobilisierung, weil sie eben nicht neutral gegen ihre Benutzer ist (das ist der Vorwurf, den Jünger den 'aufklärerisch-bürgerlichen' Konzepten einer friedlichen oder kriegerischen 'Nutzung' der Technik macht), sondern weil sie diejenigen, die sich als Subjekte der Technik wännen, zu ihren Objekten macht. In der »organischen Konstruktion«, die ja eine Medientheorie impliziert, hat jede Technik einen ganz bestimmten »Lebensstil«¹⁴⁷ zur Folge. Die Technik, die der Erste Weltkrieg exponiert hat, bezieht sich auf die Geschwindigkeit von Wahrnehmung, die Effizienz von Bewegung und die Logistik der Adressierung, und dies sind die Formen, in denen die Technik den Menschen entwirft:

»Verändert hat sich [...] das Gesicht [...] unter dem Stahlhelm [...] Der Blick ist ruhig und fixiert, geschult an der *Betrachtung* von Gegenständen, die in Zuständen *hoher Geschwindigkeit* zu erfassen sind.«¹⁴⁸

»Hohe Häuser sind nur dazu gebaut, daß man von ihnen stürzt, es ist der Sinn des Verkehrs, daß man überfahren wird [...]. Diese Komik geht auf Kosten des Individuums, das die Grundregeln eines sehr *präzisen Raumes* und die ihnen natürliche *Gestik* nicht beherrscht«¹⁴⁹

»Der Kraft-, Verkehrs- und Nachrichtendienst erscheint als ein Feld, in dessen *Koordinatensystem* der Einzelne als bestimmter Punkt zu ermitteln ist – man 'schneidet ihn an', etwa in dem man die Zifferscheibe eines automatischen Fernsprechers stellt.«¹⁵⁰

Wenn die Technik ihre Benutzer also psychophysiologisch instruiert und an Anschlußpunkten von Medienverbänden lokalisiert, dann ist die Sprache, die es für die Kommunikation mit der Technik zu lernen gilt (jene *lingua franca* »die im Arbeitsraume gültig ist«) eine der Instruktion, eine »Befehlssprache«.¹⁵¹ Und weil sie das Individuum, den Nationalstaat, die Kunst und einiges mehr auflöst, ist sie (so Jünger) am leichtesten von 'Analphabeten' alteuropäischer Kultur zu erlernen, auf die sich auch die beta-Tests und Instruktionbögen konzentrieren, wenn sie von Bildungsgeschichten absehen.¹⁵²

144 Jünger, S. 125; oder auch der Gilbreth'schen Tenniskleidung.

145 Jünger, S. 227

146 Bei Jünger bekanntlich »die Art und Weise, in der die Gestalt des Arbeiters die Welt mobilisiert« (Jünger, S. 156).

147 Jünger, S. 166.

148 Jünger, S. 112f. (Hervorhebung von mir)

149 Jünger, S. 135. (Hervorhebung von mir)

150 Jünger, S. 145f. (Hervorhebung von mir)

151 Jünger, S. 156, 169.

152 Jünger, S. 213.

Jünger erscheint schon deshalb zitierenswert, weil er Arbeitswissenschaft (radikaler als Gilbreth) nicht mehr vom Menschen ausgehend, sondern von einem technischen Standpunkt aus denkt und zu einer Kulturtheorie erweitert. Die »organische Konstruktion«, die Metaphysik in Physik aufzulösen trachtet (oder, im Sinne Heideggers, die Unterscheidung von Sein und Denken aufhebt), beschreibt Mensch-Maschine-Systeme unter medientechnischem Apriori.

*

Nimmt man all diese Punkte zusammen, so bedeutet die Arbeitswissenschaft nach dem ersten Weltkrieg die Vorbereitung und Schwelle zu dem, was Deleuze den Übergang von den »Disziplinargesellschaften« zu den »Kontrollgesellschaften« genannt, und der technisch auf die Begründung der Kybernetik zu datieren ist. Deleuze hat ihn auf die Gegensatzpaare von Einschließung und Öffnung, analogischer und numerischer Sprache, Fabrik und Unternehmen, Individuum und Dividuum, Energie und Information zugespitzt:

»In den Disziplinargesellschaften hörte man nie auf anzufangen (von der Schule in die Kaserne, von der Kaserne in die Fabrik), während man in den Kontrollgesellschaften nie mit etwas fertig wird: [...] metastabile und koexistierende Zustände ein und derselben Modulation, die einem universellen Verzerrer gleicht.

Der Mensch der Disziplinierung war ein diskontinuierlicher Produzent von Energie, während der Mensch der Kontrolle eher wellenhaft ist, in einem kontinuierlichen Strahl, in einer Umlaufbahn [...].

Die alten Souveränitätsgesellschaften gingen mit einfachen Maschinen um [...]; die jüngsten Disziplinargesellschaften waren mit energetischen Maschinen ausgerüstet [...], die Kontrollgesellschaften operieren mit Maschinen der dritten Art, Informationsmaschinen [...].«¹⁵³

Während Marx beispielsweise beschreibt, wie der Arbeiter lernen muß, seine eigenen Bewegungen mit den gleichförmigen Bewegungen einer Maschine zu koordinieren, gelten für »Informationsmaschinen« andere Bedingungen: Computerspiele dehnen den Lern- und Akkomodationsprozess bis an ein möglichst lange hinausgeschobenes Spielende aus, und das Prinzip der Rückkopplung garantiert immer neue Anpassungsaufgaben. An der Schwelle zur Kontrollgesellschaft finden sich jedoch technologische Amphibien, die zwischen kontinuierlicher Bewegung und diskreten Sprüngen, zwischen informationsverarbeitenden Lebewesen und Maschinen vermitteln. Zwei Beispiele mögen dies belegen.

153 Gilles Deleuze, »Postskriptum über die Kontrollgesellschaften«, in: *Unterhandlungen 1972-1990*, Frankfurt a.M. 1993, S. 254-262, 257ff.

5. Rechnende Bewegung

Indem die Arbeitswissenschaft die Bewegungsbahnen vom Realen abzog und mit den so gewonnenen Daten ihre Ökonomie von Zeit und Energie kalkulierte, war es möglich, mit Bewegungen in einem bestimmten Sinn zu rechnen. Zwar ist nicht damit zu rechnen, daß die einmal optimierten Trajektorien auch ohne Übertragungsverluste in den Arbeiterkörpern ankommen, doch gibt es nach der Zerlegung und Normierung der Bewegung eine Normalität, durch die wenigstens im statistischen Mittel berechnet werden kann, womit zu rechnen ist. Bewegungsleitsysteme wie Markierungen auf Schreibtischen oder die stark zeitverzögerte Rückkopplung durch Filme waren, wie gezeigt, die Medien mittels derer kinetische Instruktionen wieder ins Körpergedächtnis der solcherart (re)animierten Arbeiter zurückgeschrieben werden konnten, von denen sie zuvor abgenommen und dann prozessiert worden waren. Die Abweichungen, die bei der Aktualisierung einer jeweiligen Bewegung entstehen, haben dadurch den Status einer Fertigungstoleranz, wie sie auch Maschinen bei der Überführung ihrer mechanischen Konstruktion in Laufzeit offenbaren. Eine analoge Maschine arbeitet mindestens so unpräzise wie ihr ungenauestes Teil. Das Vertrauen, das man ihr dementsprechend entgegenbringen darf und der Ort, an dem sie sich mit ihrem normierten Benutzer trifft, fallen im mathematischen Terminus des »Konfidenzniveaus« zusammen.¹⁵⁴

Die analogen Computer, die historisch zwischen der Bewegungslehre der Arbeitswissenschaft und den digitalen Computern stehen, sind nicht nur durch das Problem der Fertigungstoleranz beschrieben, das zur praktischen Folge hat, daß Rechnungen mehrfach durchgeführt werden und das Ergebnis ein statistischer Mittelwert ist, in dem sich die verschiedenen Unsicherheiten (Reibung, Luftfeuchtigkeit, Temperatur usw.) aufheben. (Ganz so, wie die als normal berechnete Arbeitsleistung das Mittel verschiedener Aufführungen desselben Arbeitsganges ist.) Die analogen Computer ab Ende der 20er Jahre sind vor allem dadurch bestimmt, daß sie Bewegungsdaten *erfassen*, diese selbst als Bewegung *prozessieren* und zuletzt auch als Bewegung wieder *ausgeben*. Sie sind Produkt der 'kinetischen' 20er Jahre, die Hugh Kenner so unvergleichlich auf den Punkt gebracht hat:

»Kinesis war die Rhetorik dieses Jahrzehnts, als die Amerikaner mit der reinen Bewegung das machten, was die Engländer um 1600 mit der Sprache, was die Franzosen um 1880 mit der Farbe machten. In diesen wenigen Jahren erblühte das Newtonsche Universum vor amerikanischen Augen wie eine verlangende Rose, die, bevor ihre Blütenblätter abfielen, ihr intrikates Repertoire von Aktion, Reaktion und Balance entfaltete. In dieser Pause, in der wie von Zauber gebannt der Waffenlärm zu schweigen scheint, begegnen sich Mensch und Maschine nahezu als Gleichberechtigte. Wie die Dinge funktionieren konnte noch durch bloßes

154 I.N. Bronstein / K.A. Semendjajew, *Taschenbuch der Mathematik*, 22. Aufl. Frankfurt a.M. 1985, Abschnitt 5.2.2.

Anschauen verstanden werden. [...] Flugbahnen wurden mit Leichtigkeit von jedermann intuitiv erkannt, und das Kräfteparallelogramm erhellte die Vernunft, wie die Liebe die Seele eines Engels umstrahlte.«¹⁵⁵

Differential Analyzer

Die Probleme der Elektrotechnik dieser Zeit lagen in der Berechnung komplexer und ausgedehnter Elektrizitäts- und Kommunikationsnetze. Für die mathematische Beschreibung langer Übertragungsleitungen beispielsweise waren Gleichungen wie die des *Bell Telephone*-Ingenieurs John Carson von zentraler Bedeutung:

$$y(t) = \int_0^t f(\delta)\phi(\delta)d\delta$$

Zur Lösung wurden die Funktionen berechnet, von Hand gezeichnet, dann mit Hilfe von Planimetern integriert und zuletzt multipliziert, um beispielsweise Stromstärken I gegen t graphisch auftragen zu können. Williams berichtet von dem in seiner Schlichtheit genialen Verfahren, die Funktionen auf hochwertiges Papier zu zeichnen, auszuschneiden und über das Gewicht des Papierschnipsels die Fläche unter der Kurve zu ermitteln.¹⁵⁶

Nach ersten Versuchen mit einem Thomson-Integrator verfielen Vannevar Bush und Herbert Stewart darauf, die Integration durch einen normalen Leistungszähler (Wattstundenmeter) durchzuführen, der an einen servomotorgetriebenen Stift gekoppelt war, der den entsprechenden Graphen nachzeichnete.¹⁵⁷ Harold Hazen erweiterte dieses ursprüngliche Konzept des *Product Integrator* um einen »wheel and disc integrator«, und mit diesem zweiten Modell wurden zahlreiche Berechnungen durchgeführt. Allerdings war die Kombination aus Mechanik und Elektrik und vor allem der Leistungsmesser zu ungenau und störanfällig.

Bushs folgender *Differential Analyzer* (in verschiedenen Ausführungen um 1930) basierte daher zunächst nur noch auf mechanischen Integratoren. Auf der einen Seite befanden sich Eingabegeräte, an denen die Operatoren Kurven nachzeichneten, an der anderen Seite Plotter, die die Ergebnisse graphisch ausgaben. Dazwischen lag ein komplexes System aus Getrieben und Gestängen, das Addition, Subtraktion, Division und Integration erlaubte. Die Integratoren implementieren dabei die entscheidende Beziehung $y = \int_a^b f(x)dx$.

Um ein Abrutschen des Rades von der Scheibe unter Belastung zu vermeiden kam im *Intergraph* noch ein Servomotor vor, der die Bewegung nachvollzog, im *Differential Analyzer* jedoch ein ebenfalls rein mechanisches Element, nämlich der von C.W. Niemann (übrigens einem Ingenieur der von Taylor

155 Hugh Kenner, *Von Pope zu Pop. Kunst im Zeitalter von Xerox*, Dresden 1995, S. 42f.

156 Michael R. Williams, *A History of Computing Technology*, 2. Aufl. Washington 1997, S. 201.

157 Detailliert bei Larry Owens, »Vannevar Bush and the Differential Analyzer: The Text and Context of an Early Computer«, in: *Technology and Culture. The international Quarterly of the Society for the History of Technology*, 1960, S. 63-95, S. 69ff.

einst rationalisierten *Bethlehem Steel Corporation*) entworfene Torsionsverstärker (»Torque Amplifier«), der basierend auf einer Art Flaschenzugprinzip Bewegungen mechanisch verstärkt. Mit dem *Differential Analyzer* war also zweierlei geleistet: Erstens war der Rechenprozeß vollständig und auf einer einheitlichen Hardwarebasis in Bewegung überführt, und zweitens waren einzelne Rechenvorgänge in einzelne mechanische Grundelemente modularisiert. Ebenso wie Gilbreth Elementarbewegungen für den Arbeitsablauf isolierte, die zu Arbeitschoreographien rekombiniert werden konnten, hatte Bush elementare mathematische Operationen isoliert, die zu Rechenbewegungen konfiguriert werden konnten. So kann beispielsweise $\frac{dx}{dt} = \int \left[k \frac{dx}{dt} + g(x) \right] dt$ als Zusammenspiel von Bewegungen notiert werden, wobei die horizontalen Linien rotierende Stangen sind und K und Σ Multiplikations- und Additionsgetriebe darstellen. Der *Differential Analyzer* rechnet also nicht nur, sondern er ist auch ein mechanisches Modell der Differentialrechnung und er löst Aufgaben, indem er auf eine Hardware-Bibliothek zurückgreift.¹⁵⁸ Und seine Berechnungen bestehen, wie Owen so treffend schreibt, genauer gesagt darin »[to] kinetically act out the mathematical equation«¹⁵⁹ Die Programmierung wird, ähnlich der Arbeitswissenschaft, zur Bewegungslehre.

Daß der messende *Differential Analyzer* durch die Entwicklung von Digitalcomputern für die meisten Aufgaben »essentially obsolete« (Warren Weaver) wurde, ist bekannt, sollte aber nicht vergessen machen, daß er eine Eigenschaft besaß, die sich zählende Digitalrechner über Verfahren arbiträrer Repräsentation erst erarbeiten mußten, nämlich Anschaulichkeit oder besser: Sichtbarkeit. Damit ist nicht nur gemeint, daß *Differential Analyzer* und *Product Integrator* indexikalisch sind wie später nur noch die *Williams Tube* (vgl. S. 55) und daß die Handbewegungen von Operatoren- und Plotterarmen¹⁶⁰ tatsächlich jene Daten sind, die auch verarbeitet werden. Die Geräte beziehen sich vielmehr im emphatischen Sinne auf ihre Kommensurabilität. Weaver spricht von einem »very considerable educational value«, und Bush äußert, der *Integrator* gebe »the man who studies it a grasp of the innate meaning of the

158 Während beim ursprünglichen *Differential Analyzer* Friedrich Kittlers Satz »there is no software« noch uneingeschränkt galt, führten spätere Versionen zwecks Lochkarten-Kompatibilität AD- und DA-Wandler ein. Der Versuch, die Programmierung (also die Konfiguration der mechanischen Elemente selbst) auf Software zu übertragen, scheiterte allerdings.

159 Owen, S. 75. Es liegt nahe, dieses Wortspiel aufzugreifen und das *acting out* der Gruppentherapie auf die Aktionen von Analogrechnern abzubilden. Jenseits von Logozentrik und Egozentrik sollen dort (und im Stegreiftheater) ja Probehandeln und Ernstfall ebenso zusammenfallen wie Rechnung und Bewegung im *Differential Analyzer* (J.L. Moreno, *Gruppentherapie und Psychodrama*, Stuttgart 1959).

160 Hier sei noch einmal an Gilbreth' gerasterten Schreibtisch erinnert.

differential equation« und daß »one part at least of formal mathematics will become a living thing«. ¹⁶¹

Ferner berichtet Bush stolz die Anekdote, daß ein schlichter Maschinist mathematische Probleme 'mit einem Professor' diskutieren konnte, weil sie ihm als Gestänge und Getriebe, als programmtechnische Konfiguration von Elementarbewegungen, in Fleisch und Blut (»under his skin«) übergegangen seien. ¹⁶² Owens leitet diese Sichtbarkeit recht einleuchtend aus dem Idiom reformierter Ingenieurausbildung der Jahrhundertwende und deren zentraler Bedeutung von Vokabular, Orthographie, Syntax, Grammatik und Literatur einer graphischen Sprache her, durch die der Ingenieur mehrere Diskurse verknüpfen sollte. Darüber hinaus erinnert die Anekdote Bushs aber an die *beta*-Tests der Eignungsdiagnostik, die ein Verstehen ohne Lesen ermöglichten. Bushs Wartungstechniker »verstehet«, da sie ja sichtbare Bewegungen sind, mathematische Probleme ohne das Symbolische der Schrift und kann »programmieren« ohne die Diagrammatik der Programmbeschreibungen oder gar Programmcode zu lesen. Zwischen Input und Output herrscht im *Differential Analyzer* nichts Numinoses, sondern im Wortsinne einsichtige Mechanik.

Project Pigeon

Genau darin trifft er sich mit dem Neobehaviorismus, wie ihn B.F. Skinner seit den 30er Jahren und in Weiterführung von Watson entwickelte. ¹⁶³ Nichts anderes nämlich tut Skinner, als ein numinose Mittel zwischen Input und Output (das zwischen Stimuli und Verhalten) in Mechanik zu überführen. Positionen, die mit Bewußtsein und Intentionalität argumentieren, verwirft er als mentalistisch. Mentale Phänomene seien nicht beobachtbar, folglich könne von ihnen auch nicht deduziert werden, sie sind »inferential«. Falsifizierbar und damit im Popper'schen Sinne wissenschaftlich gilt nur, was beobachtbar ist. Die Sichtbarkeit spielt also eine entscheidende Rolle im Behaviorismus Skinners, wohingegen beispielsweise Wundt in Gestalt der Introspektion noch Erlebnisse als genuine Datenquelle für psychologische Untersuchungen akzeptierte.

Wo nur zählt, was als Input und Output sichtbar ist, schaltet sich folglich der Behaviorismus als Wissenschaft der rechnenden Getriebe dazwischen. Was Skinner in seinen *reinforcement*-Funktionen experimentell ausmißt und graphisch visualisiert, könnte auch als Festverdrahtung oder eben als mechanische Recheneinheit eines *Differential Analyzers* implementiert werden. Daniel C. Dennett, späterer Vertreter einer computationalen Theorie des Geistes, wandte ein, daß das Modell der Sichtbarkeit bei Computern nicht ausreiche. Wenn wir einen Computer dadurch erklären wollen, daß wir verschiedene

161 Vannevar Bush, »Mechanical Solutions of Engineering Problems«, in: *Tech. Engineering News*, 9/1928, zit. nach Owens S. 85f.

162 Vannevar Bush, *Pieces of action*, New York 1970, S. 262.

163 Herbert M. Jenkins, »Animal Learning and Behavior Theory«, in: Hearst, S. 177-230, bes. S. 197-201.

Eingaben machen und beobachten, was passiert, wie die Maschine auf Stimuli reagiert, und das solange tun, bis alle möglichen Eingaben gemacht sind, statt einfach den Programmcode zu lesen, dann wäre das umständlich bis aussichtslos.¹⁶⁴ Dennetts Argument liegt natürlich nicht nur zeitlich hinter der durch Chomskys Kritik maßgeblich ausgelösten 'kognitiven Wende' der 50er Jahre,¹⁶⁵ es ist vor allem dadurch ahistorisch, daß es sich auf einen anderen Computertypus bezieht. Bei Skinner ist es eben nicht der Digitalcomputer heutiger Form mit seinen IF/THEN-Verzweigungen und seinem gemeinsamen Adreßraum für Befehle und Daten, sondern der Analogrechner der 30er, der das Modell des Menschen hergibt. Deshalb ist Skinners schlichte These von der Unhintergebarkeit des Sichtbaren für Computerspiele und Benutzeroberflächen interessant, da es hier gerade *nicht* um das Lesen von Programmcode geht. Illiterat zu sein ist gewissermaßen die Voraussetzung für Actionspiele, bei denen es um die rückgekoppelte Rhythmisierung von audiovisuellen Stimuli und sensomotorischer Reaktion geht. Nicht anders steht es mit den Benutzeroberflächen, die nicht durch Lesen von Handbüchern oder Sourcecode verstanden werden, sondern durch Anklicken oder Herumspielen, also gerade durch die Beobachtung, welche Stimuli bestimmte Reaktionen auf dem Bildschirm auslösen. Bei Spielen und Benutzeroberflächen ist es kein 'Desaster' (Dennett), sondern schlicht die Bedingung von Spielspaß und Selbsterklärung, die internen Zustände und Prozesse des Gerätes im behavioristischen Sinne zu vernachlässigen.

Von Skinner selbst stammt das aufschlußreiche Beispiel des Autofahrens: Mentalistische Theorien suggerieren — so Skinner — einen Homunculus namens Bewußtsein in Gestalt eines zweiten Autofahrers, der gewissermaßen den Körper des realen Fahrers steuert.¹⁶⁶ Für den Behavioristen dagegen gibt es selbstverständlich nur *einen* Autofahrer, nämlich in Form jenes Körpers, der Inputs zu Outputs verarbeitet. Die Konsequenz, die Skinner zieht, besteht darin, Tierkörper tatsächlich als Rechenelemente zwischen In- und Output-devices zu schalten und — wie die Geschichte lehrt — Tauben, wenn schon nicht zu Autofahrern so doch zu Piloten zu machen:

»By the end of the 1930s the Nazis had demonstrated the power of the airplane as an offensive weapon. On a train from Minneapolis to Chicago in the spring of 1939, I was speculating rather idly about surface-to-air missiles as a possible means of defense. How could they be controlled? I knew nothing about radar, of course, but infrared radiation from the exhaust of the engines seemed a possibility. Was visible radiation out of the question? I noticed a flock of birds flying alongside the

164 Daniel C. Dennett, *Brainstorms. Philosophical Essays on Mind and Psychology*, Cambridge 1978; dazu auch Curtis Brown, *Behaviorism: Skinner and Dennett* (www.trinity.edu/cbrown/mind/behaviorism.html).

165 Vgl. Chomskys Rezension zu Skinners *Verbal Behavior* in: *Language*, 35/1959 (wieder in: *Readings in the Philosophy of Psychology*, Hg. N. Block, Vol. 1, Harvard 1980).

166 Dazu Brown.

train, and it suddenly occurred to me that I might have the answer in my own research. Why not teach animals to guide missiles?»¹⁶⁷

»Suddenly I saw them as *'devices'* with excellent vision and extraordinary maneuverability.«¹⁶⁸

Natürlich fallen Ideen nicht solcherart vom Himmel über Chicago. Tauben waren schon lange zur Datenübertragung im Einsatz und hatten im Ersten Weltkrieg auch zur Bedienung von photographischen Speichern gedient.¹⁶⁹ Neu ist, daß Tauben nicht mehr nur zum Übertragen und Speichern, sondern zur Prozessierung selbst eingesetzt werden, was die immensen Probleme mit der jungen Videotechnik elegant umgeht.¹⁷⁰ Der angedeutete Anschluß an die »eigene Forschung« bezieht sich auf die berühmte Skinner-Box, in der ein Versuchstier sich durch Schnabelhiebe auf Plastikscheibchen Futter beschaffen kann (Wirkreaktion). Die Belohnungsgabe (Hochheben des Futtertroges) erfolgt nur unter bestimmten Bedingungen, die das Versuchstier zu erlernen hat. Ein äußerer Kasten schirmt den eigentlichen Versuchskasten gegen Störgeräusche von außen ab, und eine Kamera nimmt das Innere über einen Spiegel auf, um das Verhalten des Versuchstieres beobachten oder aufzeichnen zu können.

Die Verschaltung der Wissenschaften im Rahmen des Zweiten Weltkriegs hatte auch bei Skinner eine anwendungsbezogene Wende induziert und ihn zum Entwurf eines *behavioral engineering* geführt. Dabei spielte die Arbeit am *Project Pigeon*, die ihn die gesamte Kriegszeit hindurch beschäftigte, eine entscheidende Rolle. Aus dieser Zeit stammt auch der Entwurf des Romans *Walden Two* (deutsch treffend *Futurum II*), der eine vollständig behavioristisch konditionierte, utopische Gesellschaft von der Säuglingserziehung bis zur Fabrikarbeit entwirft und Skinners Wende vom Experimentalpsychologen zum

167 B.Frederic Skinner, »Autobiography«, in: *A History of Psychology in Autobiography*, Hg. E.G. Boring / G. Lindzey, Vol. 5, New York 1967, S. 387-413, hier S. 402 (<http://www.lafayette.edu/allanr/autobio.html>); zum folgenden auch: *B.F. Skinner and Behaviorism in American Culture*, Hg. L.D. Smith / W. R. Woodward, Bethlehem 1996; B.Frederic Skinner, *The Shaping of a Behaviorist*, New York 1979.

168 Skinner 1979, S. 241 (Hervorhebung von mir). Genauer gesagt interessieren — wie am Computerspieler — nur die für das Interface relevanten Körperteile (also Kopf und Hals) der Taube, so daß Skinner die ersten Versuchstiere in Herrensocken steckte, um jede weitere Bewegung zu unterdrücken.

169 Daniel Gethmann, »Unbemannte Kamera. Zur Geschichte der automatischen Fotografie aus der Luft«, in: *Fotogeschichte*, 73/1999, S. 17-27.

170 Dazu ausführlich Thomas Müller / Peter Spangenberg, »Fern-Sehen – Radar – Krieg«, in: *Hard War / Soft War. Krieg und Medien 1914 bis 1945*, Hg. M. Stingelin / W. Scherer, München 1991, S. 275-302. Das NDRC hatte eine eigene Abteilung zur Entwicklung von Lenkwaffen eingerichtet, von dessen \$13.000.000 Etat jedoch nur \$25.000 an Skinners Team ging (dazu Vannevar Bush / James B. Conant, Vorwort zu *Guided Missiles and Techniques*, Summary Technical Report, NDRC, Washington 1946).

Sozialingenieur markiert.¹⁷¹ Anwendungsbezogenheit bedeutete einfach, daß Skinner 1941 seine Boxen in Bomben installierte und unter dem bescheidenen Titel *Description for a Plan for Directing a Bomb to a Target* dem Experimentalpsychologen und Vizepräsidenten des *National Defense Research Committee* Richard C. Tolman (dem Bruder des Psychologen) präsentierte.¹⁷² Dabei mögen Berichte über japanische Kamikaze-Flieger eine gewisse Rolle gespielt haben.¹⁷³ Jedenfalls preist Skinner seine Demonstration nicht nur als unterhaltensamen Kurzfilm an,¹⁷⁴ sondern versichert auch, daß die neuen 'Steuerinstrumente' der »Bird's Eye Bomb«¹⁷⁵ allem überlegen seien, was Menschaugen und -hände an Eingaben produzieren könnten.¹⁷⁶ Wenn schon Eingabe und Ausgabe von Apparaten wie Objektiven und Servos bestimmt sind, stellt sich — mit John Strouds berühmten Worten — die nicht zuletzt ökonomische Frage: »What kind of machine have we placed in the middle?«¹⁷⁷ Stroud hatte diesen Punkt auf der 6. *Macy Conference* in seinem Vortrag über Tracking-Probleme von beweglichen Zielen angesprochen und damit eine Diskussion über die Brauchbarkeit der klassischen Reaktionsmessungen unter kybernetischen Bedingungen angeregt. Bei der Zielverfolgung kommt nämlich genau jene Augenbewegung des Schützen ins Spiel, die beispielsweise Max Friedrich durch minimierte Gesichtsfelder zur rechnerisch vernachlässigbaren Größe gemacht hatte. *Tracking* des Feindes am Nachthimmel und *tracing* einer Kurve am Analogrechner sind Bewegungen, die permanentes Reagieren auf verän-

- 171 Erschienen New York 1948. Im Titel an Thoreaus *Walden, or Life in the Woods* (1854) angelehnt, dessen Rousseauismus jedoch verkehrend, wurde Skinners Buch 1967 (entgegen aller Totalitarismuskritik) zur Grundlage der Kommune *Twin Oaks*, deren Rechenschaftsbericht Skinner noch wohlwollend kommentieren konnte.
- 172 James H. Capshew, »Engineering Behavior: Project Pigeon, World War II, and the Conditioning of B.F. Skinner,« in: *B.F. Skinner and Behaviorism in American Culture*, S. 128-150, S. 132).
- 173 »[It] looks as if the Japs were using men rather than birds. Perhaps we can get American morale that high, but if not, I can provide perfectly competent substitutes.« (Skinner 1979, S. 256f.). *Guided Missiles and Techniques* gönnt dem »Organic Target Seeking« von *Project Pigeon* nur vier Seiten (198ff.) und verweist ausgerechnet auf die »recognition by *intelligence*« japanischer Kamikaze, um die es Skinner ja gerade nicht ging.
- 174 Skinner an Tolman, 11.3.1942, zit. nach Capshew.
- 175 So der 1943 bei der Präsentation in Washington geprägte Begriff. Später wurde der Codename »Pelican Missile« eingeführt, weil die Bombe so viel Steuerungstechnik im Kopf enthielt, daß kaum noch Sprengstoff hineinpaßte. Ein Exemplar hat sich im Smithsonian erhalten.
- 176 Tate an Tolman, 19.3.1942. Konditionierungsversuche zeigten, daß Tauben bei der Bildererkennung eine maximale Takfrequenz von 3,7 Hz (sprich 10.000 mal Picken in 45 Minuten) haben. Daran konnte auch mit Marihuana verfeinertes Futter nichts ändern (Skinner 1979, S. 265). Das Leitsystem konnte (so ein früher Bericht) eine ursprüngliche Trefferungenaugigkeit von 2000 Fuß auf 200 reduzieren.
- 177 Dazu Paul N. Edwards, *The Closed World. Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, Mass. 1996, Kapitel 6.

derliche Inputs erfordern und daher am effektivsten durch *prediction* gelöst werden.¹⁷⁸

Technisch sah Skinners System so aus, daß ein Objektiv an der Spitze des Projektils Bilder aus der Flugrichtung auf drei beweglich aufgehängte Milchglasscheiben projizierte. Hinter diesen Scheiben saßen jeweils steuernde Tauben, wobei die Verdreifachung lediglich eine ökonomische Absicherung darstellte, die es vermied, kostspieliges Heeresgerät einer einzigen Taube anzuvertrauen. Drei Tauben bilden einfach die Mindestzahl für Majoritätsentscheidungen, und ihre Kursvorschläge wurden statistisch verrechnet.¹⁷⁹ Die Tauben befanden sich also gewissermaßen in einem Kino, das ihren Flug als einen Film zeigte, dessen Haupt-Gestalten im doppelten Sinne deutsche Flugzeuge oder Kriegsschiffe waren. Doch anders als jede Leinwand waren die Glasscheiben interaktiv, waren in Meßgeräten gelagert und reagierten daher — ähnlich späteren Touchscreens — auf Druck. Die zuvor programmierten (sprich: konditionierten Tauben) pickten nun, in Erwartung belohnender Futtergaben, auf Images realweltlicher Zielobjekte statt auf bunte Plastiktäfelchen von Versuchsmodellen. Entfernten sich diese Gestalten aus der Bildmitte, so drehte der getriggerte Anschlag der Taubenschnäbel den Bildschirm, was als Spannungs- oder Druckveränderung meßbar und ins Leitsystem übertragbar war. Versuchsreihen zeigten, daß Tauben wohl tatsächlich die besseren Piloten sind und — vielleicht auch nur auf Wunsch der Propaganda¹⁸⁰ — selbst bei einer Geschwindigkeit von 600mph noch sicher ihr Ziel ansteuerten.¹⁸¹ Trotz einer detaillierten Machbarkeitsstudie¹⁸² kam das System jedoch

178 Skinners wenig gewürdigte Experimente und die emphatische Begründung der Kybernetik verpaßten sich nur um wenige Jahre. Nach dem Krieg stellt Skinner fest, daß das Förderungsklima für »organic control« sich seit Norbert Wieners Arbeiten erheblich verbessert habe (B. Frederic Skinner, *A Matter of Consequences*, New York 1983, S. 11).

179 »If the missile were approaching two ships at sea, for example, all three pigeons might not choose the same ship, but at least two must do so, and the system could be arranged so that the third would be punished for its minority opinion« (Skinner 1979, S. 264). Vgl. auch John von Neumann, »Probabilistic Logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components«, in: *Collected Works*, Bd. V, Hg. A.H. Taub, Oxford 1963, S. 329-378.

180 So ein Hinweis von Peter Spangenberg.

181 So jedenfalls Eames in *A Computer Perspective. Background to the Computer Age*, by the Office of Charles and Ray Eames, 2. Aufl. Cambridge, Mass. 1990, S. 131., die Fotos und Daten noch von Skinner selbst bezogen.

182 Ein Dreistufenplan sah zunächst Testabwürfe vor, danach ca. 200 Probeeinsätze im Gefecht (mit 1000 Tauben und 50 Trainings-Simulatoren) und zuletzt einen regulären Betrieb mit 16 Bomben pro Tag, d.h. ca. 50 Tauben pro Tag und 3000 Tauben 'auf Vorrat', die von ca. 100 Trainern auf spezifische Ziele konditioniert werden sollten (B. Frederic Skinner, *Cost of Homing Units, Personnel and Organization Required. Discussion and Analysis*, General Mills Final Report, 21.2.1944). Skinner glaubte, Tauben innerhalb einer Woche auf verschiedene Ziele (»a ship, bridge, railroad line [...] U-boat garage at Lorient«) konditionieren zu können (Skinner 1979, S. 262).

nie zum Einsatz und war (zehn Jahre klassifiziert und daher wehrlos) dem Spott des Feuilletons ausgesetzt.¹⁸³

Überflüssig zu betonen, daß Skinners Tauben ein frühes Modell des Computerspielers darstellen, der mit seinen eigenen Bewegungen an die Bewegungen auf einem Screen rückgekoppelt ist. Die Versuchsreihen sind — vor allem da sie im Versuchsstadium blieben — die schlichte, aber erfolgreiche Implementierung eines analogen, aber vor allem vollständig behavioristischen Flugsimulators.¹⁸⁴ Dabei ist im folgenden auf User-Seite wenig zu ändern (außer daß Piloten andere Körperteile als Tauben zur Steuerung benutzen), wohl aber auf Seiten der (Sinnes-)Daten, die auf dem Display erscheinen. Für Flugsimulationen, die komplexer sind als Gestalterkennung (alias Zielerfassung) und Kurskorrektur, reichen vorab produzierte Filme nicht aus. Sie bedürfen nicht nur einer Echtzeitverrechnung von Eingaben und Ausgaben, sondern vor allem auch der Visualisierung dieser Daten auf einem Display im weitesten Sinne. Wollte man von »Interface« sprechen, so müßte dieser Begriff tiefergelegt werden und jene Verfahren bezeichnen, die sich *zwischen* das indexikalische Verhältnis von Daten und Display schieben. Interface wäre (in Hard- und Software) schon all das, was Datenverarbeitung in einer Doppelbewegung zugleich *unsichtbar* macht und auf andere Weise wieder *erscheinen* läßt. Ebenso wäre — in umgekehrter Richtung — Interface das, was aus Eingaben Daten macht, und dabei bewirkt, daß die Eingaben nicht mehr die Daten *sind*. Beim *Differential Analyzer* hingegen waren die Bewegungen zugleich die Daten die eingegeben wurden und die Ausgaben waren indexikalische Bewegungen der Gestänge.

Es nimmt daher nicht wunder, daß die ursprüngliche Idee eines Flugsimulators auf Basis des *Differential Analyzers* kaum zu realisieren war und am gleichen Ort (dem *Servomechanism Lab* des MIT, das auch für die Umsetzung der Skinner'schen Taubensignale in servomotorische Lenkbewegungen zuständig war) das Projekt eines digitalen *Airplane Stability and Control Analyzers (ASCA)* unter der Leitung von Jay Forrester begonnen wurde.

183 Louis N. Ridenour, »Bats in the Bomb Bay«, in: *Atlantic Monthly*, December 1946; ders., »Doves in the Detonator«, in: *Atlantic Monthly*, Januar 1947. Skinner taucht dort als »Ramsay« auf, der Tauben unter Drogen auf verschiedene Ziele konditioniert habe: »not just Tokyo pigeons, but Emperor's-palace pigeons and Mitsubishi-factory pigeons [...] Maybe the aggregate of the operational problems loomed so large that the Air Force decided they'd rather wait for the atomic bomb, which you don't have to be very accurate with« (zit. nach Skinner 1983, S. 11).

184 Louis de Florez hatte dies sofort erkannt und schlug in Ermangelung einer Bombe vor: »put an automatic pilot in a Piper Club, fill the plane with dynamite, and feed the pigeon's responses into an automatic pilot« (zitiert nach Skinner 1979, S. 257).

6. Sichtbarkeit und Kommensurabilität

Mikroelektronik vermittelt die Übersetzung von *Arbeit* in Robotik und Textverarbeitung. *Donna Haraway*

Whirlwind

Während im Ersten Weltkrieg Fliegenlernen letztlich nur bedeutete, zu fliegen oder abzustürzen, entwickelten die zwanziger Jahre jene Methoden des Trainings an Instrumenten, die man wegen des Aussetzens des Realen so treffend »Blindflug« nennt.¹⁸⁵ Das Patent von Rougerie (1928) beschreibt beispielsweise eine der ersten Trainingsapparaturen, bei der Schüler und Trainer an zwei identischen, verbundenen Cockpits sitzen. Der Schüler empfängt über Kopfhörer Befehle des Trainers, nimmt die Einstellungen vor, und die Ergebnisse werden vom Trainer (aufgrund seiner Flugerfahrung) an die Instrumente des Schülers übermittelt. Der britische Fluglehrer W.E.P. Watson entwickelte 1931 erstmals einen Trainer, bei dem die Instrumentenanzeigen an die Eingabegeräte des Flugschülers gekoppelt waren und keiner Einstellungen des Trainers mehr bedurften. Die zweite wichtige Ergänzung war ein Aufschreibesystem namens *course plotter*: ein servomotorgetriebener Wagen, der den im Simulator geflogenen Kurs auf eine Karte aufträgt. Beides zusammen machte den Erfolg dieser sogenannten *Link Trainer* von den 30er bis in die 50er Jahre aus. Schon um 1939/40 gab es zudem Versuche, zu einer Bildlichkeit zu kommen, die über die der Instrumente hinausgeht. A.E. Travis' *Aerorostructor* (und die von der *US Navy* modifizierte Fassung *Gunairostructor*) steuerte die Instrumente elektrisch an (statt mechanisch oder pneumatisch/hydraulisch) und koppelte die Benutzereingaben mit einer Projektion von Filmaufnahmen. Die größte Anlage dieser Art war der zwischen 1939 und 1941 von Edwin Link und P. Weems entwickelte *Celestial Trainer*, in dem drei Personen (Pilot, Navigator und Schütze) zugleich trainierten. Der Pilot hatte das übliche Environment eines *Link Trainers*, der Schütze trainierte das Auslösen der Bomben im richtigen Moment, und der Navigator hatte Radiosignale und ein Planetarium zur Verfügung, in dem sich immerhin 12 Sterne in Abhängigkeit zu den Piloteneingaben bewegten.

Die Verbindung von Flugsimulator und Analogcomputer lag also auf der Hand, zumal Rechner wie der *Differential Analyzer* ja jene Mathematik betrieben, die auch für aerodynamische Probleme entscheidend ist. Louis de Florez, damals Commander bei der *Special Devices Division* des *Bureau of Aeronautics* und später Wissenschaftschef der *CLA*, verfaßte 1941 seinen einflußreichen *Report on British Synthetic Training*, und bis 1943 entstanden bei den *Bell Labs* und *Western Electric* über 30 analog rechnende Flugsimulatoren, die die aerodynamischen Charakteristika von sieben verschiedenen Flugzeugen rechne-

185 Zur kaum bearbeiteten Geschichte der Flugsimulation vgl. einfürend *A Brief History of Aircraft Flight Simulation* (www.bleep.demon.co.uk/SimHist1.html) und für den deutschen Raum Kurt Kracheel, *Flugführungssysteme – Blindfluginstrumente, Autopiloten, Flugsteuerungen*, Bonn 1993 (*Die deutsche Luftfahrt*, Bd. 20).

ten. Skinners Tauben im Simulator verdankten sich also nicht zuletzt einer mehr als zehnjährigen Vorarbeit.

Als Florez 1943–44 das Konzept eines universalen Flugsimulators entwarf, der für verschiedenen Sets von aerodynamischen Charakteristika programmierbar sein sollte, änderte dies einiges.¹⁸⁶ Für Jay Forrester, der 1944 das *ACSA*-Projekt am *Servomechanisms Lab* des *MIT* unter dem Namen *Whirlwind* übernahm, stellte sich nicht nur die Aufgabe, Universalität auf analogen (und damit indexikalischen) Maschinen zu implementieren. Vielmehr wurde der Flugsimulator auch als Kopplung zweier Tests neu definiert: das Testen von Piloten, das vorher Aufgabe von *Link Trainern* war, und das Testen von Flugzeugen selbst, das vorher Aufgabe aerodynamischer Berechnungen und Windkanäle war. Der projektierte *ASCA* war also doppelgesichtig: das Gerät testete den Benutzer und der Benutzer testete zugleich das Gerät. Obwohl das *Servomechanisms Lab* ein Zentrum analoger Rechentechnik war, ließ sich Forrester Ende 1945 durch *ENIAC* und den berühmten *First Draft of a Report on the EDVAC* von der Digitaltechnik überzeugen. Entscheidende Gründe mochten Geschwindigkeit, skalierbare Rechengenauigkeit und Universalität sein, gleichwohl noch erhebliche Probleme mit der Zuverlässigkeit einzelner Bauteile, mit Stromaufnahme und Programmierung bestanden. Bemerkenswert aber bleibt, daß damit eine hochentwickelte analoge Technik der Sichtbarkeit, die im *Aerostructor* Boden, Himmel und Instrumente einschloß und darin heutigen Flugsimulatoren ähnelte, aufgegeben wurde. Der Umstieg auf die zu diesem Zeitpunkt noch unsichtbare Digitaltechnik bedeutete nichts anderes, als wieder beim Blindflug anzufangen. Spätestens 1948 wurde konsequenterweise das Ziel eines Flugsimulators aufgegeben und *Whirlwind* diente nur noch dem Bau eines funktionsfähigen, schnellen Digitalrechners, für den eine Nachkriegs-Aufgabe gefunden werden mußte, die — nach den Atomtests der UdSSR 1949 — letztlich Frühwarnsystem und computergestützte Feuerleitung hieß, wodurch *Whirlwind* bekanntlich in *SAGE* aufgehen konnte.

Die Kopplung von Radar an den 1950 fertiggestellten *Whirlwind*-Rechner lag also nahe, und die angeschlossene *CRT* visualisierte bald die eingehenden Signale der Radaranlage bei Cape Cod. Die Ansteuerung funktionierte über A/D-Wandler, die aus zwei Registern des Rechners die Koordinaten des zu erzeugenden Bildschirmpunktes auslasen. Eine *Lightgun* diente umgekehrt

186 Zum folgenden Kent C. Redmont / Thomas M. Smith, *Project Whirlwind. The History of a Pioneer Computer*, Bedford (digital) 1980; Edwards, Kapitel 3; Robert R. Everett, »Whirlwind«, in: *A History of Computing in the Twentieth Century*, Hg. N. Metropolis / J. Howett / G.-C. Rota, New York / London 1980, S. 365–384; Artikel »Jay Wright Forrester«, in: *Jones Telecommunications & Multimedia Encyclopedia* (www.digitalcentury.com/encyclo/update/forrester.htm); Axel Roch, »Die Maus. Von der elektronischen zur taktischen Feuerleitung«, in: *Lab. Jahrbuch für Künste und Apparate*, Hg. S. Zielinski / N. Röller / W. Ernst, Köln 1996 (www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/texte/maus.htm).

dazu, Punkte auf dem Bildschirm zu selektieren, also beispielsweise am laufenden System Freund-Feind-Identifizierungen vorzunehmen. Damit kamen wesentliche Faktoren erstmals zusammen, die zwischen Computer und Benutzer ein Kommunikationsmodell wie etwa das schlichte Shannon'sche etablieren. Eine Datenquelle und eine Datensenke werden über Codierung, Decodierung und einen Kanal mit Störquelle verbunden. Das Entscheidende, nämlich die Interaktion während der Laufzeit des Rechners, besteht darin, daß das Modell 'kippt', also die Richtung des Datenflusses permanent umschaltet. Dieses Triggern war bei Analogrechnern, die ja mit kontinuierlichen Bewegungen arbeiten, nicht vorhanden, wurde aber durch Digitalrechner, deren Grundprinzip ja ihre Diskretheit und damit die Unterbrechung und Temporalisierung von Komplexität ist, notwendig.

Dabei stellte sich die Unterbrechung zunächst gar nicht als Problem der Mensch-Maschine-, sondern als Bedingung der Maschine-Maschine-Kommunikation selbst dar. Die aus den Radaranlagen über Telefonleitungen in den *Whirlwind* einlaufenden Signale beanspruchten, in Echtzeit verarbeitet zu werden und verlangten nach einem diskreten *scheduling* von Input und Prozessierung. Es ging also um nichts Geringeres als die so grundlegende Einführung eines *Interrupt*-Signals. Erst der Interrupt ermöglicht es, die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpunkten zu unterbrechen und 'Umwelt' wahrzunehmen, und dies stellte die Ingenieure vor ganz neue Probleme. Die Lösung hieß *magnetic drum buffer*, ein Speicher, der Radardaten solange zwischenspeicherte, bis zu einer festgelegten Zeit wieder Prozessorleistung verfügbar war, der Rechner gewissermaßen aussetzen und sich der Abfrage widmen konnte. Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen und Ausgabeinheiten wurde damit zu einer zeitkritischen Frage, zur Angelegenheit eines gemeinsamen und zugleich differenzierten systemischen Rhythmus. Das Triggern der Kommunikation durch einen Interrupt hat dabei wenig mit dem Takt der zentralen Recheneinheit zu tun, sondern ist der ökonomischste gemeinsame Nenner für jeweilige Peripherie mit unterschiedlichen Datenmengen.¹⁸⁷ Innerhalb eines Systems herrscht also nicht mehr ein gemeinsamer Rhythmus, sondern eine Vielzahl von rhythmischen Unterbrechungen. Was an einer bestimmten Systemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder nicht zwischenzeitlich gebuffert wurde, existiert folglich nicht. Kontinuitäten wie etwa das Tracking eines beweglichen Ziels sind daher nur Effekt einer besonders hohen, aber unhintergebar diskontinuierlichen Auslösung, oder — um auf den griechischen $\rho\upsilon\theta\mu\omicron\varsigma$ -Begriff zurückzukommen — eine besondere Art des Fließens ($\rho\epsilon\iota\eta$), aus der sich durch Hemmungen oder Unterbrechungen

187 Überlegungen dazu schon beim *ENIAC* auf der Basis eines ganzzahligen Vielfachen der Takt-rate von 100kHz (John von Neumann, *Theory of Self-Reproducing Automata*, Hg. A.W. Burks, Urbana / London 1966, S. 8).

(ρυομοι) transitorische Formen abzeichnen und wieder verschwinden.¹⁸⁸ Die rhythmische Synchronisierung von Benutzern und Bildschirmen in Spielen oder Benutzeroberflächen, jene Arbeitswissenschaft des Computers also, von der noch die Rede sein wird, ist daher nur eine tertiäre, der eine primäre von Prozessor- und Bustakten und eine sekundäre von Interruptleitungen und Geräteabfragen zugrundeliegt. Digitalrechner entwerfen folglich den Menschen als zyklisch abzufragendes *device* nach ihrem Ebenbild.¹⁸⁹ Diese Probleme von Sichtbarkeit, Synchronisation und Kommunikation lassen sich auch an den Speichertechniken um 1950 ablesen.

Williams Tube

Angesichts der Ausmaße, der Leistungsaufnahme, der Fehleranfälligkeit und der Langsamkeit von Röhren stellte sich bei der Weiterentwicklung von Digitalrechnern das Problem eines schnellen Arbeitsspeichers. Die ersten Lösungen der Nachkriegszeit benutzten dazu Ton und Bild, führten also genau jene Elemente ein, die Computer kommensurabel machen werden, ohne jedoch dabei an Kommensurabilität zu denken. Die *Mercury Delay Line* (wie sie beispielsweise im *EDSAC*, *EDVAC* und noch im *UNIVAC* Verwendung fand), basierte auf einer Erfindung William Shockleys und wurde von Eckert und Turing verbessert.¹⁹⁰ Sie beruhte auf der Geschwindigkeit von Schall in verschiedenen Medien. In eine Röhre wurde am einen Ende, durch einen Quarz getriggert, ein Impuls eingegeben, der nach einer bestimmten Laufzeit am anderen Ende ankam, ausgelesen und zugleich wieder am Eingang eingespeist werden konnte. Eine Quecksilberfüllung erwies sich wegen der akustischen Impedanz von 1,5mm/ms als günstig. Eine 2 Meter lange Röhre hatte dementsprechend 1ms Verzögerung und konnte 1000bit speichern. Wären die Frequenzen nicht zu hoch und die *Delay Lines* nicht in einem Backofen mit konstanten 100°F betrieben worden, so hätte man den Arbeitsspeicher bei der Arbeit hören können. A.D. Booth versuchte nichts anderes, als er einen gewöhnlichen Lautsprecher mit einem Mikrofon am anderen Ende des Raumes koppelte, nur um festzustellen, daß das Reale eine allzu starke Störquelle darstellt. Immerhin scheint dies der erste Versuch einer Koppelung von Lautsprecher und Computer, die im *TX-0* wiederkehren wird (vgl. S. 62). Booth zog

188 Emile Benveniste, »Der Begriff des 'Rhythmus' und sein sprachlicher Ausdruck«, in: *Probleme der allgemeinen Sprachwissenschaft*, München 1974, S. 363-373; Gerhard Kurz, »Notizen zum Rhythmus«, in: *Sprache und Literatur in Wissenschaft und Unterricht*, 23/1992, S. 41-45.

189 Daher hat Seeßlens beiläufige Entdeckung der »Verbindung von Homosexualität und Computer« (Seeßlens, S. 247ff.) auch nichts mit 'männlicher Produktionssexualität' zu tun, sondern eher mit einer 'Ontologie des Cyborgs' wie sie Donna Haraway entwirft. Dazu Bettina Heintz: »Eine 'Soziologie' des Computers hat [...] an der Maschinenhaftigkeit des menschlichen Verhaltens anzusetzen [...] und nicht [...] an der Menschenähnlichkeit des Computers« (*Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*, Frankfurt a.M. / New York 1993, S. 297). Schon Turing erwähnt diese Implikation, wenn er die Programmierer als »Herren« und die Benutzer als »Knechte« bezeichnet, die »den Platz der Gliedmaßen einnehmen« (*Intelligence Service. Schriften*, Hg. F. Kittler / B. Dotzler, Berlin 1987, S. 204).

190 Alan M. Turing, »The State of the Art«, in: *Intelligence Service*, S. 183-207, bes. S. 188-193.

die Konsequenz radikaler Inkommensurabilität und entwickelte die *magnetostrictive delay line*, die elektromagnetisch funktioniert und wohl genau deshalb bis in die 70er Jahre hinein verfeinert und beispielsweise als Buffer zwischen Mainframes und Terminals eingesetzt wurde.

Der Nachteil der *mercury delay lines* war, wie John von Neumann berichtet,¹⁹¹ daß konstruktionsbedingt nicht wahlfrei auf bestimmte Adressen zugegriffen werden konnte, sondern immer eine bestimmte Zahl von Takten abgewartet werden mußte, bis das Signal das Ende der Röhre erreicht hatte und ausgelesen werden konnte. Mehrere Interruptzyklen verstrichen somit ungenutzt. Die Entwicklung des ersten *random access memory* im eigentlichen Sinne fällt somit Frederic C. Williams und seinem Assistenten Tom Kilburn zu. Williams arbeitete bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs beim *British Telecommunications Research Establishment* an Radargeräten. Auch die nach ihm benannte *Williams Tube* entstand ursprünglich aus radarbezogenen Entwicklungen, denn 1946 lag es zumindest in Großbritannien nahe, die laufende Produktion von Kathodenstrahlröhren für Radargeräte anders — eben beispielsweise als Speicher — zu benutzen.¹⁹² Nach der Anmeldung des Patents war im Folgejahr ein erster Prototyp mit 1Kbit Speicher zu sehen, der verbessert wurde und schon 1948 mehrere Tausend bit über mehrere Stunden speichern konnte. Prinzipiell funktioniert die *Williams Tube* nicht anders als die *mercury delay line*, nur daß statt der Laufzeit von Schallwellen die Trägheit des Phosphors benutzt wurde, der 0,2 Sekunden nachleuchtet und folglich durch fünfmaligen *refresh* pro Sekunde als Speicher dienen kann. Der wesentliche Unterschied war jedoch, daß die gespeicherten Daten plötzlich nicht mehr seriell vorlagen, d.h. als *Zeitpunkte* auf einer Linie zu adressieren waren, sondern als adressierbare *Raumpunkte* im Koordinatensystem einer Fläche anwesen. Die unterschiedlichen Zustände konnten dann über ein vor die Bildfläche gespanntes Drahtnetz ausgelesen werden.¹⁹³

Entscheidend an der *Williams Tube* ist, daß hier eine neue Form der Sichtbarkeit oder Bildverarbeitung im wörtlichen Sinne erscheint. Die zu prozessierenden Daten sind allerdings im Vollzug ihrer Verarbeitung nicht lediglich die Sichtbarmachung eines Unsichtbaren oder Abwesenden, sondern die Punkt-Bilder selbst *sind* die indexikalischen Daten eines Arbeitsspeichers. Sie repräsentieren nicht, sondern indexieren. Sie sind Bilder, die nicht für Benutzeraugen bestimmt sind, sondern vom Computer selbst beobachtet werden

191 von Neumann, 1966, S. 11f.

192 Michael Williams berichtet, daß diese Möglichkeit im Sommer des gleichen Jahres auch schon in den USA, in einer Vorlesung Presper Eckerts, angedeutet wurde. Eckert hatte für die als optischen Speicher benutzte CRT den treffenden Namen »iconoscope« vorgeschlagen (Williams S. 311).

193 Die anfängliche Punkt/Nicht-Punkt-Differenz stellte erhebliche Anforderungen an die Fertigungstoleranzen der Phosphorbeschichtung und wurde später durch die Differenz scharf/un-scharf ersetzt, die kleinere und größere Punkte erzeugte.

und dies gerade nicht in ihrem sichtbaren, sondern in ihrem für Menschen unsichtbaren Frequenzanteil. Sie widersprechen jeder Betrachtung als Computergrafik im heutigen Sinne, denn ihre Möglichkeitsbedingung ist ihre Verborgtheit. Auslesen und *refresh* müssen nämlich im gleichen Taktzyklus geschehen, was nichts anderes heißt, daß sobald Benutzer die Bilder auf den Röhren betrachten würden, die Rückkopplung unterbrochen und der Arbeitsrhythmus gestört wäre, das Bild binnen eines Sekundenbruchteils verschwinden und das Programm abstürzen würde. Erschwerend kommt ferner hinzu, daß bei der parallelen Verwendung von *Williams Tubes* komplette Wörter in einem Taktzyklus geschrieben werden. John von Neumanns *IAS*-Computer beispielsweise war eine 40-bit-Maschine und schrieb daher gleichzeitig auf 40 Röhren jeweils 1 Bit des aktuellen Wortes. Was später noch als *pixel-planes* in der Computergrafik Verwendung finden wird, nämlich die Benutzung von *bytes* oder *words* in der »Tiefe« mehrerer Ebenen von additiven Primärfarben, bleibt hier auf mehrere Bildschirme verteilt und wäre damit nicht einmal mehr von binärsprachlich kompetenten Betrachtern wie Turing zu entziffern. An der *Williams Tube* zeigt sich, daß angesichts von Digitalrechnern das indexikalische Bild, das von der Fotografie bis zum Analogrechner noch kommunisierbar war, plötzlich zu einer Überforderung der Wahrnehmung wird. Es ist nicht nur zu schnell getriggert, sondern es wird auch in genau dem Moment unsichtbar, indem es betrachtet wird.

SAGE

»This is not a Nintendo Game.«

General Norman Schwarzkopf, Pressekonferenz vom 27.2.1991

Sichtbar und langsam genug präsentierte sich jedoch das symbolische (und nicht mehr indexikalische) Bild auf den Kathodenstrahlröhren von *Whirlwind* und seinem Nachfolger *Whirlwind 2* alias *IBM AN/FSQ-7* im berühmten *SAGE*-Projekt.¹⁹⁴ Wie ausgeführt machte es der Interrupt möglich, daß der mit 75.000 32-bit-Instruktionen pro Sekunde bislang schnellste Rechner an anderer Stelle auf den langsamsten Systembestandteil Rücksicht nehmen konnte, nämlich den Benutzer der *Lightgun*. Und auch intern erwies sich die Diversifizierung der Arbeitsrhythmen als Möglichkeitsbedingung von *real-time-processing*. Während üblicherweise 50 Prozent der Zeit für das Warten und Transferieren bei Ein- und Ausgabe verloren ging, konnte der *AN/FSQ-7* auch während der I/O-Operationen weiterarbeiten. Eine Unterbrechung fand nur für einen Kernspeicher-Zyklus statt, in dem ein Wort zwischen dem Magnetkernspeicher und dem I/O-Gerät transferiert wurde.

194 Zu *SAGE*, dem wohl einflußreichste Computerprojekt der Nachkriegsgeschichte, vgl. R.R. Everett, »The SAGE System«, *Annals of the History of Computing*, Vol. 5/1983 (gesamter Band) und Carsten H. Thuraus Überblick mit zahlreichen Literaturhinweisen (pbhrs0.uni-paderborn.de/~q09862/sage_ein.html). Ferner Claude Baum, *The System Builders. The Story of SDC*, Santa Monica 1982; R.L. Chapman / J.L. Kennedy, »The Background and Implications of the Systems Research Laboratory Studies«, in: *Air Force Human Engineering. Personnel and Training Research*, Hg. G. Finch / F. Cameron, Washington 1955, S. 65-73.

Die offensichtlichste Neuerung von *SAGE* betraf jedoch den Status des Bildes. Die angeschlossenen Radaranlagen lieferten die Position eines Objektes mit Hilfe von Winkelkoordinaten, die in kartesische Koordinaten in Abhängigkeit vom Standort des Radars umgerechnet und auf dem Bildschirm ausgegeben wurden. Lev Manovich nennt diese Rationalisierung des Sehens treffend »visual nominalism«. ¹⁹⁵ Derart aufbereitet konnten die Bildpunkte Orte auf einer Landkarte bezeichnen, die man — wie später bei der Spielkonsole *Odyssey* — über den Bildschirm legte (vgl. S. 79). Ähnlich löste sich das Problem georteter, fester Objekte wie Häuser, die über Maskierungen gefiltert wurden. Die Operateure oder User konnten nun dem System mit Hilfe von *Lightguns* mitteilen, daß die vom Radar erfaßten Objekte bestimmte Eigenschaften hatten, also Freund/Feind-Unterscheidungen als Symbolmanipulation vornehmen. Der Punkt ist nicht mehr nur Index, sondern Symbol und sogar schon alphanumerisches Symbol, wenn — wie Everett berichtet — die Punkte zu »T« und »F« für *target* und *fighter* wurden. ¹⁹⁶ Diese Selektionsverfahren sind (mit Clausewitz) »taktisch«, und sie sind zugleich taktil. Sie hängen in zeitkritischer Weise von Wahrnehmungen, Bewegung und Arbeitsgerät ab und werden daher zum Problem einer Arbeitswissenschaft des Bildschirms. Folgerichtig finden zum ersten Mal Testserien für Bedienung und Belastbarkeit von Mensch-Maschine-Systemen statt, die Engelbarts zivile Tests vorwegnehmen (vgl. S. 72).

Hier liegt ein weiterer interessanter und weniger beachteter Aspekt des *SAGE*-Projektes. Nachdem *IBM* in die Weiterentwicklung des *Whirlwind*-Rechners übernommen und der Ernst des kommerziellen Alltags begonnen hatte, stellte sich als erstes Problem das der Betriebssicherheit. Die statistische Ausfallzeit pro Jahr mußte erst auf damals sensationelle 0,043% gesenkt werden, bevor die *Air Force* 24 Exemplare des *AN/FSQ-7* bestellen konnte. Während die ursprüngliche Lösungsidee darin bestand, die Zahl der Bildschirmarbeitsplätze einfach zu erhöhen, traf man die preiswertere Entscheidung, einen sogenannten Duplex-Computer zu entwickeln. Jene Komponenten, die ein erhöhtes Risiko eines Systemcrashes in sich trugen (Zentraleinheit, Trommel-speicher usw.), gab es daher zweimal, Bildschirmkonsolen jedoch nicht. Sobald eine Hälfte des Computers nicht mehr arbeitsfähig war, übernahm die

195 Lev Manovich, *The Mapping of Space. Perspective, Radar, and 3-D Computer Graphics* (jupiter.ucsd.edu/~manovich/text/mapping.html)

196 Everett, S. 375f. »T« und »F« waren beweglich und aus Linien zusammengesetzt, weitere Zeichen — wie etwa die exakten kartesischen Koordinaten — mußten durch mehrere Punkte(!) dargestellt werden, so daß ein seltsames Nebeneinander von Vektor-Buchstaben und (gewissermaßen ohne Lochmaske emulierten) Pixel-Zahlen zu beobachten war. Zugleich bemühte man sich um modulare Hardware-Zeichengeneratoren: Am *Lincoln Lab* wurde ein alphanumerisches Display namens *Typotron* entwickelt, über das die Ein- und Ausgabe von Befehlen in einer Kürzelsprache mit 63 Zeichen möglich war. Arbeitswissenschaftlich wie sicherheitstechnisch war diese Erhöhung der Zahl von Benutzeroptionen jedoch unverantwortlich, da ein einziger Tippfehler ein feindliches Flugzeug in ein eigenes (und umgekehrt) verwandeln konnte.

andere Hälfte ihre Arbeit, ohne daß der Operator etwas davon merkte. Im Unterschied zur mehrfachen Durchrechnung der gleichen Aufgabe und einer Mittelwertbildung handelt es sich also um eine Doppelgänger-Architektur, eine Art schizophrenen Standby-Modus. Während eine Hälfte des Gerätes mit dem Ernstfall beschäftigt ist, liegt die andere Hälfte, ihr Double, ungenutzt im Schlafzustand. Nichts lag also näher, als sie für Testprogramme oder Angriffs-Simulationen zu benutzen, zumal eine Umschaltung von Ernst auf Training vom Benutzer nicht hätte wahrgenommen werden können.¹⁹⁷

Unter anderen war auch das *Systems Research Laboratory (SRL)* der jungen *RAND Corporation* an *SAGE* beteiligt,¹⁹⁸ und dort wurde nichts anderes unternommen als ein großangelegtes Testprogramm, das Radar-Operatoren für die Bedienung von *SAGE* mit simulierten Radardaten trainierte. Die Trainingsleiter Allen Newell und Herbert A. Simon¹⁹⁹ zogen eine schlichte Schlußfolgerung: Signalerkennung bei Radaroperatoren ist eine Form der Entscheidung aufgrund einer vorliegenden Datenkonfiguration. Menschen sind daher — wie schon bei Skinner — Prozessoren oder *devices*:

»[T]he programmed computer and the human problem-solver are both species belonging to the genus 'information processing system'«. ²⁰⁰

Sobald es also medienhistorisch nicht mehr um indexikalische Bewegungen, sondern um Symbolmanipulation geht, wechselt das Modell des Users. Newell und Simon tauschen Skinners behavioristisches Analogcomputer-Modell des konditionierten Menschen gegen das kognitionspsychologische Digitalcomputer-Modell des entscheidenden (oder IF/THEN-)Menschen. Dieser Wechsel ist unabdingbar, wenn zwischen Computer und Benutzer ein Medienverbund statthaben soll, dessen Charakteristikum es ist, nicht natürliche, sondern technische Zusammenhänge herzustellen. *Cognitive Engineering* ist daher die andere Seite der (ab 1956 und gleichzeitig zu *SAGE*) mit Emphase auftretenden *Artificial Intelligence*, die vorher nur *cognitive simulation* hieß. Während diese technische Verschaltung prinzipiell gelungen war und sich in

197 J.T. Rowell / E.R. Streich, »The SAGE system training program for the Air Defense Command«, in: *Human Factors*, October 1964, S. 537-548.

198 Dazu Douglas D. Noble, »Mental Materiel. The militarization of learning and intelligence in US education«, in: *Cyborg Worlds. The Military Information Society*, Hg. L. Levidow / K. Robins, London 1989, S. 13-41.

199 Beide waren maßgeblich an der Begründung der *AI* beteiligt (vgl. das Gründungsdokument J. McCarthy / M.L. Minsky / N. Rochester / C.E. Shannon, A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, 31.8.1955 [www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html]). Simon beschäftigte sich eigentlich mit der Logik von Verwaltungsentscheidungen in Unternehmen und spielt daher noch für Luhman eine gewisse Rolle.

200 Allen Newell / Herbert A. Simon, *Human Problem Solving*, Englewood 1972, S. 870. Angemessenerweise publizierte der spätere Ökonomie-Nobelpreisträger Simon 1958 einen einflussreichen Aufsatz über die Programmierung von Schachspielen (wieder in: *Computer Games*, Hg. D.N.L. Levy, New York / Berlin / Heidelberg 1988, Bd. 1, S. 89-115).

den folgenden Jahren in Hard- und Software ausdifferenzieren sollte, schien die semantische oder gestalthafte Seite noch offen. Nachdem der Computer seinen Benutzer entworfen hatte, lag es nun beim Benutzer, seinen Computer zu entwerfen.

TX-0

Die frühen Erben der Entkopplung von Daten und Display sind die Hacker, und ihre Aufgabe war es, den Computer in diesem Sinne kommensurabel zu machen. Dabei meinte »hack« im *MIT*-Jargon der späten 50er Jahre nur be- dingt das Vordringen in die Arkana funktionaler Schaltstellen, sondern viel- mehr eine Lust am Funktionieren der Geräte selbst (die ja — mit einem Aus- druck Karl Böhlers — umgekehrt eine »Funktionslust« ihrer Programmierer ist), verbunden mit den Ansprüchen technischer Virtuosität und informati- scher Eleganz, was nichts anderes heißt als geschwindigkeits- und speicher- platzoptimierter Code, Umgehung von Hochsprachen und Ausreizung aller Hardware-Kapazitäten durch proprietäre oder 'illegale' Verfahren, also genau das, was sich in der Spiele-Programmierung aller Standardisierung zum Trotz bis heute hält. Ein *hack* hat dabei den Charakter des »Herumspielens«, ist

»a project undertaken or a product built not solely to fulfill some constructive goal, but with some wild pleasure taken in mere involvement«.²⁰¹

Dieses Verhältnis markiert einen Kontextwechsel der Geräte und einen Gene- rationswechsel ihrer Benutzer. Der *TX-0* des *MIT* war in gewissem Sinne aus- gedientes 'Heeresgerät' aus dem angegliederten, militärisch orientierten *Lin- coln Lab*, das plötzlich im universitären Kontext stand und (wenngleich nur über strenge Systemadministratoren) allen Studiengängen zugänglich war. Und die Studenten gehörten nicht mehr jener Kriegsgeneration von Mathe- matikern, Physikern und Elektrotechnikern an, die den Computer als »Werk- zeug« konstruiert hatten, sondern waren in einem neuen Wortsinn »Benutzer« bereits vorhandener Hardware.²⁰² Während beispielsweise der Shannon- Schüler John McCarthy 1959 an einem Schachprogramm für den *IBM 704* arbeitete, verwandelten seine Studenten die Kontrolleuchten des gleichen Rechners in eine Art Lichtorgel.²⁰³ Es entstand ein Programm, das die Lämp- chen einzeln hintereinander aufleuchten ließ, so daß sich ein Lichtpunkt von links nach rechts zu bewegen schien. Drückte man zum richtigen Zeitpunkt eine bestimmte Taste, so änderte sich die Laufrichtung am äußersten

201 Steven Levy, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution*, London 1984, S. 23.

202 Eine ähnliche Situation beschreibt Benedict Dugan für die Entstehung objektorientierter Pro- grammierung (*Simula and Smalltalk. A Social and Political History* [www.cs.washington.edu/homes/brd/history.html]).

203 Was dem Ernst von Prüfungen nicht angemessen ist: Die 1961 bei McCarthy eingereichte BA- Arbeit von Alan Kotok, einem der Programmierer von *Spacewar!*, handelt nicht von einem glänzend programmierten Actionspiel, sondern von Schachproblemen auf einem *IBM 7090*. Unter Informatikern scheint die Actionspiele-Programmierung bis heute nicht evaluiert wie das Kompendium von Levy (1988) zeigt, dessen zwei wahrhaft erschöpfende Bände nur von Schach und klassischen Brett- und Kartenspielen handeln.

Punkt.²⁰⁴ Wollte man dies schon als minimales Spiel beschreiben, so ginge es um das Verfolgen einer Bewegung und eine zeitkritische Reaktion an einem bestimmten Punkt dieser Bewegung, jedoch ohne Ableitung aus militärischen Berechnungen wie bei Higinbothams gleichzeitigem *Tennis for Two*, sondern vielmehr als Paraphrase astronomischer Reaktionsmessungen. (vgl. S. 12) Jedenfalls konnte es als Form situationistischen 'Mißbrauchs' gelesen werden, wenn einzelne Teile eines Computers nur zu dem Zweck adressiert und also getestet werden, daß ihre Kontrollämpchen in einer bestimmten Reihenfolge aufleuchten. Das MIT war eine Art Zentrum solcher Mißbräuche, aus denen zuletzt ein vollständiges Computerspiel erwuchs.

Der *TX-0* hatte als einer der ersten Computer auf Transistorbasis dazu gedient, seinen Nachfolger (den *TX-2*) zu konstruieren, dessen Speicherorganisation so komplex war, daß sie nur noch von einem anderen Rechner diagnostiziert werden konnte, und er erreichte das MIT ohne Software und mit einem auf 4096 18-Bit-Worte reduzierten Speicher. Folglich bestand die erste Software aus einem Assembler (*MACRO* von Jack Dennis) und ein Debugger (*FLIT* von Thomas Stockham), die die umständliche Programmierung in Zahlenkolonnen auf oktaler Basis durch *Mnemonics* ersetzten.²⁰⁵ Dies eröffnete erst die Möglichkeit, ohne größeren Codierungsaufwand kleinere Programme zu schreiben wie etwa eines zur Umrechnung römischer in arabische Ziffern. Es entstand eine Reihe solcher *hacks*, die aufgrund ihrer Unangemessenheit in Bezug auf das, was auf einem so teuren Rechner allgemein als angemessen erschien, alle mit »expensive« begannen.²⁰⁶ Da beispielsweise die Hausaufgaben der *Numerical-Analysis*-Kurse auf dem Papier oder mit elektromechanischen Kalkulatoren zu lösen waren, schrieb Bob Wagner ein Programm namens *Expensive Calculator*, das aus dem *TX-0* einen Taschenrechner im heutigen Sinne machte.²⁰⁷ Mit *Expensive Typewriter* folgte die Emulation eines weiteren Bürogerätes.²⁰⁸ Zuletzt benutzte Peter Samson den Vektorbildschirm des *Whirlwind* als *Expensive Planetarium* zur Darstellung des Sternenhimmels.

204 Levy 1984, S. 26.

205 Levy 1984, S. 32.

206 Donald Gilles, Schüler John von Neumanns in Princeton, erinnert sich, daß die Studenten die Programme für den *LAS*-Rechner von Hand in Binärcode übersetzen mußten. »He [Gilles] took time out build an assembler, but when von Neumann found out about he was very angry, saying (paraphrased), 'It is a waste of a valuable scientific computing instrument to use it to do clerical work.'« (J.A.N. Lee, *John von Neumann* [ei.cs.vt.edu/~history/VonNeumann.html]). Ganz anders Zuse, der nicht einsah, »daß lebende, schöpferische Menschen ihr kostbares Leben mit derart nüchternen Rechnungen verschwenden sollten« (Konrad Zuse, *Der Computer – Mein Lebenswerk*, München 1970, S. 35). Zum frühen Compilerbau auch John Backus, »Programming in America in the 1950s – Some Personal Impressions«, in: *Metropolis*, S. 125–135.

207 Wilson fiel — so berichtet Levy — durch die entsprechende Prüfung, weil er einen Computer benutzt hatte (Levy 1984, S. 46).

208 Nach Graetz — und abweichend von Levy — erst durch Steve Piner auf dem *PDP-1*.

Diese *backs* zeigen zunächst nur, daß »Nutzen« eine historische Kategorie ist, die sich auf institutionalisierte Verfahren gründet und also diskursanalytisch zu behandeln ist. Aus diesem Zusammenhang heraus entstand jedoch noch ein anderes Programm, das zusätzliches Licht auf die Kommensurabilität von Computern wirft. Der *TX-0* besaß einen Lautsprecher zur Kontrolle des gerade laufenden Programms. Frequenz und Amplitude waren unveränderlich eingestellt, und der Lautsprecher wurde jeweils einen Taktzyklus lang eingeschaltet, wenn Bit 14 gesetzt war und blieb stumm, wenn es nicht gesetzt war. So ergab sich während jedes Programmablaufs ein Geräusch, das menschlichen Ohren nicht mehr sagte, als daß das jeweilige Programm lief. Hörte man nichts oder einen konstanten Ton, war der Rechner abgestürzt oder das Programm zuende. Nur erfahrene Programmierer konnten — wie später Computerspieler bei Programmen auf Musikkassetten — den Geräuschen etwas anhören.²⁰⁹

Da der *TX-0* keine Kontrollmöglichkeiten für die Frequenz besaß, verfiel Peter Samson darauf, ihn in eine scheinbar sinnlose Sequenz von verschiedenen Programmschleifen zu verstricken, die nichts anderes taten, als Millionen von Werten durch den Akkumulator zu schicken, an denen nur Bit 14 interessierte. So entstanden verschieden hohe Töne, die — je nach Länge der Schleife — unterschiedlich lange anhielten, und die Legende will es, daß zuerst eine monophonisch-rechteckige Melodie von Johann Sebastian Bach erklang.²¹⁰ Das Interessante an dieser Anekdote ist nicht nur, daß Musik plötzlich eine neue Notation erhält, die keine Varianzen der Performanz mehr kennt und deren Aufführung oder »Interpretation« (als Laufzeitüberführung durch einen *Interpreter*) auf jedem Gerät genau gleich ist. Damit überbrückt der Computer erstmals auffällig den Unterschied zwischen der symbolischen Speicherung der Notenschrift und Speicherung des Realen durch technische Medien wie Grammophone. Bemerkenswert ist vielmehr, wie Benutzerfreundlichkeit auch das schnellste System lahmlegt, was ja die jeweils neueste Generation von Spiel- und Anwendungssoftware bis heute charakterisiert. Während die Kontrolltöne eines effizient laufenden Programms nur Geräusch produzieren, schafft der geballte Einsatz von Redundanz, das iterierte Signal, das mindestens so lange wiederholt wird, bis es die Wahrnehmungsgeschwindigkeit menschlicher Sinnesorgane erreicht, so etwas wie Ton. Das nicht-indexikalische Verhältnis von Daten und Ton ist die Möglichkeitsbedingung für Melodie, und die Überforderung, die der Digitalrechner erzeugt (und die mit seiner Unsichtbarkeit korreliert, wie sie an der *Williams Tube* auffällig wurde), muß durch Verlangsamung und Redundanz überbrückt werden.

209 »[A]fter you were familiar with the tones, you could actually *hear* what part of your program the computer was working on« (Levy 1984, S. 29).

210 Und angeblich war im Sourcecode nur ein einziger Kommentar zu lesen: neben einem Befehl, der »1750« enthielt, stand »RIPJSB« (Rest In Peace Johann Sebastian Bach).

Der *TX-0* hatte jedoch nicht nur einen Lautsprecher, sondern auch — wie der *Whirlwind* — einen Vektorbildschirm und eine *Lightgun*. Beides zog früh die Aufmerksamkeit der Hacker auf sich. Wie schon zwei Jahre zuvor am *Brookhaven National Laboratory* war es auch 1960 am *MIT* der jährliche Tag der offenen Tür, der Sichtbarkeit forderte. J.M. Graetz berichtet von drei eminent visuellen Applikationen, die aus diesem Anlaß zu sehen waren.²¹¹ Die eine war *Bouncing Ball* auf dem *Whirlwind*, bei der ein Punkt wie ein Ball schräg vom oberen Ende des Bildschirms fiel, von 'Boden' und 'Wänden' abprallte und langsam zur Ruhe kam. Die zweite war *Mouse in the Maze* (auf *TX-0*), bei der der Benutzer (gleichzeitig übrigens mit Sutherlands Arbeitsbeginn an *Sketchpad*) mit der *Lightgun* ein grobes, rechteckiges Labyrinth auf dem Bildschirm entwarf und einen Punkt (Käse) setzte, woraufhin eine stilisierte Maus den Weg durch das Labyrinth zum Käse suchte. Die dritte Applikation war *HAX*, die bewegte graphische Muster (ähnlich heutigen Bildschirmschonern) auf dem Bildschirm zeigte, die durch Drücken von zwei Tasten verändert werden konnten und von Tönen aus dem Lautsprecher begleitet wurden.

Während *Bouncing Ball* nur eine sich stets wiederholende ballistische Demonstration war, die weit hinter den Möglichkeiten von *Tennis for Two* zurückblieb, bot *Mouse in the Maze* die Möglichkeit, daß jeder Programmablauf andere Aktualisierungen einer »Geschichte«²¹² erzeugte und *HAX* bot graphische Interaktion in Echtzeit. Die Programmierer des legendären Spiels *Spacewar!* hatten zunächst nichts anderes im Sinn, als diese drei Aspekte in einem weiteren Demonstrationsprogramm zu verschmelzen, also die Leistungsfähigkeit des Computers selbst zu zeigen, Abwechslungsreichtum durch eine Varietät von Abläufen herzustellen und Interaktion in Echtzeit zu implementieren. Da Varietät in der Form von IF/THEN seit Ada Lovelace das Prinzip von Algorithmen selbst ist, und da Interaktion in Echtzeit eine spezifische Hardware-Anforderung des zur Flugsimulation projektierten *Whirlwind*-Rechners ist, erweisen sich die beiden letzten Kriterien lediglich als Unterpunkte des ersten. *Spacewar!*, das in direkter Linie zu *PONG* führen sollte, ist zunächst einmal Demonstration von Hardwarefähigkeiten, ein Test des Gerätes selbst.

Im Winter 1961/62 implementieren Dan Edwards, Alan Kotok, Peter Samson und Steve Russell auf dem damals neuen und ebenfalls mit Vektor-

211 J. M. Graetz, »The origin of Spacewar", in: *Creative Computing* 1981 (www.wheels.org/spacewar/creative/SpacewarOrigin.html)

212 »Geschichte« meint nicht nur die Ereigniskette, die zwischen einem Anfang und einem Ende liegt. Geschichte meint hier auch eine supplementäre, externe Semantisierung des Bildschirmgeschehens. Angesichts beschränkter graphischer Möglichkeiten werden Computerspiele über lange Zeit von ausführlich bebilderten Anleitungsheften begleitet, die nicht nur durch Illustrationen jenes Ambiente beschreiben, das zu gestalten niedrige Auflösung und Speichermangel dem Spiel selbst verbieten, sondern auch eine Vorgeschichte erzählen, deren Ende die Situation ist, an der das Computerspiel beginnt. Die Interaktion beginnt also im Normalfall da, wo die Schrift aussetzt.

bildschirm ausgestatteten Minicomputer *PDP-1* eine erste Version von *Spacewar!*²¹³ Zwei kleine Dreiecke (Raumschiffe) werden über die eigentlich für Tests reservierten Knöpfe²¹⁴ in der Mitte des Gerätes bewegt und können aufeinander feuern. Eine Zufallsroutine erstellt einen Sternenhintergrund. Zur Vereinfachung stellte Kotok Steuerkonsolen mit Joysticks für Beschleunigung und Rotation und einem Feuerknopf her. Diese ursprüngliche Anordnung erfuhr innerhalb der nächsten Monate diverse Erweiterungen. Peter Samson hatte — in Anlehnung an die »expensive«-Programme des *TX-0* — ein *Expensive Planetarium* geschrieben, das getreu dem *American Ephemeris and Nautical Almanac* den Sternenhimmel zwischen $22\frac{1}{2}^{\circ}$ N und $22\frac{1}{2}^{\circ}$ S darstellte, und das durch unterschiedliche Refresh-Raten sogar die Helligkeit der Sterne auf dem Bildschirm visualisierte. Dieses Planetarium wurde als Hintergrund in das Spielgeschehen eingefügt. In der Mitte des Bildschirms wurde darüber hinaus ein Gravitationszentrum ('Sonne') implementiert, das ergänzend zum zweiten Spieler eine weitere Variable in den Spielverlauf einführte und erhöhte motorische Fertigkeiten forderte. Ferner ließ eine Hyperspace-Funktion das Schiff bis zu dreimal verschwinden und an einer anderen Stelle des Bildschirms wieder auftauchen.²¹⁵ Zuletzt folgte eine Punktezahl, die endliche Spiele ermöglichte, so daß im Frühjahr 1962, wiederum am Tag der offenen Tür, das gerade einmal 9 Kilobyte lange Assemblerprogramm gespielt werden konnte. Wie damals üblich, wurde *Spacewar!* nicht kommerzialisiert, sondern kursierte als Sourcecode an Universitäten, wurde dort stetig erweitert und umgeschrieben und in studentischen Turnieren gespielt.²¹⁶ Die interessantere Anwendung fand jedoch beim Computerhersteller *DEC* selbst statt, der eine Kopie von *Spacewar!* als Diagnoseprogramm benutzte. Getreu der bis heute gültigen Regel, daß Actionspiele nicht nur die sensomotorischen Grenzen ihrer Benutzer testen, sondern zugleich auch die Limits der benutzen Hardware definieren, wurde *Spacewar!* in der Folgezeit nicht als Spiel, sondern als Tool mit dem *PDP-1* ausgeliefert, mit dem eventuelle Transportschäden lokalisiert werden konnten.²¹⁷

213 Vgl. Levy, S. 50-69; Howard Rheingold, *Tools for Thought*, Kapitel 8 (www.rheingold.com/texts/tft/); Herz, S. 5-8; Celia Pearce, »Beyond Shoot Your Friends. A Call to the Arms in the Battle Against Violence«, in: *Digital Illusion*, S. 219ff.

214 Der angeschlossene *Flexowriter* diente zwar als Ein- und Ausgabegerät, stellte jedoch nur die Lochstreifen von Programmen her, die über einen gesonderten high-speed-Leser eingelesen wurden.

215 Übrigens begleitet von einem graphischen Effekt des jungen Marvin Minsky.

216 Dazu v.a. Stewart Brand, »Spacewar. Fanatic Life and Symbolic Death Among the Computer Bums«, in: *Rolling Stone*, 7. 12. 1972 (www.baumgart.com/rolling-stone/spacewar.html)

217 Levy 1984, S. 65.

Während also Computerspiele noch nicht als Spiele Sinn machten, sondern erst einmal als Diagnoseprogramme, stießen die Versuche mediengestützter Tests und Instruktionen an die Grenzen der Interaktivität. Morton Heilig, der Philosophie in Chicago und nach dem Krieg Film bei Vittorio de Sica studiert hatte, meldete 1962 das Patent für sein *Sensorama* an.²¹⁸ Das seit 1958 (und folglich parallel zu den ersten Spielprogrammen) entwickelte System sollte automatisch und selbsterklärend sein und für die heute noch an Spielautomaten üblichen 25 cents zweiminütige 3-D Filme in Farbe und Stereoton, begleitet von Wind, Gerüchen und Vibrationen bieten. Die drei funktionstauglichen Modelle zeigten abgesehen von »exotic belly dance«, »date with a teenage girl« und Coca-Cola-Werbung (also jenen Erotika und anderen Verführungen, die jede neue Medientechnologie mit sich bringt) vor allem Auto- und Motorradrennen oder Flugsimulationen. Es scheint hier weniger interessant, Heiligs Errungenschaften aus der Krise des Kinos und seinen damit verbundenen technischen Erweiterungen zu erklären oder ihn pauschal als 'Vater der VR' zu apostrophieren.²¹⁹ Bedeutsam ist vielmehr, daß er sich auf die Ergebnisse der Experimentalpsychologie beruft und das Ende des Theaters als Architektur proklamiert, um es als Mensch-Maschine-System neu zu begründen.²²⁰ Die Evaluation des *Sensorama* in der Patenturkunde rechtfertigt die Schutzwürdigkeit angemessenerweise mit den Argumenten des Tests und der Instruktion in den klassischen Disziplinaranstalten Schule, Militär und Fabrik:

»There are increasing demands today for ways and means to *teach and train* individuals without actually subjecting the individuals to possible hazards of particular situations. For example the *armed services* must *instruct* men in the operation and maintenance of extremely complicated and potentially dangerous equipment, and it is desirable to educate the men with the least possible danger to their lives and to possible damage to costly equipment.

Industry, on the other hand, is faced with a similar problem due to present day rapid rate of development of automatic machines. Here, too, it is desired to train a labor force without the accompanying risks.

The above outlined problem has arisen also in *educational institutions* due to such factors as increasingly complex subject matter being taught, larger groups of students and an inadequate number of teachers. As a result of this situation, there has

218 Morton Heilig, »Beginnings: Sensorama and the Telesphere Mask«, in: *Digital Illusion*, S. 343-351.

219 *Digital Illusion*, S. 346. Naheliegender scheint es zu konstatieren, daß Heilig nur noch einmal jene Analogtechniken versammelte, bereicherte und perfektionierte, die bei Flugsimulatoren vor der Digitalisierung verwendet wurden, wohingegen das Entscheidende des Medienverbundes »VR« gerade in der Integration aller Sinnesreize auf *einer* technischen Basis liegt.

220 »I could no longer consider a theater to be a piece of architecture; it was a part of a large machine designed to psychologically transport people as effectively as a jet transports them physically« (*Digital Illusion*, S. 344).

developed an increased demand for teaching devices which will relieve, if not supplant, the teacher's burden.«²²¹

Heiligs *Sensorama* schreibt also eine Geschichte fort, die mit den *Army Mental Tests* begann, wobei Instruktions- und Testverfahren zwischen den Institutionen flottieren und problemlos in Unterhaltung konvertierbar sind. Zwar ist die Quantität der technisch induzierten Realitätseffekte gestiegen (und zwar nach Heiligs unüberprüfbarer Versicherung auf 80-prozentige *real-life*-Erfahrung), aber am qualitativen Status der Interaktivität, so man diese als Rückkopplung an eine IF/THEN-Struktur versteht, hat sich seit 1917 nichts wesentliches geändert.

So standen um 1960 zwei Entwicklungen nebeneinander: Einerseits die ersten, ausschließlich dem akademischen Kontext vorbehaltenen, Computerspiele, die zwar Echtzeit-Interaktivität ermöglichten, aber noch nicht als »sinnvolle« Anwendung — und zwar im Doppelsinn von Test/Training und zugleich Unterhaltung — evaluiert waren, sondern nur zu Prüf- und Demonstrationszwecken von Hardware dienten. Andererseits eine in hohem Maße hybride analoge Medientechnologie mit ökonomisch wohlbegründeten Zwecken über mehrere Institutionen hinweg, die jedoch über keine Hardwarebasis für Interaktivität verfügte.

7. Eine neue Arbeitswissenschaft

Ab 1960 begann jedoch eine Entwicklung, die Bildschirme nicht mehr nur für militärische Aufgaben zu benutzen, sondern auch für andere Anwendungen zu evaluieren, an deren Ende die Computerspiele *als* Computerspiele stehen. Dies sind vor allem Computergrafik (Sutherland) und Textverarbeitung (Engelbart).

Sketchpad

»To iterate is human, to recurse: divine!«

L.P. Deutsch

Die 1963 bei Claude Shannon eingereichte Doktorarbeit *Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System* von Ivan Sutherland ist oft genug als 'Meilenstein' der Interaktivität apostrophiert worden, gleichwohl die Komponenten von *CRT* und *Lightpen* schon bei *Whirlwind* und *SAGE* erfolgreich im Einsatz waren. Interessant scheint eher, daß Sutherland vorführt, für welche anderen Arbeitsaufgaben der Computer dank dieser *devices* 'sinnvoll' eingesetzt werden kann und wie sich diese Arbeit gestalten könnte. Die theoretische Einsicht, daß Computer nicht Werkzeuge, sondern universale Maschinen sind, die ihresgleichen simulieren können, schlägt hier in Praxis um:

»Sketchpad [...] can serve as an input for many network or circuit simulating programs. The additional effort required to draw a circuit completely from scratch with the Sketchpad system may well be recompensed if the properties of the circuit are obtainable through simulation of the circuit drawn. [...] Great interest in doing this [recursively including subpictures into subpictures] comes from such fields as

221 United States Patent Office, No. 3,050,870 vom 28.8.1962 (Hervorhebungen von mir).

memory development and micro logic where vast numbers of elements are to be generated [... T]he ability to change the individual element of the repetitive structure and have the change at once brought into all sub-elements makes it possible to change the elements of an array without redrawing«. ²²²

Spätestens seit *Sketchpad* haben Computer den Entwurf anderer Computer zum Inhalt, was sich bis heute nicht verändert hat und schon aus Komplexitätsgründen nicht mehr auf Papier rücküberführbar ist. Anders jedoch als mit Tusche gezeichnete Schaltpläne sind die so entworfenen Maschinen schon als virtuelle lauffähig, und Bauplan und Emulation werden eins.

Dem Entwurf von Computerarchitekturen folgt der statische von Brücken in Zusammenarbeit mit der *Computer Aided Design*-Gruppe des *MIT Electronic Systems Laboratory*, dem umbenannten *Servomechanisms Lab*. Wie Sutherland schreibt, ging es schon sehr früh nicht mehr um Programmierung und Debugging, sondern um die Erschließung von Anwendungsfeldern, um das (Er-) Finden von Applikationen: »The richness of the possibilities [...] will bring about a new body of knowledge of system application.« ²²³ Dabei gerät auch der illiterate Benutzer ins Blickfeld, der am Bildschirm arbeiten kann, ohne zu verstehen. Sutherland berichtet, daß eine Sekretärin(!) in der Lage war, ein vektorisiertes Alphabet auf einer Matrix von 10×10 möglichen Anfangs- und Endpunkten zu entwerfen. ²²⁴

Die Möglichkeitsbedingung solcher Laienarbeit besteht nicht nur in der beschriebenen Entkoppelung von Daten und Display. Sie liegt vielmehr in der Struktur der Software selbst, die eine Bibliothek von manipulierbaren Bildbestandteilen und Arbeitsanweisungen wie gruppieren, drehen, verzerren, skalieren usw. bereitstellt. Die Matrix, an der die typographierende Sekretärin arbeitet, ist die Übertragung des Gilbreth'schen Raster-Schreibtisches auf den Bildschirm. Die Arbeit der Dateneingabe besteht darin, mit dem *Lightpen* Handbewegungen zu bestimmten Koordinaten der Arbeitsfläche auszuführen, die der Datenverarbeitung darin, durch Handbewegungen (auf dem Bildschirm, an Tasten) bestimmte Unterprogramme auszulösen, die beispielsweise das Display verändern (vgl. S. 76).

Da Menschen keine perfekten Geraden oder Kreise zeichnen können (es sei denn in Künstlerlegenden), nimmt der Rechner ihnen diese Bewegungsarbeit ab. Kreissegmente werden nicht mehr durch kreisförmige Bewegung, sondern als Anfangs- und Endpunkt eingegeben und 'aufgezogen'. Die Bewegungsarbeit steckt daher in der Benutzung des Bildschirminterface, in den Bewegungen, die zum Erreichen und zur Selektion von Optionen erforderlich sind. Bewegungen an einem Werkstück werden, wie im *Computer Aided Manufacturing*, dann von Maschinen selbst gesteuert. Es gibt jedoch ein Reservat

222 Ivan Sutherland, *Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System*, Massachusetts (Diss.) 1963, S. 23.

223 Sutherland, S. 33.

224 Sutherland, S. 33.

der unaugmentierten menschlichen Bewegung, das sich Kunst oder »artistic drawing« nennt. So nämlich heißt einer der letzten und wenig beachteten Abschnitte von Sutherlands Arbeit, in dem er die Vektorisierung eines Frauenporträts beschreibt. Die Konturen wurden von einem Foto abgenommen, mit Wachsstift auf den Bildschirm übertragen und mit dem Lightpen nachgezogen. Und getreu einer anderen Künstlerlegende lassen sich nun nicht nur Physiognomien beliebig skalieren und zerren, sondern ist auch das ideale Frauenantlitz aus Einzelteilen komponierbar.

Die Abrufbarkeit einzelner graphischer Elemente führt jedoch weiter zur Idee eines computergestützten »cartooning by substitution«. ²²⁵ Wenn man nämlich einige Elemente eines Bildes in rascher Folge durch leicht veränderte ersetzt, erscheint — wie der Film gelehrt hat — dem trägen Auge Bewegung. Während Gestalten auf Vektorbildschirmen bisher nur durch die schnelle Bewegung des Elektronenstrahls und die Trägheit der Beschichtung erschienen, verdoppelt sich damit die Überforderung. Bisher erzeugte die Vektor-CRT ihre Bilder nur, indem sie das beschleunigte, was die Chronozyklographie der Arbeitswissenschaft durch lange Belichtungszeiten und Tänzerinnen durch Schleier versuchten, nämlich Bewegungsspuren sichtbar zu machen. Dabei war schon der Darstellung alphanumerischer Zeichen die Möglichkeit der Animation technisch eingeschrieben, blieb aber weitgehend unberücksichtigt. Denn damit das Bild ruhig steht und lesbar ist, war eine Bildwiederholrate von ca. 30Hz nötig. Dies hatte in den 60er Jahren schon zur Einführung von *refresh buffers* im Bereich von 8-32kB geführt. ²²⁶ Scheinbar stillstehender Text war also nichts anderes als die dreißigmal pro Sekunde wiederholte Aufschreibebewegung eines weitgehend gleichen Textes und damit nicht nur geballte Redundanz für träge Benutzeraugen, sondern auch schon eine Annäherung an das physiologische Dispositiv des Films. Sutherlands Vorschlag, vierundzwanzig mal Wahrheit pro Sekunde durch dreißig Choreographien pro Sekunde zu modellieren, ist also ebenso theoretisch originell wie technisch aussichtslos. Erst die Ablösung des Bewegungsparadigmas von Plottern und Vektorbildschirmen durch Matrixdrucker und Rasterbildschirme in der Mitte der siebziger Jahre, ²²⁷ also die Ersetzung von Tanz durch ein stumpfsinniges Weben von Bildschirmzeilen, erlaubt es Computerbildschirmen, nebenbei auch Fernseher zu sein, und umgekehrt Fernsehern, als Computerbildschirme auszuhelfen. Der *refresh buffer* wird damit zum *video memory*, das — anders als die ebenfalls gerasterte *Williams Tube* — nur jene sinnlosen Pixeldaten enthält,

225 Sutherland, S. 132. Den ersten Film dieser Art zeichnen übrigens 1968 Ken Pulfer und Grant Bechthold mit einer Maus am *National Research Council of Canada*.

226 Charles A. Wüthrich, *Discrete Lattices as a Model for Computer Graphics: An Evaluation of their Dispositions on the Plane*, Zürich (Diss.) 1991, 6ff.

227 *Apollo Domain Architecture*, Apollo Computer, Billerica 1981; *3400 Reference Manual*, Lexidata Corporation, Billerica 1981; *RM-9400 Series Graphic Display System Software Reference Manual*, Ramtec Corporation, Santa Clara 1979.

die der Gestaltwahrnehmung des Benutzers geschuldet sind.²²⁸ Erst die Einführung des Zeilenprinzips ermöglicht es nicht nur Ralph Baer, die Verbindung von Computer und Fernseher denken (vgl. S. 79). In *PONG*, das ja aus billigen japanischen Fernsehern zusammengesetzt war und deshalb über die Vektorgraphik von *Computer Space* triumphieren konnte, gibt das Knacken der Zeilenschaltung selbst den onomatopoetischen Namen des Spiels an (vgl. S. 82).

Licklider

Der Psychoakustiker J.C.R. Licklider, u.a. Leiter des *Information Processing Techniques Office* bei *ARPA* und einer der Väter des *Time Sharing*, hatte den frisch promovierten Sutherland nicht zuletzt deshalb 1964 als seinen Nachfolger empfohlen, weil er die arbeitswissenschaftliche Tragweite von *Sketchpad* erkannt hatte.²²⁹ Lickliders Bedeutung liegt darin, daß er die Werkzeugmetapher programmatisch durch die der Symbiose ablöste und damit eine dem Computer anverwandelte Arbeitswissenschaft gewann.²³⁰ Dabei spielt der Bildschirm eine entscheidende Rolle: Licklider empfand nicht nur die Vorführungen Ed Fredkins am *PDP-1* von *Bolt, Beranek & Newman* (dem Ableger des *MIT Acoustic Lab* an dem Licklider arbeitete) als Pfingsterlebnis (»religious conversion«). Er war auch über seine Arbeit in der sog. *Presentation Group*, die das Interface-Design von *SAGE* entwickelte, mit den audiovisuellen Möglichkeiten der großen *Air-Force*-Kommandozentren vertraut. Übersicht, Informationsverarbeitung und Entscheidungsgeschwindigkeit sind daher bei ihm immer auch taktisch gedacht.

Der Computer sei — so Licklider — nicht mehr nur in einer Theorie der »extensions of man« (wie sie North schon vor McLuhan formulierte²³¹) denkbar. Unter den Bedingungen von Information und Kontrolle, also unter kybernetischen Verhältnissen, drehe sich dieses Schema vielmehr um und der Mensch sei die Extension des Computers.²³² Statt prothetisch gelte es also (so der euphemistische Terminus für Rückkopplung) 'partnerschaftlich' zu denken, was nichts anderes heißt als (wie bei *Whirlwind* und getreu den Spezifikationen für Frühwarnsysteme) in *real-time* und nicht im *batch-processing*.

228 Auf die Entwicklung einer Mathematik der Rastergrafik kann hier nicht eingegangen werden; vgl. Wüthrich, S. 10-26; S.M. Eker / J.V. Tucker, »Tools for the Formal Development of Rasterisation Algorithms«, in: *New Advances in Computer Graphics. Proceedings of CG International '89*, Hg. R.A. Earnshaw / B. Wyvill, Berlin 1989, S. 53-89.

229 Zu Licklider vgl. Rheingold, Kapitel 7; Katie Hafner / Matthew Lyon, *Where Wizards Stay Up Late. The Origins of the Internet*, New York 1996, S. 24-39; Edwards, S. 262-271. Zum folgenden J.C.R. Licklider, »Man-Computer Symbiosis«, in: *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1/1960, S. 4-11 (Reprint digital, Systems Research Center, Palo Alto 1990).

230 Dazu zuletzt Jörg Pflüger, »Hören, Sehen, Staunen. Zur Ideengeschichte der Interaktivität«, unveröffentlichter Vortrag, Kassel 6.2.1999.

231 J.D. North, *The Rational Behavior of Mechanically Extended Man*, Boulton Paul Aircraft, Wolverhampton 1954.

232 »humanly extended machine« (Licklider 1960, S. 2).

»Tomorrow you spend with a programmer. Next week the computer devotes 5 minutes to assembling your program and 47 seconds to calculating the answer to your problem. You get a sheet of paper 20 feet long, full of numbers that, instead of providing a final solution, only suggest a tactic that should be explored by simulation. Obviously, the battle would be over before the second step in its planning was begun.«²³³

»The military commander, on the other hand, faces a greater probability of having to make critical decisions in short intervals of time. It is easy to overdramatize the notion of the ten-minute war, but it would be dangerous to count on having more than ten minutes in which to make a critical decision.«²³⁴

Wenn es also um zeitkritische Prozesse geht, bietet sich die Arbeitswissenschaft an, und Licklider ist vielleicht der erste, der das Denken mit Computern in Begriffen des *scientific management* beschreibt — nämlich (im Andenken Taylor/Gilbreth'scher Begrifflichkeit) als »Time and Motion Analysis of Technical Thinking« — und dies auch an entscheidender Stelle, 1961 im *Department of Defense*, vorträgt. Das beunruhigende Ergebnis des anschließenden Selbstversuchs ist, daß 85 Prozent des Denkens aus Rechnen, Plotten, Arbeitsverteilung und Dokumentorganisation besteht, mithin also aus Sekretärstätigkeiten. Denken ist »essentially clerical or mechanical«.²³⁵ Und genau dies sind die Tätigkeiten, die informationsverarbeitende Maschinen besser können, denn im Vergleich der genotypischen Unterschiede von Mensch und Computer fällt auf:

»[M]en are *noisy, narrow-band devices*, but their nervous systems have very many *parallel* and simultaneously active channels. Relative to men, computing machines are very fast and very accurate, but they are constrained to perform only one or a few elementary operations at a time. Men are flexible, capable of 'programming themselves contingently' on the basis of newly received information. Computing machines are single-minded, constrained by their 'pre-programming.' Men naturally speak *redundant languages* organized around unitary objects and coherent actions and employing 20 to 60 elementary symbols. Computers 'naturally' speak nonredundant languages, usually with only two elementary symbols and no inherent appreciation either of unitary objects or of coherent actions. [...]

In general, it [the information processing equipment] will carry out the routinizable, clerical operations that fill the intervals between decisions.«²³⁶

So liegt es nahe, daß Menschen nur bestimmte Aufgaben übernehmen sollten. Das 'nicht weit hergeholte' Beispiel *SAGE* zeigt Licklider, daß Menschen beispielsweise die (trotz *IFF*-Signal) unsichere Feind-Identifizierung und andere

233 Licklider 1960, S. 4.

234 Licklider 1960, S. 14.

235 Licklider 1960, S. 5.

236 Licklider 1960, S. 6f. (Hervorhebungen von mir). Licklider hatte sich übrigens in seinen akustischen Arbeiten mit dem Signal/Rausch-Abstand (und damit der zeitkritischen Optimierung) von sprachlichen Befehlsflüssen beschäftigt, also den Soldaten als Mikrofon und Lautsprecher behandelt (beispielsweise J.C.R. Licklider / G.A. Miller, »The Perception of Speech, in: *Handbook of Experimental Psychology*, Hg. S.S. Stevens, New York 1951).

Situationen geringer Wahrscheinlichkeit gut verarbeiten können. Daraus folgt:

»Men will fill in the gaps, either in the problem solution or in the computer program, when the computer has no mode or routine that is applicable in a particular circumstance. [...] In addition, the computer will serve as a statistical-inference, decision-theory, or game-theory machine[!] to make elementary evaluations of suggested courses of action whenever there is enough basis to support a formal statistical analysis.«²³⁷

Der lückenfüllende Mensch muß jedoch eine Sprache sprechen, die 'im Arbeitsraume gültig ist'. Und für den guten Arbeitswissenschaftler Licklider kann dies nicht eine Hochsprache wie *Fortran* oder *Algol* sein. Es bedarf vielmehr eines Kompromisses zwischen Menschen, die Ziele formulieren, und Programmiersprachen, die Verfahren beschreiben.²³⁸ Die Lösung liegt, wie zu ahnen, in Elementarisierung und Standardisierung. Es geht um eine Programmibibliothek aus der ein *human operator* während des Arbeitsprozesses bestimmte verfügbare Aktionen in einer bestimmten Reihenfolge auslöst.

»We may in due course see a serious effort to develop computer programs that can be connected together like the *words and phrases of speech* to do whatever computation or control is required at the moment.«²³⁹

Die Arbeit am Bildschirm definiert sich also als die Beherrschung einer Sprache, die unter zeitkritischen Bedingungen Sequenzen standardisierter Elemente herstellt. Und da mit der Arbeit am Computer ja das Denken selbst auf dem Spiel steht, darf man wohl in Abwandlung von Gumbrechts Definition sagen, daß für Licklider der unter zeitkritischen Bedingungen gelingende Rhythmus der Mensch-Maschine-Kommunikation das Gelingen des Denkens selbst ist.

Daher ist es mehr als eine hübsche Miszelle, wenn Licklider 1968, also genau dem Jahr, in dem Ralph Baer das Patent seiner tennisspielenden *Odyssey* einreicht (vgl. S. 79), ausgerechnet das Tennisspiel zur Metapher der gelungenen Interaktivität wählt.²⁴⁰ Das obere Bild zeigt die Kommunikation zwischen zwei Spielern über die Spielmittel Schläger, Ball und Tisch hinweg, also genau die Situation, die in allen frühen *two-player*-Computerspielen zu finden ist. Da beide Spieler Menschen sind, erübrigt sich das Problem der wechselseitigen Kommensurabilität weitgehend. Das untere Bild hingegen zeigt, welche

237 Licklider 1960, S. 7.

238 »In short: instructions directed to computers specify courses; instructions-directed to human beings specify goals« (Licklider 1960, S. 11).

239 Licklider 1960, S. 11 (Hervorhebung von mir). Diese Modularisierung vollendet sich bekanntlich später in *Ada* unter dem geheimdienstlichen Axiom, daß die eine Abteilung nicht wissen darf was die andere programmiert, aber die einzelnen Programmteile trotzdem zusammen funktionieren (dazu Dennis Hayes, »The cloistered work-place: Military electronics workers obey and ignore«, in: *Cyborg Worlds*, S. 73-86).

240 J.C.R. Licklider, »The Computer as a Communication Device«, in: *Science and Technology*, April 1968 (Reprint digital, Systems Reseach Center, Palo Alto 1990), S. 34f.

Synchronisierungsprobleme entstehen, wenn Computer (Balleingabe unten, Ballausgabe oben) das Tempo des Spiels vorgeben. Das zeitkritische Spiel ist daher der Modellfall der Interaktivität selbst, die auf der Herstellung von Kompatibilität zwischen Mensch und Maschine beruht. Da Computer aber berechenbar sind, heißt das arbeitswissenschaftliche Programm logischerweise, den Menschen für die Arbeit am Computer zu berechnen. Und an diese Vermessung knüpfen sich (wenngleich ironisch gebrochen) ähnliche Hoffnungen wie an die erste Arbeitswissenschaft: »life will be happier for the on-line individual [and ...] unemployment would disappear from the face of the earth forever«. ²⁴¹

Engelbart

Daß die Modellierung einer Schreibmaschine unter dem Titel *Expensive Typewriter* firmierte (vgl. S. 61) zeigt, daß selbst Textverarbeitung um 1960 noch nicht als sinnvolle Anwendung evaluiert war und lediglich den Status eines *hacks* hatte. ²⁴² Eingabegeräte dienten — auch in den *time-sharing*-Systemen der frühen 60er — nicht der Übergabe von Literatur, sondern der von Programmcode und Daten, also nicht dem, was für Leser, sondern dem, was für Computer Sinn macht. Nicht die Eingabe von Text ist 'shocking', sondern die von Literatur. Was jedoch — wie schon im Fall der Melodien auf dem *TX-0* — als eine Form des Hardware-Mißbrauchs beginnt, wird wenig später zur Gestaltungsaufgabe.

Zur Rhetorik der modernen Erfinderbiographie gehört der Topos der Vorzeitigkeit. So wird berichtet, daß der 20jährige Radartechniker Douglas C. Engelbart im Sommer 1945, auf seinen Truppentransport in der Bibliothek des Roten Kreuzes auf den Philippinen wartend, Vannevar Bushs berühmten Artikel »As we may think« im *Atlantic Monthly* las, nur um gut 20 Jahre später die erste Textverarbeitung zu präsentieren. ²⁴³ 1963 jedenfalls veröffentlichte Engelbart den Aufsatz »A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect«, in dem erst einmal Textverarbeitung von Schreiben unterschieden wird:

»This hypothetical writing machine thus permits you to use a new process for *composing* text. For instance, trial drafts can rapidly be *composed* from *rearranged excerpts* of old drafts, together with new words or passages which you *insert by hand* typing. Your first draft may represent a free outpouring of thoughts in any order, with the inspection of foregoing thoughts continuously stimulating new considerations and ideas to be entered. If the tangle of thoughts represented by the draft becomes too complex, you can *compile* a reordered draft quickly. It would be prac-

241 Licklider 1968, S. 40.

242 »It is almost shocking to realize that in 1968 it was a novel experience to see someone use a computer to put words on a screen [...] 'word processing' for nonprogrammers was still far in the future« (Rheingold, Kapitel 9).

243 Kolportiert von Rheingold, Kapitel 9.

tical for you to accommodate more complexity in the *trails of thought* you might build in search of the path that suits your needs.«²⁴⁴

Textverarbeitung ist also im wesentlichen Komposition, Arrangement und Kompilation und fordert nur an den Lücken einer »Spur« (so der von Bush übernommene Ausdruck) die Insertion von handgetipptem Text. In Engelbarts Abfolge der Kulturtechniken von *concept manipulation stage*, *symbol manipulation stage* und *stage of manual external symbol manipulation* markiert daher der Computer den Beginn eines neuen, vierten Zeitalters der *automated external symbol manipulation*:²⁴⁵

»In this stage, the symbols with which the human represents the concepts he is manipulating can be *arranged* before his eyes, *moved*, *stored*, *recalled*, *operated* upon according to extremely complex rules — all in very rapid response to a *minimum amount of information supplied by the human*, by means of cooperative technological devices. [...] The displays and processes could provide helpful services and could involve concepts not hitherto imagined (e.g., the *pregraphic* thinker would have been unable to predict the bar graph, the process of long division, or card file systems).«²⁴⁶

Dabei handelt es sich nicht, wie der Ausdruck vermuten ließe, um eine Automatisierung des Denkens, sondern — wie Engelbart immer wieder im Anschluß an Licklider betont — um dessen Augmentierung und damit um das Zusammenspiel von Mensch und Maschine. Bevor also auf der *Fall Joint Computer Conference* von 1968 erstmals so etwas wie Textverarbeitung für Nichtprogrammierer präsentiert werden konnte, kam es darauf an, den Rhythmus der Mensch-Maschine-Kommunikation als gelingendes und damit

244 Douglas C. Engelbart, »A Conceptual Framework for the Augmentation of a Man's Intellect«, in: *Vistas in Information Handling*, Hg. P.W. Howerton / D.C. Weeks, Washington 1963, Bd. 1, S. 1-29, hier S. 4f. (Hervorhebungen von mir). Diesem Entwurf folgten diverse Editoren: 1965 *TVEdit* in Stanford; 1967 (im Auftrag von *IBM*) das *Hypertext Editing System* mit Lightpen an der *Brown University* (Nelson prägte den Begriff 1965); 1967 *TECO* am *MIT*. Auf der Basis von *gesture recognition* und Grafiktablett (*RAND*, 1964) entwickelte Michael Coleman 1968 einen Texteditor der Korrekturzeichen verarbeitet (dazu Brad Myers, »A Brief History of Human Computer Interaction Technology«, in: *ACM interactions*, 5/1998 [www.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uihistory.tr.html]).

245 ... in dem sich — so Manfred Riepes treffende Schlußfolgerung — »der romantische Dichter auf dem kürzestmöglichen Weg in den Wahn schreiben« würde (»Ich computiere, also bin ich. Schreber – Descartes – Computer und virtueller Wahn«, in: *Künstliche Spiele*, Hg. G. Hartwagner / S. Iglhaut / F. Rötzer, München 1993, S. 222.

246 Engelbart 1963, S. 14 (Hervorhebungen von mir).

mehrwertiges Tischtennis-Spiel zu organisieren.²⁴⁷ »Computer-aided text-manipulation« meint das, was heute noch im Wort *Textverarbeitung* enthalten aber normalerweise nicht mehr gemeint ist, nämlich daß es nicht darum geht, daß man Text eingibt oder *was* man mit ihm macht, sondern *wie* man Funktionen effizient erreicht. Die Organisation der *Bewegungen*, die das Verarbeiten von Texten erfordert, ist daher Aufgabe einer Arbeitswissenschaft und so kümmert sich der Aufsatz »Display Selection Techniques for Text Manipulation« von English, Berman und Engelbart ausschließlich um die Devices zwischen Bildschirm und User.²⁴⁸ 1966 führten die Autoren am *Stanford Research Institute (SRI)* ihre Versuche an einer heute allgegenwärtigen Anordnung aus Bildschirm, Tastatur und *pointing device* durch, um die Faktoren »target selection speed«, »accuracy«, »gaining control« und »fatigue« an Bildschirmarbeitsplätzen zu vermessen:

»We wanted to determine the best means by which a user can designate textual entities to be used as 'operands' in different text-manipulation operations.«²⁴⁹

Die Testanordnung dazu ist etwa wie folgt: Ein Block von drei mal drei Zeichen (in Level 2 sind es drei mal drei Blöcke von Zeichen) erscheint an zufälliger Stelle auf dem schwarzen Bildschirm, der Spieler muß beispielsweise zu seinem Joystick greifen, den Cursor mit dem mittleren Zeichen oder Block zur Deckung bringen und klicken. Ein Fehler wird mit einem Ton bestraft, ein Treffer mit einem »CORRECT«. Eine Routine im Hintergrund mißt und speichert die Zeiten der verschiedenen User, wertet sie aus und präsentiert sie graphisch.

Am Anfang der Textverarbeitung stand also nicht die Text-, sondern — wie Axel Roch schreibt — die Zielerfassung:

- 247 Douglas Engelbarts und William Englishs Präsentation erschien damals als Science Fiction: Engelbart trug das Headset eines Radar-Operators und bediente mit Maus und Tastatur einen unsichtbaren Computer über eine Funkverbindung. Hinter ihm befand sich eine Multimedia-Wand, wie sie gleichzeitig erstmals in den militärischen Kommandozentralen des Kalten Krieges erprobt wurde, die nicht nur den Computerbildschirm vergrößert projizieren, sondern auch Engelbarts Hände und Gesicht als Bilder im Bild einblenden konnte. *Power Point* avant la lettre ließ Engelbart per Mausclick die Gliederungspunkte seiner Präsentation auf dem vergrößerten Bildschirm in Echtzeit erscheinen und verschwinden. Die seltsame Abkürzung *NLS* (für *On-Line System*) kam durch ein paralleles *FLS* (für *Off-Line System*) zustande. *NLS* wurde dann bezeichnenderweise von dem Rüstungslieferanten McDonnell-Douglas unter dem Namen *Augment* vermarktet (vgl. auch Douglas C. Engelbart / William K. English, »A Research Center for Augmenting Human Intellect«, in: *AFIPS Proceedings of the Fall Joint Computer Conference*, 33/1968, S. 395-410).
- 248 Eine Optimierung im arbeitswissenschaftlichen Sinne ist nicht zuletzt deswegen nötig, weil *on-line-* und *time-sharing-*Systeme die Kosten nach Benutzungsdauer aufschlüsseln, also im schlicht pekuniären Sinne »zeitkritisch« sind.
- 249 William K. English / Douglas C. Engelbart / Melvyn L. Berman, »Display Selection Techniques for Text Manipulation«, in: *IEEE Transactions on Human Factors in Electronics*, Vol. HFE-8(1), March 1967, S. 5-15, hier S. 5.

»Die wichtigsten Eingabegeräte, Joystick, Lightpen und Maus, verweisen im Wettrennen am SRI mit der geringsten Fehlerrate und der höchsten Trefferquote von Texten am Bildschirm auf militärisch-strategische Dispositive [...] Die Leistung der Forscher [...] bestand] darin, die Technologie der Zielerfassung auf Radarschirmen und die dazu entwickelten militärischen Kontrollgeräte aus einer integrierten Geräteumgebung abzukoppeln und auf das Problem von bildschirmorientierten Computeranwendungen zu übertragen. Die Feindakquisition fand sich als Maus auf einem normalen Schreibtisch wieder. [...] Abgesehen also von der Ersetzung des bewaffneten Auges durch die Radartechnologie, dürfen wir dann wohl heute den Cursor aus der Luftverteidigung als eine Wiederkehr des Suchscheinwerfers auf höchster taktischer Befehlsebene feiern.«²⁵⁰

Die Prolegomena des Schreibens am Computer beziehen sich nicht auf den Sinn der Wörter, sondern begreifen diese nur als Operanden. Und an der Oberfläche des Bildschirms geht es nicht um Buchstaben, sondern um graphische Ereignisse mit bestimmten Koordinaten in jenem rechtwinkligen Ordnungs- und Ortungssystem, das zugleich das der Buchseite ist. Angemessenerweise heißen Wörter und Buchstaben daher »targets«,²⁵¹ und die Aufgabe aller Tests ist es, Ziele zu erkennen, sie mit einem beweglichen Zeiger treffend zu bezeichnen und durch Knopfdruck bestimmte Verarbeitungsverfahren einzuleiten. Was wie Radardaten behandelt wird, aber aktuell wie lateinische Buchstaben aussieht und mit gleicher Berechtigung auch eine Ansammlung von *Communist Mutants from Space*²⁵² sein könnte, ist — arbeitswissenschaftlich gesehen — unter einem Problem zu subsumieren.²⁵³ Der vom Benutzer gesteuerte Cursor nannte sich damals noch *bug*, und das Ziel der Versuche wäre angemessenerweise als *debugging* des Users zu beschreiben, da sich die Verarbeitungsgeschwindigkeit proportional zu dessen Fehlerrate verhält. Die drei wesentlichen Fehlerquellen sind der Griff zum Eingabegerät, die Bewegung des Cursors von der Ausgangsposition zum Ziel und die Selektion des Ziels, und für alle drei gilt es, die Toleranzgrenzen der Normalität zu ermitteln.²⁵⁴ Zur Vermessung von Geschwindigkeit und Lernkurve des 'Schützen'

250 Roch; Kittler 1994.

251 English / Engelbart / Berman, S. 5.

252 So der Titel eines seltenen Atari-Spiels.

253 Daß zielsicheres Anklicken nicht nur über das symbolische Erscheinen und Verschwinden von Buchstaben, sondern auch über das reale von Truppen- und Materialtransporten entscheidet, zeigte zur gleichen Zeit der Vietnamkrieg. Im Rahmen der Operation *Igloo White* liefen im *Infiltration Surveillance Center* in Thailand die Computerdaten der dezent als Pflanzen getarnten Sensoren entlang des Ho Chi Min-Pfades zu den Bildschirmen der IBM/360/65 Computer. Die Signale bewegten sich als helle 'Würmer' a la *Centipede* über den Bildschirm und mußten angeklickt werden, so daß die Rechner die patrouillierenden *Phantom F-4*-Jets fernsteuern konnten, deren Piloten den Ergebnissen der Steuerungstechnik wie einem Kinofilm zusahen (dazu Edwards, Kapitel 1; Paul Dickson, *The Electronic Battlefield*, Bloomington 1976, S. 83-97; George L. Weiss, »Battle for Control of the Ho Chi Minh Trail«, in: *Armed Forces Journal*, 15/1977, S. 19-22; James Gibson, *The Perfect War. Technowar in Vietnam*, New York 1987, S. 396-399).

254 English / Engelbart / Berman, S. 6.

dienen verschiedene Devices wie Joystick, Lightpen, Grafacon, Maus und Knee Control. Die Testpersonen selbst waren — wie schon bei den *Army Mental Tests* — in literate und illiterate geteilt, in

»‘experienced’ subjects who were already somewhat familiar with the on-line system, and [...] ‘inexperienced’ subjects who had never before used either the system or the particular devices being tested.«²⁵⁵

Dies ist schon deshalb nötig, weil mit der Präferenzierung der Verfahren vor den Inhalten die »Erlernbarkeit« genauso wichtig wie die »Steuerbarkeit«²⁵⁶ geworden ist. Wo die sprachlichen Texte der ‘prägraphischen’ Zeit zu Werkstücken geworden sind, die an Bildschirmen montiert werden, rutscht die Sprache selbst (wie Licklider gezeigt hat) in die Ebene des Interface und die Arbeitswissenschaft steuert den Spracherwerb.²⁵⁷ Daher verwundert es nicht (und deckt sich mit McLuhans im gleichen Jahr erstmals erschienener These), daß die ersten Texte, die in Textverarbeitungen geschrieben wurden, Anleitungen für Textverarbeitungen sind, die an Arbeitswissenschaftler adressiert sind.²⁵⁸

XEROX Star

Aufgrund der immer wieder angedeuteten gemeinsamen Geschichte von Computerspielen und Benutzeroberflächen, die sich heute daran zeigt, daß Spieledesigner häufig als Berater an der Entwicklung von *GUIs* beteiligt sind, sei ein kurzer Blick über den Berichtszeitraum hinaus auf die Entstehung des folgenreichen *XEROX Star* geworfen, dessen Gestaltung auch gegenwärtig noch die Windows-, Macintosh- und Linux-Desktops prägt.

Die Versuchsreihen bei *XEROX* Ende der 70er Jahre bauten auf das auf, was Engelbart begonnen hatte und lösten ein, was Licklider gefordert hatte, nämlich eine Definition von ‘Menschengerechtigkeit’ interfacetechnisch anhand der Formatierung jener Lücken zu modellieren, an die (oder an denen) der Mensch gestellt wird.²⁵⁹ Sind diese Lücken groß, bietet das System viele Möglichkeiten, die Information als Maß des Möglichen ist also hoch und die

255 English / Engelbart / Berman, S. 9.

256 Beides Kriterien der späteren DIN-Norm 66234 für Benutzeroberflächen, die Aufgabenangemessenheit (*suitability for the task*), Selbstbeschreibungsfähigkeit (*self-descriptiveness*), Steuerbarkeit (*controlability*), Erwartungskonformität (*conformity with user expectation*), Fehlerrobustheit (*error tolerance*), Individualisierbarkeit (*suitability for individualization*) und Erlernbarkeit (*suitability for learning*) beinhaltet.

257 Gleichwohl der *Lightpen* eine größere »Natürlichkeit« besitzt und die *Knee Control* schneller zu erlernen ist, wird die Maus zum ökonomisch bevorzugten Gerät, weil sie weniger Ermüdungseffekte zeitigt und im Dauerbetrieb weniger Fehler produziert.

258 »Then the communications specialists used the text editors to write the manuals to instruct future members of the growing project in the use of new tools« (Rheingold, Kapitel 9).

259 Dazu Lawrence H. Miller / Jeff Johnson, »The XEROX Star. An Influential User Interface Design«, in: *Human-Computer Interface Design: Success Stories, Emerging Methods, and Real-World Context*, Hg. H.M. Rudisill / C. Lewis / P.G. Polson / T.D. McKay, San Francisco 1996, S. 70-100; W. Bewley / T. Roberts / T. Schroit / W. Verplank, »Human factors testing in the design of Xerox's 8010 Star office workstation«, in: *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1983, S.72-77.

Auswahl dementsprechend schwierig, zeitraubend und entropiebedroht. Große Lücken kosten viel und sind folglich unökonomisch. Das erklärte Ziel von Benutzeroberflächen hieß daher (und heißt bis heute) Intuitivität, was ja nur ein anderes Wort für Redundanz oder mangelnde Information alias Wahlfreiheit ist. Die Aufgabe lautete, Dinge verschwinden zu lassen: „an important design goal was to make the ‘computer’ as invisible to users as possible“, heißt dies bei *XEROX*.²⁶⁰

»In der zivilen Anwendung [...] geht es darum, dem User maximale statt minimale Wahlmöglichkeiten vorzuspiegeln. [...] Da der User ein Recht auf freie Wahl beansprucht, es aber nicht haben darf, erweist sich das Medium der Schrift als ungünstig. Frei kombinierbare Buchstaben würden es ermöglichen, Befehle einzugeben, die die Maschine gar nicht kennt. Um solche ganz und gar kundenfeindlichen Frustrationen zu unterbinden, wurde eine grafische Benutzeroberfläche gestaltet, die nur das zur Auswahl stellt, was auch zur Auswahl steht. [...] Ihr unschlagbarer Vorteil ist es, daß sie dem User trotz vollkommener Unkenntnis der Maschinenvorgänge die Möglichkeit einer Steuerung suggerieren. [...] Der Slogan WYSIWYG aber sagt nicht nur das, sondern mehr. „Du bekommst das, was du siehst“ verlangt nur allzu deutlich nach der Umkehrung – „was du nicht siehst, bekommst du auch nicht“. Besser läßt sich die Funktion grafischer Oberflächen nicht beschreiben.«²⁶¹

Was Engelbart an beweglicher Hardware optimierte, als er das (gewissermaßen Brown'sche) Zittern der Benutzerhand am Joystick eliminierte, geschieht nun bei *XEROX* auf der Ebene optischer Abtastung und Software. Nicht die physiologische Motorik ist das Ziel dieser Optimierung, sondern — eine Stufe weiter — die kognitionspsychologische Gestaltwahrnehmung. Wie muß ein Drucker-Icon gestaltet sein, damit es sofort als Drucker und nicht zuerst als Wahlurne wahrgenommen wird und damit Arbeitszeit verschwendet?²⁶² Während es bei Engelbart noch um das isolierte Ereignis einer einzelnen Selektion ging, war das Ziel bei *XEROX* darüber hinaus, solche Selektionen zu serialisieren. Es ging darum, ganze Verfahrenswege bürokratischen Alltags durch bestimmte Übergangswahrscheinlichkeiten in zeitkritischer Hinsicht zu optimieren. Was bei Engelbart die einzelne, plötzliche Okkuranz ist, die selektiert werden muß, ist im Computerspiel das einmalige »Schießen« auf einen erscheinenden Feind und in der Telegraphie das Auftreten eines unwahrscheinlichen, zu verarbeitenden Zeichens. Was jedoch bei *XEROX* die wahrscheinliche Reihung von Vorgängen beim Klicken durch mehrere Menüs ist, ist im Computerspiel der Spielverlauf als aufzurufende Serie normierter Handlungen und in der Telegraphie die Übergangswahrscheinlichkeit von *connected discourse*.

260 Miller / Johnson, S. 71.

261 Stefan Heidenreich, »Icons: Bilder für User und Idioten«, in: *Icons*, Hg. R. Klanten, Berlin 1997 (www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/texte/icons.htm)

262 Diese und einige weitere Kuriositäten der Wahrnehmung bei Miller / Johnson, S. 83ff.

Und ebenso wie Engelbart führte man auch bei *XEROX* die Versuche an 'dümmsten anzunehmenden Benutzern' durch, nämlich an computerunerfahrenen Büroangestellten, an »office professionals and their support staff, all nontechnical in background and job function [...] Where tests involved subjects performing a task on the system, they were either drawn from the secretarial and administrative staff at XEROX or were clerical and secretarial temporaries hired as test subjects«. ²⁶³ Was wir heute als Papierkörbe, Ordner- und Festplatten-Icons auf Bildschirmen sehen, hat sich also erst einmal experimentalpsychologisch daran bemessen, was für SekretärInnen die größte Redundanz hat, oder umgekehrt: was die geringste Abweichung zur Wahrnehmung der Büro-Lebenswelt hat und daher am wenigsten Apperzeptionsarbeit und Lohnkosten bedeutet.

Im Vergleich zu den Computerspielen, die um 1980 (dem Jahr in dem beispielsweise *PacMan* seinen weltweiten Siegeszug antritt) schon einen etablierten und großen Markt bilden, zeigt sich jedoch ein entscheidender Unterschied. Gleichwohl es in beiden Fällen um eine zeitkritische Optimierung einzelner wie serialisierter Selektionen geht und beide Applikationstypen anhand von dümmsten anzunehmenden Benutzern entworfen werden, wird die Zeitersparnis auf unterschiedliche Weise thematisiert oder eben nicht thematisiert. Während Benutzeroberflächen auf maximale Sichtbarkeit setzen, Benutzerfreundlichkeit auf ihre Fahnen schreiben und die Langsamkeit und Fehleranfälligkeit ihrer User einrechnen, vermessen Computerspiele die Grenzwerte, Wahrnehmungsschwellen und Reaktionsgeschwindigkeiten ihrer Spieler, machen die Herausforderung des 'schnellsten anzunehmenden Benutzers' zu ihrer Devise und bestrafen Langsamkeit und Fehlverhalten durch den Verlust symbolischer Lebensenergie. Zwar sucht die Entwicklung von *GUIs* dieselben Systemstellen auf wie die Spieleentwicklung (Wahrnehmung, Reaktion, mögliches Fehlverhalten), doch ist es ihr Ziel, diese Bedingungen anschließend unter der oberflächlichen Güte einer »Benutzerfreundlichkeit« zu verbergen. Das zeitkritische Spiel hingegen macht genau diese Verborgenenheiten zu seinem Gegenstand, ist im Sinne einer agonalen Konstellation, die Lerneffekte und dauerhaften Spielspaß erst ermöglicht, sogar »benutzerfeindlich« und damit gewissermaßen das Böse des Desktops.

8. Computerspiele

Nicht anders als die Textverarbeitung und andere Büroanwendungen sind jedoch zunächst auch die Computerspiele zwischen 1966 und 1974 nicht ausschließlich von technischen Möglichkeiten abhängig, sondern bedürfen eines

263 Miller / Johnson, S. 71, 81.

Prozesses der Evaluation.²⁶⁴ Es verschlägt also wenig, sich über »erste« Spiele zu streiten, so wichtig dies juristisch auch sein mag. Vielmehr gilt es im Anschluß an Lewis Mumford eine Überschätzung der »Erfindung« zu vermeiden, also das bloße Wissen über bestimmte Zusammenhänge und selbst deren technische Implementierung nicht mit ihrer kulturellen Durchsetzung zu verwechseln. Mumford plädierte daher — im Anschluß an Whitehead — für das Konzept einer 'Erfindung der Erfindung'. Ein Vergleich zwischen der avantgardistischen aber kommerziell erfolgreichen Spielkonsole *Odyssey*²⁶⁵ und dem eher banalen aber umso erfolgreicheren *PONG* mag dies verdeutlichen.

Odyssey

Ralph Baer gehörte (anders als der 1943 geborene Nolan Bushnell) der Kriegsgeneration an, war 1938 als deutscher Jude ohne Schulabschluß emigriert, wurde im Krieg zum Fernmeldetechniker ausgebildet und erwarb danach am *American Television Institute of Technology* in Chicago einen BA in *Television Engineering*. Ab 1955 begann er seine 30jährige Laufbahn bei dem Rüstungslieferanten *Sanders Associates* in New Hampshire so daß seine Hälfte des Lebens aus klassifizierten, militärischen Projekten bestand. 1966, als Manager der *Equipment Design Division* und damit Herr über 500 Ingenieure, machte es sich der ehemalige *Tennis for Two*-Spieler zur Aufgabe, den inzwischen preiswerten Fernseher zu Trainingszwecken an Computer anzuschließen. Dabei wurde der wohlbekannte *Lightpen* — nicht zuletzt um die Verschwendung von Rüstungsgeldern zu begründen²⁶⁶ — zunächst wieder zur *Lightrifle* wie in den elektrooptischen Apparaten der 20er Jahre:

»My boss came up to play with our rifle; we had a plastic rifle by then. And he used to shoot at the target spot [on a television screen] from the hip. He was pretty good

264 Dieser (schon häufiger verwendete Begriff) soll nur zum Ausdruck bringen, daß die Durchsetzung einer technischen Lösung nicht davon abhängt, ob sie ein (oft durch sie selbst erst generiertes) Problem wirklich *löst*, sondern davon, ob die relevanten Institutionen es *als gelöst* ansehen (dazu auch: *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Hg. W.E. Bijker, Cambridge, Mass. 1987).

265 Dazu vor allem: Scott Cohen, *Zap! The Rise and Fall of Atari*, New York 1984, Kapitel 2; Shaun Gegan, *Magnavox Odyssey FAQ*, 29.10.1997 (home.neo.lrun.com/skg/faq.html); Robert D. Kaiser, *The Ultimate Odyssey² and Odyssey³ FAQ*, 12.5.1999 (home.neo.lrun.com/skg/02faq.txt); Steven L. Kent, *Electronic Nation* (www.videotopia.com/edit2.htm).

266 Mit der Etablierung eines Computerspiel-Marktes wurden Rechtfertigungen unnötig. Unterhaltungs- und Rüstungsindustrie arbeiten seitdem Hand in Hand. Von den unzähligen Beispielen sei nur erwähnt, daß Atari schon 1978 eine *Battlezone*-Version im Auftrag von *ARPA* herstellte und die Marines an einer Version von *Doom* trainieren. Umgekehrt lizenziert *Kaiser Electro-Optics* (Lieferant der Displays in den *Apache*-Helikoptern) ihre *HMD*'s an Spielautomatenhersteller, und *Lockheed Martin* (zu dem die großen Simulator-Hersteller *GE Aerospace* und *SIMNET* gehören) fertigt Bauteile für *SEGA*. Wie Herz so treffend schreibt: »When you trace back the patents, it's virtually impossible to find an arcade or console component that evolved in the absence of a Defense Department grant« (S. 105, allgemein Kapitel 16).

at it, and that kind of [?] got his attention. We got more friendly. And it kept the project alive.«²⁶⁷

Das 1968 eingereichte und 1971 niedergelegte Patent formuliert den Trainingsgedanken abstrakter und löst ihn von der Abbildlichkeit des schießenden Spielers:

»The present invention pertains to an apparatus and method, in conjunction with monochrome and color television receivers, for the *generation, display, manipulation, and use of symbols* or geometric figures upon the screen of the television receivers *for the purpose of training simulation, for playing games* and for engaging in other activities by one or more participants. The invention comprises in one embodiment a *control unit*, an apparatus connecting the control unit to the television receiver and in some applications a television screen overlay mask utilized in conjunction with a standard television receiver. The control unit includes the control, circuitry, switches and other electronic circuitry for the generation, manipulation and control of video signals which are to be displayed on the television screen. The connecting apparatus selectively couples the video signals to the receiver antenna terminals thereby using existing electronic circuits within the receiver to process and display the signals generated by the control unit in a first state of the coupling apparatus and to receive broadcast television signals in a second state of the coupling apparatus. An overlay mask which may be removably attached to the television screen may determine the nature of the game to be played or the training simulated. Control units may be provided for each of the participants. Alternatively, games [training simulations and other activities] may be carried out in conjunction with background and other pictorial information originated in the television receiver by commercial TV, closed-circuit TV or a CATV station.«²⁶⁸

Nachdem schon 1966 die technische Kopplung an den Fernseher möglich war, mangelte es in der Folge hauptsächlich an Spielideen. Die erste Applikation beispielsweise hatte nichts anderes zum Ziel, als durch eine Art masturbativer Motorik die Farbe des Bildschirms von Blau in Rot zu verwandeln.²⁶⁹ Nachdem es gelang, durch wenige festverdrahtete Logikschaltkreise einen Punkt über den Bildschirm zu bewegen, lag es nahe, William Higinbothams Tennis-idee aufzunehmen, wobei die Seitenansicht mit ihren parabolischen Flugbahnen verschwand und der Punkt sich fortan auf einer Geraden bewegte. Damit

267 Baer zitiert nach Kent ([?] fehlt im Original). Es ist erstaunlich, wie sich das Konzept der *Lichtgun* trotz nahezu völliger Erfolglosigkeit bis heute erhalten hat. Seit den 80er Jahren erscheint keine Spielekonsole ohne dieses Zubehör, für das jedoch nie angemessene Software entwickelt wurde.

268 Zitiert nach Gegan.

269 »Their [Ralph Baers und Bill Harrisons] game designs, however, lacked entertainment value. They first toy they made was a lever which players pumped furiously to change the color of a box on a television screen from red to blue« (Kent; bei *Sanders* dürfte niemandem entgangen sein, daß *blue* normalerweise die USA und *red* die UdSSR darstellt). In *Custers Revenge* (Atari 1983) wird es dann ganz ohne Doppelcodierung darum gehen, durch schnelles Drücken des Feuerknopfes die Ejakulation General Custers bei der Vergewaltigung einer Indianerfrau herbeizuführen (Herz, S. 68ff.). Auch die erfolgreichen Sportspiele der gleichen Zeit erforderten übrigens diese Motorik und belegen, daß Interface-Kopplungen und Bewegungspatterns neutral gegen 'Inhalte' sind.

hatte das Netz an Bedeutung verloren, besaß folglich nur noch Anmutungsqualität und konnte ebensogut weggelassen werden. Die schlichte Rotation des Betrachterstandpunkts um 90° führte jedoch zu der fruchtbaren Einsicht, daß ein bewegter Lichtpunkt eben auch alles andere sein kann als ein Tennisball:

»So here we had a respectable ping pong game going, and it wasn't long before we called it a hockey game. Remove the center bar, which we put up there to emulate the net, and now it's a hockey game. So we put a blue overlay for blue ice on top of the screen so it looked more like hockey. We later added a chrome signal to electronically generate the blue background.«²⁷⁰

1971 baute *Magnavox* das Gerät in Lizenz und führte es im Januar 1972 als *Odyssey Home Entertainment System* ein, und zwar durch niemand Geringeren als Frank Sinatra in einer Sonntagabend-Fernsehshow.²⁷¹ Die serienreife Version — durch ihren Namen und ihre futuristische Verpackung auf Kubricks drei Jahre zuvor erschienenen Film anspielend — produzierte minimalistische Schwarzweißgrafik, die nur Punkte und Geraden darstellen konnte und war nicht in der Lage, Punktstände zu verwalten. Die Spielekonsole selbst bestand aus ca. 40 Transistoren und ebensovielen Dioden, wurde jedoch begleitet von 300 Zubehörteilen wie farbigen Overlays,²⁷² Karten, Papiergeld, Würfeln und Poker Chips.²⁷³ Was noch nicht auf dem Bildschirm implementierbar war, wurde analog supplementiert, und noch einige Jahre lang werden an Spielautomaten farbig bedruckte Folien die Grenzen von spieleexternem Display und spielinterner Grafik zu verwischen suchen.

Das spezifische Manko der *Odyssey* ist, daß sie nicht mit diskreten Werten rechnen kann und daher alle numerischen Operationen wie Kartenwerte, Punktstände und Zufallszahlengenerierung auslagern muß. Ein nicht minder bedeutsamer Aspekt ist Baers am Scheideweg zwischen Hockey und Tennis gefundene Erkenntnis, daß Programm und Semantisierung nichts miteinander zu tun haben. Mit der *Odyssey* wurden folglich sechs verschiedene Stek-

270 Baer zitiert nach Kent.

271 Sam Hart, *Video Game History* (www.physics.arizona.edu/~hart/vgh/odyssey.html).

272 Schon 1908 veröffentlichte Farrand Sayre, basierend auf seiner Vorlesung in Fort Leavenworth, die *Map Manoeuvres and Tactical Rides*, eines der 'freien' amerikanischen *Kriegsspiel*-Derivate, dessen Besonderheit es war, daß der Spieler gegen den Schiedsrichter spielt, der die feindlichen Truppen übernimmt. Dieses Spiel führte m.W. erstmals Overlays aus Zelluloid ein, auf die die Bewegungen und Daten mit Wachsstiften geschrieben werden konnten (Andrew Wilson, *The Bomb and the Computer. Wargaming from Ancient Chinese Mapboard to Atomic Computer*, New York 1968, S. 17).

273 Football Game board field / Roulette Layout board; Odyssey stadium scoreboard; 2 Football tokens (attached to the Odyssey stadium scoreboard); 2 Yardage markers (attached to the Odyssey stadium scoreboard); 20 Pass cards; 20 Run cards; 10 Kick off cards; 10 Punt cards; 2 Pass cards; 2 Run cards; 2 Punt cards; 30 Clue cards; 13 Secret message cards; 50 chips (16 red, 16 blue, 18 white) with ziplock bag; Money (approximately 100 each of \$5 \$10 \$50 and \$100); 28 Simon says cards; 50 States cards; Affairs of states (answer folder); States study map; Pair of dice.

ker ausgeliefert, die nicht mehr taten, als verschiedene Verknüpfungen zwischen Leitungen herzustellen.²⁷⁴ Dadurch ergaben sich sechs verschiedene Bewegungsmuster,²⁷⁵ die erst durch die auf dem Bildschirm befestigten Overlays semantisiert werden mußten. Aus sechs 'abstrakten' Bewegungsrepertoires werden also erst und nur durch elf Overlays auch tatsächlich elf Spiele.²⁷⁶

Daß der *Odyssey* kein Erfolg beschieden war, lag nicht nur daran, daß *Magnavox* zu suggerieren suchte, das Spiel funktioniere nur an *Magnavox*-Fernsehgeräten (was aufgrund der Paßgenauigkeit der Folien durchaus berechtigt gewesen sein mag) oder daran, daß man das Gerät nicht in Spielzeuggeschäften kontextualisierte. Vielmehr ist an der überwältigenden Zahl der Spielmittel abzulesen, daß das Gerät noch keine systemische Geschlossenheit erreicht hatte und ein hoher Anteil extramedialer Verwaltungsleistung notwendig war, die die originär computerbasierten Anteile reduzierte. Darüber hinaus schien es seitens des Publikums an Verständnis für die 'Universalität' einer Maschine zu mangeln, die *mehrere* Spiele spielt, denn vor der Zeit der Privatisierung und Popularisierung des Computers erwartete man, daß eine Maschine gewissermaßen 'identisch' sei, mithin also jene und nur jene Aufgabe erledige, für die sie bestimmt sei, daß sie — kurz gesagt — Werkzeug und nicht Medium sei. Die Entwicklung der Computerspiele geht daher logischerweise den Umweg eines identischen Gerätes im dedizierten Kontext namens Spielhalle, deren Maschinen traditionellerweise nur ein Spiel kennen.²⁷⁷

PONG

Dies ist die Leistung von Nolan Bushnell.²⁷⁸ Bushnell gehörte jener Generation an, die Computerspiele nicht nur spielen konnte, ohne die Hardware zu konstruieren, sondern auch ohne die Software dazu zu schreiben. An der *University of Utah*, wo Bushnell u.a. bei David C. Evans und Ivan Sutherland studierte, spielte er *Spacewar!* auf einem Computerbildschirm und eben nicht (wie Baer *Tennis for Two*) auf einem Meßgerät. Nach dem gescheiterten Versuch, einen Job bei *Walt Disney* zu bekommen, an dessen Themenparks er die

274 Also keinesfalls mit den durch Fairchild's *Channel F* eingeführten Cartridges zu verwechseln sind, die ROMs enthielten.

275 Hier die Auflistung von Gegan, die fälschlicherweise die Bewegungsmuster schon mit Spielen gleichsetzt, aber immerhin zeigt, daß es für manche Bewegungen (2, 3, 4 6) mehrere Semantisierungen gibt: 1. Table Tennis, 2. Ski, & Simon Says, 3. Tennis, Analogic, Hockey, & Football (for passing & kicking), 4. Cat and Mouse, Football (for running) & Haunted House, 5. Submarine, 6. Roulette & States.

276 1. Anologic, 2. Cat and Mouse, 3. Football, 4. Haunted House, 5. Hockey, 6. Roulette, 7. Simon Says, 8. Ski, 9. States, 10. Submarine, 11. Tennis .

277 Auch der Fernseher ist — in einem Automaten in einer Spielhalle installiert — kein Fernseher mehr, der eine zusätzliche Funktion erfüllt, sondern ausschließlich das Display auf dem ein Spiel gespielt wird, auch wenn es sich — wie im Falle von *Pong* — tatsächlich nur um 'ausgeschlachtete' Hitachi-Fernseher handelt.

278 Zum Folgenden David Sheff, *Nintendo – »Game Boy«. Wie ein japanisches Unternehmen die Welt erobert*, München 1993, S. 169-181; Cohen, Kapitel 3-5; Robert Slater, *Portraits in Silicon*, Cambridge, Mass. 1987, S. 296-307; Herman, Kapitel 2.

perfekte Verbergung von High-Tech unter einer frivol-naiven Oberfläche so schätzte,²⁷⁹ ging Bushnell 1969 zu *Ampex*. Ab 1970 arbeitete er privat an einem Prototypen von *ComputerSpace*, das nicht viel mehr war als ein *Clone* des rechtlich ungeschützten *Spacewar!*. Der erste, zunächst dem intendierten Kontext von Spielhallen, Vergnügungsparks und Flughäfen geschuldete Unterschied bestand darin, daß *Computer Space* ein Spiel *gegen* den Computer und nicht gegen einen anderen Spieler *mittels* des Computers sein mußte. Der Computer ist also nicht mehr als 'Spielmittel' zwischen zwei Spieler installiert, sondern der Spieler nimmt seinen Platz im 'Gestell' ein. Dies ist — wie im alltäglichen 'Gleichgewicht der Kräfte' inzwischen üblich — der Platz eines zweiten Computers. Ebenso wie sich die gleichzeitigen Frühwarnsysteme in Ost und West wechselseitig befragten, testeten sich Computer und Spieler. Zweitens und nicht minder entscheidend ist, daß die kommerzielle Nutzung eine Ökonomie von Investition, Preis und Dienstleistungszeitraum verlangt, die im Spiel implementiert sein muß. Damit der Spieler reagierend seinen Platz am vorgegebenen Ort zur vorgegebenen Zeit einzunehmen lernen kann, muß die Maschine Komplexität und Geschwindigkeit so weit absenken, daß sich statt prometheischer Scham Spielspaß einstellt. Sie muß, um zu fesseln, Verantwortlichkeit ermöglichen, also Zeitfenster so dimensionieren, daß sie (wie bereits in den *Army Mental Tests*) weder zu viel (Unterforderung und Langeweile) noch zu wenig Zeit (Überforderung und Frustration) für Antworten des Spielers lassen. Spieletester nennen dieses Maß des Gelingens einer Verschaltung von Spieler und Maschine auf einem gemeinsamen Systemtakt schlichter *playability*. Zugleich muß dieses Plateau namens Schwierigkeitsgrad so hoch angelegt sein, daß die Sättigung der Lernkurve eine ebensolche des Automatenaufstellers ermöglicht. *Computer Space* brauchte also nicht nur einen (im Sinne der Arbeitswissenschaft) 'normalen' und damit rechenbaren Schwierigkeitsgrad, sondern vor allem eine interne Gewinn- und Verlustrechnung in Form von Punkteständen, die das Spiel endlich macht.²⁸⁰

Nach ersten Überlegungen, einen eigenen Minicomputer zu bauen oder einen modifizierten *PDP-11* zu benutzen, verfiel Bushnell auf die entscheidende Lösung proprietärer, festverdrahteter Hardware aus Standardbauteilen, nämlich einen *General Electric* Schwarzweiß-Fernseher und ca. 185 gängige TTL-Chips von *Texas Instruments*. *Computer Space* war also ein Computer, der nicht(s) ander(e)s konnte als *Computer Space* zu spielen. Die 1500 von *Nutting Associates* produzierten Geräte waren jedoch so gut wie unverkäuflich,²⁸¹ und

279 Kolportiert von Slater. Dazu auch »Interview mit Nolan Bushnell, Erfinder von Pong und Atari-Gründer«, in: *Telepolis* (www.heise.de/tp/deutsch/special/game/2525/1.html)

280 Denn nach George H. Mead, dem Zeitgenossen von Neumanns, zeichnen sich Spiele ja dadurch aus, daß »there is a definite end to be obtained« (»Play, the Game, and the Generalized Other«, in: *Mind, Self, and Society*, Chicago 1934, S. 158).

281 Sheff, S. 169; von Seiten Ataris ist jedoch von 3000 verkauften Exemplaren die Rede (Stephen Peirce, »Coin-Op: The Life«, in: *Digital Illusion*, S. 449).

Bushnell zog den Schluß, daß dies an einer Überlast externer Instruktionen liege:

»You had to read the instructions before you could play, people didn't want to read instructions. To be successful, I had to come up with a game [...] so simple that any drunk in any bar could play«²⁸²

Bushnell reiht damit den Spieler als Betrunkenen in die Reihe der Gorillas (Taylor und Alan Kay), der Illiteraten (*Army Mental Tests*), der Frauen, Kriegskrüppel (Gilbreth) und dümmsten anzunehmenden Benutzer ein, die auf und durch Selbsterklärungsfähigkeit angewiesen sind. Nachdem er im Frühjahr 1972 die *Odyssey* mit ihrem Tennisspiel gesehen hatte, entstand im Sommer des gleichen Jahres mit *PONG* ein Automat, der nichts anderes tat als Tennis zu spielen, Punkte zu zählen und neuerdings auch Geräusche zu machen. Dabei war das namengebende, onomatopoetische Pop-Art-»Pong« nicht mehr als ein extrem verstärktes Knacken im vertikalen Zeilenzähler des ebenfalls auf TTL-Chips aufgebauten Gerätes. Die Beschreibung des Lernvorgangs der ersten Computerspieler im sog. öffentlichen Raum, sprich: am Prototypen in *Andy Capp's Bar* in Sunnyvale im August 1972, zeigt eindringlich, was Selbsterklärungsfähigkeit und Synchronisation bedeuten:

»One of the regulars approached the Pong game inquisitively and studied the ball bouncing silently around the screen as if in a vacuum. A friend joined him. The instructions said: 'Avoid missing ball for high score.' One of the kids inserted a quarter. There was a beep. The game had begun. They watched dumbfoundedly as the ball appeared alternately on one side of the screen and then dissappeared on the other. Each time it did the score changed. The score was tied at 3-3 when one player tried the knob controlling the paddle at his end of the screen. The score was 5-4, his favor, when his paddle made contact with the ball. There was a beautifully resonant 'pong' sound, and the ball bounced back to the other side of the screen. 6-4. At 8-4 the second player figured out how to use his paddle. They had their first brief volley just before the score was 11-5 and the game was over.«²⁸³

Das „pong«-Geräusch der Kollisionsabfrage erscheint als Belohnung für eine richtige Antwort (also für ein ver-antwortungsvolles Spiel) und seine getaktete Wiederkehr macht das Funktionieren dieses Ballspiels und damit das der Kopplung von Mensch und Maschine auf einem gemeinsamen Systemtakt (Licklider) hörbar. Von hier aus dürfte sich auch die Zeitvergessenheit von Computerspielern erklären, die Bushnell schon bei der Aufstellung des ersten Automaten bemerkt, denn der Spieler akkomodiert sich an den Rhythmus des Spiels.

»[D]er Rhythmus ist [wie Nietzsche schreibt] ein Zwang; er erzeugt eine unüberwindliche Lust, nachzugeben, mit einzustimmen; nicht nur der Schritt der Füße,

282 Zitiert nach Cohen, S. 23.

283 Cohen, S. 29. Was Bushnell und seine Biographen gemeinhin verschweigen ist, daß es noch eine zweite und entscheidende Anweisung zu lesen gab, nämlich »Deposit Quarter« (Herz, S. 14).

auch die Seele geht dem Takte nach – wahrscheinlich, so schloß man, auch die Seele der Götter!«²⁸⁴

Und eine zeitgenössische, wenngleich vielleicht etwas obskurante Quelle, bringt 1974, also genau in dem Jahr in dem die Heimversion von *PONG* erschien,²⁸⁵ dieses Einschwingen beim Tennisspiel auf den Punkt. Timothy Gallwey, ehemals Spieler in der Jugendnationalmannschaft, später Trainer des Tennis-Teams in Harvard, erfand nach Asien-Reisen zunächst sein »yoga tennis« und gründete später das »Inner Game Institute« in Kalifornien.²⁸⁶ In seinem Zen-inspirierten Tennis-Lehrbuch schreibt er:

»We have arrived at a key point: it is the constant 'thinking' activity of Self 1, the ego-mind, which causes interference with the natural doing processes of Self 2. [...] Only when the mind is still is one's peak performance reached. When a tennis player is 'on his game,' he's not thinking about how, when, or even where to hit the ball. He's not trying to hit the ball, and after the shot he doesn't think about how badly or how well he made contact. The ball seems to get hit through an automatic process which doesn't require thought. [...]

After Self 1 has evaluated several shots, he is likely to start generalizing. Instead of judging a single event as 'another bad backhand,' he starts thinking, 'You have a terrible backhand.' [...] As a result, what usually happens is that these self-judgments become self-fulfilling prophecies. That is, they are communications from Self 1 about Self 2 which, after being repeated often enough, are believed by Self 2. Then Self 2, acting like *the computer he is*, begins to live up to these expectations. If you tell yourself often enough that you are a poor server, a kind of hypnotic process takes place. It's as if Self 2 is being given a role to play — the role of bad server — and he plays it to the hilt, suppressing for the time being his true capabilities. Once the judgmental mind establishes a self-identity based on its negative judgments, the role-playing continues to hide the true potential of Self 2 until the hypnotic spell is broken.«²⁸⁷

Das zweite Selbst, das es von der Last kritischer Reflexion zu befreien gilt, um mit dem Tennisspiel eins zu werden, ist also zunächst — so merkwürdig dieser Begriff zwischen den Zitaten diverser Zen-Meister auch wirken mag — ein »computer«, der anscheinend von einem ersten Selbst programmiert wird. Angesichts dieser typisch kalifornischen Gemengelage von hippiesker Esoterik und *high-tech* (und zwei Jahre nach dem Erscheinen von *PONG* in der gleichen Gegend) bleibt natürlich — um im Bild zu verweilen — zu fragen, wie ein vom Programm befreiter Computer eigentlich funktionieren soll. Die Ant-

284 Zit. nach Friedrich Kittler, »Rockmusik – Ein Mißbrauch von Heeresgerät«, in: *Appareils et machines a représentation*, Hg. C. Grivel, Mannheim 1988 (*mana*, Bd. 8), S. 87-102, hier S. 87.

285 Die Bildschirmarbeit an *PONG* war ein so überragender Erfolg, daß ohne Verzögerung mit der Invasion von Wohn- und Kinderzimmern begonnen werden konnte, was dank der Verfügbarkeit hochintegrierter Bausteine seit 1971 leicht möglich war. Al Alcorn und Howard Lee bauten 1974 im Namen der Atari-Mitarbeiterin mit der schmalsten Taille eine Heimversion namens »Darlene« aus wenigen LSI's auf, die im Ergebnis eine Kopie des Automaten und damit — anders als die *Odyssey* — ein dediziertes Spiel war.

286 W. Timothy Gallwey, *The Inner Game of Tennis*, New York 1974.

287 Gallwey, S. 31ff. (Hervorhebung von mir).

wort liegt nicht etwa im 'Kindwerden' (Gallwey), sondern darin, sich von einer anderen Instanz als dem eigenen Bewußtsein programmieren zu lassen, nämlich einer bewußtseinslosen Maschine namens *PONG*. Die Akkomodation an den fremden Rhythmus des Spiels ist proportional dem Grad der Abkopplung des zweiten vom ersten Selbst.

Diese Akkomodation ist mit dem Erlernen der Benutzung von Drehknöpfen keinesfalls beendet, sondern muß permanent aufrecht erhalten werden, damit das Spiel nicht endet. Hervorragend im neuen *single-player*-Modus ist das Actionspiel eine permanente Akkomodationsleistung an die Maschine. Damit aber macht es aber mit dem Schluß, was der Entwicklungspsychologie eines Jean Piaget noch als Wesen des Spiels galt:

»man muß unterscheiden zwischen einer Assimilation mit aktueller Akkomodation und der reinen Assimilation, die sich frühere Akkomodationen unterordnet und die Wirklichkeit an die eigene Aktivität assimiliert ohne Anpassungsbemühung und ohne Grenze. Im übrigen scheint dieser [...] Fall charakteristisch für das Spiel.«²⁸⁸

Während das begriffliche Denken am Äquilibrium von Assimilation und Akkomodation, von Aneignung und Anpassung entsteht, ist das Spiel die Assimilation »aller Dinge an das Ich«. Und nach Musterung der damals vorliegenden Spieltheorien kommt Piaget zu dem Schluß:

»Alle vorgetragenen Kriterien zur Definition des Spiels in Abgrenzung zu der nichtspielerischen Aktivität vermögen nicht, beides deutlich zu unterscheiden, sie unterstreichen einfach das Vorhandensein einer Orientierung, deren mehr oder weniger deutliche Ausprägung einer mehr oder weniger spielerischen Tönung der Handlung entspricht. Das heißt mit anderen Worten: Das Spiel ist an einer mehr oder weniger großen Veränderung der Gleichgewichtsbeziehung zwischen der Wirklichkeitsbeziehung und dem Ich zu erkennen. Man kann also sagen: Wenn angepaßte Aktivität und Denken ein Gleichgewicht zwischen Assimilation und Akkomodation herstellen, dann *beginnt das Spiel dort, wo die Assimilation über die Akkomodation dominiert.*«²⁸⁹

»Das Spiel ist so fast reine Assimilation«²⁹⁰.

In dieser Anpassung ohne Grenze, die sich Spiel nennt, verlieren die Dinge gewissermaßen ihre Schwere: Alles kann Gegenstand des Spiels werden, und das Spiel ist das Jonglieren mit den Gegenständen, Zeichen und Bewegungen in einem Raum, in dem sich alles mit allem verbinden kann.²⁹¹ Dieser Freiheitsbegriff gilt jedoch angesichts von Computerspielen nicht mehr. Ein Actionspiel zu spielen heißt nichts anderes, als eine permanente Akkomodationsleistung zu vollziehen an deren Ende nicht mehr der symbolische Tod des

288 Jean Piaget, *Nachahmung, Spiel und Traum*, 3. Aufl. Stuttgart 1993 (*Gesammelte Werke*, Bd. 5), S. 121.

289 Piaget, S. 193 (Hervorhebung von mir).

290 Piaget, S. 117.

291 Seeßlens Deutung der Computerspiele als anarchisches Potential einer »Kinderkultur« (S. 28) und des Computers als »bestem Freund des wilden Denkens« ist eben diesem Freiheitsbegriff verpflichtet, den er — sich als Pop-Provokateur gerierend — als »Quark« abtut.

Spielers steht, der an seiner Unangepasstheit scheitert,²⁹² sondern der »Sieg« über die Maschine als Spielende und als *ibr* symbolischer Tod. Jeder Versuch der Freiheit im Piaget'schen Sinne (nämlich das Spiel aufgrund der akkomodierten Geschicklichkeit) anders zu spielen als vorgesehen, bedeutete das Aussetzen und damit das Ende des Spiels. Das wohl einleuchtendste Beispiel bietet Bill Mitchell, der es nach 19-jährigem Training als erster Mensch schaffte, alle 256 Level des eher betagten 8-bit Spielautomaten *PacMan* von 1980 zu bestehen:

»In schier endlosen Versuchsreihen beobachteten Bill Mitchell und seine Freunde die vier Monster, bis sie deren einprogrammierte Verhaltensmuster durchschaut hatten. Schließlich lernten sie sie auswendig. Mit diesem Wissen entwickelten sie ein paar aberwitzig umständliche Zugfolgen, die ihnen für Sekunden Ruhe vor den Verfolgern verschafften. [...] Für Zuschauer war das reine Magie. Ein Dutzend Weltklasespieler gebe es auf Erden, sagt Mitchell, eine einsame Liga.«²⁹³

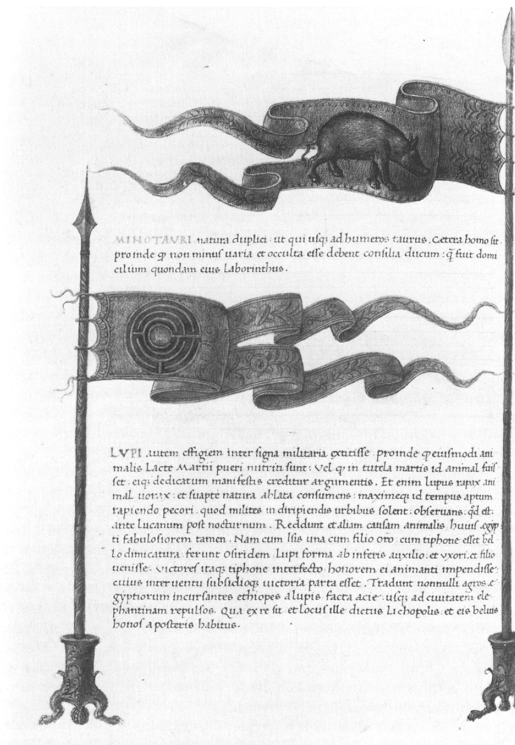
Unter den Bedingungen von Actionspielen kehrt sich Piagets Pädagogik um: Die Akkomodation heißt jetzt Spiel und die Assimilation nach dem Tod des Spiels heißt Arbeit. Mitchell verabschiedete sich mit den denkwürdigen Worten »Jetzt muß ich dieses verdammte Spiel nie wieder anrühren«, von der Spiel-Arbeit der Akkomodation und plant eine berufliche Karriere als Show-Spieler in Las Vegas — »ohne Anpassungsbemühung und ohne Grenzen«, wie Piaget wohl sagen würde.



292 Dazu ausführlich Slavoj Žižek, »Man stirbt nur zweimal«, in: *Journal*, Zürich (Psychoanalytisches Seminar) 17/1988, S. 51-60. Žižek zieht eine einleuchtende Linie von den sublimen Körpern deSades, die aus allen Folterungen unversehrt wieder auferstehen zu Computerspielen.

293 Manfred Dworschak, »Gefräßige Scheibe«, in: *Der Spiegel*, 29/1999, S. 181.

II. Adventure



1. Höhlen

1838, also genau 130 Jahre bevor *ARPA* bei Bolt, Beranek & Newman die Entwicklung der ersten vier *Internet Message Processors (IMP's)* in Auftrag gab, die Frank Heart, Robert Kahn, Severo Ornstein, William Crowther und David Walden 1970 präsentierten,¹ tätigte Frank Gorin einen für die Geschichte der Adventurespiele folgenreichen Grundstückskauf. Er erwarb die sogenannte *Mammoth Cave*, die mit über 350 Meilen größte Höhle der Welt im Karst von Kentucky.² 1799 von einem Jäger zufällig entdeckt, hatte sie dem Militär Guano für Schießpulver geliefert und zugleich als Munitionslager gedient, um danach zur Touristenattraktion aufzusteigen. Ebenfalls Frank Gorin gehörte der Sklave Stephen Bishop, und es ist wohl der tuberkuloseinduzierten Philanthropie seines Herrn geschuldet, daß Bishop nicht nur in Latein und Griechisch, sondern auch in Speläologie dilettieren konnte. Jedenfalls erforschte Bishop die Höhlen seines bettlägerigen Herrn und verdoppelte das kartographierte Territorium schon innerhalb eines Jahres. Das unterirdische Dunkel durch Benennung lichtend, entstand nicht nur eine (halb klassische, halb folkloristische) Topologie mit Raumbezeichnungen wie *River Styx*, *Snowball Room*, *Little Bat Avenue* oder *Giant Dome*, sondern auch ein Inventar von Merkwürdigkeiten wie blinden Fischen, stummen Grillen, Fledermäusen und indianischen Artefakten. Bishop starb 1856, doch seine 1842 aus dem Gedächtnis gezeichnete Karte blieb bis in die 1880er Jahre in Gebrauch und wurde noch im 20. Jahrhundert von seinem Großneffen Ed Bishop um *Violet City* und *Bishop's Pit* aktualisiert.

John Croghan, der nächstfolgende Besitzer, baute die Höhlen zum touristischen Ausflugsziel aus. Die Nachbarorte ruhten nicht, und die Eröffnung der *Great Onyx Cave* im nahegelegenen Hochins Valley führte in den 20ern zu den *Kentucky Cave Wars*. Falsche Polizisten, dilettantische Führer und brennende Ticket-Services bestimmten die Lage, so daß die Höhlen 1941 für die Öffentlichkeit geschlossen wurden. Nach dem Krieg wurden sie mit einiger Verspätung als Nationalpark wiedereröffnet, und zahlreiche Höhlenforscher suchten nach einer Verbindung zwischen *Flint Ridge* und *Mammoth Cave*. Der Durchbruch gelang 1972 einer jungen Physikerin namens Patricia Crowther, die — ausgehend von einem Raum namens *Tight Spot* — jene entscheidende

- 1 »The Interface Message Processor of the *ARPA* Computer Network«, Paper für die *Spring Joint Computer Conference of the American Federation of Information Processing Societies*. 1969 wurden dann *SRI*, *UCSB*, *UCLA* und *UTAH* im *ARPANET* verbunden.
- 2 Zum Folgenden ausführlich: Alexander Clark Bullitt, *Rambles in Mammoth Cave During the Year 1844 by a Visitor(!)*, New York (Reprint) 1973; Roger W. Brucker / Richard A. Watson, *The Longest Cave*, New York 1976; Duane De Païpe, *Gunpowder from Mammoth Cave. The Saga of Saltpetre Mining Before and During the War of 1812*, Hays, Kansas 1985; Joy Medley Lyons, *Mammoth Cave. The Story Behind the Scenery*, Las Vegas 1991; www.mammothcave.com; www.nps.gov/macac/macahome.htm; www.nps.gov/macac/slh.pdf.

»muddy passage« auf der Karte verzeichnen konnte, durch die man zur *Mammoth Cave* gelangt.

Patricia war nun die Frau von William Crowther, der seine militärisch-wissenschaftlichen Routing-Probleme bei *Bolt, Beranek & Newman* ab und zu ruhen ließ, um die speläologischen seiner Gattin auf den dortigen Dienstrechnern zu erfassen und zur Weitergabe an die *Cave Research Foundation* aufzubereiten.³ Und seiner Scheidung ist es zu danken, daß Crowther (bei geselligen Rollenspielen als »Willie the Thief« bekannt) nicht nur die ausbleibenden Höhlen-Ausflüge auf seinem Rechner zu simulieren suchte, sondern ab 1973 diese auch in einer kinder- und laienfreundlichen Form implementierte.⁴ Die erste Version — auch unter dem Namen *Colossal Cave* bekannt — basierte, in schönem Angedenken an die Lieblingsregion des Pärchens, auf einem vier Ebenen tiefen Modell der *Bedquilt Cave* und übernahm folgerichtig auch Raumbezeichnungen wie *Orange River Rock Room* aus der realen Höhlensituation. Diese — aus *FORTRAN*-Beschränkungen treffendwerweise »ADVENT« genannte — rudimentäre Version kursierte im jungen Netz und fand ihren kurzen Weg zu Don Woods vom *Stanford Artificial Intelligence Lab* (*SAIL*). Nachdem Crowther 1976 zu *XEROX PARC* gewechselt war, erweiterten er und Woods die Karte des Programms, überzogen sie mit Ortsbeschreibungen in Tolkien'schem Ambiente und setzten dem Herumlaufen ein Ende: In Form von aufzufindenden Schätzen und Objekten gab es nun eine Geschichte mit einem Ende namens maximale Punktzahl. Jim Gillogly von der *RAND Corporation* portierte im gleichen Jahr den Code auf *C* für *UNIX* und später auf *IBM-PCs*. Die Semantisierung eines kartographischen Settings und seine Anreicherung durch Gegenstände und Rätsel war für Spieler des papierbasierten *Dragons and Dungeons* nichts ungewöhnliches.⁵ Erstaunlich ist jedoch, wie nachdrücklich sich die vom Realen abgenommene Topologie die-

3 Dazu gehörte beispielsweise auch ein Programm, das die über Tastatur eingegebenen Notationsdaten als Karte auf einem Plotter ausgeben konnte (beispielsweise — in Vergessenheit des antiken *bivium* — »Y2« für einen Scheideweg mit Haupt- und Nebenausgang). Zum folgenden vgl.: *A History of Adventure* (people.delphi.com/rickadams/adventure/a_history.html); Tracy Kidder, *Die Seele einer neuen Maschine. Vom Entstehen eines Computers*, Reinbek 1984, S. 88-93; Levy 1984, S. 281-302; Hafner / Lyon, S. 205ff.

4 »the caving had stopped, [...] so I decided I would fool around and write a program that was a re-creation in fantasy of my caving, and also would be a game for the kids [...]. My idea was that it would be a computer game that would not be intimidating to non-computer people« (Crowther zit. nach *A history of Adventure*).

5 Vor Spielbeginn werden von einem der Spieler Monster, Schätze und Rätsel verteilt, und die übrigen müssen (mit verschiedenen Kompetenzen ausgestattet) ihren Weg durch diese Hindernisse finden. Nach Mitteilung von Bernie Cosell (einem ehemaligen Kollegen von Crowther bei *BBN*) ist diese Spielerfahrung nicht zu unterschätzen: »getting the eight of us [die Mitspieler] together at the same time and in the same place with nothing else to do for four hours or so was a nontrivial problem. So Will had the astounding idea that he could cobble up a computer-mediated version of the game.«

ses ersten *Adventure* ins Raumgedächtnis seiner Spieler einschrieb, die sich bei einem Besuch der *Mammoth Cave* sofort und ohne Karte darin zurechtfinden:

»On a survey trip to Bedquilt, a member of my party mentioned she would one day like to go on trip to Colossal Cave, where she understood the game ADVENTURE was set. No, I said, the game is based on Bedquilt Cave and we are going there now. Excitement! Throughout the cave, she kept up a constant narrative, based on her encyclopedic knowledge of the game. In the Complex Room (renamed Swiss Cheese Room in Advent) she scrambled off in a direction I had never been. 'I just had to see Witt's End,' she said upon returning. 'It was exactly as I expected.' When we finished with our work, I let her lead out, which she did flawlessly, again because she had memorized every move in the game. Believe me, the cave is a real maze, and this was an impressive accomplishment for a first-time visitor'.⁶

Die Orientierungsleistung, die das Modell *ADVENT* abfordert, erweist in Anwesenheit des Modellierten als gelungene Programmierung seiner Spieler. Kurt Lewins topologische Psychologie, die ja zu der Einsicht führte, daß wir in Räumen immer schon auf bestimmten Wegen laufen, ohne uns diese Wege eigentlich klarzumachen und ohne sie selber im strengen Sinne gebahnt zu haben bekommt hier einen ganz neuen Sinn. Wenn Derrida davon spricht, daß die Architektur als eine »Schrift des Raumes« das Ich »instruiert«, dann gebührt diese Leistung hier einer nicht metaphorisch, sondern ganz wörtlich zu verstehenden Schrift eines Textadventures.⁷ Das wiederholte Tippen von Befehlen wie LEFT, RIGHT oder UP als Kommandos an einen Avatar im symbolischen Spielraum hält im Realen zurück als Kommando an den eigenen Körper. Der Gang des Spielers durch die Höhle ist kein Heideggersches »Bewecken« mehr, das den Raum erst erschließt, sondern tatsächlich nur noch »Bewegen« in einem déjà-vu vorhandener Trassen in bereits gebahnten Räumen.

*

Jenseits von realweltlichen Höhlen, Fantasyliteratur, Rollenspielen und unglücklichen Ehen trug jedoch ein technisches Problem entscheidend zur Emergenz von Adventurespielen bei. Crowther gehörte nämlich (mit Bernie Cosell und David Walden) zum Programmiererteam der *IMP*-Gruppe, die sich aus echtzeiterfahrenen Ingenieuren des *Lincoln Lab* rekrutierte und deren wesentliche Aufgabe es war, die Routing-Probleme jenes Proto-Internet namens *ARPANET* zu lösen.⁸ Das erste (und bekannteste) Problem, das sich für Crowther auftat, resultierte aus den *ARPA*-Spezifikationen, die ein dynamisches Routing verlangten: fällt eine Verbindung zwischen zwei Punkten des Netzes aus, so muß der Datenfluß über eine (möglichst geringe) Zahl anderer Knoten zum Ziel finden. Die Nachricht mußte folglich in *packets* zerlegt werden, die jeweils nur eine Absender- und eine Empfängeradresse, nicht aber eine Wegbeschreibung bei sich führen, und der Rest blieb der postalischen In-

6 Mitteilung von Melburn R. Park vom Department für Neurobiologie der Universität Tennessee.

7 Jacques Derrida: »Point de la folie – maintenant l'architecture«, in: *Psyché. Invention de l'autre*, Paris 1987.

8 Dazu ausführlich Hafner / Lyon, S. 83-136.

telligenz eines Systems überlassen. Das zweite Problem (das mit der Adresslosigkeit von Post selbst zu tun hat) nannte sich Transparenz und meinte die Verbergung der gesamten Subnet- und Routing-Entscheidungen vor dem Benutzer. Bei einer Verbindung von der *UCLA* nach Utah sollte auch nur Utah erscheinen und nicht etwa der Weg dorthin. Transparenz bestand also gerade nicht in der Sichtbarmachung von Wegen, sondern in ihrem Verschwinden. Die Transparenz des Netzes besteht genau darin, daß Verwaltungsentscheidungen nicht mehr nachvollzogen werden können.⁹

Crowther löste beide Aufgaben in Hacker-Manier durch Maschinensprache-Programme von brillanter Kürze. Augenzeugen berichten, daß ein Flußdiagramm über seinem Schreibtisch genügte, um fließend Lochstreifen für den marineerprobten *Honeywell DDP-516* zu erzeugen. Die zentrale Routine für das *packet-switching* war beispielsweise mit 150 Instruktionen um den Faktor zehn schneller als die 1500 Instruktionen, von denen die *ARPA*-Spezifikationen ausgegangen waren.¹⁰ Und das Problem alternativer *nodes* löste Crowther durch laufend aktualisierte Routing-Tabellen, die Verstopfungen und Zusammenbrüche verzeichneten und auf deren Grundlage Wegentscheidungen getroffen werden konnten.

*

Aus dieser Ausgangskonfiguration des ersten Adventurespiels lassen sich mindestens drei Schlüsse ziehen. *Erstens* basieren Adventurespiele auf *Karten* oder genauer: auf Orten und Wegzusammenhängen. Diese Orte können »Räume« einer Höhle sein oder *nodes* eines Netzes, wobei die Wege zwischen ihnen auf eine je spezifische Weise unsichtbar werden. *Zweitens* sind Adventurespiele Geschichten in jenem basalen Sinn, daß sie einen Anfang, eine Mitte und ein Ende haben. Diese können mehrere postalische Adressen sein oder Auszug, Tat und Heimkehr eines Helden oder auch Start-, Verzweigungs- und Haltepunkte eines Programms, wobei immer nur Punkte, nicht aber Wege adressierbar sind. *Drittens* sind Adventures *Serien von Entscheidungen*, die auf Orte der Karte verteilt sind. Dies können Rauten in einem Flußdiagramm sein, Knoten in einem Netzwerk oder 'Scheidewege' eines Helden.

Die drei entscheidenden Leistungen des Spielers, nämlich kartographieren, entscheiden und zu einem Ziel namens Konvergenz von topographischem und zugleich erzählerischem Endpunkt zu gelangen (zu einem Ende der Geschichte, in deren Verlauf eine vollständige Karte entstanden ist), werden ermöglicht durch eine Semantisierung von entscheidungsrelevanten Variablen und Routinen zu Orten, Gegenständen und Verfahren, die man als (Spiel-)Welterzeugung bezeichnen kann. Kurz gesagt: Um ein abstraktes Postsystem wird eine Welt modelliert, in der der Spieler die transportierte Post ist, und in

9 Zur Transparenz auch Sherry Turkle, *The Second Self. Computers And the Human Spirit*, New York 1984.

10 Dave Walden: »Most of the rest of us made our livings handling the details resulting from Will's use of his brain« (zit. nach Hafner / Lyon, S. 129).

dem einerseits die Intelligenz aus dem System abgezogen wurde, um ihm eine Spielaufgabe zu geben, dafür aber andererseits eine Erzählung oder Plotstruktur als (rätselhaftes) Leitsystem eingefügt wurde. Jedes Adventurespiel ist daher der Entwurf der Welt als einer spielbaren, d.h. einer vollständig kartographierbaren, einer vollständig intelligiblen und damit auch einer vollständig notwendigen Welt. Die folgenden Abschnitte haben daher weniger den Charakter einer historischen Herleitung (wie bei den Action-Spielen), sondern versuchen vielmehr, den Zusammenhang von Topographie, Erzählung und Weltmodellierung, von Netz und Adventure von mehreren Seiten zu umkreisen.

2. Der Aufbau der künstlichen Welt

Crowthers und Woods *Adventure*, das in zahllose (Programmier-)Sprachen übersetzt und auf nahezu alle Computersysteme portiert wurde,¹¹ beginnt für seinen Spieler mit den berühmten Sätzen:

You are standing at the end of a road before a small brick building. Around you is a forest. A small stream flows out of the building and down a gully.
?

Zugleich (und auf Computerseite) beginnt es mit ganz anderen Sätzen, nämlich jenen unsichtbaren Instruktionen, die die Möglichkeitsbedingung der Spieler-Instruktion darstellen. Diese eignen sich allerdings weniger dazu, (vor-)gelesen,¹² als vielmehr dazu, von Compilern übersetzt zu werden. Was hier noch symbolisch aufgeschrieben ist, macht — in Anlehnung an Wolfgang Hagens »Library of Modern Sources«¹³ — noch kein Spiel, solange es nicht übersetzt wird in Maschinensprache und damit in die Physikalität von Hardwarezuständen. Die Grundlage des Spiel(en)s heißt auch: einen Text erklängen zu lassen, ihn in Laufzeitaktionen zu überführen, die ihrerseits nicht mehr in den Ursprungstext zurückführbar sind. Wenn Adventurespiele bis heute unter eine Literatur namens »Interactive Fiction« subsumiert werden, dann unterschlägt diese Definition einen unsichtbar gewordenen Text namens Programmcode, der die Möglichkeitsbedingung des 'literarischen' Weltentwurfs ist. Wo das Eintauchen einer *madeleine* in Lindenblütentee stillschweigend und lebensweltlich voraussetzen kann, daß es nicht nur *madeleines* und Tee gibt, sondern auch Hände, die Gebäck greifen können, Tassen, in die man Tee gießen kann, daß Tee flüssig und *madeleines* kompatibel mit Tassendurchmessern sind, da bedürfen Adventurespiele erst einer ontologischen Klärung dessen, was der Fall ist. »Interactive Fiction« muß also gerade umgekehrt gelesen

11 Unter anderem auch — wie ein Disassembler zeigt — 1994 von Jason C. Penney (»In memoriam Stephen Bishop«) in *Z-code*, Version 6.

12 Sybille Krämer, »Geist ohne Bewußtsein? Über einen Wandel in den Theorien vom Geist«, in: *Geist – Gehirn – künstliche Intelligenz. Zeitgenössische Modelle des Denkens*, Hg. S. Krämer, Berlin / New York 1994, S. 71–87.

13 Wolfgang Hagen, *Der Stil der Sourcen* (www.is-bremen.de/~hagen)

werden: als Fiktion der Interaktivität, zu der es des programmiertechnischen Entwurfs eines Weltzusammenhangs bedarf, der mit der Lebenswelt des Spielers hinreichend kompatibel ist, und auf dessen Basis dann die »gegenständliche Schicht des literarischen Werkes« (Roman Ingarden) erst aufsetzen kann.¹⁴

Das Sein, ...

Folgerichtig beginnt *Adventure* in der ursprünglichen *FORTRAN*-Fassung mit den Zeilen:

```
DIMENSION LINES(9650)
DIMENSION TRAVEL(750)
DIMENSION KTAB(300),ATAB(300)
DIMENSION LTEXT(150),STEXT(150),KEY(150),COND(150),ABB(150),
1   ATLOC(150)
DIMENSION PLAC(100),PLACE(100),FIXD(100),FIXED(100),LINK(200),
1   PTEXT(100),PROP(100)
DIMENSION ACTSPK(35)
DIMENSION RTEXT(205)
DIMENSION CTEXT(12),CVAL(12)
DIMENSION HINTLC(20),HINTED(20),HINTS(20,4)
DIMENSION MTEXT(35)
```

die ein späterer Marginalist kommentiert:

```
C  CURRENT LIMITS:
C  9650 WORDS OF MESSAGE TEXT (LINES, LINSIZ).
C  750 TRAVEL OPTIONS (TRAVEL, TRVSIZ).
C  300 VOCABULARY WORDS (KTAB, ATAB, TABSIZ).
C  150 LOCATIONS (LTEXT, STEXT, KEY, COND, ABB, ATLOC, LOCSIZ).
C  100 OBJECTS (PLAC, PLACE, FIXD, FIXED, LINK (TWICE), PTEXT, PROP).
C  35 "ACTION" VERBS (ACTSPK, VRBSIZ).
C  205 RANDOM MESSAGES (RTEXT, RTXISZ).
C  12 DIFFERENT PLAYER CLASSIFICATIONS (CTEXT, CVAL, CLSMAX).
C  20 HINTS, LESS 3 (HINTLC, HINTED, HINTS, HNTSIZ).
C  35 MAGIC MESSAGES (MTEXT, MAGSIZ).
```

Es handelt sich also — wie der Befehl so treffend sagt — um die DIMENSIONIERUNG der Variablen einer Welt, die durch (jeweils maximal) 9650 Wörter beschreibbar ist, 150 unterscheidbare Orte hat, in der 100 Objekte vorkommen, in der 35 bestimmte Handlungen möglich sind oder in der eine Sprache gesprochen wird, die aus 300 Wörtern besteht. Die Belegung dieser Variablen erfolgt durch das Auslesen einer externen Datenbank, so etwa die Beschreibungen:

```
1  YOU ARE STANDING AT THE END OF A ROAD BEFORE A SMALL BRICK BUILDING.
1  AROUND YOU IS A FOREST. A SMALL STREAM FLOWS OUT OF THE BUILDING AND
1  DOWN A GULLY.
```

Und erst wenn alle Variablen belegt sind, beginnt das Spiel mit der Ausgabe des ersten (Daten-)Satzes (vom Typ LTEXT), und das Programm verwaltet fortan nur noch, was zu bestimmten Zeiten an bestimmten Orten mit bestimmten Objekten unter welchen Vorbedingungen möglich ist. Adventurespiele — so könnte man vorgreifend sagen — bestehen also aus *records* oder Datensätzen

14 Roman Ingarden, *Vom Erkennen des literarischen Kunstwerks*, Tübingen 1968.

und deren Verwaltungsrichtlinien, nach denen der Spielverlauf prozessiert (wird).

An einem berühmten und exzellent dokumentierten Nachkommen von *Adventure* namens *ZORK* (1977f.),¹⁵ das als erstes kommerzielles Spiel erschien,¹⁶ sei etwas detaillierter dokumentiert, was geschieht, wenn beim Neustart Arrays dimensioniert, Parameter gesetzt und Strings eingelesen werden, wenn — kurz gesagt — Adventurespiele ‘welten’.

Grundlage für *ZORK* ist die (um 1970 entwickelte) Sprache *MUDDLE* (später *MDL*), ein *LISP*-Nachfolger, der vor allem am *MIT*, und dort hauptsächlich von der *Dynamic Modelling Group* des *Project MAC*, benutzt wurde.¹⁷ Von der *Dynamic Modelling Group* ging auch kurz vor *ZORK* ein Spiel namens *Maze* aus, das im *ARPANET* weite Verbreitung fand und in dem mehrere vernetzte Benutzer sich durch ein graphisch dargestelltes Labyrinth bewegen, um (*Doom* vorwegnehmend) einander abzuschießen. *Maze* war, wie Tim Anderson sich erinnert, »actually a legitimate *test of a database system* the group used for a research project.«¹⁸ In *MDL* wurde um 1977 die erste *ZORK*-Version (ebenso wie *Adventure* auf einem *PDP-10*) implementiert. Aufgrund der Speicherbeschränkungen wurden diverse Features von *MDL*, die für die Programmierung von Adventures nicht nötig waren, entfernt. Der modifizierte Befehlsvorrat nannte sich *ZIL* (*Zork Implementation Language*) und verlangte immer noch nach einer (nicht kompletten aber doch recht umfangreichen) *MDL*-Umgebung. Die Lösung lag in einer virtuellen Maschine (*ZIP: Z-machine Interpreter Program*), die nur eines tat, nämlich sogenannten *Z-code* zu verarbeiten, in dem Adventurewelten extrem kompakt beschrieben werden können. Zum Spielen selbst sind also nur noch jeweils hardwareabhängige Runtime-Interpreter oder Compiler nötig, so daß *Z* bis heute als *Lingua Franca* zur Programmierung von Textadventures gilt.¹⁹

15 Dazu David Lebling / Marc S. Blank / Timothy A. Anderson, »Zork: A Computerized Fantasy Simulation Game«, in: *IEEE Computer*, 4/1979, S. 51-59; Tim Anderson / Stu Galley, »The History of Zork«, in: *The New York Times*, 1-3/1985 (ftp.gmd.de/if-archive).

16 1980 für *Apple II* und *TRS-80*, zwischen 1982-85 für *Atari 400/800*, *CP/M*, *IBM PC*, *TRS-80 Model III*, *NEC APC*, *DEC Rainbow*, *Commodore 64*, *TI Professional*, *DECmate*, *Tandy-2000*, *Kaypro II*, *Osborne 1*, *MS-DOS*, *TI 99/4a*, *Apple Macintosh*, *Epson QX-10*, *Apricot*, *Atari ST* und *Amiga*.

17 Stuart W. Galley / Greg Pfister, *MDL Primer and Manual*, MIT Laboratory for Computer Science 1977; P. David Lebling, *The MDL Programming Environment*, MIT Laboratory for Computer Science, 1979.

18 Lebling / Blank / Anderson (Hervorhebung von mir).

19 Zum Folgenden vgl: Graham Nelson, *Inform 6.15. Technical Manual*, rev. 22.3.1998 (www.gnelson.demon.co.uk/TechMan.txt); ders., *The Z-Machine Standards Document*, Version 1.0, rev. 30.9.1997 (www.gnelson.demon.co.uk); David Lebling, »Zork and the Future of Computerized Fantasy Simulations«, in: *Byte*, 12/1980, S. 172-182; Marc S. Blank / Stuart W. Galley, »How to Fit a Large Program Into a Small Machine«, in: *Creative Computing*, 7/1980, S. 80-87.

Um die folgenden Ausführungen ein wenig klarer werden zu lassen — und da Textadventures eine besondere Art von Papierspielen sind, in denen die 'res gestas' mit ihrer 'historia rerum gestarum' in eins fallen — sei hier der Anfang von *ZORK* in einiger Ausführlichkeit wiedergegeben, wie er erscheint, wenn man den Ausgabekanal von Bildschirm auf Drucker umschaltet:

Zork: The Great Underground Empire part 1, release 1

(c) Copyright 1980 Infocom, Inc. All rights reserved. Zork is a trademark of Infocom, Inc.

West of House

You are standing in an open field west of a white house, with a boarded front door. A rubber mat saying 'Welcome to Zork!' lies by the door.

There is a small mailbox here.

>OPEN THE SMALL MAILBOX

Opening the mailbox reveals a leaflet.

>READ THE LEAFLET

Welcome to Zork: The Great Underground Empire

Zork: The Great Underground Empire is a game of adventure, danger, and low cunning. In it you will explore some of the most amazing territory ever seen by mortals.

No computer should be without one!

The original ZORK was created by Tim Anderson, Marc Blank, Bruce Daniels, and Dave Lebling. It was inspired by the ADVENTURE game of Crowther and Woods. This version was created by Marc Blank, Dave Lebling, Joel Berez, and Scott Cutler.

>WALK AROUND THE HOUSE

North of House

You are facing the north side of a white house. There is no door here, and all the windows are boarded up. To the north a narrow path winds through the trees.

>AGAIN

Behind House

You are behind the white house. A path leads into the forest to the east. In one corner of the house there is a small window which is slightly ajar.

>LOOK IN THE WINDOW

You can see what appears to be a kitchen.

>GO IN

The kitchen window is closed.

>OPEN IT

With great effort, you open the window far enough to allow entry.

>GO IN

Kitchen

You are in the kitchen of the white house. A table seems to have been used recently for the preparation of food. A passage leads to the west and a dark staircase can be seen leading upward. A dark chimney leads down and to the east is a small window which is open.

On the table is an elongated brown sack, smelling of hot peppers. A bottle is sitting on the table.

The glass bottle contains:

A quantity of water

>PICK UP

pick up what?

>ALL BUT THE SACK

kitchen table: An interesting idea...

glass bottle: Taken.

quantity of water: I can't reach that.

>GO WEST

Living Room

You are in the living room. There is a door to the east, a wooden door with strange gothic lettering to the west, which appears to be nailed shut, and a large oriental rug in the center of the room.

There is a trophy case here. A battery-powered brass lantern is on the trophy case. Above the trophy case hangs an elvish sword of great antiquity.

An diesem (nahezu optimalen) Spielverlauf ist ersichtlich, was seine Programmierer unter »mimic omniscience« verstehen:

»By this we mean that the game should simulate the real world sufficiently well so that the player is able to spend most of his time solving the problems rather than solving the program.«

Damit das Spiel spielbar ist, muß das Programm also in den Hintergrund treten. Der spezifische Turing-Test des Textadventures besteht in der Imitation von Verstehen (wie in *ELIZA* schon 1966 erprobt²⁰) und in der Simulation einer konsistenten Welt, die in entscheidenden Parametern der Lebenswelt gleicht. Briefkästen können sich öffnen, Fensterscheiben sind durchsichtig, Flaschen enthalten Wasser. Was zur systematischen Behandlung solchen Erfahrungswissens programmtechnisch nötig ist, ist also ein 'reverse engineering' aristotelischer Kategorienlehre, heißt es doch dort (Kapitel 4, 1b25-2a3):

»Von den Dingen, die ohne Verbindung ausgesagt werden, bezeichnet jedes eine Substanz oder eine Quantität oder eine Qualität oder ein Relativum oder einen Ort oder eine Stelle in der Zeit oder eine Lage oder das Haben von etwas oder ein Tun oder Erleiden. Substanz ist — um eine ungefähre Vorstellung zu vermitteln — so etwas wie Mensch, Pferd; Quantität so etwas wie zwei Ellen lang, drei Ellen lang; Qualität so etwas wie weiß, schriftkundig; ein Relativum so etwas wie dop-

20 Joseph Weizenbaums *ELIZA* hatte bekanntlich einen Psychotherapeuten im 'Rahmen' einer sog. Rogertherapie imitiert und damit Turings Vorschlag des Geschlechterspiels zur Softwarewirklichkeit werden lassen (Joseph Weizenbaum, »ELIZA – A Computer Program for the Study of natural Language Communication between Man and Machine«, in: *Communications of the ACM*, 26/1983, S. 23-28 (erstmalig 1966). Dazu auch Rheingold, Kapitel 8; www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html.

In den 80er Jahren findet sich übrigens unter den unrealisierten Plänen des zweifellos berühmtesten Teams von Adventure-Programmierern der Entwurf eines Psychoanalytischen Adventures: »PSYCHOANALYSIS Even the highly publicized Racter can't parse English as well as we can. This game would involve exploring a character's mind (obviously an interesting character: most likely a terrorist) to find the key to converting/curing him. Could be done in straight interactive form, where you are always conversing with him, or as a more conventional adventure [...] where you can literally explore his mind via some clever SF gimmick.« (CD-ROM *Masterpieces of Infocom/Very Lost Treasures of Infocom/ABORTED*).

pelt, halb oder größer; ein Ort so etwas wie im Lyzeum, auf dem Marktplatz; eine Stelle in der Zeit so etwas wie gestern oder letztes Jahr, eine Lage so etwas wie liegt, sitzt; ein Haben so etwas wie hat Schuhe an, ist bewaffnet; ein Tun so etwas wie schneiden, brennen; ein Erleiden so etwas wie geschnitten werden, gebrannt werden.«

Wo Aristoteles sich zunächst nur gegen die Mehrdeutigkeit des Prädikats »sein« in der platonischen Ontologie wendet und versucht, *verschiedene* Weisen der Prädikation zu unterscheiden, erscheint später die Hoffnung, zehn Kategorien könnten ausreichen, um *alle* verschiedenen Funktionen von »ist« zu erfassen.²¹ Die Problemorientierung auf Vollständigkeitsbeweise verfehlt jedoch die Kategorienlehre von Computerspielen völlig. Bei ihren Kategorien geht es nicht um die vollständige Klassifizierung eines mannigfaltig Vorhandenen, sondern um die Möglichkeitsbedingung alles Seienden in der künstlichen Welt selbst.²² Vielmehr ergibt sich eine Nähe zu Kants Kategorientafel der »reinen Verstandesbegriffe«: denn wie der Verstand nur durch sie ein Objekt denken kann, so kann im Programm nur durch sie ein Objekt überhaupt sein.²³

Nachdem die Welt also dimensioniert ist, die Objekte denkbar sind, halten die Dinge Einzug, derer es in *ZORK 211* (von 255 möglichen) gibt. Als »objects« haben sie alle (Held und Feinde, Waffen und Schätze, Briefkästen und Fensterscheiben) den gleichen Status, weshalb in der gott- oder programmiererdurchwalteten Welt auch alles mit allem verwandt ist.²⁴ Die künstliche Welt ist durch einen gewissermaßen familiären Adreßraum alles Seienden vollständig kohärent. »West of House« ist im Beispiel das elterliche Objekt (»parent«) von »you«, »small mailbox« und »door«, die allesamt Geschwister (»siblings«) sind, und »leaflet« ist das Kind (»child«) des Briefkastens. Diese Pointer-Struktur bedeutet gewissermaßen die Abschaffung 'transzendentaler Obdachlosigkeit', denn logischerweise kann nichts nirgendwo sein. Als hierarchisches Inventar (oder »Liste«, die *LISP* ja im Akronym mitführt) aufgeschrieben liest sich dies:

```
[ 41] ""
    . [ 68] "West of House"
    . . [ 21] "you"
    . . [239] "small mailbox"
```

21 Ernst Kapp, »Die Kategorienlehre in der aristotelischen Topik«, in: *Ausgewählte Schriften*, Berlin 1968, S. 215-253; Günther Patzig, »Bemerkungen zu den Kategorien des Aristoteles«, in: *Einheit und Vielheit, Festschrift für C.F. v. Weizsäcker*, Hg. E. Scheibe / G. Süssmann, Göttingen 1973, S. 60-76.

22 Wobei Systemtheoretiker an dem Begriff der »Welt« in Bezug auf Computerspiele gewiß einiges auszusetzen hätten.

23 Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, Hg. R. Schmidt, 3. Aufl. Hamburg 1990, S. 115-125.

24 Die unter Adventure-Programmierern übliche Rede von »objects« sollte nicht mit einer (gleichzeitig entstehenden) objektorientierten Programmierung verwechselt werden (vgl. Kapitel III, S. 236). »Objects« meint hier lediglich Datensätze einer relationalen Datenbank.

```
. . . [ 80] "leaflet"  
. . [127] "door"
```

wobei [41] ein programmiertechnisches Dummy ist, das nirgends sichtbar aber zugleich überall ist, weil es die logische Ermöglichung aller anderen Objekte ist, die auf der hierarchischen Stufe von beispielsweise Objekt [68] liegen. Mit Lacan könnte man sagen, daß jedes Objekt das ist, was die Leere seiner eigenen Stelle ausfüllt, eine Stelle, die dem ausfüllenden Objekt vorangeht. »Objet petit a« hieße hier also [41], oder auch 256tes Objekt, und wäre jene Lücke (konkreter: der leere String » «) aus der das Symbolische entspringt.

Jedes Objekt hat nun Attribute (»attributes«) und Eigenschaften (»properties«). Erstere sind simple *flags*, die nur gesetzt oder ungesetzt sein können. Eine aristotelische Qualität wie »brennbar« bedeutet also nur, daß unter den 32 Statusbits, die Z pro Objekt verwaltet, eines für Brennbarkeit (»burnability«) steht und gesetzt ist. Dabei ist noch zu unterscheiden zwischen permanenten Attributen wie etwa »room« (das bei »West of House« gesetzt ist, was ja — ebenfalls im aristotelischen Sinne — immer ein »Ort« bleiben wird) und temporären Attributen wie einem offenen oder geschlossenen Fenster (was strukturell globalen und lokalen Variablen ähnelt). Die zitierte Flasche beispielsweise hat ein »container«-bit, ein bit für offen und geschlossen, aber auch »West of house« hat ein »container«-bit, damit es als »Ort« den Spieler, den Briefkasten und die Tür versammeln kann.²⁵ Und es wäre sicherlich ein interessantes Unterfangen, die Objekte nach ihren Attributen und Eigenschaften zu sortieren und eine andere 'Ordnung der Dinge' zu entdecken.²⁶

Anders als Attribute haben Eigenschaften numerische Werte, die beispielsweise auch Adressen von Strings sein können. Zu den Eigenschaften gehören die Namen der Objekte, ihre Größe oder ihr Gewicht, aber auch die Adressen von speziellen Routinen oder ihre Punktzahl bei erfolgreicher Benutzung. Ein Briefkasten ist also:

```
239. Attributes: 30, 34  
Parent object: 68 Sibling object: 127 Child object: 80  
Property address: 2b53  
Description: "small mailbox"  
Properties:  
[49] 00 0a  
[46] 54 bf 4a c3  
[45] 3e c1  
[44] 5b 1c
```

25 Übrigens ist die Oberfläche eine besondere Weise der Beinhaltung: ein Objekt auf ein anderes stellen zu können setzt ein »container«-bit voraus und die Eigenschaft der »surfacedness«.

26 Wobei Objekte wie [41] — aristotelisch ausgedrückt — vielleicht die Rolle der *substantia* hätten. Vgl. auch: »Indem die spielerische Bemalung oder Beschriftung einer leeren Tafel [alias Objekt 41] in der Welt der Computer weiterlebt, beerbt das 20. Jahrhundert die theoretische Essenz der Kunstkammer« (Horst Bredekamp, *Antikenglauben und Maschinensehnsucht*, Berlin 1993, S. 101).

Daß die Welt des Spiels notwendigerweise eine relationale Datenbank ist, hat — schon aus Gründen der Endlichkeit von Speichern — zur Folge, daß das, was keinen Datensatz hat, auch nicht existiert. Diese schlichte Einsicht ist jedoch entscheidend für den Zusammenhang von Literatur und Spiel. Was nämlich in den Strings der Raumbeschreibungen als Literatur steht, muß noch lange nicht in der Datenbank, auf die das Spiel aufsetzt, auch vorhanden sein. »To the north a narrow path winds through the trees«: der Weg ist gangbar, doch die Bäume lassen sich nicht fällen, weil sie keine Objekte sind und folglich nicht zur Disposition stehen. Die spielbare Welt des Adventures ist, um einen bekannten Satz Adornos aufzunehmen, nicht an sich, sondern immer schon für uns. Was zur Welt der Zwischentexte gehört und nur halluzinierbar ist, nennt sich Literatur, was zur Welt der Objektdatenbank gehört und referenzierbar ist, nennt sich Spiel, oder genauer: nicht alle Wörter in den Texten adressieren Objekte, aber spielbar ist nur, was eine Adresse hat. Spielen heißt folglich: nehmen, was auf seine (Wahr)nehmung wartet und wahrgenommen als (Ver-)Handelbares (oder als Ware) genommen wird. Die Freiheitsillusion des Adventures besteht darin, daß es die Grenzen von Literatur und Datenbank verwischt, oder anders: daß es nur zur Wahrnehmen dessen instruiert, was auch Objekt ist:

»A *table* seems to have been used recently for the preparation of food. A *passage* leads to the *west* and a dark *staircase* can be seen *leading upward*. A dark *chimney* leads down and to the *east* is a small *window* which is *open*. On the table is an elongated brown *sack*, smelling of hot *peppers*. A *bottle* is sitting on the table. The glass bottle contains: A quantity of *water*«. ²⁷

Was aus solchen Tableaus oder Stilleben, die der Leser nach Verfügungsmöglichkeiten abtastet, herausfällt, ist kaum aufzuzählen. Beispielsweise sämtliche atmosphärischen Phänomene von Dunst und Licht, alle Konfigurationen von Vegetation und Landschaft, von Vordergrund und Horizont, so daß es nicht verwundert, daß Adventures bevorzugt in Höhlen situiert sind. Geschlossene Räume haben nicht nur den Vorteil, daß sie die Entfernung der Dinge normalisieren, sondern daß sie — wie *nodes* eines Netzwerkes — diskrete Übergänge haben. Ganz zu schweigen davon, daß Gedanken und Empfindungen eines

27 ZORK (Hervorhebungen von mir). Hier zeigt sich nebenbei das Problem des Zitierens aus Textadventures: Je nach Spielstand könnte beispielsweise das Fenster geöffnet oder geschlossen, die Flasche vorhanden oder nicht vorhanden, leer oder voll sein. Ein vollständiges Zitat bestünde vielleicht aus den zu einer bestimmten Textausgabe verwendeten Strings und Variablen und deren aktueller Belegung. Verwandte Probleme ergeben sich bei dem Versuch, einen Spielverlauf 'nachzuerzählen', da die Textgestalt ja instabil ist. Ein Spielverlauf kann jedoch durch eine Reihenfolge von IF/THEN-Verweigungen vollständig beschrieben werden. Sind diese notiert und werden auf ein (kompatibles) Spiel angewendet (sei es durch einen Benutzer oder ein Script), aktualisiert sich ein Spielverlauf erneut. Die unbrauchbare Terminologie von *vorgängiger* Erzählung, *Nacherzählung* und exaktem Zitat kann also durch eine von Virtualität katalysierender Notation und Aktualität ersetzt werden (vgl. dazu auch Bushs Begriff der Spur, S. 143).

Personals nur sehr begrenzt objektförmig werden können. »Akteure« von Adventures (und zwar im Sinne von Routinen) sind nur jene treffenderweise »daemons« genannten Geister, die unsichtbar Sachverhalte von begrenzter Dauer (das Verlöschen eines Streichholzes oder das Ticken einer Zeitbombe) oder spezielles Vokabular (AGAIN als Wiederholung des letzten Befehls) verwalten.

Während die Gegenreformation halluzinatorische Bildtechnik und reformierte Drucktechnik zusammenschloß, während das leise Lesen bildgebender Literatur einem alphabetisierten, romantischen Publikum den Boden der Innerlichkeit bereitete, wird das Lesen von Adventurespielen zur Lektüre von 'Informanten'.²⁸ Die Geschichte des Spielverlaufs als Folge von Tableaus dinglicher Rätsel besteht gewissermaßen in der Rekonstruktion ihrer verlorengegangenen Gebrauchsanweisungen.

Adventurespiele treffen sich in dieser Veräußerlichung mit der Poetologie des *Nouveau Roman*, beispielsweise der Robbe-Grillet, dessen Texte oft genug wie Beschreibungen von Adventure-Räumen gelesen werden können:

»Es gab dort also, vom *Fenster* aus linksherum gesehen [...]: *einen Stuhl*, einen *zweiten Stuhl*, den *Toilettentisch* (in der Ecke), einen *Schrank*, einen *zweiten Schrank* (der bis in die zweite Ecke reichte), einen *dritten Stuhl*, das mit seiner Längsseite an der Wand stehende *Bett* aus Vogelkirschbaumholz, einen sehr kleinen, runden, einfüßigen *Tisch* mit einem vierten *Stuhl* davor, eine *Kommode* (in der dritten Ecke), die *Tür zum Flur*, eine Art *Schreibschrank*, dessen *Platte* hochgeklappt war, und schließlich einen *dritten Schrank*, der schräg in der vierten Ecke stand, vor dem *fünften* und *sechsten Stuhl*. In diesem letzten wichtigsten und immer abgeschlossenen Schrank befand sich auf dem unteren Brett in der rechten Ecke die *Schub-schachtel*, in der er seine *Schnur- und Kordelsammlung* unterbrachte.«²⁹

Die Dinge im Hotelzimmer der Uhrenvertreter Matthias könnten in einem Objektbaum verzeichnet werden, hätten Attribute wie »containability«, verzeichneten Enthaltenes als Properties (dritter Schrank → Schachtel → Schnüre) oder würden durch solche disambiguiert (erster, zweiter, dritter ... Stuhl).

Zurecht als »Dingroman« bezeichnet, erzählt *Le Voyeur* (1955) nicht die Geschichte eines Protagonisten, sondern von Dingen, aus denen sich (s)eine mögliche Geschichte rekonstruieren läßt. Nichts scheint gewiß außer der Anwesenheit der Gegenstände. Die »Dinge als bloß äußerliche und oberflächliche darstellen heißt nicht [so Robbe-Grillet] den Menschen verneinen; es bedeutet jedoch eine Verwerfung der 'pananthropischen' Idee«. Diese »Theorie des Abstands«, die dazu führt, daß ein möglicher Sinn nur an den veränderten Konstellationen ablesbar ist, in die Menschen und Dinge eintreten, ist ebenfalls die Bedingung von Adventurespielen. 'Lebendige' Objekte wie Feinde oder Händler haben in Adventures den gleichen ontologischen Status wie

28 In Roland Barthes' Terminologie (vgl. S. 114).

29 Alain Robbe-Grillet, *Der Augenzeuge*, Frankfurt a.M. 1986, S. 159 (Hervorhebungen von mir).

Stühle oder Kleiderschränke, nur eben mit Attributen wie »fightable« oder »talkable«, also quantisierbarer Lebenskraft oder einer begrenzten Anzahl von Sätzen. In *Dans le Labyrinthe* (dessen Originaltitel deutlicher auf Adventure-Spiele verweist), erscheinen die Dinge festgestellt: Relationale Lagebeschreibungen bestimmen die Zimmereinrichtungen, Häuserfassaden, Gaslaternen oder Fußspuren im Schnee; links, rechts, oben und unten beherrschen die Anordnung und Reihenfolge, mit der diese Stilleben in den Blick geraten und den Betrachter zur Lösung des Rätsels ihres Zusammenhangs auffordern. Wie in Adventures spielt dabei die verstreichende Zeit normalerweise keine Rolle: »Draußen schneit es. Draußen hat es geschneit, es schneite, draußen schneit es.«³⁰ Da Adventures nur diskrete Übergänge kennen, keine Ökonomie der Zeit, sondern nur eine der Entscheidung besitzen, haben die Dinge keine Vergangenheit, sondern waren schon immer wie sie sind und bekommen eine Geschichte erst im Moment ihres Gebrauchs, in dem eine bestimmte Benutzereingabe ihre Konfiguration zu ändern vermag.

... und die »technische Sprache«

Obwohl anscheinend *Nouveau Roman* und Adventure-Spiel auf einen Betrachter/Leser bzw. Benutzer/Spieler warten, der ihre wartenden Virtualitäten zu Aktualitäten macht, sind Computerspiele in zwei Hinsichten etwas völlig anderes als »offene Kunstwerke«, für die sie des öfteren genommen werden. *Erstens* haben sie fast ausschließlich eine (und nur eine) *Lösung*. Das offene Kunstwerk, das Umberto Eco ja als ein Ensemble »für mehrere der Initiative des Interpreten anvertraute Organisationsformen«³¹ gilt, soll die Summe der Interpretationen, Erzählungen und Geschichten sein, die es ermöglicht. Indem es also zur jeweiligen Vollendung der Instanz des Betrachters bedarf, ist seine Materiallage indeterminiert. Gerade dies ist aber bei Adventures nicht der Fall, denn das Ende des Spiels steht immer schon geschrieben, weil es (im Wortsinne) programmiert ist. Verschiedene Spielverläufe sind nur scheiternde Versuche der Disambiguierung einer im Programm verschlüsselt vorliegenden, eindeutigen 'Botschaft' oder Instruktion und widersprechen dem (später revidierten) emphatischen Freiheitsbegriff Ecos. *Zweitens* funktioniert das offene Kunstwerk nur als Addition: Materialität + Interpretation, nicht aber wie das Spiel als Schnittmenge: Programm \cap Benutzer. Am Schreibinterface von Adventure-Spielen ebenso wie von Kommandozeilen wird die Welt nicht interpretiert, sondern verändert, wie Friedrich Kittler so einleuchtend am Unix-Befehl `KILL` gezeigt hat. Sein und Schreiben fallen damit zusammen.

Die Diskursverwaltung zwischen Datenbank und Kommandozeile nennt sich Parser, und wurde im Falle *ZORK* von David Lebling entwickelt, der hauptberuflich und treffenderweise in der *Dynamic Modelling Group* mit der Automatisierung der Transkription und des Verstehens von Morse-Code be-

30 Alain Robbe-Grillet, *Die Niederlage von Reichenfels*, Reinbek 1967.

31 Umberto Eco, *Das offene Kunstwerk*, Frankfurt 1973, S. 28.

schäftigt war. Eine nähere Betrachtung des Parsers scheint also *erstens* angeraten, weil er das »Wissen« des Spiels organisiert, also

»das, wovon man in einer diskursiven Praxis sprechen kann [..., den] Raum, in dem das Subjekt die Stellung einnehmen kann, um von Gegenständen zu sprechen, mit denen es in seinem Diskurs zu tun hat.«³²

Bei *ZORK* heißt dies beispielsweise disassembliert

```
[ 14] @ $28bc again [04 ff 00] <special> [...]  
[ 28] @ $291e attach [41 dc 00] <verb>  
[ 29] @ $2925 attack [41 d3 00] <verb>  
[ 30] @ $292c awake [41 b1 00] <verb>  
[ 31] @ $2933 away [08 f7 00] <prep>  
[ 32] @ $293a ax [80 01 00] <noun>  
[ 33] @ $2941 axe [80 01 00] <noun>  
[ 34] @ $2948 bag [80 01 00] <noun>  
[ 35] @ $294f banish [41 c4 00] <verb>  
[ 36] @ $2956 bare [22 f6 00] <adj>  
[ 37] @ $295d basket [80 01 00] <noun>
```

und erlaubt, 'über' die 211 Objekte mit 908 Wörtern, von denen 71 Verben sind, zu sprechen.

Zweitens bewegt sich das Schreiben in *Adventures* entlang einer Grenze, die — mit Heideggers Worten — zwischen »überlieferter« und »technischer Sprache« liegt:

»Damit nun eine solche Art von Nachricht möglich wird, muß jedes Zeichen eindeutig definiert sein; insgleichen muß jede ihrer Zusammenstellungen eindeutig eine bestimmte Aussage bedeuten. [...] Die dabei notwendig geforderte Eindeutigkeit der Zeichen und Formeln sichert die Möglichkeit der sicheren und schnellen Mitteilung.

Auf den technisch-rechnerischen Prinzipien dieser Umformung der Sprache als Sagen zur Sprache als bloß zeichengebender Meldung beruhen der Bau und die Leistung der Großrechenanlagen. Das für unsere Besinnung Entscheidende liegt darin, daß von den technischen Möglichkeiten der Maschine die Vorschrift gestellt wird, wie die Sprache noch Sprache sein kann und sein soll. Art und Charakter der Sprache bestimmen sich nach den technischen Möglichkeiten der formalen Zeichengebung [...] Die Art der Sprache wird durch die Technik bestimmt. [...] Weil diese in Systemen des formalisierten Meldens und Zeichengebens verläuft, ist die technische Sprache der schärfste und bedrohlichste Angriff auf das Eigentliche der Sprache: das Sagen als das Zeigen und Erscheinenlassen des Anwesenden und Abwesenden, der Wirklichkeit im weitesten Sinne.«³³

Die Verstehensillusion, die ein Parser erzeugt, beruht darauf, daß er überlieferte Sprache in verarbeitbare technische Sprache zu konvertieren vermag. Oder umgekehrt: Eine formale Sprache, eine Befehlssprache im Kommandozeilen-Format in Lexik und Syntax so zu gestalten, daß sie dem lexikalischen und syntaktischen Format überlieferter Sprache möglichst ähnlich erscheint. Es erübrigt sich zu zeigen, daß jedes Wort eindeutig definiert sein muß, daß

32 Foucault, S. 259.

33 Martin Heidegger, »Sprache«, in: *Überlieferte Sprache und technische Sprache*, St. Gallen 1989, S. 20-29.

die Syntax der Eingaben korrekt sein muß, damit das Spiel spielbar ist und daß der Spieler sich nur mit den Wörtern zu Wort melden kann, die ihm das Programm erlaubt. Bemerkenswert ist vielmehr, daß das Stellende der Vorschrift beim Schreiben in Kommandozeilen zugleich das Herstellen eines Spielverlaufs ermöglicht, also als *ποίησις* »das Anwesende in die Unverborgenheit hervorkommenläßt«. ³⁴ Am Interface des Textadventures kann technische Sprache sehr wohl zum Medium der Entbergung werden, ein »Zeigen und Erscheinenlassen [...] der Wirklichkeit« sein, womit Heideggers Befürchtung einer »Bedrohung des eigensten Wesens des Menschen« zum Spielalltag geworden ist. Denn wenn (wie im Kapitel über Action-Spiele ausgeführt) Computer ihre Benutzer als *devices* modellieren, dann gibt es an der kybernetischen Basis ihrer Schnittstellen keine Differenz mehr zwischen dem Seienden namens Computer und dem was ihn als Seiendes namens Mensch umgibt.

*

Im Zentrum des Adventurespiels steht die Handlung: Einen Weg wählen, einen Gegenstand benutzen, einen Feind töten. Wege, Gegenstände und Feinde verwuchern, verfallen oder sterben nicht, sondern warten in zeitvergessener Gegenwärtigkeit auf die entscheidende Eingabe des Spielers. ³⁵ Zur Erlösung solch *entscheidungskritischer* Zustände ist eine Sprache erforderlich, die hauptsächlich aus Substantiven und Verben besteht. Die Welt der Adverbien ist hingegen ein *dark continent*, und Adjektive dienen nur als Disambiguierungshilfe (*gelber* oder *roter* Stuhl).

Die Sprachdatenbank ist mit der Objektdatenbank eng verknüpft: die Attribute oder Eigenschaften eines Objekts indizieren, ob es im Zusammenhang mit einem bestimmten Verb Sinn macht. Waffen haben jene »weapon«-Eigenschaft, die durch *ATTACK* referenziert wird und die Zeitschriften beispielsweise fehlt (Fehlermeldung: »Attacking a troll with a newspaper is foolhardy«). Und wie in der Gegenstandswelt müssen alle lebensweltlichen Annahmen (sofern sie in der Spielwelt relevant werden sollen) modelliert werden. Die Eingabe von *ATTACK* ruft beispielsweise Subprogramme auf, die überprüfen, ob dem Spieler-Objekt eine Waffe zugeordnet ist und ob sich ein Feind im gleichen Raum befindet. Solcherlei Annahmen werden als sogenannte »verb frames« (oder treffender: »stereotypes«) behandelt, ganz so, wie es etwa zur gleichen Zeit auch die *Artificial Intelligence* in der Hoffnung tut, das Problem des Erfahrungswissens lösen zu können. Ein Rahmen bedeutete für Marvin Minsky, der diesen Begriff eingeführt hat, »a data structure for representing a stereotyped situation [...]. Attached to each frame are several kinds of information. Some of this information is about how to use the frame. Some

34 Martin Heidegger, *Die Technik und die Kehre*, Stuttgart 1962.

35 Zuletzt scharf beobachtet in David Cronenbergs Adventurespiel-Film *eXistenZ*.

is about what one can expect to happen next.«³⁶ Dabei ging Minsky davon aus, daß die Alltagswelt in typisierbare Situationen oder »micro-worlds« zerlegbar ist, die sich als stabile Wissensbestände isolieren und mathematisieren lassen — eine Hoffnung, die Goffmann wenig später destabilisieren wird.³⁷ Der analysierte Rahmen für ATTACK lautet ATTACK <X> [WITH <Y>], wobei <X> ein 'bekämpfbares' und <Y> ein (optionales) 'waffenmäßiges' Objekt bedeutet. Der Parser vervollständigt die Phrase stillschweigend, wenn jeweils genau ein <X> und ein <Y> mit diesen Attributen als 'Geschwister' im gleichen 'elterlichen' Raum sind, also vereinfacht:

```

<CAVE>
  <TROLL> (fightable=1) (alive=1) ...
  <TREASURE> (fightable=0) (alive=0)...
  <YOU>
    <SWORD> (weapon=1) (readable=0) ...
    <NEWSPAPER> (weapon=0) (readable=1) ...
    <KNIFE> (weapon=1) (readable=0) ...

```

wobei im Beispiel noch die Waffe durch eine Rückfrage disambiguiert werden müßte (Meldung: »Attack Troll with what?«). In einem ersten Durchlauf werden Benutzerkommandos mit dem Wörterbuch des Spiels abgeglichen, so daß nur das übrigbleibt, was orthographisch richtig und referenzierbar ist, also Objekte und Handlungen. Aus QUICKLY ATTACK THE FRIGHTENING TROLL WITH THE OLD RUSTY KNIFE wird folglich ATTACK TROLL KNIFE. (Während Adverbien nicht zählen — also etwas nur diskret geschehen oder nicht geschehen, nicht jedoch auf eine bestimmte Weise geschehen kann —, sind übrigens Präpositionen [LOOK UNDER oder LOOK AT] von einiger Bedeutung.³⁸) Ein anschließender Grammatikcheck erkennt den Zusammenhang von Handlung und Objekten führt also zu <action ATTACK> <object TROLL> <object KNIFE>. Erweist sich das Kommando als ausführbar, werden die entsprechenden Parameter gesetzt und der Troll ver stirbt.

Unschwer ist als Modell dieser Sprachverarbeitung Chomskys 'Generative Transformationsgrammatik' zu erkennen.³⁹ Das Wörterbuch jedes Spiels ist die Menge der Elemente, aus denen Sätze gebildet werden können, und Parser

36 Marvin Minsky, »A Framework for Representing Knowledge«, in: *Mind Design*, Hg. J. Hauge-land, Cambridge, Mass. 1981, S. 95-128 (erstmalig 1975); Erving Goffman, *Rahmen-Analyse. Ein Versuch über die Organisation von Alltagserfahrungen*, Frankfurt a.M. 1977; dazu auch Heintz, S. 286ff.

37 Was nicht bedeutet, daß dieses Konzept nicht heute noch in Benutzung wäre; z.B. *Microworld Simulations for Command and Control Training of Theater Logistics and Support Staffs*, Santa Monica 1998 (RAND MR-929-A).

38 Adverbien würden vor allem zu einer Vervielfältigung der *clock-daemons* führen. Ein Objekt »lange« anzusehen müßte mehr Zeit benötigen, was wiederum nur Sinn macht, wenn Zeit kritisch wäre, wenn also durch intensive Betrachtung zusätzliche Eigenschaften eines Objekts festgestellt werden könnten, die einem flüchtigen Blick entgehen. Dann müßte jedoch aus Gründen der Weltkonsistenz das gesamte Spiel temporalisiert werden, was schon bei der unterschiedlichen Schreibgeschwindigkeit verschiedener Spieler zu Problemen führen würde.

39 Noam Chomsky, *Strukturen der Syntax*, Den Haag 1973.

machen nichts anderes, als durch Transformationsregeln die syntaktischen Konstituenten einer Benutzereingabe zu analysieren. Während Chomskys Grammatik ein Programm ist, das alle grammatischen Sätze einer Sprache zu generieren vermag, ist umgekehrt der Parser ein Programm, das feststellt, ob Sätze grammatisch oder ungrammatisch sind. Bei Chomsky ist bekanntlich der Sinn unabhängig vom Zustand der Grammatikalität, und die letzte Instanz, die über den möglichen Sinn ungrammatischer Sätze zu entscheiden vermag, ist der kompetente *native speaker*. Parser verstehen jedoch ausschließlich grammatische Sätze (die Sinn machen können oder auch nicht), nicht jedoch ungrammatische. Da Adventurespielen aus programmtechnischer Sicht die modifizierende Bewegung durch eine Datenbank ist, wird es erst wahrscheinlich, wenn von User-Seite grammatisch richtige Programmbefehle eingegeben werden.

Betrachtet man das Problem von seiner performativen Seite her, dann zeigt sich diese imperativische Struktur besonders deutlich. Austin differenziert bekanntlich Lokution, Illokution und Perlokution, wobei der lokutionäre Akt (unterteilt in phonetisch, phatisch und rhetisch) das Sagen bezeichnet, der illokutionäre Akt den Vollzug einer bestimmten (Sprach-)Handlung markiert und der perlokutionäre Akt die (unkontrollierbaren) Folgen meint.⁴⁰ ATTACK — um im Beispiel zu bleiben — ist lokutionär sechs Buchstaben, die ein Wort bilden, das in der Datenbank des Programms (und nebenbei in der englischen Sprache) vorkommt und eine bestimmte lebensweltliche, konventionelle Bedeutung hat. Illokutionär jedoch sind alle eingebaren grammatischen Sätze immer schon Befehle,⁴¹ also (mit Austin gesprochen) »exerzitive Äußerungen« und lösen, einmal mit RETURN (gewissermaßen dem unsichtbaren wie unhintergehbaren Ausrufezeichen) übergeben, einen perlokutionären Effekt aus. Perlokution ist das, was Austin am unklarsten läßt und argumentativ als »unkonventionelles« Gegenstück zum »konventionellen« illokutionären Akt benutzt. Adventurespiele vereinfachen das Problem: Wenn der perlokutionäre Akt einfach das ist, was sich als Ergebnis des Vollzugs der beiden ersten Akte einstellt, dann gibt es nur Befolgung oder Befehlsverweigerung.

Jede Eingabe eines grammatischen Satzes stellt also nach erfolgreicher Prüfung durch den Parser einen gelungenen Sprechakt dar. Der interessante Unterschied zwischen Lebenswelt und Adventurespiel ist jedoch, daß der Spielfortschritt oder Sinn (mit dem Aspekt des Uhrzeigersinns) von der Entscheidung abhängt, welcher perlokutionäre Akt sich einstellt, und daß diese Entscheidung rückwirkend die Art des Sprechaktes bestimmt. Eine Befehlsverweigerung oder Fehlermeldung beispielsweise (»You can't attack a Troll with a newspaper«) beläßt ihn als exerzitive (oder mit Lyotard: »präskriptive«)

40 John L. Austin, *How to do things with words*, Oxford 1962.

41 Beispielsweise ist auch die Hilfe-Funktion ? keine Frage, sondern der Befehl, ein Hilfsprogramm zu starten.

Äußerung, der Vollzug jedoch («You killed the Troll») macht aus ihm rückwirkend einen explizit performativen Sprechakt (bei Lyotard: »Verlautbarung«), in dem Äußerung und Wirkung zusammenfallen (wie beim Vollziehen von Trauungen, Schwüren, Eröffnungen usw.).⁴² Lyotard hat ferner darauf hingewiesen, daß »performativ« in der Sprechakttheorie zugleich auch eine ökonomische Bedeutung hat. Die *Performance* eines Systems ist die meßbare Effizienz seines Verhältnisses von Input und Output: »Das Performative bei Austin realisiert die optimale Performanz.«⁴³ Man darf also vermuten, daß das Spielerglück in der *Effektivität* besteht, mit der der Spieler eine Serie von explizit performativen Akten herzustellen vermag, die Spielspannung jedoch in der *Ungewißheit* des jeweiligen perlokutionären Ausgangs liegt. Es geht um den richtigen und zudem richtig formulierten Befehl an der richtigen Stelle. Ein gutes (d.h. effektives) Spiel zu spielen, heißt also, etwas 'gut' (wohlformuliert) zu sagen, womit Zolas »une phrase bien faite est une bonne action« in meßbare Performanz umschlägt.

Softmoderne

Betrachtet man zusammenfassend den Aufbau der Welt aus Objekten mit ihren Attributen und Parametern, den Zusammenhängen in die sie gebracht werden können und den Stereotypen innerhalb derer sie referenziert werden können, so erscheint die Welt des Adventurespiels als eine Welt des *Tractatus*, und die spielerische Ebene, in der dies geschieht, erscheint als eine der »Sprachspiele«.⁴⁴

- »1 Die Welt ist was der Fall ist. [...]
- 1.1 Die Welt ist die Gesamtheit der Tatsachen, nicht der Dinge. [...]
- 2 Was der Fall ist, die Tatsache, ist das Bestehen von Sachverhalten. [...]
- 2.01 Der Sachverhalt ist eine Verbindung von Gegenständen (Sachen, Dingen). [...]
- 2.012 [...] Wenn das Ding im Sachverhalt vorkommen *kann*, so muß die Möglichkeit des Sachverhaltes im Ding bereits präjudiziert sein. [...]
- 2.0121 [...] Wenn ich mir den Gegenstand im Verbande des Sachverhalts denken kann, so kann ich ihn nicht außerhalb der *Möglichkeit* dieses Verbandes denken. [...]
- 2.0141 Die Möglichkeit des Vorkommens in Sachverhalten ist die Form des Gegenstandes. [...]
- 2.0272 Die Konfiguration der Gegenstände bildet den Sachverhalt. [...]
- 2.04 Die Gesamtheit der bestehenden Sachverhalte ist die Welt. [...]

42 Jean François Lyotard, *Das postmoderne Wissen. Ein Bericht*, Graz / Wien 1986, S. 36-41.

43 Lyotard 1986, S. 38.

44 Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, 6. Aufl. Frankfurt a.M., 1989 (Werkausgabe, Bd. 1); Der einzige Hinweis auf diese Beziehung findet sich m.W. bei Heinz Herbert Mann, »Text-Adventures. Ein Aspekt literarischer Softmoderne«, in: *Besichtigung der Moderne. Bildende Kunst, Architektur, Musik, Literatur, Religion. Aspekte und Perspektiven*, Hg. H. Holländer / C.W. Thomsen, Köln 1987, S. 371-378. Die etwas frivole Mischung von frühem und spätem Wittgenstein, auf die mich Nils Rölller hingewiesen hat, mag dadurch zu rechtfertigen sein, daß von zwei verschiedenen Software-Ebenen die Rede ist.

- 2.05 Die Gesamtheit der bestehenden Sachverhalte bestimmt auch, welche Sachverhalte nicht bestehen. [...]
- 3.04 Ein a priori richtiger Gedanke wäre ein solcher, dessen Möglichkeit seine Wahrheit bedingte. [...]
- 7 Wovon man nicht sprechen kann, darüber muß man schweigen.«

Die Dimensionierung von Arrays schafft einen Fall, und ihre Belegung schafft Tatsachen, indem sie die anfänglichen Sachverhalte herstellt. Attribute und Eigenschaften präjudizieren das Vorkommen der Dinge in Sachverhalten außerhalb derer sie im Spiel nicht denkbar sind. Gelingende Eingriffe des Spielers verändern die Konfiguration der Sachverhalte und bilden damit neue Weltzustände. Jeder gelingende, explizit performative Sprechakt des Spielers ist — da er vor-geschrieben ist — auch a priori richtig, und die Grenzen von Sprach- und Objektdatenbank sind selbstverständlich die Grenzen einer Spielwelt, in der sich Gott nie offenbaren wird.

Was für den Weltzusammenhang offensichtlich scheint, bedarf vielleicht hinsichtlich der Sprachspiele eines etwas ausführlicheren Kommentars. 1979 — also während der Entwicklung von *ZORK* — veröffentlichte Jean François Lyotard seinen Bericht über das »Wissen in den informatisierten Gesellschaften«, in dem er konstatiert, daß der Begriff der »Bildung« sich nicht mehr auf Geist und Person bezieht, sondern nurmehr die Lieferung und Benutzung von Wissen bezeichnet. Bei der Untersuchung der Legitimationszusammenhänge von Wissen, der Frage also, welche Macht über der Status von Wissen oder Nichtwissen entscheidet, beruft Lyotard sich bekanntlich auf das Konzept der »Sprachspiele« des späten Wittgenstein. Sprachspiele als Zusammenhänge von Gebrauchsregeln sind dreifach bestimmt: *Erstens* entstehen ihre Regeln aus einem Vertrag zwischen den Spielern; *zweitens* gehört das, was nicht den Regeln folgt, nicht zum Spiel; und *drittens* ist jede Aussage ein Spielzug, so daß »Sprechen ein Kämpfen im Sinne des Spielens« darstellt. Der *Entmächtigung* des Subjekts, das durch diese Agonistik der Sprechakte zu einem Posten wird, der »von Nachrichten verschiedener Natur passiert«⁴⁵ wird, steht eine *Ermächtigung* des Spielers gegenüber, der »aus verschiedenen Arten von [... ihn] konstituierender Kompetenz zusammengesetzt ist.«⁴⁶ Die Überwindung des Machtlosigkeit des Subjets durch den Spieler besteht in seiner Fähigkeit, in verschiedenen Sprachspielen gute Performanzen zu erzielen. Diese Vervielfältigung ist schon deshalb nötig, weil Institutionen (Schule, Militär, Wissenschaft usw.) verschiedene Rahmen der Annehmbarkeit von Aussagen bilden und auch verschiedene Aussageklassen privilegieren, denn nach Lyotards poulärer Diagnose gibt es ja keine *grand récits* mehr, die sie zusammenhielten. Die »allgemeine Disposition der Modernität« ist, daß die Erzählung aufhört, »ein Lapsus der Legitimation zu sein. [...] Das wissenschaftliche Wissen kann weder wissen noch wissen machen, daß es das *wahre* Wissen

45 Lyotard 1986, S. 55.

46 Lyotard 1986, S. 65.

ist, ohne auf das andere Wissen — die Erzählung — zurückzugreifen, das ihm das Nicht-Wissen ist.«⁴⁷ Die Hoffnungen, die Lyotard (in Abgrenzung zu Luhmann und Habermas) in einer Kultur der Sprachspiele begründet sieht, sind zweierlei: *erstens* sind Sprachspiele heteromorph und *zweitens* nur lokal konsensfähig.

Für Computerspiele erscheint daran interessant (und das mag die längere Vorrede rechtfertigen), daß Lyotard sein Konzept von Postmoderne, also das Konzept der Delegitimierung der großen Erzählung, als Wirkung jener »Technologien seit dem zweiten Weltkrieg«, beschreibt, die sich mehr um die Mittel als um die Zwecke kümmern und daher Kybernetik heißen. In diesem Kurzschluß von Sprachspiel und Steuerungstechnik werden zwei Dinge auffällig. Erstens kann der zitierte 'lokale Konsens' von Sprachspielen als »Argumentationen, die Metapräskriptionen zum Gegenstand haben und raum-zeitlich begrenzt sind«⁴⁸, schlicht Computerprogramm oder Softmoderne genannt werden. Zweitens ist — und diesen Aspekt erörtert Lyotard selbst und erkennt in ihm die Gefahr des »Terrors« — alle Beschäftigung mit den 'Mitteln' zwar resistent gegen große Erzählungen, hat aber trotz ihrer Partikularität ein gemeinsames Interesse, nämlich die Effizienz. Wenn Sprachspiele agonal sind, dann mögen sie zwar von der Universalität des Wahren, Richtigen oder Schönen entlastet sein, werden aber in dem Sinne technisch, daß sie effiziente Spieltaktiken erfordern: »Ein technischer 'Spielzug' ist 'gut', wenn er es besser macht (*fait mieux*) und/oder wenn er weniger verbraucht als ein anderer.«⁴⁹ Im Sprachspiel schließen sich also Wahrheit und Effizienz im Zeichen der Performativität zusammen, das Informatisierung heißt.

Nachdem »der Ära des Professors die Grabesglocken« geläutet haben,⁵⁰ entsteht also neben dem *Grabmal des Intellektuellen* eine neue Figur: »Die berufsmäßige Ausübung ihrer [der neuen Führungskräfte] Intelligenz verlangt nicht, in ihrem Kompetenzbereich so gut wie möglich die Idee eines universalen Subjekts zu verkörpern, sondern eine höchstmögliche Effizienz zu gewährleisten.«⁵¹ Bildung »versorgt das System mit Spielern, die in der Lage sind, ihre Rolle auf den pragmatischen Posten, deren die Institutionen bedürfen, erwartungsgemäß wahrzunehmen.«⁵² Damit nimmt die Bildung unter informatischen Bedingungen erstens kein Ende mehr und entkoppelt zweitens die Verfahren von den sogenannten Inhalten. Beide Konsequenzen waren schon bei der Abstrahierung der Arbeit zur Bewegung und deren Universalisierung zu beobachten (Kapitel I). Deshalb steht am Ende des Adventurespiels auch nicht das ausgebildete Subjekt des Bildungsromans, sondern je-

47 Lyotard 1986, S. 90, 92.

48 Lyotard 1986, S. 191.

49 Lyotard 1986, S. 130.

50 Lyotard 1986, S. 156.

51 Jean François Lyotard, *Grabmal des Intellektuellen*, Graz / Wien 1985, S. 11.

52 Lyotard 1986, S. 142.

mand, der eine Parsergerechte Sprache spricht, durch die objektbezogenen Situationen gelöst (oder technischer: Daten rekonfiguriert) werden können und damit ein recyclebares Benutzerwissen (vgl. S. 247ff.). Nichts anderes konstatiert Lyotard: Das, was in einer Ausbildung vermittelt wird, ist zunehmend »in eine informatische Sprache übersetzbar und der traditionelle Lehrende einem Speicher vergleichbar«, weshalb »die Didaktik Maschinen anvertraut werden« kann. Zu lernen gibt es nur

»den Gebrauch von Terminals, das heißt einerseits neue Sprachen, und andererseits eine raffinierte Handhabung jenes Sprachspiels, das die Befragung darstellt: Wohin die Frage richten, das heißt welcher Speicher ist für das, was man wissen will, relevant? Wie sie formulieren, um Fehlgriffe zu vermeiden? usw.«⁵³

Weil die Welten der Adventurespiele immer sind, was der Fall ist, erübrigt es sich — wie gezeigt — die zu Frage stellen: Ist das wahr? Der Spieler stößt vielmehr immer wieder auf die Frage: Wozu dient es? (Und zwar auf 'inhaltlicher': ein Objekt, wie auf 'sprachlicher' Seite: ein Befehl.) Adventurespiele handeln, allem ersten Anschein zum Trotz, nicht davon, etwas zu *finden* (Schätze, Prinzessinnen usw.), sondern davon, *herauszufinden* wie etwas zusammengehören könnte, miteinander Sinn als Spielfortschritt macht, und mit welchen Befehlen an welchen Stellen diese Performanz zu bewerkstelligen ist. Ihre Frage ist eine nach der Relevanz. Die operationelle Kompetenz des Adventurespielers liegt in den Entscheidungen, bestimmte, in einer Datenbank vorliegende Dinge zu verknüpfen. Interessant ist nicht die unvollständige Information, sondern gerade die vollständige, das Tableau der offensichtlichen Dinge, die es zu verbinden gilt:

»[I]n den Spielen mit vollständiger Information [die die »postmoderne Welt« kennzeichnen] kann die höchste Performativität per hypothesin nicht im Erwerb einer [...] Ergänzung bestehen. Sie ergibt sich aus einer neuen Anordnung von Daten, die eben einen 'Spielzug' darstellen. Diese neue Anordnung wird [...] durch die Verknüpfung von Datenreihen erreicht, die bis dahin für unabhängig gehalten wurden.«⁵⁴

Nun lautet Lyotards positive Schlußfolgerung, daß die Verknüpfungsleistung nicht nur ein unerschöpfliches Reservoir sei,⁵⁵ sondern daß sie paralogisch werden könne. Mit Chaos, Katastrophe und Diskontinuität bezeichnet er jenen informatischen Mehrwert, der entsteht, wenn geordnete Verläufe (also befolgte Spielregeln) an einer bestimmten Komplexitätsschwelle in Unordnung umschlagen und unwahrscheinliche Ergebnisse zeitigen. Die Paralogie ist zugleich Ergebnis und Remedium des »Terrors« universeller Effizienz.⁵⁶

Genau diese Option bieten Adventurespiele jedoch nicht. Jede Verknüpfung ist programmiert, keine kann eskalieren, und der paralogische Zustand

53 Lyotard 1986, S. 149.

54 Lyotard 1986, S. 151f.

55 Lyotard 1986, S. 193.

56 Lyotard 1986, S. 192.

des Adventures heißt Systemabsturz. Während Programme nämlich metapräskriptiv sind, sind Spielverläufe selbst nur präskriptiv, wie schon die User-Entwürfe der Action-Spiele deutlich gemacht haben. Der Versuch, von der präskriptiven auf die metapräskriptive Ebene zu wechseln, wird normalerweise mit dem Aussetzen des Spiels bestraft, ist also laut Lyotard als Verhalten

»ebenso terroristisch wie das von Luhmann beschriebene System. Wir verstehen unter Terror die durch Eliminierung oder Androhung der Eliminierung eines Mitspielers aus dem Sprachspiel, das man mit ihm spielte, gewonnene Wirkung [...] interessant ist [...] die Wirkung, daß daraus neue Spannungen im System resultieren, die seine Leistungen verbessern werden.«⁵⁷

Letzteres scheint in der Nachgeschichte des Anventurespiels seit 1980 beobachtbar zu sein.⁵⁸ Die Terrorismus-Diagnose erweist sich jedoch als wenig spezifisch, denn Programme sind, seit man sie kaufen kann, zur Benutzung da und nicht dazu, daß man sie umschreibt und damit ihre Spielregeln ändert. Ein Eingreifen auf der Ebene des Sourcecodes ist von zwei Faktoren abhängig: Erstens vom Vermögen der Spieler, sich metapräskriptiv zu äußern, also programmiersprachliche Kompetenz zu besitzen. »In dieser Perspektive müßte eine Grundausbildung in Informatik [...] unter demselben Anspruch [stehen] wie zum Beispiel die Erlangung der fließenden Beherrschung einer Fremdsprache«.⁵⁹ (Und genau dies fordern zur gleichen Zeit ja Kay und Papert im Namen der *personal-computing*-Bewegung, vgl. S. 242ff.) Zweitens von den Marktbedingungen, die aus ökonomischen Gründen keine Eingriffe in den Sourcecode zulassen können.⁶⁰ Während die ersten Computerspiele wie *Spacewar!* und *Adventure* noch im Sourcecode durch Usergroups wie *DECUS* kursierten, verändert, compiliert und übersetzt werden konnten, sind die Benutzeroberflächen der ersten kommerziellen Computerspiele wie *PONG* und *ZORK* unhintergebar und allenfalls für Hacker zu disassemblieren und mit *cheats* und *patches* zu versehen.⁶¹

Was ist also das Spezifische des Adventures?

57 Lyotard 1986, S. 184f.

58 Dazu zählen beispielsweise die Benutzeroberflächen und Bilder der Grafikadventures, die die reinen Textspiele schon nach wenigen Jahren ablösen, und deren euphorisch begrüßte Verbesserungen in diesem Sinne terroristischer sind als die Kommandozeile, die wenigstens noch jede unsinnige Eingabe zuließ. Dazu zählen umgekehrt Versuche wie *Myst*, *Day of the Tentacle*, oder *Indiana Jones III: The Fate of Atlantis*, die die Bewegungsfreiheit des Spielers erhöhen, zeitlich verschobene Parallelerzählungen oder alternative Spielverläufe einführen.

59 Lyotard 1986, S. 149.

60 Zur *open source*-Bewegung zuletzt die Tagung »Wizards of OS«, Berlin 1999.

61 Auch dies ist inzwischen zu einem Markt geworden: Programmierer hinterlassen *cheat-codes* und Tastenkombinationen in ihren Spielen, die — jeweils mit einiger Verzögerung — in Zeitschriften veröffentlicht werden.

3. Erzählung

Wechselt man die Betrachtungsebene von einer der technischen Implementierung zu einer der semantischen oder narratologischen Gestaltung, so präsentieren sich Adventurespiele als Erzählungen. Ob in den Genres Fantasy, Science-Fiction oder Detektivgeschichte — der Anfang des Spiels ist der Anfang einer Erzählung, und sein Spielverlauf eine Folge von notwendigen, sich logisch aufeinander beziehenden Ereignissen, die zum Spielende keinen Rest offenlassen. Rückblickend scheint es so, als sei die 'strukturelle Analyse von Erzählungen' für Adventurespiele geschrieben: Roland Barthes' Begriffe von Erzählung und Agenten, die als prominentes Beispiel genommen seien, erscheinen im Licht der Spiele wie ein Softwarekonzept.⁶²

Kerne und Katalysen

Die strukturelle Analyse zerlegt Erzählungen in Einheiten, und weil diese Segmente einen funktionalen Charakter haben, entsteht aus ihnen eine Geschichte oder 'Sinn' und zwar in der Bedeutung einer Richtung von Beziehungen.⁶³ Als eine Einheit gilt dabei jedes Segment, das als Glied einer Korrelation auftritt:

»Die Seele jeder Funktion ist, wenn man so sagen kann, ihr Keim, die Befruchtung der Erzählung mit einem weiteren Element, das später auf derselben Ebene oder woanders, auf einer anderen Ebene, heranreifen wird.«⁶⁴

Daher erscheint in einer Erzählung alles funktional, wenngleich diese Funktionalität in unterschiedliche Klassen und Grade aufgeteilt werden kann. Die Klassen heißen »distributionell« und »integrativ«. *Distributionell* meint die Funktionen im engeren Sinn: der Kauf eines Revolvers korreliert mit einem späteren Schießen oder Zögern, das Klingeln eines Telefons mit dem Abheben oder Nichtabheben oder:

There is a small mailbox here.
>OPEN THE SMALL MAILBOX
Opening the mailbox reveals a leaflet.

62 Roland Barthes, »Einführung in die strukturelle Analyse von Erzählungen«, in: *Das semiologische Abenteuer*, Frankfurt a.M. 1988, S. 102-143. Zur Funktionalität der Ereignislogik könnte aber auch Claude Bremond (*Logique du récit*, Paris 1973) herangezogen werden (»raconter, c'est énoncer un devenir«, S. 325); oder Arthur C. Danto (*Analytical Philosophy of History*, Cambridge 1965), dem Erzählen als logischer Dreischritt erscheint: 1. *X* is *F* at *t-1*; 2. *H* happens to *X* at *t-2*; 3. *X* is *G* at *t-3* (S. 236); oder Wolf-Dieter Stempels Minimalforderungen des Erzählens wie »resultative Beziehung« zwischen Ereignisgliedern, »Referenzidentität des Subjekts«, »Solidarität der Fakten« usw. (»Erzählung, Beschreibung und der historische Diskurs«, in: *Geschichte – Ereignis und Erzählung*, Hg. R. Koselleck / W.-D. Stempel, München 1973, S. 325-346 [*Poetik und Hermeneutik* V]).

63 »Als Sinn bezeichnen wir jenen innertextuellen oder außertextuellen Korrelationstyp, das heißt, jeden Zug der Erzählung, der auf ein anderes Moment der Erzählung oder auf einen anderen, für die Lektüre notwendigen Ort der Kultur verweist« (Roland Barthes, »Die strukturelle Erzählanalyse«, in: *Das semiologische Abenteuer*, Frankfurt a.M. 1988, S. 223-250, hier S. 230).

64 Barthes, S. 109.

>READ THE LEAFLET

Welcome to Zork: The Great Underground Empire

Dabei bilden die Korrelationen in den seltensten Fällen eine direkte Aufeinanderfolge, sondern viele Gegenstände finden erst im späteren Verlauf des Spiels ihre Bestimmung. Spieler nehmen daher alles, was nehmbar ist mit, weil erfahrungsgemäß alles was nehmbar ist, an einem anderen Punkt des Spiels eine funktionale Leerstelle schließt. *Integrativ* hingegen sind »Indizien«, Hinweise auf den Charakter des Personals, Anmerkungen zur Atmosphäre usw. Mehrere integrative Einheiten verweisen oft auf dasselbe Signifikat, sie haben jedoch keine Auswirkungen auf die Handlungssequenz, sondern werden erst auf der »Ebene einer allgemeinen Typologie der Aktanten« sinnvoll.⁶⁵ Distributionelle Elemente sind also 'horizontal', syntagmatisch, metonymisch, organisieren eine Funktionalität des Tuns. Integrative Elemente hingegen sind 'vertikal', paradigmatisch, metaphorisch und organisieren eine Funktionalität des Seins. Adventurespiele, die fast ausschließlich aus distributionellen Elementen aufgebaut sind, stehen daher dem funktionellen Volksmärchen näher als dem indiziellen psychologischen Roman.

Innerhalb der distributionellen Elementen sind die »Kardinalfunktionen« oder »Kerne« von den »Katalysen« zu unterscheiden. Kerne eröffnen eine für die Geschichte folgetragende Alternative:

>INVENTORY

sword, knife, newspaper

>ATTACK TROLL

Attack Troll with what?

>NEWSPAPER

Attacking a troll with a newspaper is foolhardy.

[oder] >KNIFE

You killed the troll.

Während die Kerne chronologische *und* logische Funktionalität besitzen, also wichtig für die Geschichte bzw. den Spielfortschritt sind, haben Katalysen keinen alternativen Charakter, sondern lediglich eine chronologische Funktion. Sie sind gewissermaßen Parasiten, die sich an der logischen Struktur der Kerne nähren und den Raum zwischen zwei Momenten der Geschichte beschreiben. Im Beispiel könnte eine Kampfbeschreibung folgen, deren Fehlen in frühen Adventures nur dem mangelnden Speicherplatz geschuldet ist, später jedoch oft eingesetzt wird, um die diskreten Übergänge zu verwischen und zu verzeitlichen: »With great effort, you open the window far enough to allow entry.« statt »The window ist open«. Die Katalysen der Adventurespiele dienen also dazu, den Unterschied zwischen zeitlichen und logischen Folgerungen zu verschleiern.⁶⁶ (Daß sie keine logische Bedeutung haben, zeigt sich schon daran, daß man sie über den Befehl *VERBROSE* [ON, OFF] abschalten kann.)

⁶⁵ Barthes, S. 112.

⁶⁶ Der Gesamtheit der grafischen Animationen, die bei späteren Grafikadventures die Handlungen verbildlichen, ist daher Katalyse. *Interactive Movies* (wie *Dragon's Lair*, das erste Grafikadventure auf Bildplatten-Basis) sind gewissermaßen der Triumph der Katalyse über die Entscheidungslogik.

Die Kardinalfunktionen sind daher die Risikomomente der Erzählung, die Stellen an denen der Spieler Entscheidungen zu treffen hat, die Katalysen hingegen sind die Sicherheitszonen und Ruhepausen, der Luxus der Erzählung und des Spiels, an denen der Spieler einen Spielfortschritt beobachtet, den er herbeigeführt hat, in den er aber nicht eingreifen kann.⁶⁷

Bei den integrativen Elementen hingegen sind die »Indizien« von den »Informationen« zu unterscheiden. Während Indizien immer implizite Signifikate haben, sich auf Charakter, Gefühl oder Atmosphäre beziehen, dienen Informanten dem Erkennen des Raums und der Orientierung in ihm. Sie haben keine impliziten Signifikate, sondern steuern fertiges Wissen bei. Die Zwischentexte der Raumbeschreibungen sind (zumindest bei *VERBROSE OFF*) fast ausschließlich eine Literatur der Informanten:

»You are in the living room. There is a door to the east, a wooden door with strange gothic lettering to the west, which appears to be nailed shut, and a large oriental rug in the center of the room.

There is a trophy case here. A battery-powered brass lantern is on the trophy case. Above the trophy case hangs an elvish sword of great antiquity.«

Adventurespiele bestehen also — etwas von Barthes abweichend — essentiell aus Kernen und Informationen, aus Risikosituationen auf der Basis von je verfügbaren Daten. Sie handeln — soviel kann schon festgehalten werden — von Entscheidungslogik und Datensätzen.

Auf der Ebene der Erzählung bedeutet dies, daß mittels Entscheidungen aus der Navigation durch eine Datenmenge eine Geschichte wird:

»Die funktionelle Deckung der Erzählung verlangt nach der Organisation von Relais, deren Basiseinheit nur durch eine kleine Gruppierung von Funktionen gebildet werden kann, die wir hier [...] als Sequenz bezeichnen. Eine Sequenz ist eine logische Folge von Kernen, die miteinander durch eine Relation der Solidarität verknüpft sind.«⁶⁸

Eine Sequenz ist dann geschlossen oder vollständig, wenn sie keine Risikomomente unentschieden, offen oder übrig läßt (was nicht heißt, daß das Ergebnis einer Sequenz nicht kontrapunktisch Ausgangsknoten einer neuen Sequenz werden kann). Da in Adventurespielen kein Gegenstand bedeutungslos ist, sondern es für jedes Objekt, das der Spieler benutzen kann auch eine und nur eine Benutzung gibt, bestehen Adventures aus etwa halb so vielen Sequenzen, wie es Gegenstände gibt. Ein Schlüssel ist nur für die eine Tür da, die immer schon auf ihn wartet, ein Brief nur dazu, den Spieler zu erreichen, ein Zauberspruch nur dazu, einen einzigen Gegenstand zu verzaubern. (Daher haben manche Spiele auch *inventory-daemons*, die Gegenstände automatisch ablegen, nachdem sie an der einzig möglichen Stelle benutzt wurden und damit eine offene Sequenz geschlossen haben.) Sequenzen überlagern sich, interferieren aber meistens nicht: ein zu Anfang des Spiels gefundener Schlüssel

67 Also Momente, die zeitkritischen Actionspielen völlig fehlen.

68 Barthes, S. 118.

kann erst am Ende des Spiels, nach vielen anderen Sequenzen, relevant sein, ob er zum Inventar des Spielers gehört ist aber für die Schließung der übrigen Sequenzen nicht unbedingt entscheidend. Was sich allerdings auf der literarischen Ebene (trotz Barthes' Versicherung, daß Literatur kein Rauschen enthält) durchaus als Problem erweisen kann, nämlich die Analyse eines Textes in seine Risikomomente, ist im Computerspiel durch den Sourcecode immer schon gelöst, der eine virtuelle Sequenzsynthese ist, die der Spielverlauf dann in seinem Gelingen zu einer aktuellen macht. Was in den Annalen des Programmcode steht, bringt Spielgeschichte zum Vorschein.

Wenn nun eine Folge von verschiedenen Risikosituationen durch ein gleichbleibendes Personal disambiguiert wird, dann nennt sich dies *Epos*: »Das Epos ist eine auf funktioneller Ebene gebrochene, aber auf der Aktantenebene einheitliche Erzählung.«⁶⁹ Unter Adventurebedingungen scheint also eine Art homerisches Erzählen zurückzukehren.⁷⁰ Der Held ist nur Name und Agens einer Handlung, ähnlich wie auch bei Aristoteles der Protagonistenbegriff völlig dem Handlungsbegriff untergeordnet ist. Begriffe wie Individuum, psychische Konsistenz, Person oder voll ausgebildetes Wesen, die im Roman nicht mehr der Handlung untergeordnet sind, sondern diese als vorgehende psychische Essenz organisieren, gelten beim Adventurespiel nicht mehr. Barthes benutzt den Begriff des »Agenten«, der durch die Sphäre von Handlungen bestimmt wird, an der er partizipiert. Eine Sequenz erhält durch den Agenten einen »Namen« (Bremond). Der Begriff der »Person« geht in dem des Agenten auf, weil bestimmte Handlungen durch Referenz auf ihn intelligibel werden. Diese Rationalisierungsstrategie erfolgt — wie zu zeigen sein wird — auf Computern parametrisch: mit Attributen und Eigenschaften, die seine Partizipation auf ausgewählte Sphären von Handlungen beschränken.

Aus diesem Konzept folgt:

»[D]ie 'Realität' einer Sequenz liegt nicht in der 'natürlichen' Abfolge der Handlungen, aus denen sie zusammengesetzt ist, sondern in der Logik, die in ihr hervortritt, riskiert und eingehalten wird«,⁷¹

wobei der Agent einer Sequenz Teil dieser Logik ist. An dem historischen Punkt, an dem Adventurespiele erscheinen, ist das Agentenkonzept jedoch nicht nur in den analytischen Verfahren der Linguistik anzutreffen, sondern auch in den synthetischen Softwarekonzepten des Militärs und der *Artificial Intelligence*.

»Thinking RED«

Daher sei hier ein kurzer Vorgriff auf die Strategiespiele erlaubt. Die politischen Strategiespiele rechneten — wie ihre älteren Geschwister, die Kriegs-

69 Barthes, S. 121.

70 Zur epischen Zeit Ernst Hirt, *Das Formgesetz der epischen, dramatischen und lyrischen Dichtung*, Hildesheim 1972; Erich Auerbach, *Mimesis. Dargestellte Wirklichkeit in der abendländischen Literatur*, 8. Aufl. Basel/Stuttgart 1988.

71 Barthes, S. 136.

spiele — seit ihrer Entstehung in den späten 50er Jahren mit Quantitäten. Die Welt der *Inter-Nation Simulation (INS)* von Harold Guetzkow und Richard Snyder (1957 an der *Northwestern University*) bestand aus fünf bis neun abstrakten Ländern mit Namen wie Algo, Erga, Ingo, Omne oder Ultro, die anhand von wenigen Daten wie Population, militärische Stärke, Bruttosozialprodukt und Produktionsziffern modelliert wurden. Die Spielerteams spielten Regierungschefs, Finanz- oder Außenminister und rechneten nach festgelegten Regeln mit diesen Variablen, bildeten Koalitionen, schlossen Verträge usw.⁷² Ähnlich funktionierten auch die anderen Spiele dieser Zeit wie *A Simple Diplomatic Game* (von Oliver Benson und Richard Brody, *University of Oklahoma*, 1959), *Simuland* (von Andrew Scott, *University of North Carolina*) oder das bekannte *POLEX (Political Exercise)* am MIT, 1958). Daher waren Krieg und Politik im Simulationsansatz der quantitativen Ressourcen leicht zu *political military exercises* kompatibel zu machen. Erst die Unberechenbarkeit des Vietnamkriegs zeigte, daß die bisherigen Modelle zur Beschreibung nicht ausreichten. Mit *AGILE-COIN* und *TEMPER* entstanden Simulationen, die Guerillakrieg modellieren konnten und beispielsweise mit dem Einfluß von kulturellen Traditionen, Stimmungen, Propaganda oder terroristischen Akten rechneten. Diese »synthetic history« beschäftigt sich weniger mit den Handlungssequenzen selbst, als mit den Parametern, die sie beeinflussen. Die Analyse *stattgefundenener* Geschichte als Reihe von Sequenzen ergibt im makroskopischen Bereich Parameter wie Nationalcharaktere, die sie rationalisieren und die in die Synthesen *möglicher* Sequenzen durch die Prognostik einfließen. Wie läßt sich aufgrund von gewesenen Sequenzen rechnen, wie der Andere denkt und handeln wird? Dazu ist es nötig, den Anderen, der im *RAND*-Jargon »Iwan« oder einfach nur »he« hieß, als eine Konstante namens Person oder Ideologie zu modellieren, denn nur in individuierter Form verhält er sich berechenbar, und es können eigene Handlungen auf eine Konstante bezogen, überprüft, durchgespielt, simuliert und optimiert werden. Die Frage, die die Gestalt des Feindes bestimmt, lautete daher: »How to think RED?«

Und genau diese Frage wurde an der Grenze von politischen *computer-assisted games* zu *computer games* (also jenen Spielen, die nach militärischer Definition von Computern und nicht von Menschen an Computern gespielt werden) und während der Entstehung der ersten Adventures softwaretechnisch beantwortet. So heißt es angesichts des Einsatzes von Computern in einer Ausschreibung des Pentagon:

»It appears to us, that to permit the exploration of complex scenarios, a wargaming style of analysis which blends human judgement with computerbased models and

72 Dieses Beispiel unterstreicht zudem noch einmal die Abhängigkeit, der Adventures von den (älteren) Rollenspielen, die sich bisher nur bei Crowther auf biographischer Ebene angedeutet wurde. In mancher (wenngleich nicht jeder) Beziehung können Adventures auch als Rollenspiele im *single-player*-Modus zu verstanden werden.

bookkeeping routines will be required. [...] it must provide the opportunity to systematically work through many different branches of complex scenarios.«⁷³

Die amerikanischen Offiziere, die in manuellen Spielen so tun, als dächten sie »rot«, sind eben zu unsicher, ihre Entscheidungen sind nicht unter veränderten Rahmenbedingungen reproduzierbar und damit unwissenschaftlich. Vorrangig *SAI* (*Science Application, Inc.*) und *RAND* nahmen sich dieses Problems an, wobei die Devise im Rahmen der *artificial intelligence* (und ausnahmsweise) erst einmal lautete, »people in the loop« zu bekommen. Einmal modelliert, verschwindet der Mensch dann später wieder aus der Simulation:

»Rand went completely automatic. Rand's Red would be a computer program. So would Rand's Blue. [...] Human players would be replaced by 'agents' [...] And the agents would have characters, a variety of Ivans on Red's side, several kinds of Sam on Blue's side.«⁷⁴

Anfang 1981 demonstrierte *RAND* ein Spiel, das auf »control over the variables« und nicht »subject to the vagaries and *inconsistencies* of human teams« war.⁷⁵ Dabei sorgte lediglich ein verpaßter Fertigstellungstermin dafür, daß nur *Red* von einem Automaten gespielt wurde, *Blue* hingegen von Menschen. Festzuhalten bleibt aber, daß der Feind nur ein computerkontrollierter Agent neben einigen anderen war, wie beispielsweise dem *Scenario Agent* (zuständig für das Weltmodell und für Buchführungsaufgaben) oder dem *Force Agent* (zuständig für Todesberechnungen, Versorgung, ökonomischen Zustand einzelner Nationen usw.).

Das *Rand Strategy Assessment Center* (*RSAC*) brachte also in einem Agentenkonzept quantitative und qualitative Spiele, politische Einschätzung und logistische Berechnung zusammen und koppelte das 'Rote Denken' mit der Leistungsfähigkeit der Waffen- und Transportsysteme. Im *RSAC* sprach man dazu *ROSIE* (*Rule Oriented System for Implementing Exercise*), eine Programmiersprache, aus der wenig später *RAND-ABEL* hervorging.⁷⁶ *ABEL* spricht freundlicherweise lebensnahes Englisch, bewährt sich vor allem bei der Ver-

73 Letter der Defense Nuclear Agency, DNA001-80-R-0002, vom 7.11.1979, zit. nach Allen, S. 323.

74 Thomas B. Allen, *War Games*, New York 1987, S. 328.

75 Allen, S. 329.

76 Jill Fain et al., *The ROSIE Language Reference Manual*, Santa Monica 1981 (RAND N-1647-ARPA); Norman Z. Shapiro / H. Edward Hall / Robert H. Anderson / Mark LaCasse, *The RAND-ABEL Programming Language*, Santa Monica 1985 (RAND R-3274-NA); Norman Z. Shapiro et al., *The RAND-ABEL® Programming Language: Reference Manual*, Santa Monica 1988 (RAND N-2367-1-NA).

waltung großer Arrays und längerer IF/THEN-Ketten und ist — wie *Z-code* — plattformunabhängig.⁷⁷ Ein Beispiel:

```
If the actor is a conflict location,
  let the actor's threat be grave and
  record grave [threat] as "being a conflict location".
If the actor's Ally = [is] USSR and the
  actor's superpower-presence & [is] Redmajor,
  let the actor's threat be grave and record
  grave [threat] as "major Red force in its territory".
If the actor's Ally ~ [isn't] US and the
  actor's superpower-presence = [is] Bluemajor,
  let the actor's threat be grave and record
  grave [threat] as "major Blue force in its territory".
If the actor is a follower of (some leader
  such that that leader's threat = [is] grave),
  let the actor's threat be indirectly-grave
  and record indirectly-grave as the string
  {«grave threat to», that leader.}
```

Notwendigerweise sind *Red* und *Blue*, Iwan und Sam, auf verwaltungstechnischer oder algorithmischer Ebene ununterscheidbar und differieren nur in den Parametern. Dabei sind auch Submodelle implementierbar, die untereinander konkurrieren können, z.B.:

»Ivan 1 is somewhat adventurous, risk-taking, and contemptuous of the United States. Ivan 2 is generally more cautious, conservative, and worried about U.S. responses and capabilities.«⁷⁸

Schon eine kleine Übersicht zeigt, daß 'die mehreren Iwans' nicht anders aufgebaut sind als die Objekte der Adventurewelt, nämlich aus Attributen und Eigenschaften:

Fig. 1: *RSAC Deskriptoren (Auswahl)*^a

Descriptors	Values
Expansionist ambitions.	Adventuristic, opportunistic, conservative.
Willingness to take risk.	Low, moderate, high.
Assessment of adversary intentions.	Optimistic, neutral, alarmist.
Insistence on preservin imperial controls.	Moderate, adamant.
Patience and optimism about historical determinism.	Low, moderate, high.
Flexibility of objectives once committed.	Low, moderate, high.
Willingness to accept major losses to achieve objectives.	Low, moderate, high.

77 *ABEL*-Quelltext wird zuerst in *C* und dann nochmals für das entsprechende System kompiliert. Zu den Modellierungsansätzen: Willam Schwabe / Lewis M. Jamison, *A Rule-Based Policy-Level Model of Nonsuperpower Behavior in Strategic Conflicts*, Santa Monica 1982 (RAND R-2962-DNA); Paul K. Davis, »Applying Artificial Intelligence Techniques to Strategic Level Gaming and Simulation«, in: *Modelling and Simulation Methodology in the Artificial Intelligence Era*, Hg. M. Elzas / T.I. Oren / B.P. Zeigler, North Holland 1986, S. 315-338.

78 Allen, S. 336.

Fig. 1: RSAC Deskriptoren (Auswahl)^a

Descriptors	Values
Look-ahead tendencies.	Simplistic one-move modeling, optimistic and narrow gaming, conservative and broad gaming.

a.nach Allen 1987, S. 336f.

Komplexierend kamen später gegenseitige Annahmen hinzu: *Blue* hat Annahmen bezüglich *Red*, *Red* bezüglich *Blue* und beide haben (vielleicht verschiedene) Annahmen über Dritte, die natürlich falsch sein können. In einer dritten Version konnten diese Annahmen während eines laufenden Szenarios sogar von *Red* und *Blue* selbst verändert werden. Anschließend wurden vor allem die Szenario-Agenten verbessert und komplexiert, da Drittländer sich mit Supermächten bekanntlich alliierten und es deshalb wichtig ist, ob sie im Ernstfall schneller oder langsamer reagieren, wie also z.B. das parlamentarische System eines Landes funktioniert oder wie zuverlässig es als Bündnispartner ist:

»Each country gets a temperament rating — reliable, reluctant, initially reliable, initially reluctant, neutral — and is rated as a ‘leader’ or a ‘follower’ that is ‘opportunistic’ or ‘assertive,’ which has a special meaning: ‘If nuclear capable, exercises independent nuclear deterrent. If gravely threatened, requests allied nuclear strike against opponent superpower homeland. If abandoned by superpower ally, becomes noncombatant. If aided by superpower ally, becomes reliable’«. ⁷⁹

Die Festlegung der Agenten-Parameter, mit denen dann Strategiespiele spielen, scheinen — so könnte man nebenbei bemerken — die Völkertafeln des Barock zu wiederholen und zu erweitern. Die Völkertafeln waren Versuche, das Wissen von den Völkern Europas zu strukturieren, indem sie dieses ins Bild setzten. Ausgehend von den Stände- und Berufstafeln, die seit dem 16. Jahrhundert in Büchern, Kupferstichen und Holzschnitten existierten, überführte das frühe 18. Jahrhundert die Standes- und Verhaltenstypologien ins Ethnische oder Nationale. Völkertafeln organisierten aus Antike und Mittelalter überlieferte Topoi und Eigenschaften, aus Reisebeschreibungen oder ethnographischen Studien extrahiertes Wissen zu Stereotypen. Der Spanier ist »klug und weis«, der Franzose kleidet sich »unbeständig«, der »Türk oder Griech« hat einen Überfluß »an zart und weichen Sachen«, der Schwede ist »eifrig im Glauben«, der Pole »glaubt allerlei« usw.⁸⁰ Dabei erlaubte und forderte die Tabellarik, Wissenslücken systematisch zu erkennen und zu füllen und implizierte gewissermaßen als Darstellungsform einen gezielten ‘Willen zum Wissen’.

Wenn Nationen den makroskopischen Maßstab rationalisierender Stereotypenbildung darstellen, dann erscheint der Einzelne als mikroskopischer, der

79 Allen, S. 338.

80 Ein schönes Beispiel in *Austria im Rosennetz*, Hg. P. Noever, Wien 1996.

ebenfalls um 1980 implementiert wurde. Als kleines Beispiel mag hier das Program *UNIVERSE* von Michael Lebowitz dienen.⁸¹

Das Schreiben von Serien — sei es für Kino, Fernsehen oder Rollenspiele — benötigt eine Verwaltungsstruktur, die Familienbande, Freund- und Feindschaften, Liebesbeziehungen, kurz: alle Arten von Verknüpfungen organisiert. Da Serien geschlossene Welten sind, die nach dem Prinzip der Kombinatorik und Rekonfiguration arbeiten, bietet sich eine softwaretechnische Lösung an, die nicht nur das Gewesene verwaltet, sondern auch — davon ausgehend — das noch Mögliche entwirft. Während schon Programme wie *TALE SPIN* und *AUTHOR* die Fähigkeit hatten, einfache Geschichten mit wenig Personal zu entwickeln,⁸² geht es — darüber hinaus — bei *UNIVERSE* um die Begriffe Konsistenz, Kohärenz und Information, die einen Begriff von Vergangenheit, d.h. einen gespeicherten Spielstand benötigen. Die Akteure einer Serie müssen als Aktanten konsistent mit ihrem vergangenen Verhalten sein, die Fortsetzung muß eine logische Sequenz mit den vergangenen Folgen bilden und die Ereignisse müssen glaubwürdig aber nicht allzu vorhersehbar sein, also einen angemessenen Unwahrscheinlichkeitsbetrag aufweisen.⁸³ Wie bei Roland Barthes ist die logische Verkettung von Knoten das Entscheidende: »it is our belief that such structure is largely an epiphenomenological result of the need for logical conceptual presentation of material.«⁸⁴

Die algorithmische Generierung von Fortsetzungsgeschichten interessiert sich daher vornehmlich für die im Licht von *AI* und *Cognitive Science* betrachtete Frage, welche Konzepte nötig sind, um Geschichten zu »verstehen« und für die »methods for mapping text into these structures«.⁸⁵ Die Frage der benötigten Datenklassen läßt sich beispielsweise dadurch lösen, daß man herausfindet, welche Daten für bestimmte »plot units«,⁸⁶ wie Liebschaften, Scheidungen, Feindschaften, verschwindende Ehegatten usw. erforderlich

- 81 Michael Lebowitz, »Creating Characters in a Story-Telling Universe«, in: *Poetics*, 13/1984, S. 171-194.
- 82 James R. Meehan, *The Metanovel. Writing Stories by Computer*, Yale University, Department of Computer Science, Technical Report 74, 1976; N. Dehn, »Memory in Story Invention«, in: *Proceedings of the Third Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Berkeley 1981, S. 213-215.
- 83 Zu *UNIVERSE* auch: M. Yazdani, *Generating Events in a Fictional World of Stories*, University of Exeter, Computer Science Department, Technical Report R-113, 1983.
- 84 Lebowitz, S. 175.
- 85 Lebowitz, S. 174. Dazu auch: R.C. Schank, »The structure of Episodes in Memory«, in: *Representation and Understanding. Studies in Cognitive Science*, Hg. D. Bobrow / A. Collins, New York 1975; B. Bruce / D. Newman, »Interacting Plans«, in: *Cognitive Science*, 2/1978, S. 195-233; Jamie G. Carbonell, *Subjective Understanding. Computer Models of Belief Systems*, Ann Arbor 1981; M.G. Dyer, *In Depth Understanding. A Computer Model of Integrated Processing for Narrative Comprehension*, Yale University, Department of Computer Science, Technical Report 219, 1982; Michael Lebowitz, »Memory-Based Parsing«, in: *Artificial Intelligence*, 21/1983, S. 285-326.
- 86 Wendy G. Lehnert, »Plot Units and Narrative Summarization«, in: *Cognitive Science*, 7/1983, S. 293-332.

sind, die sich zu standardisierten Kausalketten zusammenfügen lassen. Über *constraints* kann dann zurückverfolgt werden, was den einzelnen Akteuren an einer bestimmten Stelle des Spielverlaufs zu tun erlaubt ist, was also an Ereignissen unter einem Namen und mit einer je bestimmten Wahrscheinlichkeit rationalisierbar ist. Bei der Instantiierung der *plot unit* »John verliebt sich in Mary« könnte beispielsweise eine typische Kette lauten: Beide sind gute Freunde, bis dann ein schreckliches Ereignis passiert, eine(r) den (die) andere tröstet und sie sich unvermerkt ineinander verlieben. Die graphentheoretisch lösbare Plausibilitätsprüfung lautet: Gibt es Kinder, die entführt werden könnten, Lebensabschnittspartner, beste Freunde oder Eltern, die auswandern, an Krebs erkranken oder sterben könnten usw.? Und welche Auswirkungen hätte eines dieser Ereignisse auf das übrige Beziehungsgeflecht?

Das Leitkriterium für Kohärenz und Konsistenz lautet also Widerspruchsfreiheit sowohl der Geschichte als auch der Charaktere. Die Geschichte erscheint als Graph (vgl. S. 136ff.), dessen Ecken »Knoten« und dessen Kanten »Katalysen« sind. Und die Charaktere werden — wie auch bei *Adventures* und *Iwans* üblich — über »person frames« verwaltet, über Persönlichkeitsmerkmale in Form von Eigenschaftstabellen. Die Person wird dabei — es sei nochmal betont — von der Logik der Handlungssequenz her gedacht, in die sie »passen« kann, nicht jedoch von einem (wie auch immer humanistischen) Begriff der »Persönlichkeit«. Die Differenzierung ihres 'Namens' ist von der Detailliertheit und Belegung der Eigenschaftstabellen her gedacht, die sich von den möglichen Handlungssequenzen her rechnet. Wenn es beispielsweise um eine Serie geht, in der Heiraten vorkommen sollen, ist ein »married«-Attribut (on/off) nötig, das bei Kinderserien entfallen kann.

Fig. 2: *Person stereotype traits.*^a

Trait	Possible values
type	occupation, job group, avocation, habit, trait
sex	male or female
age	child, teen, young-adult, middle-aged, old
phys-appearance	-10 to 10
intelligence	0 to 10
moodiness	0 to 10
guile	-10 to 10
self-confidence	-10 to 10
niceness	-10 to 10
competence	-10 to 10
promiscuity	0 to 10
wealth	0 to 10
religion	Catholic, jewish, etc.
race	black, white, etc.
nationality	Irish, Polish, etc.
social-background	preppie, the docks, etc.

Fig. 2: *Person stereotype traits.*^a

Trait	Possible values
time-used	days, nights, evening, weekends. etc.

a.Nach Lebowitz 1984, S. 181.

Das Konzept der *person frames* hat daher bezeichnenderweise große Ähnlichkeit mit dem der *verb frames* von Adventurespielen. Wie bei den *verb frames* stellen nämlich diverse *default*-Informationen Kohärenz in Form von Stereotypen her. Daß ein Angriff einen Gegner braucht und Ärzte intelligente Menschen sind (ATTACK <X> oder INTELLIGENCE=9) löst Unbestimmtheitsstellen durch Selbstverständlichkeiten. So ergeben sich Tabellen etwa der folgenden Art:

Fig. 3: *Sample stereotype frames.*^a

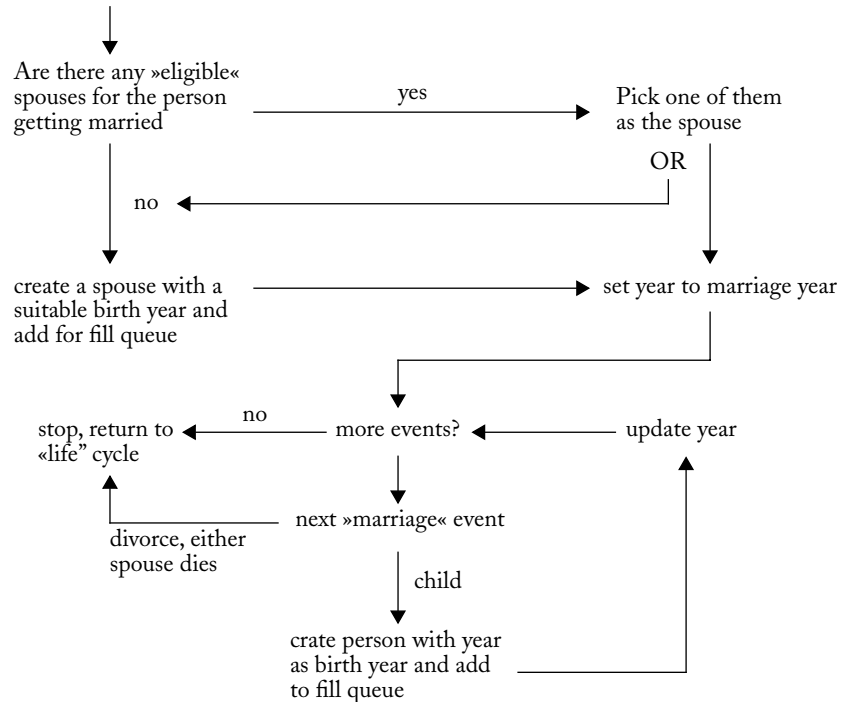
	Lawyer	Swinger	Waiter
type	occupation	trait	job
sex			
phys-appearance		7	
intelligence	6		
moodiness		6	
guile	7		8
self-confidence	6	6	
niceness	0	5	
competence			6
promiscuity		9	
wealth	6	2	
religion			
race			
nationality			
social-background			
time-used	days	nights	evenings

a.Nach Lebowitz 1984, S. 182.

über die das gesamte Repertoire von Ärzten, Kleinkriminellen, Hochschuldozenten, Lebensrettern, Schalteredamen, intriganten Schwiegermüttern, Trinkern, Politikern, Taxifahrern, Bowlingliebhabern, New Yorkern (und was die Mythen des amerikanischen Alltags sonst noch bereitstellen) stereotypisiert werden kann. Zusätzlich kann das sogenannte »zwischenmenschliche« Beziehungsgeflecht (wohlwollend/ablehnend, intim/distanziert, dominant/submissiv usw.) als gruppentherapeutischer Graph verwaltet werden.

Auf die Datenbank-Strukturen dieses paranoischen Universums setzen dann die Verwaltungsroutinen auf, wie etwa die für eine Heirat. Strukturell nicht wesentlich anders als eine Heirat in der geschlossenen Welt der *Daily Soap* funktioniert der Angriff auf einen Troll in einem Fantasy-Adventure oder eine Invasion im Iran bei einem politisch-militärischen Spiel. »Die Komplexität einer Erzählung«, schrieb Roland Barthes, »ist mit der eines Organisati-

Fig. 4: UNIVERSE 'marriage' cycle.^a



a.Nach Lebowitz 1983, S. 188

onsschemas vergleichbar, das imstande ist, Rückwendungen und Vorwärts-sprünge zu integrieren.⁸⁷ Um 1980 sind — zumindest programmtechnisch — Seifenopern, *synthetic histories* der Militärs und Adventurespiele kaum unterscheidbar.

4. Programme, Labyrinth, Graphen

Das Kapitel über Actionspiele hat gezeigt, daß der Spieler ein *device* ist, das über verschiedene Layer von Interfaces mit dem Computer gekoppelt ist, und daß zum Spiel eine erfolgreiche Akkomodation notwendig ist, so daß sich dieses als zeitkritische Serie von Eingaben und Ausgaben realisieren kann. Die Fragen, die sich folglich an die nach der Modellierung einer konsistenten, kohärenten und funktionalen Adventure-Welt und an die nach der Erzählung anschließen, sind: Was ist der Spieler im Adventure?, und: Was ist sein Spiel? Der unvorgreifliche Versuch einer Beantwortung besteht darin, Adventures als problematische Zusammensetzung von mehreren »Karten« zu verstehen. Die 'Erzählung' des Adventures könnte als (fluß-)diagrammatische Programmierung betrachtet, und seine räumliche Anlage als Labyrinth aufgefaßt werden. In einem dritten Schritt könnte beides (Erzählung und Labyrinth, Geschichte und Navigation) im Rahmen einer sehr basalen Graphentheorie vielleicht zusammengedacht werden.

87 Barthes, S. 134.

Die Erzählung von Adventures erschien als System von funktionalen Öffnungen und Schließungen, gewissermaßen als teleologischer Staffellauf, in dessen Verlauf jedes Objekt durch den Spieler zu seinem vorbestimmten Ziel, zu seinem Übergabezusammenhang findet. Als Aufgabe des Spielers erscheint also auf erzählerischer Ebene das Auslösen von Katalysen. Die Erzählungen von Adventures sind — wie gezeigt — auf diskrete »Räume« verteilt. Die Räume bilden die Orte, an denen Risikosituationen lokalisiert sind, sie sind Orte, von denen Katalysen ihren Ausgang nehmen. Indem der Spieler Probleme löst, funktionale Schließungen vornimmt, durchläuft er notwendigerweise zugleich die Topographie der Adventurewelt. Oder umgekehrt formuliert: Wenn Anfang und Ende eines Adventures jeweils Orte (und meistens, aber nicht notwendigerweise, zwei *verschiedene* Orte) sind, dann ist der Sinn des Spiels — und zugleich die einzige Möglichkeit es »sinnvoll« zu spielen — vom ersten Ort zum letzten Ort zu gelangen und *en passant* alle Katalysen herbeizuführen, die nötig sind, um von einem Ausgangspunkt namens Spielbeginn zu einem Endpunkt namens Spielende zu gelangen.

Das nicht beendete Spiel ist (obwohl man natürlich den Spielstand speichern und das Programm beenden kann) nicht nur metaphorisch ein *unentschiedenes* Spiel, was auf direktem Weg zu den Unentscheidbarkeitsaussagen von Church, Gödel, Kleene und Turing aus den 30er Jahren führt.⁸⁸ Der Gödelsche Unvollständigkeitssatz besagte ja zunächst, daß sich in jedem Axiomensystem Aussagen formulieren lassen, deren Richtigkeit innerhalb des Systems weder beweisbar noch widerlegbar sind, weshalb wahr und beweisbar zu unterscheiden sind und Hilberts Versuch des Beweises der Widerspruchsfreiheit der reinen Zahlentheorie gescheitert war. Turing reduzierte bekanntlich die Frage, ob dies bei einer gegebenen mathematischen Aussage entschieden werden könne, auf eine primitive Maschine, die entweder in endlicher Zeit mit JA oder NEIN anhält oder aber nie zum Ende kommt und die Frage als unentscheidbare erweist. Die Frage der Entscheidbarkeit wurde eine Frage der Maschine, wodurch erstmals eine präzise Definition von Berechen- oder Entscheidbarkeit vorlag. Die Church-Turing-These besagt daher, daß die Turing-Maschine das formale Äquivalent von Berechenbarkeit ist, die sich als Schreibbarkeit durch eine Maschine darstellt.

Das bedeutet nicht nur, daß das Halteproblem selbst ein prinzipiell nicht entscheidbares Problem ist, sondern vor allem, daß (mathematisch gesagt) alle »zugänglichen« Probleme (also solche der Klasse P, die nicht nur durch *brute force* oder vollständige Enumeration zu lösen sind), fortan als Schreibaufwand quantifiziert werden können. Diese Klassifizierung des Schwierigkeitsgrades von Problemen, ihre quantitative Komplexität, bemißt sich an der Höhe der notwendigen Ressourcen von Rechenzeit, Anzahl der Schritte eines Algorithmus, Größe des Speicherplatzes usw. Wenn Probleme codiert werden müssen,

88 Zum mathematikhistorischen und wissenssoziologischen Hintergrund vgl. Heintz, Teil 1.

dann ist die »Größe« eines Problems einfach seine Codierungslänge $|x|$. Die Problemgröße der künstlichen Welt eines Adventures, die ja durch den Spieler zu lösen ist, wäre also proportional der quantitativen Komplexität seines Programmier- oder Schreibaufwands.

Blick man nun zurück auf die Geschichte der Programmierung hardwaregewordener Turing-Maschinen (und besonders auf Goldstines und von Neumanns Diagrammatik für den *ENIAC*), dann zeigt sich, daß diese — auf den ersten Blick eher wortspielerisch scheinende — Ähnlichkeit von Entscheidungsproblem und entscheidungskritischem Adventurespiel tatsächlich tiefer liegt.⁸⁹ Wolfgang Hagen hat zuletzt noch einmal die Architektur des *ENIAC* Einheit für Einheit abgesprochen um zu zeigen:

»Logik und Hardware [...] sind verschlungen miteinander, sie bilden eine historische Einheit, einen untrennbaren Diskurs, einen kontemporären Austausch. Seine Regeln entwickeln sich weder immanent hardwareseitig, noch immanent logisch allein. Insofern herrscht, auf der Ebene dieser Verschlingung, ein gleichnahes Wissen von der Sache.«⁹⁰

Der *ENIAC* hatte die Form eines U, auf das die einzelnen Einheiten verteilt waren: Links unten die Starter-Einheit und die *Cycle-Unit*, also der Taktgeber, es folgten die ersten 4 von 20 Akkumulatoren, und eine *Divider/Square-Rooter*-Einheit. An der Stirnseite fanden sich spezielle Akkumulatoren, die für die Multiplikation maximal zehnstelliger Dezimalzahlen zuständig waren. An der rechten Wand folgten zunächst 4 weitere Akkumulatoren, dann zwei weitere Zahlen-Array-Speicher in Gestalt der *function-tables*, darunter wieder zwei Akkumulatoren, die bereits Ergebnisdienste für den Lochkarten-Output leisteten, zuletzt drei Einheiten, die Konstanten speicherten, und ein Lochkartenschreiber als Ausgabegerät.

»Der ENIAC ist [...] eine Logik in Elektronikgestalt [...] Wenn es irgendeines Beweises bedurfte, daß elektronische Hardwarelogiken die historische Bedingung der Möglichkeit aller Softwarelogiken sind, dann zeigt ihn dieser ENIAC.«⁹¹

Die Programmierung des *ENIAC* könnte also — Wolfgang Hagen folgend — »Orchestration« heißen, bei der die einzelnen Einheiten wie Instrumente zusammenspielen, um ein wohlbekanntes Stück aufzuführen. Tatsächlich ging es

89 Zum Folgenden vgl.: Herman H. Goldstine / John von Neumann, »Planning and Coding Problems for an Electronic Computing Instrument«, in: *Collected Works*, Hg. A.H. Taub, Bd. 5, New York 1963, S. 81-235; Herman Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, 2. Aufl. Princeton 1993; *Presper Eckert Interview* (www.si.edu/resource/tours/comphist/ekert.htm); *ENIAC History Overview* (seas.upenn.edu/~museum/hist-overview.html); Wolfgang Hagen, *Von NoSource zu Fortran*, Vortrag auf dem Kongress »Wizards of OS«, Berlin 16.07.99 (www.is-bremen.de/~hagen/notofort/NoSourceFortran/index.htm); Arthur W. Burks / Alice R. Burks, »The ENIAC. First General-Purpose Electronic Computer«, in: *Annals of the History of Computing*, 3,4/1981, S. 310-389; Arthur W. Burks, »From ENIAC to the Stored-Program Computer. Two Revolutions in Computers«, in: *Metropolis*, S. 311-344.

90 Hagen, Folie 9.

91 Hagen, Folie 25.

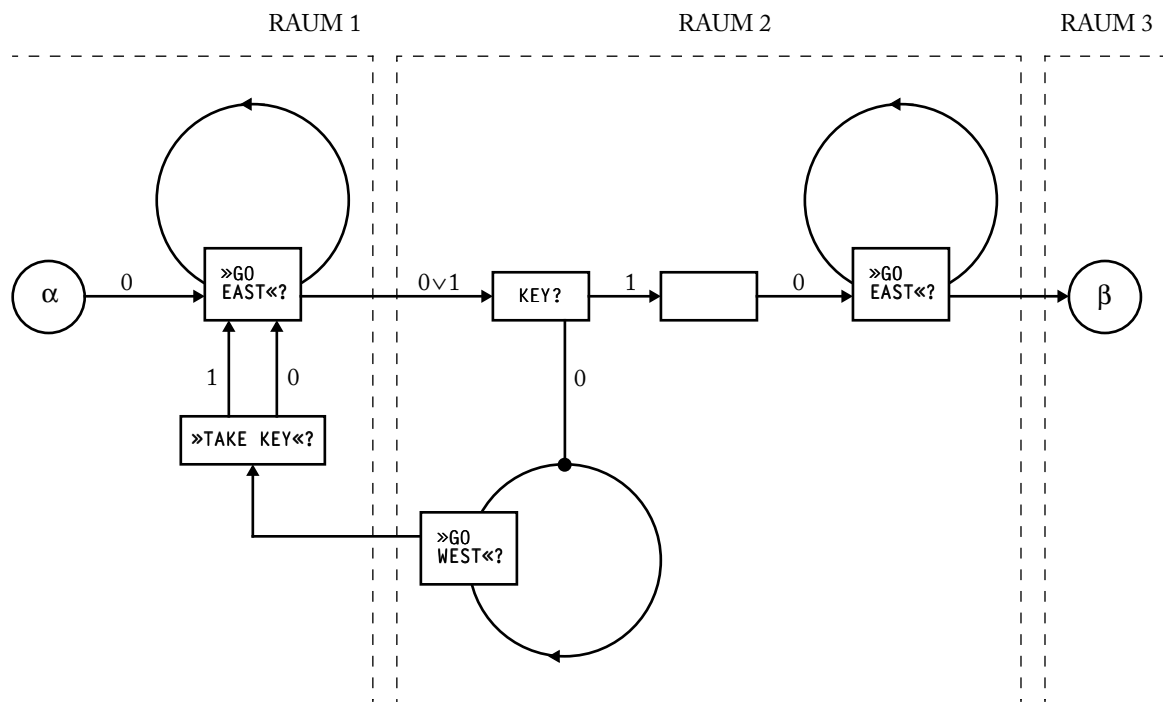
von Neumann nicht um ein sprachliches Konzept der algorithmischen Lösung von Problemen, sondern um die Planung und Kommutation von in Hardware gegossen Operationen. Programmieren ist die Evaluation eines bestimmten »modus operandi for handling specific problems«, wie von Neumann in den *Planning and Coding Problems for an Electronic Computing Instrument* schreibt.⁹² Die dazu aufgestellten Qualitätskriterien sind fast alle von einer (durch 17,480 in ihrer Lebensdauer beschränkte Röhren) störanfälligen Hardware aus gedacht und folgen einer Ökonomie der Einfachheit, Kürze und Effizienz.⁹³ Was selten belastet wird fällt eben selten aus. Im Hinblick auf Adventurespiele ist jedoch Orchestration ein verschobenes Bild, denn es beschreibt eher, was die *ENIAC-girls* an gleichmäßiger Arbeitsverteilung zu leisten hatten. Die *flowcharts* selbst handeln eher von topologischen Problemen und erscheinen als Aufgabe eines Routing, das Datenströme nicht nur durch eine noch real anschauliche und maßstäblich kommensurable Rechner-Architektur leitet, sondern auch durch einen Raum von Knoten alias *operation boxes* und *alternative boxes*. Boxen und Linien erscheinen (graphentheoretisch betrachtet) als Knoten und Kanten oder (als Adventure gesehen) als Räume und Übergänge oder (mit Roland Barthes) als Kerne und Katalysen. Aus diesem Bild erklärt sich auch, daß von Neumann nicht an der algorithmischen Lösung eines Problems interessiert war, sondern an der effizienten *Darstellung* von wohlbekanntem numerischen Lösungswegen. Die Programmierung eines Adventurespiels besteht darin, einen Plot in einer bestimmten Weise zu formatieren, nämlich ihn in funktionale Sequenzen zu zerlegen, Entscheidungspunkte einzuführen, diese auf eine Topographie — ein ordinales Relationssystem mit den Achsen N-S/W-O — zu verteilen usw., kurz: ihn räumlich und erzähltechnisch zu *pointieren*. Von Neumanns Flußdiagramme sind genau dies: die Verteilung eines numerischen Plots auf eine Topographie von Entscheidungsorten.

Angenommen der Plot eines Adventure verlangt, daß der Spieler eine verschlossene Tür öffnen muß. Dazu bedürfte es eines Schlüssels und einer Tür, die erst dann aufgeht, wenn der Schlüssel funktional in ihr 'aufgeht' und wertlos wird. Der Spieler könnte dann durch die Tür gehen, die nur für ihn da war. Der Anfang dieser kleinen Übergangs-Geschichte wäre also Raum 1, ihr Ende Raum 3, und die Werkzeuge der Passage hätten ihre Aufgabe erfüllt. In der Notation von Neumanns angeschrieben sähe dies so aus⁹⁴:

92 Goldstine / von Neumann, S. 81.

93 Goldstine / von Neumann, S. 80.

94 Die getrennten **GO EAST** / **GO WEST**-Schleifen sind natürlich realitätsfern umständlich (ja sogar logisch mangelhaft, da man normalerweise auch bei geöffneter Tür wieder nach Westen gehen kann) und sollen nur das Problem der räumlichen Verteilung von Entscheidungen deutlicher sichtbar machen. Aus diesem Grund wird auch die notwendige Eingabe **USE KEY WITH DOOR** nicht eigens dargestellt.



In den Inventar-Attributen des Spieler-Objekts ist KEY auf 0 gesetzt, und der Spieler verbleibt in Raum 1 bis die Eingabe GO EAST erfolgt (Schleife). Die Tür ist eine Abfrage von KEY (Alternativbox), die bei 0 nur die Eingabe GO WEST zulässt (wo durch das richtige Kommando, TAKE KEY, der Schlüssel aufgenommen werden kann), bei 1 jedoch das Schlüssel-Attribut auf 0 setzt (Schlüssel hat seinen Dienst getan, bleibt in der Tür stecken) und die Eingabe GO EAST erlaubt. Natürlich liegen in der spielerischen Praxis Schlüssel und Tür meist mehrere Räume auseinander, doch dies ändert nichts an der logischen Struktur, die nur auf verschiedene Weise auf diskrete Räume verteilt werden kann.

Schon hier ist abzulesen, daß es einen bestimmten Begriff der Effizienz des Spiels gibt, der sich mit dem der Effizienz von Programmen selbst deckt. Programmiertechnisch geht es — wie schon von Neumann fordert — um extensive Kombinatorik, so daß beispielsweise alle Kommandoabfragen (TAKE KEY, GO EAST usw.) natürlich die gleiche Parser-Routine benutzen. Daß Schleifen jedoch nicht unnötig oft durchlaufen werden, gilt auch für den Spieler. Wer so dumm ist, ohne Schlüssel nach Osten zu gehen, wird an der verschlossenen Tür scheitern, wieder nach Westen gehen und mindestens zwei Eingaben zuviel gemacht haben, also mehr Aufwand betrieben haben, als es die »Problemgröße« verlangt. Eine Raumbeschreibung von 1 muß also einen Hinweis auf einen dort vorhandenen Schlüssel enthalten, der einer genauen Lektüre nicht entgehen sollte. In einer völlig notwendigen Adventure-Welt deutet der beste Spieler alle Zeichen richtig, nimmt den Schlüssel und öffnet die Tür. Ein Spieler der nur »gut« ist, durchläuft einen Raum zweimal, und

wer weniger effizient entscheidet, bewegt sich auf immer niedrigeren Perfektibilitätsniveaus.⁹⁵

Die Frage nach dem, was der Spieler ist, erscheint unter diesen Voraussetzungen als Frage nach dem, was eigentlich durch das Flußdiagramm fließt. Dazu John von Neumann:

»[I]t seems equally clear, that the basic feature of the functioning of the code in conjunction with the evolution of the process that it controls, is to be seen in the course which the control *C* takes through the coded sequence, paralleling the evolution of that process. We therefore propose to begin the planning of a coded sequence by laying out a schematic of the course of *C* through that sequence, i.e. through the required region of the Selectron memory. This schematic is the flow diagram of *C*.«⁹⁶

Dabei bezeichnet *C* einfach die Speicherinhalte, die auf der Verfahrensrouten des Diagramms prozessiert werden.⁹⁷ Die Gesamtheit dieser abgefragten Speicherinhalte ist das 'Objekt' (der Datensatz mit seinen Attributen und Eigenschaften) der den Spieler repräsentiert. Der Avatar 'fließt' gewissermaßen durch die Präskriptionen eines Verfahrensweges wie ein Formular durch einen Dienstweg, auf dem bestimmte Eintragungen und Löschungen vorgenommen werden müssen, damit der nächste Entscheidungsort erreicht werden kann. Nun findet das Adventure-Spiel in der Ungewißheit über den künftigen Verfahrensweg statt, ja es besteht sogar darin, den einzig richtigen für jede einzelne Situation zu ermitteln. Der Spieler ist also mit der Bearbeitung eines Datensatzes beschäftigt, der ausschließlich auf der taktischen Ebene von *micro-worlds* jeweils so zu manipulieren ist, daß er verfahrenskonform wird. (Ist ein Schlüssel erfolgreich benutzt, wird das Bit wieder gelöscht.⁹⁸) Was diese Definition bedeutet, wird klar, wenn man sie beispielsweise gegen Diltheys Beschreibung eines anderen viatorischen Prinzips liest, nämlich das des klassisch-romantischen Bildungsroman, in dem die Weghaftigkeit für eine zunächst akkumulative, dann aber in Gestalt umschlagende Persönlichkeitssteigerung des Protagonisten einsteht:

»Von dem Wilhelm Meister und dem Hesperus ab stellen sie [die Protagonisten des Bildungsromans] alle den Jüngling jener Tage dar; wie er in glücklicher Dämmerung in das Leben eintritt, nach verwandten Seelen sucht, der Freundschaft begegnet und der Liebe, wie er nun aber mit den harten Realitäten der Welt in Kampf gerät und so unter mannigfachen Lebenserfahrungen heranreift, sich selbst findet und seiner Aufgabe in der Welt gewiß wird. [...] Eine gesetzmäßige Entwicklung wird im Leben des Individuums angeschaut, jede ihrer Stufen hat einen Eigenwert und ist zugleich Grundlage einer höheren Stufe. Dissonanzen und

95 Zu Leibniz vgl. S. 146ff.

96 Goldstine / von Neumann, S. 84.

97 Von Neumann zählt an anderer Stelle auch die Eingabelemente zu den Speichern (John von Neumann, *Die Rechenmaschine und das Gehirn*, 6. Aufl. München 1991, S. 37).

98 »You interacted with the puzzles. You didn't interact with the story« (Herz, S. 150).

Konflikte des Lebens erscheinen als die notwendigen Durchgangspunkte des Individuums auf seiner Bahn zu Reife und Harmonie.«⁹⁹

Die Alternativboxen oder »Durchgangspunkte« eines Adventures bedürfen nicht der rhetorischen Leistung eines Lebenslaufes, die darin besteht, eine Einheit durch die wiederholte »Integration von Nichtselbstverständlichkeiten« in ein Zeitschema herzustellen.¹⁰⁰ Sie kontrollieren lediglich die jeweils situative Beschaffenheit des sie durchfließenden Datensatzes. Diesen Datensatz — den Avatar, Protagonisten oder poetischer »Engelskörper«¹⁰¹ — zu manipulieren, also durch taktische Entscheidungen dessen Attribute und Eigenschaften zu verändern und ein Hindurchgleiten¹⁰² zu ermöglichen, ist Aufgabe des Spielers. Dieses Hindurchgleiten durch Situationen wie Türen ist das Entgleiten aus bedingten Endlosschleifen. Die Abfolge von DO/LOOP/UNTIL-Schleifen ist jedoch keine *Stufenfolge*, innerhalb derer eines das andere 'aufhebt' und zuletzt zu einer 'Gestalt' namens »Reife und Harmonie« führt, sondern eine schlichte *Reihenfolge*, die nach einer bestimmten Anzahl von Schleifen (also spielerischen Aufgaben) endet. Und da es immer nur eine Möglichkeit gibt, das UNTIL zu ermitteln und das Richtige zu tun, könnte man vielleicht sagen, daß der Protagonist, der ja nur einer Liste von Handlungen seinen Namen gibt, den Spieler programmiert. (Ähnlich vielleicht der Programmierung, die das Spiel *ADVENT* an der späteren Höhlenbesucherin durchführte.)

Hinweise auf die richtige Entscheidung bei mehreren vorgegebenen Möglichkeiten erhält der Spieler durch ein 'zweckrationales' *close reading* der ausgegebenen Texte. Erst durch eine besondere Art des filternden Lesens eröffnet sich dem Spieler die Topologie der Adventure-Welt als eine *viabile*: Schlüssel sind dazu da, Türen zu öffnen und Türen dazu, durch sie hindurchzugehen (und nicht etwa — in einer Schleife steckend — die Flöhe im Pelz des Türhüters zu zählen). Vielmehr soll damit eine bestimmte Art des suchenden oder musternden Blicks (gewissermaßen nach 'Verkehrszeichen') benannt werden, der nach Wörtern Ausschau hält, die (wie »KEY«) in Aussicht stellen, daß sie im Spiel weiterführen, dem Spieler also helfen, aus einer Schleife zu entkommen. Sie sind eine Art Steuerungstechnik, wie Walter Benjamin sie beschrieben hat: »Wenn Poes Passanten noch scheinbar grundlos Blicke nach allen Seiten werfen, so müssen die heutigen das tun, um sich über Verkehrszeichen zu orientieren.«¹⁰³ Diese Lektüre nach solchen *keywords* hat (und zwar mit historischer Berechtigung) einige Ähnlichkeit mit dem Lesen von Hypertext

99 Wilhelm Dilthey, *Das Erlebnis und die Dichtung*, 12. Aufl. Göttingen 1921, S. 249f.

100 Niklas Luhmann, »Erziehung als Formung des Lebenslaufes«, in: *Bildung und Weiterbildung im Erziehungssystem. Lebenslauf und Humanontogenese als Medium und Form*, Hg. D. Lenzen / N. Luhmann, Frankfurt am Main 1997, S. 11-29, S. 18.

101 Pierre Lévy, *Die kollektive Intelligenz. Eine Anthropologie des Cyberspace*, Mannheim 1997.

102 So eine Bedeutung von »labor« (vgl. S. 132).

103 Benjamin, S. 208.

und der Suche nach den früher einmal in schöner Einheitlichkeit blau unterstrichenen *links*. Schließlich ist jeder *link* ein Knoten, dessen Anklicken Katalysevorgänge jenes Typus auslöst, die Will Crowther unsichtbar gemacht hatte. Dies führt jedoch schon zu der Frage, was der Raum des Adventures eigentlich ist.

labor intus

Daß Adventurespielen hauptsächlich aus Kartenzeichen besteht ist seinen Spielern wohlbekannt. Da funktionale Schließungen der Erzählung oft ein topographisch redundantes Zurücklegen großer Wegstrecken erfordern, ist zur memorativen Entlastung der Spielers eine Karte hilfreich. Da natürlich alle Wege des Spielers, alle möglichen Sackgassen und notwendigen Schleifen, im Programm vorgezeichnet sind, ist sein progredierendes *tracing* der eigenen Spur zugleich das (immer wieder gehemmte) Durchfließen der Spuren oder Kanäle des Programms, dessen Ergebnis sich am Ausgang der Spielwelt mit einer immer schon vorhandenen Karte decken wird. Das Spiel des Adventures bezeichnet also eine Doppelbewegung von Erzählen und Kartographieren, bzw. die doppelte Rekonstruktion einer vorgängigen Erzählung und einer vorgängigen Karte. Im Verlauf des Spiels sind folglich nur (gleichwohl immer größere) *Teile* der Welt überschaubar, mit seinem Ende kippt jedoch partikuläre Ansicht in Übersicht. Das aber ist das Prinzip des Labyrinths, das spätestens seit Hugo von Saint Victor und seiner Interpretation von *inventio*, *dispositio* und *elocutio* als Medien zur Errichtung eines rhetorischen *domus daedali* mit dem des Erzählens verbunden ist.¹⁰⁴

104 Eigentlich schon bei Vergil, der das Labyrinth in Bezug zum Spiel (*Iusus Troiae*) setzt und dazu den Begriff des »Textes« (im Sinne von weben, zusammenfügen, verfertigen) benutzt, so daß, seit Text ein 'schriftlich Abgefaßtes' bezeichnet (also etwa seit Quintilian), eine Beziehung zwischen Labyrinth und Erzählen implizit hergestellt ist. Zum Folgenden vgl.: Hermann Kern, *Labyrinth. Erscheinungsformen und Deutungen*, 3. Aufl. München 1995; Penelope Reed Doob, *The Idea of the Labyrinth from Classical Antiquity through the Middle Ages*, Ithaca / London 1992; Manfred Schmeling, *Der labyrinthische Diskurs. Vom Mythos zum Erzählmodell*, Frankfurt a.M. 1987; Umberto Eco, »Kritik des Porphyrischen Baumes«, in: *Im Labyrinth der Vernunft. Texte über Kunst und Zeichen*, Leipzig 1990, S. 89-112; Abraham Moles / Elisabeth Rohmer / P. Friedrich, *Of Mazes and Men – Psychology of Labyrinths*, Strasbourg 1977; Max Bense, »Über Labyrinth«, in: *Ästhetik und Engagement*, Köln / Berlin 1970, S. 139-142; Gaetano Cipolla, *Labyrinth. Studies on an Archetype*, New York 1987; Wolfgang Haubrichs, »Error inextricabilis. Form und Funktion der Labyrinthabbildung in mittelalterlichen Handschriften«, in: *Text und Bild. Aspekte des Zusammenwirkens zweier Künste in Mittelalter und früher Neuzeit*, hg. C. Meier / U. Ruberg, Wiesbaden 1980, S. 63-174; Helmut Birkhan, »Laborintus – labor intus. Zum Symbolwert des Labyrinths im Mittelalter«, in: *Fs. Richard Pittioni*, Wien 1976, S. 423-454; Karl Kerényi, »Labyrinth-Studien«, in: *Humanistische Seelenforschung*, Wiesbaden 1978, S. 226-273; Gustav Renée Hocke, *Die Welt als Labyrinth. Manier und Manie in der europäischen Kunst*, Hamburg 1978. Erst gegen Ende dieser Arbeit erhielt ich dankenswerterweise den Text von Peter Berz, *Bau, Ort, Weg* (Vortrag Galerie Aedes, Berlin 15.2.1998), dessen Anregungen leider allenfalls als Annotationen eingearbeitet werden konnten.

Dabei sind mindestens zwei Arten von Labyrinthen zu unterscheiden: unikursale und multikursale.¹⁰⁵ Während unikursale Labyrinth nur einen Weg kennen (in dessen Mitte beispielsweise ein Minotaurus wartet), die eine verdrehte Line sind, in der ein Ariadnefaden sinnlos ist, kennen multikursale Labyrinth alternative Pfade und Sackgassen, die zur Rückkehr zwingen oder Schleifen entstehen lassen, deren Redundanz durch einen Ariadnefaden verhindert werden kann. »Ein Irrgarten [multikursales Labyrinth] benötigt keinen Minotaurus; mit anderen Worten: der Versuch des Besuchers, den Weg zu finden, ist der Minotaurus.«¹⁰⁶ Doob hat zu Recht auf die Verflechtung beider Typen hingewiesen. Erstens handeln beide (seit Strabon) von der Spannung zwischen partikularer Ansicht und globaler Übersicht, Verwirrung des Moments und Epiphanie der Ordnung:

»Once you learn the maze or see the labyrinth whole, then, elaborate chaos is transformed into pattern. This potential conversion of the labyrinth from confusion to order, from involved process to brilliant product, is a common theme in later writing, particularly those dealing with metaphorical mazes of epistemology or of literary texts.«¹⁰⁷

Zweitens ist das *bivium* die Grundfigur beider Typen: Beim unikursalen Labyrinth geht es um die Frage, ob man sich — wie Herkules am Scheideweg — auf *diesen* Weg begibt, also überhaupt in das Labyrinth eintritt und sich damit für einen bestimmten, unausweichlichen Pfad entscheidet. Und beim multikursalen Labyrinth wiederholt sich diese Situation nur mehrfach, wobei der Weg zwischen zwei Entscheidungsknoten jeweils nicht mehr zu verlassen ist. Das multikursale Labyrinth ist also eine Art fraktale oder rekursive Form des unikursalen, weshalb auch bis zur Neuzeit der Begriff »Labyrinth« beide Formen bezeichnen konnte. Hinzu kommt, daß Text- und Bildgeschichte auseinanderfallen, daß also schon seit Platon, Plinius und Herodot multikursale Labyrinth literarisch beschrieben, aber bis zum Beginn des 15. Jahrhunderts nur unikursale bildlich dargestellt wurden.¹⁰⁸

Beschreibt man das Labyrinth als Übergang,¹⁰⁹ also den Eintritt als Trennungsritus, das Labyrinth selbst als paranormalen Zustand und den Austritt

105 Ich schließe mich hier der angelsächsischen Terminologie (*unicursal*, *multicursal*) an, v.a. Doob, die die Gemeinsamkeiten beider Typen betont (im Gegensatz beispielsweise zu Kern, Schmelting oder Eco, die streng zwischen unikursalem Labyrinth und multikursalem Irrgarten unterscheiden). Eco's Begriff des Baumes stimmt übrigens schon deswegen nicht, weil Bäume graphentheoretisch kreisfrei sind. Nur der Blockgraph eines Labyrinths wäre ein Baum.

106 Eco, S. 105. Man könnte vielleicht sagen, daß einerseits der reale, den Bildschirm ablesende und Eingaben vornehmende Körper und andererseits der prozessierte Spielerkörper als Corpus von Daten eine Art minotaurischer oder hybrider Figur bilden.

107 Doob, S. 24.

108 Z.B. Platon, *Euthydemos*, 291b oder Plinius' Beschreibung des ägyptischen Labyrinths, das Abirrungen und Schleifen beinhaltet (»viarum illum inexplicabilem errorem«). Zur tabellarischen Übersicht der antiken Erwähnungen vgl. Kern 24f.

109 Wie beispielsweise Schmelting, S. 135ff.; vgl. Mircea Eliade, *Initiation, rites, sociétés secrètes*, Paris 1976.

als Aggregationsritus (*séparation, transition, incorporation*), dann erschließt sich schon ein Großteil des motivischen Repertoires von Adventurespielen: Türen, Schwellen, Kämpfe mit feindlichen Instanzen oder Reisen. Das Starten des Programms selbst bedeutet den Wechsel (*YOU ARE STANDING AT...*) in eine ausschließlich entscheidungskritische, künstliche Welt in die kein Begriff von Zeit implementiert ist (unikursaler Aspekt). Der Spielverlauf selbst besteht dann aus fraktalen Wiederholungen dieses ersten Übergangs: *GO NORTH* ist eine Trennung vom bisherigen Ort und der diskontinuierliche Übergang an einen anderen Ort, der keinen Begriff von Zeit (wohl aber eine erst am Ankunftsort nachrechenbare Dauer: seine Rechenzeit) hat. Der Übergang von Raum 1 nach Raum 2 ist — erinnert man sich an die Aufgaben der *IMP-group* — Übertragung und ebenso wie das versandte Datenpaket ist der Spieler in diesem transitorischen Moment nirgendwo. Katalysen haben keine Adresse. Damit wird noch einmal der Problemhorizont deutlich: Wenn in Adventurespielen Entscheidungsbäume figurieren, dann fehlt ihnen die (nach Ricoeur) für Erzählungen konstitutive Zeitlichkeit, womit die die von Lessing behauptete mediale Differenz von ästhetischen Zeichenregimen unterlaufen würden. Allenfalls könnten sie als eine Form der Annalistik bezeichnet werden.¹¹⁰

Auch die mittelalterliche Deutung des Labyrinths handelte vom Übergang, wenngleich unter den verschärfenden Bedingungen des (Lebens-)Zeitlichkeit. In seiner Etymologie ist Labyrinth *labor intus*, wobei *labor* eine große Bedeutungsvielfalt hat: als Verb heißt es u.a. gleiten; dahingleiten; ausgleiten; entrinnen; straucheln, irren, fallen; allmählich geraten oder verfallen in, als Substantiv jedoch Mühe, Strapaze; Beschwerde, Drangsal; Arbeit, aber auch ausgeführtes Werk. Die multikursale Rekursion der unikursalen Entscheidungssituation kann daher als Verhältnis von Lernen und Vertrauen begriffen werden. Jede Entscheidung an einer ambigen Stelle kann falsch oder richtig sein, ein *error* sein oder näher zu Gott führen.¹¹¹ Die Situationen der *ambiguitas* sind erzieherisch, denn sie führen, richtig entschieden, näher an eine Lösung namens Transzendenz oder Übersicht heran, gleichwohl sie umwegig erscheinen können, weshalb das Verfolgen eines einmal richtig gewählten Weges Vertrauen erfordert. Der Lebensweg ist gewissermaßen der verwundene Verbindungsgang zwischen irdischem Spielbeginn und himmlischem Spielende (*laboriosus exitus domus – laboriosa ad entrandum*).

110 Wolfgang Ernst sei für seine Insistenz in diesem Punkt gedankt. Britta Neitzel wendet ein, daß auch im Sport (beispielsweise im 100m-Lauf) kein narratives Geschehen vorliegt, wohl aber ein Anfangs- und ein Enddatum (»Videospiele: zwischen Fernsehen und Holodeck«, unveröffentlichter Vortrag, Paderborn, Oktober 1999). Dies scheint jedoch kein Widerspruch: Zwar entziehen sich diese Daten jeder Deutung, vermitteln keinen über sich selbst hinausweisenden Sinn, sind gewissermaßen »Protokollanten der Kontingenz« (H. White), bieten aber gerade daher die Möglichkeit, daß eine »Geschichte« im mehrfachen Wortsinn auf ihnen aufsetzen kann.

111 Zu den Begriffen *labores, errores, ambages* bei Vergil, Boethius, Dante und Chaucer vgl. Teil 3 bei Doob.

Während das Mittelalter die Zahl der Entscheidungen auf den Minimalwert 1 zu reduzieren suchte (also eine einmalige Entscheidung für Gott und das vertrauensvolle Befolgen seines Weges, der durch eine maximale Packungsdichte des Labyrinths möglichst umwegig erschien), war es wohl der medientechnische Effekt neuzeitlicher Kartographierungstechnik, der das multikursale Labyrinth, also die Vielfalt einer Serie von Entscheidungen, ab ca. 1420 für das Bild erschloß und entsprechende theologische Wirkungen zeitigte. Der im unikursalen Labyrinth überflüssige Ariadnefaden wird in der graphischen Darstellung des multikursalen zum Vorläufer der Kanten der Graphentheorie. Er verknüpft in Form von Wegen oder Pfaden die Orte der nunmehr quantitativen Land-Karten, die später kantengewichtete Graphen heißen können. Gleichzeitig mit der allegorischen Reisebeschreibung *Das Labyrinth der Welt oder Das Paradies des Herzens* des Pädagogen Comenius, die sich an mnemotechnische Leitsysteme wie Campanellas *Città del sole* oder Andreaes *Republicae christianopolitanae descriptio* anschließt, entstehen auch die ersten bildlichen Darstellungen des 'Christlichen Wandersmanns'.¹¹² Da Lebensläufe als multikursale Topographien gedacht werden, erschienen nicht nur Entscheidungsorte oder technischer *nodes* («Tor des Lebens», «Tor der Berufswahl» usw.), sondern werden auch navigatorische Leitsysteme nötig, die bei Comenius »Allwissend« und »Verblendung« heißen. Oder, im *Nürnberger Katechismus* von 1683:

»[M]itten in der Welt ist der abgesagte Feind GOTTES und der Menschen. Der Faden führete ohn Irrsal durch den Irrgarten; durch die Welt führet richtig GOTTES Wort. Weh denen / so von dieser Richtschnur über heilsame Warnung abweichen!«¹¹³

Der Barock brachte nicht nur im Gartenbau einzigartige multikursale Labyrinth und in der Philosophie Leibniz' ein bekrönendes Modell der möglichen Welten als Entscheidungspyramide (oder Labyrinth der Labyrinth) hervor, sondern mit seiner *ars combinatoria* auch die Bedeutung von »Labyrinth« als Kombinationsspiel des Wissens. Comenius' *Lexicon reale pansophicum* beispielsweise basiert auf diesem Begriff des Labyrinths. Das Netz der Querverweise, die den Leser durch sein Werk navigieren lassen, nennt er »Labyrinth ohne Fehler«. ¹¹⁴ Diese Labyrinth sind Kombinationsspiele, bei denen aus einer diskreten Menge von Elementen durch unterschiedliche Verknüpfungen immer wieder verschiedene neue Ganzheiten zusammengestellt werden können. In einer bestimmten Anordnung von Elementen gibt es eine bestimmte Anzahl von Wegen, die diese Elemente als Knoten abschreiten und damit Sinn produzieren. Es seien hier nur drei Beispiele von unzähligen möglichen gewählt, die die strukturelle Ähnlichkeit mit Adventurespielen andeuten sol-

112 Zu Comenius ausführlich Bernhard Dotzler, *Papiermaschinen. Versuch über COMMUNICATION & CONTROL in Literatur und Technik*, Berlin 1996.

113 Zit. nach Kern, S. 296.

114 Dazu (leider viel zu kurz) Kern S. 343f.

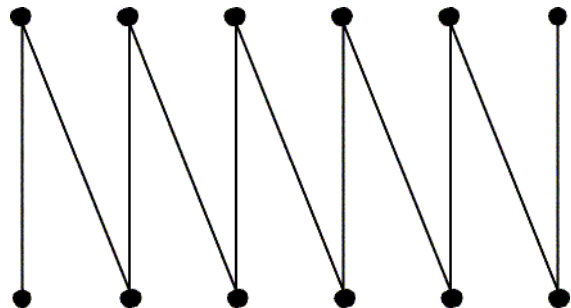
len. 1. Im sogenannten *Labyrinth des Heiligen Bernhard* sind 36 Begriffe auf eine Topographie in Form einer Tabelle von sechs Zeilen und sechs Spalten verteilt.

Fig. 5: *Labyrinth des Heiligen Bernhard*

LABYRINTHUS A DIVO BERNARDO COMPOSITUS QUO BENE VIVIT HOMO					
DICERE	SCIS	DICIT	SCIT	AUDIT	NON VULT
FACERE	POTES	FACIT	POTEST	INCURRIT	NON CREDIT
CREDERE	AUDIS	CREDIT	AUDIT	CREDIT	NON EST
DARE	HABES	DAT	HABET	MISERE QUAERIT	NON HABET
JUDICARE	VIDES	JUDICAT	VIDET	CON- TEMNIT	NON DEBET
NOLI	OMNIA QUAE	QUIA QUI	OMNIA QUAE	SAEPE	QUOD

Ziel des Spiels ist es, solche Wege durch diese Matrix zu bahnen, daß entlang der Reihenfolge der Entscheidungsknoten eine moralische Sentenz lesbar wird, wie beispielsweise: »Noli | dicere | omnia quae | scis | quia qui | dicit | omnia quae | scit | saepe | audit | quod | non vult« (Sage nicht alles, was Du weißt, denn wer alles sagt, was er weiß, bekommt oft zu hören, was er nicht will). Zeichnet man die Bewegung nach, ergibt sich — wie zu sehen — eine Sägezahn-Linie. Gewichtet man die Kanten als Übergangswahrscheinlichkeiten (wie Shannon es für die englische Sprache getan hat¹¹⁵), dann zeigt sich, daß die unterste Zeile in diesem recht einfachen Labyrinth entscheidend ist, da an ihren Eingängen Informationsminima und an ihren Ausgängen -maxima anliegen (d.h. fünf Wahlmöglichkeiten gleicher Wahrscheinlichkeit von »noli« zu »dicere«, »facere«, »credere«, »dare« und »judicare«, maximale Wahrscheinlichkeit eines Übergangs von einem dieser fünf Knoten zu »omnia quae«, also keine Wahl).

Fig. 6: Ein Pfad durch das Labyrinth des Heiligen Bernhard

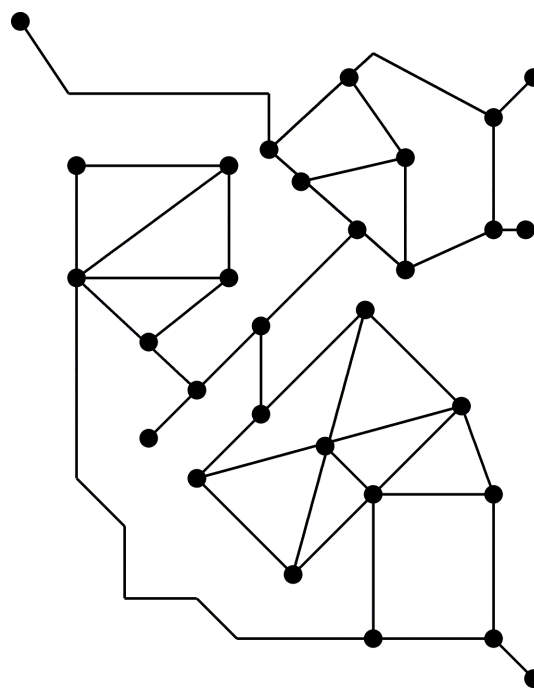


115 Claude E. Shannon / Warren Weaver, *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*, München / Wien 1976, S. 53ff.

Zweitens sei das *Metrische Labyrinth* des portugiesischen Autors Luis Nunes Tinoco erwähnt, das dieser zu Ehren der Königin Maria Sophia Isabel verfaßte. Dem *Labyrinth des Heiligen Bernhard* verwandt, sind hier jedoch Lektüren vom Zentrum nach außen oder auch in umgekehrter Richtung möglich, und zwar mit mehr oder minder gleich verteilten Übergangswahrscheinlichkeiten, so daß der Autor stolz auf die (rein rechnerisch) mögliche Zahl von 14.996.480 Wegen oder funktionierenden Sätzen verweisen kann.

Drittens und zuletzt sei auf jenes Labyrinth in Versailles verwiesen, das nach Entwürfen des königlichen Gartenarchitekten André le Nôtre angelegt und 1674 vollendet wurde.¹¹⁶ In diesem multikursalen Labyrinth ist ein Skulpturenprogramm mit Motiven aus Aesop verteilt, dessen Bestandteile die deutsche Übersetzung der Beschreibung Charles Perraults aufzählt. »Der Eingang deß Irr=Gartens« wird flankiert von einer »Abbildung Æsopi« und einer »Abbildung der Lieb«, worauf insgesamt 39 Fabel-Motive

Fig. 7: Graph des Labyrinths von Versailles



folgen, auf die der Labyrinthgänger bei seinen möglichen Wegen stoßen kann. Dabei interessieren hier weniger Auswahl und Anordnung der Fabeln, die La Fontaine mit den ersten sechs Büchern seiner *Fables* wenige Jahre zuvor populär gemacht hatte. Vielmehr ist bemerkenswert, daß Sébastien Le Clercs Kupferstich einen Ariadnefaden verzeichnet. Dieser dient nicht nur dem bloßen Herauskommen aus dem Labyrinth, sondern beschreibt zugleich den kürzesten (und nahezu schleifenfreien) Weg, der an allen 39 Skulpturen entlangführt. Schreibt man nun noch das Labyrinth als Graphen an, dann zeigt sich, daß zwei Drittel alle Knoten mit Skulpturen besetzt sind.¹¹⁷ Dabei kommen auch Doppelbesetzungen vor (16/17, 2/3), eine Sackgasse (28) und Skulpturen, die eigentlich an einer Kante liegen, aber durch eine Wegbiegung einen Knoten suggerieren (19, 20, 38). Die Routenplanung des Perrault'schen Führers erscheint als Ergebnis eines *Routings* im heutigen Sinne, indem sie (Besucher-)Ströme von einem Eingang (*Input*, Sender) über einen optimierten

116 Anlässlich einer *edutainment*-CD über Versailles ist dieses Labyrinth zuletzt tatsächlich zu einem Computerspiel geworden.

117 26 Knoten (Ein- und Ausgänge nicht mitgerechnet) auf 39 Objekte.

Entscheidungsweg zu einem Ausgang (*Output*, Empfänger) leitet. Daß dabei die Reihenfolge der Knoten oder Skulpturen wichtig sein kann, daß sie — in einer bestimmten Reihenfolge abgeschritten — zusätzlichen Sinn machen, also die temporale Dimension von Geschichte und damit die ‘Gestalt’ einer Erzählung bekommen, ist eine zusätzliche Option. Was jedoch — bei allen Gemeinsamkeiten — das *routing* von Labyrinthen von *flowcharts* oder Adventurespielen trennt, ist, daß auf der Hardwarebasis von Hecken und Skulpturen Wege nur schwer verschlossen und geöffnet werden können. Abfragen von Variablen hingegen, die dann als Schlüssel zu Türen semantisiert werden, ermöglichen Schließungen und Öffnungen von virtuell vorhandenen (aber noch verschlossenen) Wegen unter bestimmten Konditionen.

Graphen und Netze

Nichts anderes jedoch verwalteten Crowthers Tabellen für das gegen die *EMP*-Schläge eines nuklearen Ernstfalls gesicherte Labyrinth des *ARPANET*: Jede unterbrochene Verbindung reduziert den Grad des betroffenen Knotens um mindestens 1, und eine Softwareintelligenz ist aufgefordert, einen anderen Weg zu suchen.

Dabei ist die Graphentheorie,¹¹⁸ die solche Probleme nicht länger Reiseführern und ihren Guiden überläßt, sondern sie mathematisch modelliert und algorithmisch löst, selbst in gewissem Sinne touristischen Ursprungs und berichtet auch heute in ihren Lehrbüchern vorzugsweise von (Handlungs)Reisen(den). Leonhard Eulers mehrfacher Weg über den Pregel würde gewissermaßen ohne die Zeitverluste und Wegekosten von Redundanz an alle Brücken Königsbergs führen, so sie denn eine gerade Anzahl hätten.¹¹⁹ Im Adventurespiel werden Sehenswürdigkeiten zu Sehensnotwendigkeiten, wobei jedoch zwei Graphen zu unterscheiden sind. Wie erinnerlich hatte das Adventurespiel eine Karte und eine Erzählung, die miteinander eng verbunden sind. Nun sind einerseits die Karten als Graphen darstellbar (und nichts anderes tat wohl Crowther beim Eingeben der speläologischen Vermessungsdaten), andererseits ist aber auch die Erzählung, da sie IF/THEN-Verzweigungen enthält, als Graph aufzufassen. Was heißt dies für das Adventurespiel?

Die Erzählungen von Adventurespielen sind graphentheoretisch »Bäume«, also zusammenhängende, kreisfreie Graphen mit (so sie nicht trivial sein sollen) mindestens zwei Blättern. Die Kreisfreiheit von Bäumen garantiert logischerweise, daß jeder Weg in einem Baum ein »Pfad« ist, also den kürzesten Weg zwischen zwei Knoten bedeutet. Dies birgt einige Implikationen für die Erzählung. Wenn die Größe $|E|$ eines Graphen durch die Anzahl seiner Kan-

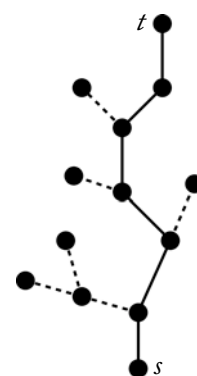
118 Zum Folgenden einführend Reinhard Diestel, *Graphentheorie*, Berlin 1996; Th. Emden-Weinert et al., *Einführung in Graphen und Algorithmen*, Berlin 1996 (www.informatik.hu-berlin.de/~weinert/graphs.html); Dieter Jungnickel, *Graphen, Netzwerke und Algorithmen*, Heidelberg 1987.

119 Weshalb ein Graph G ja eulersch heißt, wenn es einen geschlossenen Kantenzug in G gibt, der alle Kanten von G genau einmal durchläuft. Leonhard Euler, »Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis«, in: *Comment. Acad. Sci. I. Petropolitanae*, 8/1736, S. 128-140.

ten bestimmt ist, und die Erzählung eines Adventures ein Baum ist, dann ist die 'richtige' Geschichte, also die, die es spielerisch herzustellen gilt, diejenige, die $|E|$ am nächsten kommt. Angenommen die Geschichte eines Adventures hat 12 Kanten (oder mit Barthes: Katalysen), von denen sechs zu Blättern führen, also einem Spielende, das z.B. die Form des Todes des Spielers annimmt, dann bedeutet dies, daß das 'richtig' oder erfolgreich zu Ende gespielte Spiel sechs Kanten hat und mindestens fünf Fehlentscheidungen bereithält.

Die Illustration rechts zeigt einen solchen Baum, wobei der unterste Knoten s (*source*) der Spielbeginn ist und der oberste t (*target*) das erfolgreiche Spielende, der Graph also *gerichtet* ist.¹²⁰ Gestrichelte Kanten signalisieren Fehlentscheidungen, die zum Tod des Spielers führen.¹²¹ Wie ersichtlich, bedeutet das gelungene Spiel das Durchlaufen einer *möglichst großen Anzahl* von Kanten, nicht jedoch *aller* Kanten. Spielen erscheint als Versuch, ein Ende möglichst lange hinauszuschieben ohne redundant zu werden, und zwar genau so lange, bis alle funktionalen Schließungen vollzogen sind, bis gewissermaßen kein erzählerischer Rest mehr bleibt. Adventurespiele sind in diesem Sinne erschöpfend — sie

Fig. 8: Ein Baum



handeln von der Ausschöpfung einer größtmöglichen Zahl von Möglichkeiten. Jeder Tod in einem Blatt $\neq t$ hinterläßt also ein Legat, und Todesfälle können bei einem 'schwierigen' Spiel häufig eintreten. Schwierigkeit kann dabei durchaus als Problem der Wahrscheinlichkeit gelesen werden. Daß die Benutzung einer Banane zum Öffnen einer Tür geringe Funktionswahrscheinlichkeit hat, versteht sich (lebensweltlich-stereotyp) von selbst, daß die Überwindung eines Gegners die Erzählung mit hoher Wahrscheinlichkeit voranbringt, ebenfalls. Die Strings, die an jeder Risikosituation namens Knoten auf dem Bildschirm erscheinen, legen bei 'richtiger' Lektüre bestimmte Wahrscheinlichkeiten nahe. Man könnte vielleicht sagen, daß so etwas wie 'poetische Notwendigkeit' den Spieler bei seiner Bildung von Metonymien instruiert. Die von ihm getroffenen Entscheidungen basieren auf seiner Kompetenz, eine bestimmte Art von narrativer Plausibilität zu erkennen, so wie der *connected discourse* die Performativität von Telegraphisten steigerte. Daß Adventure-Erzählungen sich stark an Gattungskonventionen (Detektivgeschichte, Fantasy

120 Gerichtet schon deshalb, weil auf der Erzählebene eine einmal durchlaufene Kante nicht noch einmal in die umgekehrte Richtung durchlaufen werden kann (außer das Spiel wird abgebrochen und ein zuvor gespeicherter Spielstand geladen). Gleichwohl in Adventurespielen faktisch kein mehrfaches UNDO implementiert ist, wäre dies logisch möglich, da in einem Baum aufgrund seiner Kreisfreiheit alle Determinationsflüsse reversibel sind, also jeder Entscheidungsweg eindeutig zurückverfolgt werden kann.

121 Der vorletzte Knoten führt zu keiner weiteren Verzweigung, ist aber gerade darin typisch für den Erzählungsgraphen (denn selbst wenn es nur noch einen Raum gibt, bedarf es eines Befehls, um in diesen letzten Raum zu gelangen).

usw.) halten, dient wahrscheinlich dazu, diese Übergangswahrscheinlichkeiten zu modellieren, oder genauer: Unwahrscheinlichkeit zu senken. Hayden White nennt das in Anlehnung an Northrop Frye »patterns of meaning« und meint damit, »einer Ereignisfolge eine Plotstruktur zu verleihen, so daß sich ihr Charakter als verstehbarer Prozeß durch ihre Anordnung als eine Geschichte von ganz bestimmter Art [...] offenbart.«¹²² Eine 'Geschichte bestimmter Art' gewichtet also die Kanten des Graphen. Wenn zuvor schon Verwischungen zwischen Kommando-Eingabe und ausgegebenem Text, zwischen logischer und chronologischer Folge zu beobachten waren, sollte auch jetzt der Anspruch narrativer Kompetenz nicht darüber hinwegzutäuschen, daß es mindestens zur Hälfte um navigatorische Kompetenz geht. Die Entscheidungsorte des Adventures ähneln den Topoi jener Mnemotechnik, die das Abschreiten einer virtuellen Architektur empfiehlt, die aus löschraren und beschreibbaren Speicherstellen besteht, an denen Daten abgelegt werden können, die also durch einen Adressraum ohne Sinn die Produktion von Sinn unter Tilgung der Adressen ermöglicht.

Adventures zur anderen Hälfte solche Topographien, die durch den zweiten Graphen bezeichnet werden. Sie basieren auf Labyrinth, auf die jede Erzählung verteilt werden muß, was nur heißt, daß bestimmte Strings an bestimmten Stellen des Spielverlaufs, die wiederum bestimmte Orte der Karte des Spiels sind, ausgelesen (memoriert) und auf dem Bildschirm angezeigt werden. Die derart durch die Bewegung des Spielers aufgerufenen Dokumente ergeben dann bei ihrer Lektüre als Literatur (und nicht als Abfolge bestimmter Nummern oder Signaturen, nach denen sie vom Programm intern verwaltet werden) die Form einer Erzählung, die programmintern eine Form der Zählung ist.¹²³ Auf LTEXT(47) kann LTEXT(48) oder LTEXT(60) folgen, worüber eine Verwaltungslogik entscheidet, aber beide Strings müssen so belegt sein, daß sich zugleich eine narrative Logik ergibt.¹²⁴ Was im Netz (vgl. S. 143ff.) durch das Anklicken eines *link* geschieht, nämlich der diskrete Sprung von einem Dokument zu einem anderen, wird im Adventure zu poetischer Notwendigkeit semantisiert. Die sinnlose Reihenfolge der Mausclicks beim Surfen durch Dokumente (die Bush noch als *trail* oder Spur aufzeichnen wollte) erhält durch die Beschaffenheit der Dokumente im Adventure die sinnhafte Form einer Erzählung.

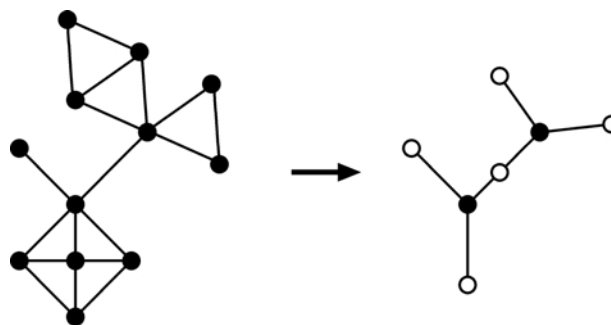
122 Hayden White, *Auch Klio dichtet oder Die Fiktion des Faktischen. Studien zur Tropologie des historischen Diskurses*, Stuttgart 1991, S. 75.

123 Wolfgang Ernst, »Bauformen des Zählens. Distanze Blicke auf Buchstaben in der Computer-Zeit«, in: *Literaturforschung heute*, Hg. E. Goebel / W. Klein, Berlin 1999, S. 86-97.

124 Wenn der Spieler beispielsweise, ausgehend vom String LTEXT(47), LTEXT(48) durch GO WEST aufruft, ist es (narrativ) logisch, daß der String LTEXT(48) ihn instruiert, daß er sich in einem westlich gelegenen Raum befindet, nicht jedoch in einem (womöglich westlich gelegenen) U-Boot, was topographisch ja richtig sein könnte und in jedem Fall veraltungstechnisch legitim wäre.

Betrachtet man nun Karten von Adventures und rekonstruiert den dazugehörigen Spielweg, so wird deutlich, daß es sich nicht um Bäume handelt, sondern um zusammenhängende Graphen mit zwei ausgezeichneten Knoten, nämlich dem ersten Raum s und dem letzten Raum t . Folglich müssen der Baum der Erzählung und der Graph des Raumes nur in diesen beiden Punkten zur Deckung kommen. Und graphentheoretisch heißt dies einfach, daß die Erzählung der Block-Graph des Raumes ist. Wo mehrere Bewegungen durch die Adventure-Welt nötig sind, um die Erzählung entlang einer Kante zu katalysieren (z.B. ein Labyrinth im Labyrinth zu durchwandern wie in *ZORK*), da lassen sich diese mehreren Bewegungen zu einem erzählerischen Block zusammenfassen:

Fig. 9: Graph und Block-Graph



Bemerkenswerter ist jedoch, daß die Definition des Graphen des Raumes (nimmt man das Kriterium einer nichtnegativen Kapazitätsfunktion hinzu) sich »Netzwerk« nennt. Und ein Netzwerk dient bekanntlich der Überbringung eines Gutes (beispielweise einer *e-mail* oder in einem von Neumannschen Flußdiagramm: C) von s nach t , wobei — getreu dem Flußerhaltungssatz — das Gut an keinem Knoten außer s eingebracht werden und an keinem außer t austreten darf, denn sonst gäbe es ein Sicherheitsleck. Damit schließt sich der Kreis zu den Routing-Problemen der *ARPANET*-Konstrukteure. Denn nichts anderes beschreibt Lickliders Entwurf von 1968 als das graphentheoretische Problem, wie über ein Netzwerk von *nodes* und Kanälen oder Kanten Datenpakete optimal von s nach t transportiert werden können. Die Aufgabe der *Message Processors* ist dabei die von »traffic directors, controllers, and correctors«.¹²⁵

Auf den ersten Blick scheinen Adventurespiel und Netzwerk nicht viel gemeinsam zu haben. Während das Adventurespiel nur eine Startadresse s und eine Zieladresse t hat, kann im Netz jeder Knoten zu s oder zu t werden und

125 Licklider 1968, S. 32ff. Eine vergleichbare *packet*-Struktur brachte ein 1960 projektiertes und pünktlich zum Vietnamkrieg implementiertes Netzwerk hervor, nämlich in Gestalt des Containers als Datenpaket genormter Größe, mit Absender und Empfängeradresse, wobei das 'Gut' auf verschiedene Container verteilt wurde, die unterschiedliche Passagen nahmen (dazu David F. Noble, »Command Performance. A Perspective on the Social and Economic Consequences of Military Enterprises«, in: *Military Enterprise and Technological Change*, S. 338ff.).

damit jeder Eingang auch zu einem Ausgang, weshalb beispielsweise Umberto Eco angesichts des Netzes die Metapher des Rhizoms der des Labyrinthes vorzieht. Dies hat einige Berechtigung. Blickt man jedoch zunächst auf den konkreten technischen Fall einer einzelnen *e-mail* oder gar eines einzelnen *packets*, dann verschwindet dieser Unterschied, und das Netz erscheint wieder als multikursales Labyrinth, bei dem es um ökonomische Formen des Durchlaufens geht. Da dies aus Komplexitätsgründen nur noch durch Softwareintelligenz geschehen kann, kommt es folgerichtig zu einem Zusammentreffen von Algorithmen und Graphentheorie.¹²⁶ Die Tabellen, mit denen Crowther arbeitete, sind (so darf man annehmen) Adjazenzlisten, die bei der anfangs bescheidenen Größe des Netzes ausreichen, den entsprechenden Graphen zu codieren.¹²⁷ Was daran interessant ist und eine Brücke zu der permanenten Kartographierungsleistung des Adventurerspielers schlägt, ist, daß das Labyrinth oder Netz einen Speicher bekommen hat. Schon die ersten Ansätze der Telegraphentechnik, Graphenprobleme nicht mehr zu beweisen, sondern durch Operationsvorschriften optimal zu lösen, führen notwendigerweise das Markieren von besuchten Orten (Knoten) ein. Die 20er und 30er Jahre verzeichneten einen Publikationsboom zu diesem Thema, vor allem unter dem Gesichtspunkt, wie man im Rahmen des Behaviorismus solche Wegfindungsalgorithmen auf die *wetware* von Ratten und anderen Versuchstieren als Se-

126 Welche Rolle die Computerentwicklung für die Graphentheorie spielte, ist beispielsweise an der Anekdote ersichtlich, daß das berühmte, 1852 von Francis Guthrie gestellte Vierfarbenproblem ('Kann man die Länder einer Landkarte stets so mit vier Farben füllen, daß keine zwei Länder mit gemeinsamer Grenze gleich gefärbt sind?') erst 1977, also während der Entstehung von *Adventure*, von Appel und Haken durch ein *Programm* bewiesen werden konnte («The solution of the four-color problem», in: *Scientific American*, 237/1977, S. 108-121). Sie zeigten in einem ersten Schritt, daß jeder ebene Dreiecksgraph eine von 1482 sogenannten 'unvermeidbaren Konfigurationen' enthalten muß, und dann in einem zweiten *mit Hilfe eines Computers*, daß jede dieser Konfigurationen 'reduzierbar' ist, also jeder sie enthaltende ebene Dreiecksgraph durch die Zusammensetzung von 4-Färbungen kleinerer ebener Dreiecksgraphen ebenfalls viergefärbt werden kann (dazu Tommy R. Jensen / Bjarne Toft, *Graph Coloring Problems*, New York 1995). Aus Beweisen werden Operationsvorschriften. (Einem Hinweis von Charles Wüthrich zufolge sind sie jedoch in den 90er Jahren widerlegt worden.)

127 Eine Adjazenzliste ist ein Feld $Adj[i]$, $i=1, \dots, n$, dessen i -ter Eintrag eine Liste mit den Nachbarn des i -ten Knotens in G enthält.

quenz konditionierter Reflexe implementieren kann.¹²⁸ Shannons bekannte Studie über eine künstliche Maus, die das Scharnier zur künftigen Informatik herstellt, ist — gleichwohl sie nicht mehr behavioristisch als biomechanisches *device* funktioniert — von diesen Versuchen herkommend zu denken. Shannons Maus muß, so Peter Berz,

»erkennen, in welchem Quadrat sie sich befindet, das heißt: um den Speicher eines Quadrats zu beschreiben oder auszulesen, muß sie ein Quadrat als solches und eindeutig adressieren können. In Shannons labyrinthlösender Maschine hat das Labyrinth das Gedächtnis und nicht die Maus. Die Maus adressiert und verändert nur dieses Gedächtnis. Doch die eindeutige Adressierbarkeit eines Quadrats setzt eine Karte über die Lage des betreffenden Quadrats voraus oder programmnäher: die eindeutige Stelle innerhalb einer zweidimensionalen Liste (oder Matrix) mit 5 Elementen in jeder Zeile und 5 Elementen in jeder Spalte. [...] Der Ort also ist nicht mehr dort, wo die Architektur ist, sondern dort, wo die Adresse ist.«¹²⁹

Man könnte wohl behaupten, daß das Adventurespiel als Labyrinth erscheint, in dem sich der Spieler als Maus mit Hilfe des Speichers seiner extern gezeichneten Karte bewegt.

Die grundlegenden Algorithmen für Breiten- und Tiefensuche entstanden, vorweggenommen durch solche Probleme beispielsweise automatischer

128 Dies wäre eine eigene Studie wert. Ich nenne hier nur: Fleming Allen Perrin, *An Experimental and Introspective Study of the Human Learning Process in the Maze*, Princeton 1914; Helen Lois Koch, *The Influence of Mechanical Guidance Upon Maze Learning*, Princeton 1923; Katherine Eva Ludgate, *The Effect of Manual Guidance Upon Maze Learning*, Princeton 1923; Frederick Hillis Lumley, *An Investigation of the Responses Made in Learning a Multiple Choice Maze*, Princeton 1931; Norman Cameron, *Cerebral Destruction in its Relation to Maze Learning*, Princeton 1928; Charles H. Houzik, *The Sensory Basis of Maze Learning in Rats*, Baltimore 1936; William C. Biel, *The Effect of Early Inanition Upon Maze Learning in the Albino Rat*, Baltimore 1938; Edward Chace Tolman, *Degrees of Hunger, Reward and Nonreward, and Maze Learning in Rats*, Reprint New York 1976; Donald A. MacFarlane, *The Role of Kinesthesia in Maze Learning*, Berkeley, Calif. 1930; Warner Brown, *Auditory and Visual Cues in Maze Learning*, Berkeley, Calif. 1932; Charles H. Honzik, *Maze Learning in Rats in the Absence of Specific Intra- and Extra-Maze Stimuli*, Berkeley, Calif., 1933; Mariano B. Batalla, *The Learning Curve and the Reliability of Learning Scores in a Body Maze*, Berkeley, Calif. 1936; William T. Heron, *Individual Differences in Ability Versus Chance in the Learning of the Stylus Maze*, Baltimore 1924.

129 Berz, o.S.

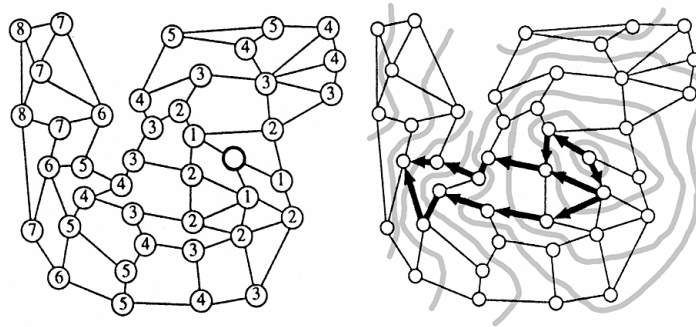
Telefonvermittlung, in den 60er Jahren.¹³⁰ *Breadth-First-Search (BFS)* ist eine Methode, einen Graphen zu durchsuchen bzw. zu durchlaufen, um Strukturinformation über ihn zu gewinnen.¹³¹ Zu einem gegebenen Startknoten berechnet der *BFS*-Algorithmus beginnend bei $i=0$ aus der Sphäre $S_i(u)$ die Sphäre $S_{i+1}(u)$ durch Untersuchung der Nachbarn der Knoten in S_i bis schließlich alle Knoten besucht wurden. Damit ist nicht nur die »Ordnung« eines Graphen (also die Anzahl seiner Knoten) feststellbar, was unter den militärischen Bedingungen des *ARPANET* ja entscheidend war, um laufend feststellen zu können, wie viele *nodes* noch funktionstüchtig sind und alternative *rou-tings* vornehmen zu können. Vielmehr sind auch auf besonders einfache Weise Tests auf Kreisfreiheit und damit die Erkennung von Bäumen implementierbar.

Dem *BFS*-Algorithmus ist es dabei gleichgültig, in welcher Reihenfolge die Knoten und Kanten eines Graphen durchlaufen werden, entscheidend ist nur das Vollständigkeitskriterium, daß *alle* besucht werden. *Depth-First-Search (DFS)* unterscheidet sich von dieser Breitensuche durch die Auswahlstrategie der zu besuchenden Knoten.¹³² Im Verlauf von *DFS* werden Knoten markiert und in einer Tabelle vermerkt, welche Knoten entdeckt wurden. Diese enthält dann am Ende die *Reihenfolge* der besuchten Knoten.

Was an beiden Verfahren (denn Tiefensuche kann in Breitensuche übergehen) interessiert, ist das Problem des kürzesten Weges. Dazu wendet man Breiten- oder Tiefensuche auf kantengewichtete Graphen an, was seit Bellman¹³³ durch *dynamic programming* gelöst wird, wobei *programming* gewissermaßen synonym für Optimierung steht. Jede Kante hat dabei ein spezifisches Gewicht, das sich auf verschiedenste Weise als Überführungskosten interpretieren läßt. So erscheint die Länge eines Weges proportional der Summe der

- 130 Der früheste Vorläufer ist wahrscheinlich Gaston Tarry, »Le problème des labyrinthes«, in: *Nouv. Ann. Math.*, 14/1895, der zeigte, daß man mit einer Art *DFS*-Algorithmus aus einem Labyrinth herausfindet, ohne eine Kante zweimal abzulaufen. (Nach Peter Berz stellte jedoch schon zuvor der französische Telegraphentechniker Trémaux drei Regeln für das Durchlaufen von Labyrinthen mittels Markierungen auf.) Interessant ist jedenfalls, daß die oben genannten behavioristischen Studien zum Labyrinthlöseverhalten fast sämtlich Anfang der 70er Jahre als Reprints erschienen. In jüngerer Zeit haben trotz der zahlreichen literaturwissenschaftlichen Veröffentlichungen lediglich Moles / Rohmer / Friedrich auf die Beziehung zwischen Labyrinthen und Graphen hingewiesen: »The labyrinth is nothing more than the expression in simple words of a behavioural graph of movements of being, an application of Graph Theory to real space« (S. 3). Dabei sind die Entscheidungssituationen, die das Labyrinth für den Wanderer zum Problem machen (wie gewichtete Kanten) psychologisch valorisiert: »anxiety linked to the ignorance of the solution path«, »pleasure of solitude«, »pleasures linked to a sum of successive microdiscoveries«, »insurance« (S. 11f.).
- 131 C.Y. Lee, »An algorithm for path connection and its applications«, in: *IRE Trans. Electr. Comput.* EC-10, 1961, S. 346-365; E.F. Moore, »The shortest path through a maze«, *Proc. Internat. Symp. Theory Switching*, Part II, Cambridge, Mass. 1959, S. 285-292.
- 132 Robert E. Tarjan, »Depth first search and linear graph algorithms«, in: *SIAM J. Comput.*, 1/1972, S. 146-160.
- 133 Richard Bellman, *Dynamic programming*, Princeton 1957.

Fig. 10: Grenzschicht-Ermittlung



Überführungskosten der durchlaufenen Kanten. Das basale Optimalitätsprinzip besagt schon im Namen, daß eine optimale Strategie auch nur optimale Teilstrategien enthält. Ist also $u-v$ ein billigster Pfad, dann ist auch jeder enthaltene Teilpfad der billigste. Dynamisch heißt diese Technik, weil sie aus kleineren optimalen Lösungen größere zusammensetzt, wozu normalerweise Tabellen benutzt werden. Von einem Startknoten ausgehend wird eine Grenzschicht zwischen dem gerade erfahrenen und den noch nicht entdeckten Knoten ermittelt. Die kürzeste Kante wird gewählt, deren Endknoten dann zum Startknoten der nächsten Grenzschicht wird. Treffenderweise nennt sich diese (nicht immer bestätigte) Hoffnung, daß lokal beste Lösungen auch global die besten sein werden, *greedy*-Prinzip. Schließlich spielen in der Praxis noch zahlreiche andere Faktoren eine Rolle, wie beispielweise die Lastverteilung innerhalb eines Netzes, also das Verhältnis von Datenpaketen, gleichzeitig arbeitenden Benutzern, *nodes* und Kanalkapazitäten. Bei *RAND* hatte man schon seit 1964 auf einem *IBM 7090* mit mehreren *FORTRAN*-Simulationen das Verhalten von Datennetzwerken unter bestimmten Variablen erforscht.¹³⁴

MEMEX

Legt man diese Gier der billigsten Wege wieder etwas höher an, so gelangt man zurück zu Vannevar Bushs prominenter Phantasie einer netzwerkförmigen Wissensorganisation.¹³⁵ Nicht umsonst vergleicht Bush die Navigation durch die Datenbestände seines *MEMEX* mit dem *routing* in automatisch vermittelnden Telefonnetzen. Auch das besondere Lesen der Texte von Text-adventures wurde oben (vgl. S. 129) schon als Abtastung nach *keywords* gedeutet.

134 Dazu: Paul Baran, *Introduction to Distributed Communications Network*, Santa Monica 1964 (RAND RM-3420-PR); Sharla P. Boehm and Paul Baran, *Digital Simulation of Hot-Potato Routing in a Broadband Distributed Communications Network*, Santa Monica 1964 (RAND RM-3103-PR); J.W. Smith, *Determination of Path-Lengths in a Distributed Network*, Santa Monica 1964 (RAND RM-3578-PR).

135 Vannevar Bush, »As We may Think«, in: *Atlantic Monthly*, 7/1945, S. 101-108 (www.isg.sfu.ca/~duchier/misc/vbush/vbush.txt); Hartmut Winklers Kommentar in *Form Diskurs*, 2/1997. (www.rz.uni-frankfurt.de/~winkler/bush-d.html). Gleichwohl immer wieder als Phantasie auf 1945 datiert, bildete ein von *Eastman Kodak* seit 1936 gesponsortes Forschungsprojekt über photoelektrisch automatisiertes *scanning* und *retrieval* von 35mm-Mikrofilm mit dem sog. »Rapid Selector« die technische Anregung.

tet, und nichts anderes tut der Benutzer der *MEMEX*. Die Lektürearbeit besteht — wie Bush schreibt — darin, Anknüpfungspunkte zu finden und diese als Verknüpfungen zu realisieren: »Selection by association, rather than by indexing«. Wissen entsteht nämlich, wie Bush als Koordinator von 6000 Wissenschaftlern während des Zweiten Weltkriegs lernen konnte, darin, Zuhandenes unter bestimmten Gesichtspunkten zu verknüpfen:

»A record, if it is to be useful to science, [...] must be stored, and above all it must be consulted [...] In fact every time one combines [...] facts in accordance with established logical processes, the creative aspect of thinking is concerned only with the selection of data and the process to be employed.«¹³⁶

Die Logik dieser Verknüpfungen ist 'menschlich', weil sie unberechenbar scheint. Daher sollte das, was berechenbar ist, besser den Maschinen überlassen werden, das aber, was unberechenbar ist, zumindest in eine benutzerfreundliche Form gebracht werden.

»A new symbolism, probably positional[!], must apparently precede the reduction of mathematical transformations to machine processes. Then, on beyond the strict logic of the mathematician, lies the application of logic in everyday affairs. We may some day click off arguments on a machine with the same assurance that we now enter sales on a cash register.«¹³⁷

Datensätze, Dokumente oder Diskurselemente haben also Positionen. Sie liegen in der Topographie eines Netzes als Knoten vor, die durch Kanten verbunden werden, die der Benutzer des *MEMEX* einzeichnet. Die fortwährend wiederholte Urszene lautet: »Before him [dem Benutzer] are the two items to be joined, projected onto adjacent[!] viewing positions.« Was aus dieser lesenden Codierung von Dokument-Knoten durch Adjazenzlisten entsteht, ist ein Weg (»trail«) durch eine topographische Wissensordnung, die Bush 'Labyrinth' nannte. »Thus he [der Benutzer] builds a *trail* of his *interest* through the *maze of materials available* to him. And his trails do not fade«,¹³⁸ weil sie wie Spielstände gespeichert werden können. Dies liegt schon deshalb nahe, weil die generierbaren Regeln für Labyrinth — anders als die memorierbaren Zeichen der Schrift — immer schon Archivierungstechniken für Wegstrukturen waren. Die *routing*-Arbeit am *MEMEX* war also ein nach bestimmten Interessensregeln ablaufender Produktionsvorgang, an dessen Ende eine mögliche Ordnung der Unordnung durch einen bestimmten Weg steht. Und da Bush nur die Metaphorik bereits erprobter Medien zur Verfügung steht, heißt dieses Produkt *Buch*: »It is exactly as though the physical items had been gathered together to form a new book.«

Das zu Ende gespielte (und damit rückblickend als notwendig erscheinende) Adventure als Buch erscheint in ähnlich metaphorischer Schieflage, die sich auch dadurch nur wenig begradigen läßt, daß es das umfangreichste meh-

136 Bush.

137 Bush.

138 Bush (Hervorhebung von mir).

rerer möglicher Bücher ist. Der wesentliche Unterschied zwischen dem Netz der Spielwelt und dem, das das *MEMEX*-Konzept entwirft (und das im heutigen Internet annäherungsweise implementiert ist¹³⁹) besteht darin, daß es im Spiel nur *einen* Weg von *s* nach *t* gibt, der immer schon gebahnt ist, nachvollzogen werden muß und in *t* unwiderrufflich endet, während es bei *MEMEX* nicht nur möglich ist, *mehrere* Wege zu finden, *t* der Ausgangspunkt eines neuen Weges sein kann oder von anderen Wegen durchkreuzt wird, vor allem aber die Benutzung in der *Herstellung* der Bahnen selbst liegt.¹⁴⁰ Dieser — trotz aller Verwandtschaft — für den Spielbegriff entscheidende Unterschied wurde während der Entstehung von *Adventure* bekanntlich als der zwischen Bäumen und Rhizomen bezeichnet.¹⁴¹ Das Rhizom ist ausgezeichnet durch Konnektivität und Heterogenität, Vielheit und asynchrone Brüche, es ist nicht genealogisch und nicht generativ, es hat viele Ein- und Ausgänge, wohingegen »der Baum und die Wurzel [...] ein trauriges Bild des Denkens [zeichnen], das unaufhörlich, ausgehend von einer höheren Einheit [...] das Viele imitiert.«¹⁴² Mathematisch präziser hatte dies Michel Serres zwölf Jahre zuvor als Unterschied von »tabulatorischem« und »linearem Modell« beschrieben.¹⁴³

»Zwischen zwei Thesen oder zwei Situationselementen, das heißt, zwei Gipfelpunkten, gibt es nach Auffassung der Dialektik einen und nur einen Weg, auf dem man vom einen zum anderen gelangen kann; dieser Weg ist 'logisch' notwendig und verläuft durch einen ganz bestimmten Punkt, den der Antithese oder der entgegengesetzten Situation. In dieser Hinsicht ist die dialektische Argumentation einlinig; sie ist dadurch gekennzeichnet, daß es nur einen Weg gibt, daß dieser Weg einfach und der Determinationsfluß, den dieser Weg transportiert, eindeutig ist. Das oben beschriebene [tabulatorische] Modell ist dagegen durch die Vielfalt und Komplexität der vermittelnden Wege charakterisiert. Hier gibt es, wie man auf den ersten Blick erkennt, zwar nicht beliebig viele Wege, die von einem Gipfelpunkt zum anderen führen, wohl aber eine große Zahl von Wegen, sofern die Zahl der Gipfel endlich ist. Es liegt auf der Hand, daß der Weg durch beliebig viele und im Grenzfall durch sämtliche Punkte führen kann. Keiner dieser Wege kann für sich beanspruchen, der 'logisch' notwendige zu sein; es mag durchaus vorkommen, daß der kürzeste Weg zwischen den beiden fraglichen Punkten am Ende der schwierigere oder weniger interessante (weniger praktikable) ist als ein anderer, der zwar länger ist, aber ein höheres Maß an Determination transportiert oder zum betreffenden Zeitpunkt aus diesen oder jenen Gründen offen steht. [...] Beim Übergang von der Linearität zur 'Tabularität' vergrößert sich die Zahl der möglichen Vermittlungen, und zugleich werden diese Vermittlungen flexibler. Wir ha-

139 Dazu die Beiträge des MIT-Symposiums zum 50-jährigen Erscheinen von *As We May Think* im Oktober 1995 (www.w3.org/Talks/9510_Bush/Talk.html).

140 Was bei Lyotard ja »Argumentationen, die Metapräskriptionen zum Gegenstand haben« hieß.

141 Gilles Deleuze / Félix Guattari, *Rhizom*, Berlin 1977.

142 Deleuze / Guattari, S. 26.

143 Michel Serres, »Das Kommunikationsnetz: Penelope«, in: *Hermes I. Kommunikation*, Berlin 1991, S. 9-23.

ben es nicht mehr mit einem und nur einem Weg zu tun, sondern mit einer bestimmten Zahl von Wegen oder einer Wahrscheinlichkeitsverteilung.«¹⁴⁴

Der Weg durch ein Adventurespiel gehört offensichtlich zum Modell der 'dialektischen Argumentation', denn er ist logisch notwendig, er ist unter den Spielbedingungen des redundanzfreien, maximalen Ereignisreichtums der optimale Pfad von *s* nach *t*, und alle dazwischenliegenden Punkte können nur in *einer* bestimmten Reihenfolge durchfahren werden. *MEMEX* ist hingegen ein Netz und bezieht sich ebenso offensichtlich auf ein tabulatorisches Modell. Der *Graph der Erzählung* von Adventures gehört — gleichwohl oft nicht implementiert — einer reversiblen Ordnung an, in der von jedem Knoten aus eine Rekonstruktion des Wegs zurück zum Anfang möglich ist. In Netzen hingegen, die nicht kreisfrei sind, hat der Weg zu einem Knoten mehrere mögliche Determinationsflüsse, ist also irreversibel und kann nicht rekonstruiert werden. Dies trifft manchmal auch auf den *Graph der Karte* des Spiels zu. Das Herumirren auf bereits entdecktem Territorium ist ebenfalls nicht rekonstruierbar, bringt jedoch keinen spielerischen Fortschritt, ist also in doppeltem Sinne *geschichtslos*. Spielen ist also allenfalls eine besonders ökonomische Sonderform des Verhaltens im Netz.¹⁴⁵ Hinzu kommt, daß auch auf der netzförmigen Karte von Adventures keine neuen Verbindungen hergestellt werden können, sondern nur vorhandene Kanten benutzt werden können, was dem rhizomatischen Prinzip der 'offenen Karten' widerspricht.

Daraus ergibt sich die ebenso absehbare wie ungewöhnliche Situation, daß im Adventure-*Spiel* eine unvergleichlich geringere Freiheit herrscht als in der *Arbeit* am *MEMEX*. Die möglichen Verknüpfungsleistungen in dem, was sich »Spiel« nennt, haben so gar nichts von jenem 'unerschöpflichen Reservoir' möglicher *links* oder Determinationen an sich, das Lyotard (vgl. S. 110) und Serres für das netzhafte Konzept des Arbeitsgerätes *MEMEX* konstatieren. So erscheint der Spieler im Adventure erneut als Fluß durch ein Programm (*flowchart*) und das Spielen als taktische Ermöglichung dieses Flusses in einer (gleich zu spezifizierenden) ökonomischen Weise, wohingegen der Benutzer eines Netzes oder *MEMEX* zum Programmierer eines Assoziationsflusses avanciert. Die Begriffe von Freiheit versus Unfreiheit, wie sie eine »schöpferische« Spieltheorie oft bemüht hat, verrutschen anscheinend: auf dem »Spiel« lastet der Druck der richtigen Entscheidung, und der schöpferische Spielraum öffnet sich plötzlich auf dem Schreibtisch.

Die beste Welt

Die Logik des Adventures besteht darin, daß an jeder (im doppelten Sinne) entscheidenden Stelle des Spiels, also an jeder Stelle, an der sich Spielräume öffnen und Spiel stattfinden kann, eine Entscheidung zu treffen ist, so daß jedes Ereignis, das durch eine solche Entscheidung hervorgerufen wird, zwar durchgängig bestimmt ist, zugleich jedoch mit einer Art 'hypothetischer Not-

144 Serres, S. 11f.

145 So wie für Serres die dialektische Bewegung eine Sonderform der tabulatorischen ist.

wendigkeit' versehen ist. Alles könnte auch ganz anders sein, und das, was geschieht, ist nur die Realisierung einer der Möglichkeiten, die im Programm der Spielwelt liegen. In der Praxis der Adventurespiele gibt es jedoch — und darauf wurde ja mehrfach hingewiesen — zwar immer mehrere Möglichkeiten, doch zugleich immer nur *eine* 'richtige' in dem Sinne, daß sie das Spiel nicht beendet, sondern dessen Fortsetzung ermöglicht, sein Ende aufschiebt und damit die Zahl der verbleibenden Möglichkeiten maximal hält. Adventurespiele bedürfen also zunächst einmal einer vorgängigen »Realität des Virtuellen«, einer »achronischen Vergangenheit und Zukunft« in Form von Datenbanken, Parser und Verwaltungsrichtlinien, die jene »möglichen oder unmöglichen, wahrscheinlichen oder eintretenden Ereignisse bereits [...] enthält«, die dann im Vollzug des Spiels zu Aktualitäten werden.¹⁴⁶ Und was als gelungenes Spiel zur Aktualität werden soll, ist jener Weg, der bis zum Ende immer genau die Knoten durchläuft, die die meisten folgenden Knoten ermöglichen, also die Zahl der verbleibenden Möglichkeiten je maximiert.

Das wohl prominenteste Modell für eine solche Verzweigungsstruktur 'möglicher Welten' und ihrer Aktualisierungsökonomie hat Leibniz in seiner Erzählung vom »Palast der Lose des Lebens« am Ende der *Theodizee* gegeben, der »Darstellungen nicht allein dessen [enthält], was wirklich geschieht, sondern auch alles dessen, was möglich ist.«¹⁴⁷ Von Pallas Athene durch einen Traum geführt, erhält Theodorus Einblick in die verschiedenen Möglichkeiten des Lebens des Sextus Tarquinius:

»Ich werde dir jetzt verschiedene davon zeigen, die zwar nicht völlig den Sextus enthalten, den du gesehen hast (denn das ist unmöglich: er trägt, was er sein wird, immer mit sich), in denen sich aber ähnliche Sextusse finden, die alles das haben, was du von dem wirklichen Sextus bereits kennst, nicht aber alles das, was er schon in sich trägt, ohne daß man es bemerkt, und folglich auch nicht alles das, was ihm noch widerfahren wird. In der einen Welt wirst du einen sehr glücklichen und hochgestellten Sextus sehen, in einer anderen einen Sextus, der mit einer bescheidenen Stellung im Leben zufrieden ist, kurzum, Sextusse jeder Art und in unzähligen Gestalten.«

Während jeder einzelne Lebenslauf dieser möglichen Sextusse in Form einer Erzählung darstellbar ist (ein Sextus, der nach Korinth geht, ein Sextus der nach Thrakien geht, ein Sextus der nach Rom geht), ist die Möglichkeitsbedingung dieser verschiedenen Erzählungen selbst nicht als Erzählung darstellbar. Sie bedarf vielmehr eines Graphen mit Entscheidungsknoten, an denen sich die verschiedenen Lebens- und Erzählverläufe trennen. Man könnte viel-

146 Joseph Vogl, »Grinsen ohne Katze. Vom Wissen virtueller Objekte«, in: *Orte der Kulturwissenschaft*, Hg. C. v. Hermann / M. Midell, Leipzig 1998, S. 40-53.

147 Dieses und die folgenden Zitate nach Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die Theodizee. Von der Güte Gottes, der Freiheit des Menschen und dem Ursprung des Übels*, in: *Philosophische Schriften*, Hg. H. Herring, Frankfurt a.M. 1986, Bd. II/2, S. 261-269. Joseph Vogl sei herzlich für einen inspirierenden Einblick in das Kapitel »Aleatorik und Roman« seiner bislang unveröffentlichten Habilitationsschrift gedankt.

leicht sagen, daß — wie im Adventurespiel mit seinen Höhlen — die Knoten des Graphen die Sprünge zwischen den einzelnen Kammern organisieren, die Kanten jedoch jenes rein chronologische Stück Erzählung innerhalb einer Kammer darstellen, das keine Entscheidungen oder Verzweigungen mehr beinhaltet, sondern nur zum nächsten Knoten hin katalysiert. Theodoros' Beobachtung dieses Graphen ist daher auf Knoten, auf Entscheidungssituationen fokussiert:

»Auf Geheiß der Pallas zeigte sich ihm Dodona mit dem Tempel des Jupiter und dem gerade heraustretenden Sextus. Man hörte ihn sagen, er werde dem Gott gehorchen [Option: nicht gehorchen]. Und schon erblickt man ihn in einer Stadt, die, Korinth ähnlich, zwischen zwei Meeren liegt. Dort kauft er einen [Option: keinen] kleinen Garten; bei seiner Bearbeitung findet er einen Schatz [Option: keinen]; er wird ein reicher, beliebter, angesehener Mann und stirbt in hohem Alter, von der ganzen Stadt geliebt.«¹⁴⁸

Im durchgehaltenen und eigens betonten Präsens (»gerade«, »und schon«) wird deutlich, daß es nicht um ein zeitkritisches, sondern um ein entscheidungskritisches Spiel geht. Jede Entscheidung bedeutet einen instantanen, diskreten Wechsel in eine andere Kammer (einen anderen »Raum«, um in der Terminologie der Adventure-Spiele und der Speläologie zu bleiben). Und da das von Jupiter programmierte Universum keinen Speicherplatzbeschränkungen und Programmiererlebenszeiten unterliegt, kann die pyramidenförmige Verzweigungsarchitektur dieser Kammern sich nach unten hin zu einer unendlichen Anzahl von Möglichkeiten des Andersseins ausdehnen. Schon am postalischen System des *ARPANET*, aus dem ja die Adventurespiele abgeleitet sind, wurde deutlich, daß die Kanten (Erzählungen, Katalysen zwischen zwei Entscheidungen) selbst keine Adresse haben, sondern daß nur die Knoten und Risikomomente adressierbar sind, also jene Punkte, deren Logik über die Chronologik des Buches hinausgeht. Leibniz' Lösung dieses Problems von Text und Hypertext nimmt daher mit einiger Genauigkeit die Form an, die auch Vannevar Bush ihr gegeben hat:

»In dem Gemach lag ein großes geschriebenes Buch; Theodoros konnte sich nicht der Frage enthalten, was das bedeute. Es ist die Geschichte der Welt, der wir eben jetzt einen Besuch machen, gab ihm die Göttin zu verstehen: es ist das Buch ihrer Schicksale. Du hast auf der Stirn des Sextus eine Zahl gesehen, suche in dem Buch die damit bezeichnete Stelle. Theodoros schlug nach und fand an jener Stelle die Geschichte des Sextus ausführlicher dargestellt, als er sie im Auszug gesehen hatte. Lege den Finger auf welche Zeile dir beliebt, fuhr Pallas fort, und du wirst das, was diese im großen und ganzen angibt, tatsächlich in allen seinen Einzelheiten vor dir sehen. Er gehorchte und sah nun alle Einzelheiten eines Teiles des Lebens des Sextus erscheinen.«¹⁴⁹

Bei Bush führte jede Entscheidung, jedes Anklicken eines *links*, zu einem anderen Stück Text. Die jeweiligen Textstücke zwischen zwei *links*, also zwi-

148 Hervorhebungen von mir.

149 Hervorhebung von mir.

schen zwei Entscheidungsmöglichkeiten, die selbst keine Verzweigungen beinhalten, können dann (in der Reihenfolge in der sie aufgerufen wurden) ausgedruckt werden und zusammen ein neues Buch bilden. Dabei referenzieren die Spielverläufe oder *trails*, die Bush speicherbar machen will, nur die Folge der Entscheidungen. Lediglich eine Liste der angeklickten *links* wird verzeichnet und kann dann auf jede kompatible Datenbank angewendet werden. Man könnte also sagen, daß alle möglichen Bücher Bushs in der Datenbank des *MEMEX* vorhanden sind und von einem Benutzer durch ein Nachvollziehen der als Spur gespeicherten *links* aktualisierbar sind. Ein ebensolches Oszillieren zwischen Adressen, Schriften und Aufführungen findet auch bei Leibniz statt: »Eine Zahl« bezeichnet eine »Stelle« und ein Anklicken (»Finger«) löst eine Aufführung aus (...»vor dir sehen«). Die Sextusse sind auf der Stirn numeriert, und diese Zahl ist jeweils ein *link*, der eine Stelle in einer Datenbank, dem »Buch der Schicksale«, adressiert. Ist diese angeklickt oder nachgeschlagen, wird der Leser oder Benutzer dann an die Stelle der Aufführung transportiert. Und genau dies trifft auch für die »Nacherzählungen« von Adventurespielen (vgl. Anm. 27) zu: Sie speichern eine Folge von Entscheidungen oder Knoten, die — auf die Datenbank eines kompatiblen Spiels angewandt — über eine bestimmte Erzählung zu einer bestimmten Stelle (aktueller Spielstand) führen. Wo die Welt eine numerierte Kette von Dingen, Agenten und Ereignissen ist, verschwimmt der Unterschied zwischen Zählen und Erzählen.¹⁵⁰

Nun steht an der Spitze der Leibniz'schen Pyramide bekanntlich eine 'beste Welt', die — führt man die Analogie fort — einige Implikationen für das Spielen von Adventures haben sollte.

»Hier nun ist Sextus, wie er ist und wie er wirklich sein wird. Er verläßt voll Zorn den Tempel, er mißachtet den Rat der Götter. Dort siehst du ihn nach Rom gehen, alles in Verwirrung stürzend, das Weib seines Freundes schändend. Hier erscheint er mit seinem Vater, vertrieben, geschlagen, unglücklich. [...] Und doch mußte er diese Welt wählen, die alle anderen an Vollkommenheit übertrifft und die Spitze der Pyramide bildet [...]. Du siehst, nicht mein Vater hat den Sextus böse gemacht; er war es von aller Ewigkeit her und war es immer aus freiem Willen: er hat ihm nur das Dasein gewährt, das seine Weisheit jener Welt nicht vorenthalten konnte, in der er mitgehalten ist: er hat ihn nur aus der Region der Möglichkeiten in die Region der wirklichen Wesen übergeführt.«

Aufgrund des paradoxalen Verhältnisses von Notwendigem und Möglichem sind zwar ein glücklicher und ein unglücklicher Sextus möglich oder »kompossibel«, jedoch nicht in ein und derselben, sondern nur in räumlich und zeitlich unterschiedenen Welten. Es ergibt sich also eine Konkurrenzsituation der möglichen Welten. Für das Adventurespiel konnte gezeigt werden, daß es ei-

150 Vielleicht könnte man die These wagen, daß Computerprogramme das Leibniz'sche Darstellungsproblem lösen, indem sie Schrift, Zahl, Diagramm und Theater zu integrieren in der Lage sind.

ner bestimmten Ökonomie folgt. Bei einem guten Spiel (oder genauer: dem besten Spielen eines Spiels) geht es darum, Redundanzen, Schleifen oder Spielabbrüche zu vermeiden, oder anders herum formuliert: das Ende des Spiels unter dem Primat höchster Information möglichst lange herauszuzögern, also all jene in ihm angelegten Möglichkeiten durch solche Entscheidungen wahrzunehmen, die möglichst viele weitere Möglichkeiten (also Spielfortschritt) offenhalten. Gutes Spielen ist in einem fast mathematischen Sinne »elegant«, indem es den reichhaltigsten aber zugleich auch kürzesten Weg wählt. Genau dies ist aber das Ökonomieprinzip der Leibniz'schen besten Welt, deren Realitätsstreben darin liegt, daß sie einer Maxime der Effizienz folgt und mit geringstem Aufwand die größten Effekte erzeugt.

»Es gehört zu dieser Optimierung und Maximierung von Existenz auch ein kombinatorisches Spiel, das die größte Anzahl an Möglichkeiten verwirklicht und zugleich unter den Kompossiblen die höchste Relationsdichte und die höchste Bindekraft herstellt. Unter einer Reihe von Möglichen wird demnach diejenige Kombination ausgewählt, die die meisten Möglichen gemeinsam enthält und damit die einfachste und reichste Welt ergibt, eine Welt, die die größte Vielfalt in der Einheit und wie eine Kugel das größte Volumen auf kleinstem Raum unterbringt. Eine Welt jedenfalls, in der alle Teile [...] fugenlos aneinanderpassen [...] markiert die optimale Realisierung des Möglichen.«¹⁵¹

Ein *gutes Spiel* zu spielen, das in der Integration aller Elemente besteht, die in der Objektdatenbank zur Integration in einen Spielverlauf bereitstehen, bedeutet also im Leibniz'schen Sinne tatsächlich auch, *das Gute* zu tun, indem es ein göttliches Programm realisiert. Die göttliche Einrichtung der besten Welt fordert ihre Realisierung in der wirklichen, ebenso wie die programmierte Lösung eines Spiels nach ihrer Realisierung in einem Spielverlauf verlangt und sich in der Aufführung vollendet. Und wenn »Jupiter [...] alle die möglichen Welten überdacht und die beste von allen erwählt« hat, so heißt dies auf Softwareebene, daß das Spiel nichts enthält, was nicht innerhalb des Spielverlaufs aufgehen könnte, daß ein 'fugenloses Aneinanderpassen' aller Dinge realisierbar ist und daß das schrittweise Lösen des Spiels eine approximative Annäherung an diesen überlegenen Beobachtungspunkt ist. In der Spielzeit erfüllt sich gewissermaßen die Zeitlosigkeit des Programms, in dem alle Gegenwarten, Vergangenheiten und Zukünfte bereits enthalten sind.

Die damit implizierte Gottähnlichkeit des Programmierers ist immer wieder thematisiert worden und findet ihre Metapher in umfassenden Schreib- und Leserechten auf einer *tabula ansata*: »Der Programmierer-Gott macht die Welt nicht ein für allemal, sondern viele Male [...]. Das Universum verhält sich wie ein Programm, bis es abstürzt oder wild wird, und dann wird die Tafel saubergewischt, und ein neues Spiel beginnt.«¹⁵² Während Gott jedoch keine

151 Vogl, »Aleatorik und Roman«, S. 110.

152 David J. Bolter, *Turing's Man. Western Civilization and Natural Man*, New York 1977, S. 187f. (zit. nach Bredekamp, S. 100).

vorgängigen Gesetze zu beachten hat und ihm folglich jene besondere Freiheit eines (Meta-)Spiels zusteht, das Spielregeln erst aus dem Nichts generiert,¹⁵³ ist der Programmierer nur ein kleiner Gott, der — wie an Z gezeigt — zumindest den Diskursbedingungen seiner Programmiersprachen verpflichtet ist. Andererseits wiederholt sich jedoch strukturell die Konstellation von Gott, Schöpfung und vollendendem Mensch in der zweiten Natur von Programmierer, künstlicher Welt und spielendem Spieler.

»Nach Leibniz entsteht die Welt, wenn und sofern Gott rechnet. Daß sie schon deshalb die beste aller möglichen ist, schließt nicht aus, sondern ein, daß Geschöpfe ihrem Schöpfer unmöglich hinter die Schliche kommen.«¹⁵⁴

Was jedoch bei einer gottgeschaffenen Welt Hoffnung oder Versuch bleiben muß, nämlich sie nicht nur zu aktualisieren, sondern (vielleicht durch mystische Schau oder Kalkulation) ihren Code zu lesen, ist bei den künstlichen Welten der Adventures durch Disassemblierung möglich. Das Lesen von Programmcode würde gewissermaßen den träumerischen Blick bezeichnen, den Pallas gewährt — ein Blick auf die sich aus Algorithmen ergebenden Spielbarkeiten des Spiels, ohne dieses selbst spielen zu müssen.¹⁵⁵

Unter den unrealisierten Plänen der *ZORK*-Programmierer bei *Infocom* finden sich zwei aufschlußreiche Fragmente zu diesem Thema. Das eine bezieht sich auf ein Spiel, das die *Genesis* als Adventure implementieren sollte:

»INTERACTIVE BIBLE

Genre: Fantasy? TOA?

Rating: probably Standard

System: could go either way

Estimated Development Time: 8-10 months

Imagine the ad campaign: 'Have you always thought that God screwed it up? Try it yourself!' The opening room: VOID. Suggested first moves LET THERE BE LIGHT, CREATE WORLD. Imagine the response to EXAMINE LIGHT: You see that it is good. As the »story« progresses, you would become other characters. As Adam, you might decide to shun the serpent's apple, stay in Eden and die of boredom; as Noah, you could refuse to build the ark and drown in the Flood, or forget to bring along two horses, changing the entire shape of human history. The writing would naturally all be in shalts and begats and haths.«¹⁵⁶

Was als Ulk daherkommt, verweist jedoch auf ein nicht uninteressantes, programmiertechnisches Problem:

»How about a game where the geography and objects are created by the player? Everything starts out blank, and the player has a bunch of labels, like 'exit', 'sword', etc., which can be used to identify things. I wonder if this can be done using current Zork technology? Note that the vocabulary is already there, it's just the changing of the various tables for objects that's new.

153 Horst Bredekamp sei für den Hinweis auf einen spielenden Gott gedankt, der nur Gott sein kann, weil er spielt.

154 Friedrich Kittler, *Ein Tigertier, das Zeichen setzte. Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag* (www.uni-kassel.de/wz2/mtg/archiv/kittler.htm).

155 Was — im weitesten Sinne — die Aufgabe einer Medienkultur-Wissenschaft sein könnte.

156 CD-ROM *Masterpieces of Infocom*. Ich danke Ralf Höppel für diesen Hinweis.

This could also just be a problem in some other game; a blank area that you have to fill in 'properly' (perhaps with magic?) to solve a particular problem.

One way to actually work this would be to have an object called **FORMLESS-OBJECT**, and then swap in the real object associated with the name given it by the player.«¹⁵⁷

Es ginge also um die Ermöglichung des Spiels selbst als Spielaufgabe, innerhalb derer der Spieler als eine weitere Instanz in der verschachtelten Gradation der Gottheiten auftreten würde. Die Entscheidung über die Objekte in dieser zu generierenden Welt wäre nicht einfach eine über die Spiele, die darin — von wem auch immer — gespielt werden könnten.¹⁵⁸ Das Gewicht des Spiels würde sich vielmehr von der taktischen Ebene der Entscheidungen auf eine strategische Ebene der Konfigurationen als Möglichkeitsbedingungen von Entscheidungen verlagern. Das Gute zu tun (oder: ein gutes Spiel zu spielen) würde nicht mehr darin bestehen, eine Virtualität nach einer bestimmten Ökonomie zu aktualisieren, sondern darin, diese Virtualität selbst ökonomisch zu organisieren. Dies ist die Brücke zwischen dem Metaphysiker Leibniz und dem Ingenieur und Geschäftsführer der Erzminen im Harz, denn an diesem beispielhaften Fall stellte sich die Aufgabe der Konstruktion einer modellhaften, funktionierenden und zugleich in allen ihren Teilen ineinandergreifenden Welt — ein Unternehmen, das die Integration verschiedenster Ereignistypen, Wissens- und Tätigkeitsfelder verlangte.¹⁵⁹ Dies ist zugleich aber auch die Brücke zwischen Adventure- und Strategiespielen, die sich mit der softwaretechnischen Modellierung verschiedenster Ereignis- und Wissensformen beschäftigen, und deren Aufgabe genau darin besteht, Mikrokosmen zu generieren und zu optimieren.¹⁶⁰



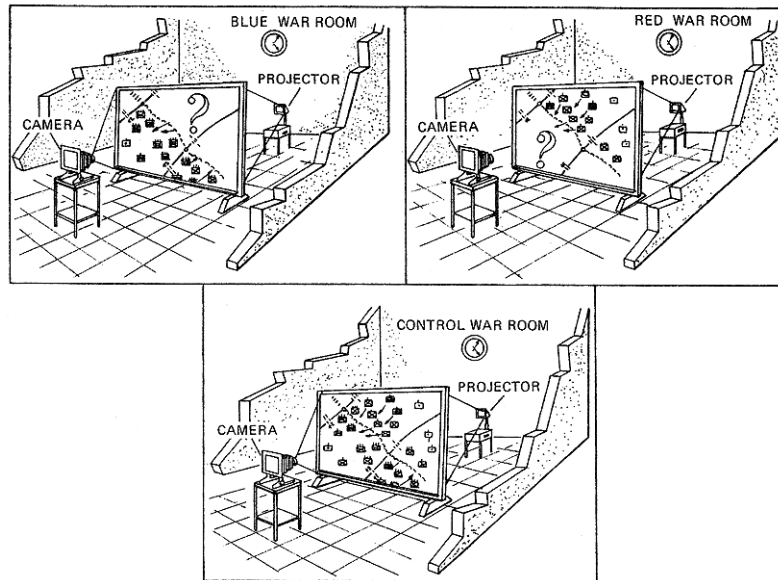
157 *Masterpieces of Infocom*.

158 Die späten 80er Jahre brachten dann tatsächlich einige sog. »Adventure-Construction Sets« hervor, die die Erstellung, Compilierung und freie Distribution von Adventures ermöglichten ohne sich mit der Kenntnis von Programmiersprachen belasten zu müssen.

159 Dazu ausführlich Vogl, »Aleatorik und Roman«, S. 112-120.

160 Obwohl inzwischen alle Arten von Unternehmen (vom Pizzaservice bis zur Eisenbahngesellschaft) als Strategiespiele zu kaufen sind, hat sich leider noch kein Programmierer eines Bergwerks oder einer »Kompagnie der Glückseligkeit« angenommen.

III. Strategie



1. »that naive concept of utility«

Sowohl das Action- als auch das Adventure-Spiel trugen das Wasserzeichen bestimmter computerhistorischer Problemstellungen: ersteres war mit der Frage nach dem Rhythmus zwischen Mensch und Maschine und dem Interface verwoben, letzteres mit der Frage nach dem Netz und der Navigation. Zum einen ging es um eine chronologische Ökonomie von Wahrnehmung und Motorik, zum anderen um eine logische Ökonomie von Entscheidung und Orientierung. Der Ausdruck »Strategiespiel« ist nicht nur in Anlehnung an Clausewitz' berühmte Definition gewählt, wonach Strategie »die Lehre vom Gebrauch der Gefechte zum Zweck des Krieges« ist, also eine Logistik der einzelnen taktischen Gebräuche bezeichnet,¹ sondern auch mit Verweis auf John von Neumanns und Oskar Morgensterns ökonomische Spieltheorie, die ihren prominentesten Gegenstand (die »zero-sum games« oder Nullsummenspiele) allgemein als »Games of Strategy« bezeichnet.² Von Neumann unterscheidet zwischen »game« (die Gesamtheit der Regeln, die es beschreiben, ist ein Spiel) und »play« (also einer Instantiierung oder Aktualisierung der Regeln in einem Spiel). Diese Unterscheidung wiederholt sich in »moves« (die Gelegenheit einer Entscheidung zwischen Alternativen, sei es durch den Spieler oder ein »device«) und »choice« (der spezifischen Alternative, die in einem *play* gewählt wird). Zuletzt unterscheidet von Neumann zwischen »rules« (den Anweisungen, die nicht hintergebar sind, ohne daß ein Spiel aufhören würde, ein bestimmtes Spiel zu sein) und »strategy« (dem Konzept, das die Entscheidung eines Spielers organisiert).³

Jedes Spiel Γ mit n Spielern $(1, \dots, n)$ hat eine bestimmte Anzahl von v Zügen (*moves*, $\mathcal{M}_1, \dots, \mathcal{M}_v$). Jeder Zug \mathcal{M}_k hat eine bestimmte Anzahl von Alternativen α_k , die ihn als Zug konstituieren und mit $\mathcal{A}_k(1), \dots, \mathcal{A}_k(\alpha_k)$ bezeichnet werden. Fällt die Entscheidung über einen Zug nicht über einen Zufallsgenerator (und wird dabei durch die Wahrscheinlichkeiten $p_k(1), \dots, p_k(\alpha_k)$ für $\mathcal{A}_k(1), \dots, \mathcal{A}_k(\alpha_k)$ bestimmt), sondern ist ein »personal move«, dann ist $k_k(1, \dots, n)$ der Spieler, der am Zug ist. Der gezogene Zug (*choice*) ist dann σ_k (aus $1, \dots, \alpha_k$ möglichen) und das realisierte Spiel π (*play*) ist folglich die Sequenz $\sigma_1, \dots, \sigma_v$. Die Auszahlungen $\overline{\mathcal{F}}_k$, die die einzelnen Spieler ($k=1, \dots, n$) erhalten, sind also eine Funktion der Spielverläufe: $\overline{\mathcal{F}}_k = \overline{\mathcal{F}}_k(\sigma_1, \dots, \sigma_v)$. Dabei spezifizieren die Regeln (*rules*) eines Spiels die Auszahlung $\overline{\mathcal{F}}_k(\sigma_1, \dots, \sigma_v)$ nur als Funktion oder Abhängigkeit von den Variablen $\sigma_1, \dots, \sigma_v$. Jede konkrete Entscheidung (*choice*) σ_k aus den Möglichkeiten $\sigma_1, \dots, \sigma_v$ ist hingegen nicht Teil des Spiels (*game*), sondern nur des Spielens (*play*). Zuletzt führt von Neumann noch die Variable der Information ein, nämlich als das Wissen Λ_k des Spielers,

1 Carl von Clausewitz, *Vom Kriege*, Augsburg 1998, S. 84.

2 Zum folgenden John von Neumann / Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton 1944, Kapitel II.

3 Von Neumann 1944, S. 49.

der am Zug κ ist, über vorgängigen Entscheidungen $\sigma_1, \dots, \sigma_{\kappa-1}$ bei der Entscheidung σ_κ .

Die Definition von »Strategie«, mit der dieses Modell zusammengedacht wird, lautet:

»Imagine now that each player $k=1, \dots, n$, instead of making each decision as the necessity for it arises, makes up his mind in advance for all possible contingencies; i.e. that the player k begins to play with a complete plan: a plan which specifies what choices he will make in every possible situation, for every possible actual information which he may possess at that moment in conformity with the pattern of information which the rules of the game provide for him for that case. We call such a plan a *strategy*.«⁴

Das Faszinierende ist, wie innerhalb eines 30-seitigen Beweises eine Variable nach der anderen aus der Spiel-Definition zum Verschwinden gebracht wird, so daß zuletzt nur die bekannte, schlichte Formel des Nullsummenspiels übrig bleibt:

$$\sum_{k=1}^n F_k(\pi) = 0$$

Was bei zufallsgeleiteten Spielen trivial scheint, nämlich der Neustart bei jedem Zug,⁵ bedarf bei Spielen mit 'personalen' Zügen, also Zügen von Personen, denen ja gemeinhin Erinnerung und Hoffnung zugeschrieben wird, eines erheblich größeren Beweisaufwands. »Observe«, so von Neumann, am Ende erfolgreich seine eigene Definition von Strategie über Bord werfend, »that in this scheme no space is left for any kind of further 'strategy.' Each player has one move, and one move only; and he must make it in absolute ignorance of everything else. [...] In this game a player k has one and only one personal move, and this independently of the course of the play [...]. And he must make his choice at \mathcal{M}_k with nil information.«⁶

Was bei diesem mehr als flüchtigen Blick⁷ auf die Ansätze der mathematischen Spieltheorie auffällt ist, daß personale (oder: 'persönliche') Züge nur das Gegenteil von 'zufälligen' Zügen und eben nicht Züge von Personen im emphatischen Sinne sind. Personalität erscheint einfach als ein Weniger an Information: Spieler sind schlechtere Zufallsgeneratoren⁸ und produzieren jenes mehr an Redundanz, das man in einem hergebrachten Sinne Strategie nennen könnte. Um trotzdem zu einer mathematischen Abstraktion auf je einen Spielzug zu kommen, wie sie beispielsweise der *reset* einer Drehung im Roulettepiel ermöglicht, dürfen die von Neumann'schen Spieler kein Gedächtnis

4 Von Neumann 1944, S. 79.

5 John von Neumann, »Zur Theorie der Gesellschaftsspiele«, in: *Mathematische Annalen*, Berlin / Göttingen / Heidelberg 1928, S. 295-320.

6 Von Neumann 1944, S. 84.

7 Vgl. zur Übersicht die axiomatische Formulierung von Neumann 1944, S. 75.

8 Information in Form von Zufallszahlen konnte bei *RAND* gleich buchweise gekauft werden (*A Million Random Digits with 100,000 Normal Deviates*, RAND Corporation, Glencoe 1955).

und folglich auch keine Loyalität besitzen. Sie entscheiden — und diese Annahme bestimmt den Tenor der späteren, einflußreichen Kritik — wenn die 'Notwendigkeit erscheint' nach dem Greedy-Prinzip des instantanen, maximalen Gewinns. Die Redundanz oder Verlässlichkeit von Personen besteht also darin, daß sie immer den größtmöglichen lokalen Vorteil wählen und durch dieses berechnende Verhalten leicht berechenbar werden. Am Beispiel des rein personalen (d.h. von Zufallsgeneratoren freien) Schachspiels, das von Neumann anführt, ist ersichtlich, daß es einer Geschichte des Spiels nicht bedarf, sondern nur eines Satzes von Regeln und einer gegebenen Konfiguration von Figuren. Die Ausgangsstellung des Schachspiels ist nur *eine* spezielle Konfiguration, und eine Partie kann auch ausgehend von jeder anderen Konfiguration (ausgenommen Schachmatt) begonnen werden, und sie kann nach jedem Zug von anderen Spielern als neue Ausgangskonfiguration übernommen werden.⁹ Auf der anderen Seite erscheint es gerade beim Schach unmöglich, *alle* möglichen Züge vorab in eine Strategie zu integrieren — schon alleine, weil deren Zahl nach Shannons Schätzung bei 10^{120} liegt. Doch von Neumann geht es gar nicht um die technischen Probleme von *brute force*-Lösungen, sondern nur darum, daß Strategien zwar *virtuell* vollständig sein mögen, aber immer nur anlässlich von Zügen *aktuell* werden können. Strategie erscheint nur anlässlich von Taktik, und nur von Beobachtungen auf taktischer Ebene kann auf Strategie geschlossen werden, also immer nur aufgrund der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Information. Man könnte vielleicht sagen, daß der von Neumannsche Begriff der Strategie die Ermittlung und Evaluation der möglichen Ereignisse innerhalb eines Spieles (das ja auf einen Spielzug abstrahiert ist) bezeichnet. Dies ist schon deshalb einsichtig, weil die »Spieler« von Neumanns eine mathematische Abstraktion sind, hinter der kein Begriff personaler Identität zu stehen braucht. Für das Gelingen eines Spiels (*play*) ist es gleichgültig, ob die Spieler die gleichen bleiben oder nach jedem Zug ausgetauscht werden. Geht man beispielsweise davon aus, daß bei einem Schachspiel nach jedem Zug die Spieler wechseln, dann gibt es für den einzelnen Spieler gar keinen Grund, weiter als einen Zug zu denken, und sein (ebenso wie seines Nachfolgers) einziges Ziel wird es sein, mit seinem Zug eine maximale Auszahlung zu erreichen. Für den von Neumann'schen Spieler gilt es also »[to] exclude [...] all those more elaborate concepts of 'expectation' [beispielsweise 'moralischer' Art], which are really attempts at improving that naive concept of utility«. ¹⁰

Die bis hierhin ebenso schlichte wie kalte Spieltheorie von Neumanns hat mehrere Implikationen für Geschichte und Erscheinung der Strategiespiele. Erstens ist sie — gleichwohl auch der erste Entwurf von 1928 schon aus Abstraktionsgründen von einzelnen Zügen ausging — eine computationale

9 Von Neumann 1944, S. 79, Anm. 1.

10 Von Neumann 1944, S. 83, Anm. 2.

Theorie, oder genauer: eine Theorie, der der Digitalrechner schon eingeschrieben ist. Sie rechnet mit einer vorliegenden Datenkonfiguration zu einem diskreten Zeitpunkt, die gemäß bestimmter Regeln auf mehrere Weisen verarbeitet werden kann, so daß sich verschiedene Auszahlungen ergeben. Ein Algorithmus (oder ein Spieler, was zusammenfällt) ermittelt die maximale Auszahlung und führt den Zug aus, so daß zu einem folgenden diskreten Zeitpunkt eine neue Datenkonfiguration entsteht, die Ausgangspunkt eines neuen Spiels sein kann aber nicht muß. Der Unterschied zwischen Babbage und von Neumann bestünde dann darin, daß Babbage nur an ein *device* dachte, das automatisch gute Züge in einem Spiel macht, wohingegen von Neumann einen mathematischen Formalismus entwickelte, der sowohl Menschen als auch Maschinen über die besten Züge informiert. Spieltheorie erscheint also als Möglichkeit, Entscheidungsprozesse zu depersonalisieren und zu objektivieren, was nicht nur von individuell zuschreibbarer Verantwortung entbindet, sondern zugleich einen bürokratischen Traum verwirklicht. (Denn getreu Max Weber erhöhen Institutionen ihre Stabilität dadurch, daß sie ihre Verfahren von jenen Individuen unabhängig machen, die durch diese Verfahren dann als verwaltungstechnisches Objekt generiert werden.) Nicht zuletzt deshalb scheint es erst möglich geworden zu sein, daß die Spieltheorie in den 50er Jahren zur Beratungsinstanz für Politik und Militär avancieren konnte. Zumeist sieht man nun aus lebensweltlichen Gründen davon ab, daß Spieler nach jedem Zug wechseln, und geht davon aus, daß es ein höheres Ganzes, eine Gestalt, eine Person oder einen Agenten gibt, aus der oder dem sich die einzelnen Züge speisen und die oder der den einzelnen Zügen einen Namen oder einen (wie auch immer gearteten) Zusammenhang verleiht. Diese Identität bezieht die von Neumann'sche Theorie jedoch aus einem (gewissermaßen Adam Smith'schen) universalen Egoismus, innerhalb dessen alle Spieler nur nach instantanem, maximalen Gewinn streben. Die Spieltheorie ist in diesem Sinne konservativ oder statisch und setzt sowohl konservative wie vollständig intelligente Spieler und Gegenspieler voraus.

Die im folgenden beschriebenen Strategiespiele mögen zwar alle das Ziel möglichst hoher Auszahlung (oder — getreu dem *minimax*-Theorem — möglichst geringer Verluste) haben, doch geht es ihnen im Wesentlichen um einen (wiederholbaren) Weg dorthin, also um die Gestalt oder Identität oder Strategie, die die Abfolge von Zügen oder Taktiken reguliert und um die Konfigurationen, die sich daraus ergeben. Während dem Adventurespiel eine Ausgangs- und eine vorgängige Endkonfiguration eignet, hat das Strategiespiel eher futurischen Charakter. Es ist nicht rekonstruierend, sondern hypothetisierend. Während das Adventurespiel eine zuvor eingerichtete beste Welt ist, in die es sich im Zuge der spielerischen Erfahrung »von aller Ewigkeit her und [...] doch] immer aus freiem Willen« (Leibniz) zu fügen gilt, handelt das Strategiespiel von der Konstruktion und Einrichtung möglicher Welten mit dem Ziel der Evaluation einer 'besten' (die oft, aber nicht immer einfach die

gewinnträchtigste für die rechnende Seite ist). Es spielt Serien von Taktiken durch und ermittelt dabei erst eine beste Welt. Kommerzielle Strategiespiele wie das bekannte *SimCity* beginnen mit einer unmarkierten Landschaft, einer unbeschriebenen Karte, und der Spieler blickt aus göttlicher Perspektive hinab, um Häuser und Verkehrsnetze, Flüsse und Berge, Menschen und Tiere, Kriege und Naturkatastrophen, Krankheiten und wissenschaftliche Entdeckungen in seine Welt zu klicken. Er manipuliert die Zeitachse und beobachtet, was mit ihr geschieht, er balanciert mit uchronischen Zuständen. Weil Spielen somit in der Herstellung, Veränderung und Beobachtung von Konfigurationen liegt, sind Strategiespiele nicht zeitkritisch (Action) oder entscheidungskritisch (Adventure), sondern *konfigurationskritisch*.

Während die Actionspiele diachronisch, die Adventurespiele eher synchronisch betrachtet wurden, in beiden Fällen jedoch das Erscheinen des ersten kommerziellen Spiels als Schwelle zu einer eigenständigen und ungeschriebenen Geschichte des Computerspiels fungieren konnte, sieht die Lage bei Strategiespielen anders aus. In beiden erstgenannten Fällen tritt der Begriff des Spiels erst relativ spät auf, gilt als parasitär zum Ernst und bedarf erst einer Evaluation, die — obwohl vieles dafür spricht — gerade nicht die Differenz Spiel/Ernst tilgt, sondern sich am Markt legitimiert und diese dadurch befestigt. Wo Spiel draufsteht, kann nicht Ernst drin sein. Strategiespiele bilden diesbezüglich einen Sonderfall, denn der Begriff des Spiels ist hier — von den Schachvariationen des 17. Jahrhunderts über die Kriegsspiele des preußischen Generalstabs, die Planspiele der Logistik, die ökonomische Spieltheorie bis hin zu den Simulationen des Kalten Krieges — immer anwesend, führt den Ernstfall als extrasymbolischen Horizont immer mit sich und kann im *Information Warfare* mit ihm zusammenfallen.¹¹ Angesichts von Strategiespielen *als Computerspielen* steht also weniger der Begriff des Spiels zur Disposition als vielmehr das Eintreten des Computers in eine historisch schon vorhandene Kopplung von Spiel und Ernst, von Simulation und Realem und die Frage nach einer qualitativen Veränderung durch diesen Eintritt.

2. Schachspiel und Computer

Vor diese Frage schiebt sich jedoch eine andere, die sich auf das Diktum einer 'computationalen' Spieltheorie von Neumanns bezieht. Sybille Krämer hat zuletzt angeregt, den »Gebrauch des Computers weniger in den Termini des instrumentellen, denn des spielerischen Handelns zu konzipieren«, wenn Spielen 1. sich im symbolischen Als-ob vollzieht, 2. reglementiert ist, jedoch nicht durch die moralischen und juridischen Regeln der Alltagswelt, und 3. interaktives Geschehen ist, bei dem die einzelnen Spielzüge kontingent sind (partikuläre Realisierung unendlich vieler Konfigurationen). Spiel würde dann — so

11 Roger C. Molander / Andrew S. Riddle / Peter A. Wilson, *Strategic Information Warfare. A New Face of War*, Santa Monica 1996 (RAND MR-661-OSD)

Krämer — als dritter handlungstheoretischer Ansatz neben Arbeit und Kommunikation erscheinen.¹² Betrachtet man das Schachspiel als das vielleicht älteste Strategiespiel, dann ist diese These nicht neu, sondern hat immer schon die Entstehungsgeschichte des Computers durchzogen. Daß sich Babbage, Zuse, Shannon, Turing oder Wiener mit dem Schachspiel beschäftigt haben, ist nicht Zufall oder nachträgliche 'Benutzung' des Computers zu Spielzwecken, sondern eine Hilfe, den Computer selbst erst zu denken.

Schon Babbage stellte die entscheidende Frage, ob es der Vernunft bedürfe, um Schach zu spielen, war überzeugt, daß es auf einer *Analytical Engine* implementierbar sei und beschreibt in sieben Sätzen einen entsprechenden Algorithmus.¹³ Um die »Myriaden von Kombinationen« zu reduzieren, die auf einer Mechanik des 19. Jahrhunderts kaum zu rechnen gewesen wären, entwirft er eine Maschine, die *Tic-Tac-Toe* spielen und damit — man erinnere sich an die Demo-Programme *Spacewar!* und *Tennis for Two* — ihre eigene Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen könnte. Babbages Spiel handelt vom Computer selbst und gibt im besten Falle eine »populäre und einträgliche Ausstellung« ab, die zur Finanzierung der Entwicklung der nächsten Hardware-Generation dient.¹⁴ William Higinbotham semantisierte seine ballistischen Kurven von Bomben zu Bällen, und schon Babbage scheint seine Maschine, die nicht mehr nur Kalkül, sondern schon Algorithmus ist,¹⁵ mit dem nostalgisch gewordenen Charme Vaucason'scher oder Kempelen'scher Automaten zu überziehen. Als Publikumsattraktion sollten die Puppen eines Kindes mit einem Hahn und eines Kindes mit einem Lamm gegeneinander spielen. »Das Kind, welches das Spiel gewänne, würde in die Hände klatschen und der Hahn würde krähen, wonach das unterlegene Kind weinen und die Hände ringen würde, während das Lamm zu blöken anfinge.«¹⁶ (Leider verschweigt Babbage, was in der umgekehrten Situation passieren würde.)

Leonardo Torres y Quevedo baute zu Beginn des Ersten Weltkriegs eine Endspiel-Maschine, die mit einem Turm und einem König gegen einen zweiten, von einem Menschen kontrollierten König gewinnt und sodann (historisch angemessen) das Wort »Schach« aus einem Grammophon ertönen läßt.¹⁷ Torres war nicht nur Konstrukteur dieses funktionsfähigen Schach-

12 Leider nur angedeutet in: Sybille Krämer, »Zentralperspektive, Kalkül, Virtuelle Realität. Sieben Thesen über die Weltbildimplikation symbolischer Formen«, in: *Medien Welten Wirklichkeiten*, Hg. G. Vattimo / W. Welsch, München 1998; vgl. Sybille Krämer, »Spielerische Interaktion«, in: *Schöne neue Welten?*, S. 225-236.

13 Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben*, Hg. B. Dotzler, Berlin 1997, S. 321.

14 Babbage, S. 322.

15 Übrigens sollte sie bei mehreren gleich zu bewertenden Zugmöglichkeiten auf einen Speicher der bisher gespielten Spiele zugreifen, wie es in neueren Schachprogrammen üblich geworden ist.

16 Babbage, S. 322.

17 Wolfgang Coy, »Matt in 10⁶⁰ Rechenschritten«, in: *Künstliche Spiele*, Hg. G. Hartwagner / S. Iglhaut / F. Rötzer, München 1993, S. 202-218.

spiels, an dem sich noch Norbert Wiener 1951 auf dem Pariser Kybernetik-Kongress erfreuen wird, sondern auch Schöpfer eines *Remote-Control*-Systems zur Leitung des Schiffsverkehrs durch den Hafen von Bilbao und beschäftigte sich mit der Automation von Fließbandarbeit. Das Grammophon ist daher eher als ironischer Kommentar eines Ingenieurs aufzufassen, der ansonsten jede Form anthropomorpher Mimetik entschieden ablehnte. So schrieb Torres 1915 im *Scientific American*: »The ancient automatons [...] imitate the appearance and movements of living beings, but this has not much practical interest, and what I wanted is a class of apparatus which *leaves out the mere visible gestures of man* and attempts to accomplish the results which a living person obtains, thus *replacing a man by a machine*.«¹⁸ Nicht um die menschliche Anmutung eines zweiten Schachspielers geht es Torres, sondern um die Imitation menschlicher Verhaltenslogik. Und sofort zieht er die Konsequenz, denn wenn Maschinen Dinge tun, die gängigerweise unter »Denken« klassifiziert werden, dann können sie auch Menschen an den entsprechenden Stellen ersetzen.

In den 20er Jahren wurde die Hilbert'sche Formalisierung der Mathematik, die bekanntlich entscheidend für die Turingmaschine ist, als Spielprogrammierung begriffen. Die Mathematik wird — beispielsweise bei Hermann Weyl — explizit mit einem Schachspiel verglichen:

»Die Sätze werden zu bedeutungslosen, aus Zeichen aufgebauten Figuren, die Mathematik ist nicht mehr Erkenntnis, sondern ein durch gewisse Konventionen geregeltes Formenspiel, durchaus vergleichbar dem Schachspiel. Den Steinen des Schachspiels entspricht ein beschränkter Vorrat an Zeichen in der Mathematik, einer beliebigen Aufstellung der Steine auf dem Brett die Zusammenstellung der Zeichen zu einer Formel. Eine oder wenige Formeln gelten als Axiome; ihr Gegenstück ist die vorgeschriebene Aufstellung der Steine zu Beginn einer Schachpartie. Und wie hier aus einer im Spiel auftretenden Stellung die nächste hervorgeht, indem ein Zug gemacht wird, der bestimmten Zugregeln zu genügen hat, so gelten dort formale Schlußregeln, nach denen aus Formeln neue Formeln gewonnen, 'deduziert' werden können. Unter einer spielgerechten Stellung im Schach verstehe ich eine solche, welche aus der Anfangsstellung in einer den Zugregeln gemäß verlaufenen Spielpartie entstanden ist. Das Analoge in der Mathematik ist die beweisbare (oder besser, die bewiesene) Formel, welche auf Grund der Schlußregeln aus den Axiomen hervorgeht. Gewisse Formeln von anschaulich beschriebenen Charakter werden als Widersprüche gebrandmarkt; im Schachspiel verstehen wir unter einem Widerspruch etwa jede Stellung, in welcher 10 Damen der gleichen Farbe auftreten. Formeln anderer Struktur reizen, wie die Mattstellung den Schachspieler, den Mathematikspielenden dazu, sie durch eine geschickte Aneinanderkettung der Züge als Endformeln in einer richtig gespielten Beweispartie zu gewinnen.«¹⁹

18 Zit. nach *Computer Perspective*, S. 67 (Hervorhebung von mir).

19 Hermann Weyl, »Die heutige Erkenntnislage der Mathematik«, in *Gesammelte Abhandlungen*, Hg. K. Chandrasekharan, Berlin / Heidelberg / New York 1968, Bd. 2, S. 511-542 (zit. nach Heintz, S. 49).

Das Hilberth'sche Programm bezeichnet dann für Weyl den qualitativen Wechsel von einem Spiel nach Regeln zur Reflexion der Spielregeln selbst. Metamathematik handelt von den formalisierten Spielen der Mathematik selbst, von den logischen Beziehungen zwischen ihren Zeichen und Zeichenketten.

Alan Turing schließt sich Weyl bei seiner Betrachtung von Geduldsspielen, also solchen Spielen, bei denen man bestimmte Teile auf eine besondere Weise bewegen darf,²⁰ an: »Zum Beispiel ist die Aufgabe, eine gegebene mathematische Theorie eines axiomatischen Systems zu beweisen, ein sehr gutes Beispiel für ein Geduldsspiel«, bei dem es um das »Neuanordnen der Symbole oder Spielmarken« geht.²¹

Und ebenso wie Alan Turing grundlegende Eigenschaften der Mathematik auf die Funktion von Maschinen abbildet, wodurch sich ja Berechenbarkeit als Schreibbarkeit erweist, gibt es auch eine Abbildung der Geduldsspiele: »Für jedes Geduldsspiel können wir ein entsprechendes Substitutions-Geduldsspiel finden, das ihm in dem Sinne gleichwertig ist, daß wir bei einer gegebenen Lösung des einen diese leicht anwenden können, um die Lösung des anderen zu finden.«²² Die Frage, ob diskrete Maschinen den Menschen imitieren können, entwirft Turing nicht nur am berühmten Geschlechterspiel in *Rechenmaschinen und Intelligenz*, sondern auch ausführlich am Beispiel des Schachspiels:

»Man kann ein kleines Experiment in dieser Richtung durchführen, sogar beim gegenwärtigen Stand des Wissens. Es ist nicht schwer, sich eine Papiermaschine auszudenken, die kein allzu schlechtes Schach spielt. Nun nehme man drei Personen A, B, C als Versuchsobjekte. A und C müssen ziemlich dürftige Schachspieler sein, B ist der Operator, der die Papiermaschine bedient. (Im Hinblick darauf, daß er sie recht schnell bedienen können sollte, ist es ratsam, daß er sowohl Mathematiker als auch Schachspieler ist.) Zwei Räume mit einer Einrichtung, die Züge mitzuteilen, werden gebraucht, und das Spiel findet statt zwischen C und entweder A oder der Papiermaschine. C könnte es durchaus schwierig finden, anzuge-

- 20 Alan Turing, »Lösbare und unlösbare Probleme«, in: *Intelligence Service*, hg. F. Kittler / B. Dotzler, Berlin 1987, S. 69ff. Das Schiebepuzzle mit 15 Zahlen in 16 Felder, das Turing analysiert, wurde übrigens jahrelang mit dem Apple-Betriebssystem ausgeliefert, bis man es in den Mitt-90ern geschichtsvergessen durch ein Puzzlespiel ersetzte. Seine Tradition reicht ins 19. Jahrhundert zurück, als Wettbewerbe stattfanden und Preisgelder für seine Lösung ausgesetzt wurden. Schon 1879 hatten Johnson und Story im *American Journal of Mathematics* nachgewiesen, daß von den $16!$ möglichen Konfigurationen nur die Hälfte durch Spielzüge herstellbar sind, so daß umgekehrt auch nur aus der Hälfte der gegebenen Konfigurationen wieder ein Normalzustand hergestellt werden kann. Lösbar sind übrigens nur solche Konfigurationen, bei denen die Gesamtzahl der auf eine kleinere Zahl folgenden Steine gerade ist.
- 21 *Intelligence Service*, S. 70. Statt des traditionsreicheren Schachspiels ließe sich also auch, wie Wang in den 60er Jahren gezeigt hat, eine besondere Art von Geduldsspiel wie *Solitaire* nehmen: »We can justifiably say that all mathematics can be reduced, by means of Turing machines, to a game of solitaire with dominoes« (Hao Wang, »Games, Logic and Computers«, in: *Scientific American*, 213/1965, S. 98-106).
- 22 *Intelligence Service*, S. 71.

ben, mit wem er spielt. (Das ist die einigermaßen idealisierte Form eines Experiments, das ich tatsächlich durchgeführt habe.)«²³

Die letzte Anmerkung bezieht sich wohl auf die 1947/48 mit David Champernowe entstandene Ein-Zug-Analyse-Maschine namens *Turochamp*, die gegen ein von Donald Mitchie und Shaun Wylie geschriebenes Programm namens *Machiavelli* antrat, und zwar in einer manuellen Version, in der die Programmierer selbst als Papiermaschinen antraten.²⁴ (Eine Partie, die nie zu Ende geführt wurde, weil die Rechnungen der beiden Teams zu aufwendig wurden.)

Wenn das Schachspiel zunächst — von der »Göttinger Mathematik reiner Symbolspiele« herkommend — ein 'Denkbild' liefert, in dem die Turingmaschine gedacht werden kann, dann wird es später, sobald diese »schaltungs-technischer Ernst«²⁵ geworden ist, zu einer ausgezeichneten Anwendung. Schachprobleme sind (so ein Motto Turings) die »Hymnen der Mathematik« und daher hervorragend geeignet, einen Überblick über zu programmierende Probleme zu gewinnen, die alles andere als »reiner Spaß«²⁶ sind. Der Blick mit dem der Spieler ein Schachbrett mustert, um den Stand des Spiels zu ermitteln, sei (so Turing) von »derselben Art, in der [... man] Geschäftspapiere durchsehen muß«, und die Weise der Lösung von Schachproblemen durch Programmieren führe zu Fortschritten in Wirtschaft und Krieg.²⁷ Und da Turing — wie alle Schach-Programmierer bis heute — nicht auf vollständige Enumeration der Möglichkeiten setzt, sondern auf Gewichtungsalgorithmen für nur wenige Züge, gleichen seine grundlegenden Bewertungsdaten denen, die auch für ökonomische und militärische Spiele relevant sind. Das sind erstens die erwägenswerten Züge, zweitens der Stellungswert (die Addition der vorhandenen Figuren von unterschiedlicher Wertigkeit) und drittens der Positionsspielwert (aus mehreren Faktoren zusammengesetzte Werte von Bedrohungen und Möglichkeiten jeder einzelnen Figuren, die dann zu einer 'Lagebewertung' addiert werden). Der Blick des Spielers in die Geschäftsbücher oder auf das Schlachtfeld rechnet mit Standorten, Ressourcen und Marsch-

23 *Intelligence Service*, S. 112f.

24 Umgekehrt werden sich dann intelligente Maschinen »ihre meiste Zeit damit [... verbringen], Spiele wie Schach [...] zu spielen« (*Intelligence Service*, S. 11).

25 Kittler in *Intelligence Service*, S. 219. Zur Turingmaschine als Spielzeug auch andeutungsweise Florian Rötzer, »Aspekte der Spielkultur in der Informationsgesellschaft«, in: *Medien Welten Wirklichkeiten*, hg. G. Vattimo / W. Welsch, München 1998, S. 149-172.

26 *Intelligence Service*, S. 118. Übrigens hieß die *Government Code and Cypher School* in Bletchey Park unter ihren Angestellten auch »Golf Club and Chess Society« (Metropolis, S. 53).

27 *Intelligence Service*, S. 119. Ganz ähnlich auch Shannon in seinem grundlegenden Aufsatz »Programming a Computer for Playing Chess«, in: *Philosophical Magazine*, 41/1950, S. 256-275. Das Studium des Schachspiels erscheint als eine Art Katalysator für das Studium algorithmisierter Strategie. Es bietet ein Problem mit »a real form without the complexities of the real world«. Dazu auch Claude E. Shannon, »A Chess Playing Machine«, in: *The World of Mathematics*, S. 2124-2133.

möglichkeiten. Daß die Literatur zu Computerspielen von informatischer Seite sich fast ausschließlich mit dem Schachspiel beschäftigt, verwundert also kaum. Daher sei auch nur erwähnt, daß die Ökonomen Newell und Simon (vgl. Kapitel I, Anm. 200) sich (ausgehend von Shannon) damit beschäftigten, Schachprobleme in den Termini der von Neumann'schen ökonomischen Spieltheorie zu rechnen, was umgekehrt nur auf die Hoffnung verweisen kann, daß ökonomische Probleme durch Schachspiel-Algorithmen lösbar sind. Alan Kotok (vgl. Kapitel I, Anm. 203) ging — nicht minder zeitgemäß — in den 60er Jahren Schachprobleme graphentheoretisch an, nämlich mittels variabler Tiefensuche und Kantengewichtung des Entscheidungsbaums. Und während die Rechner der prognostischen Institute den Kalten Krieg als Computerspiel im strengen Wortsinne vorbereiteten, spielten die Supermächte ganz wortwörtlich Schach. John McCarthy hatte nämlich Kotoks Programm vom *MIT* (das eine führende Rolle in der Entwicklung politisch-militärischer Spiele und Computersimulationen von *guerilla warfare* hatte) zum *AI Lab* in Stanford mitgenommen und es verbessert. So kam es, daß 1966 Stanford (wo sich 1400 Angestellte u.a. mit »antiballistic missile defense, air defense, naval warfare« und nicht zuletzt »unconventional warfare«²⁸ beschäftigten) viermal gegen das *Institut für Theoretische und Experimentelle Physik* in Moskau Schach spielte. Auf westlicher Seite das Kotok / McCarthy'sche Programm mit 'künstlicher Intelligenz' auf einem *IBM 7090*, auf sowjetischer Seite ein Programm nach Shannon'schen Regeln auf einem (langsameren) *M-20*, das zuletzt gewann.²⁹

3. Taktisches Schach und Kriegsspiel

Als Anfang der 80er Jahre der Begriff des Kriegsspiels oder *wargame* durch den gleichnamigen Film in die öffentliche *parole* einzog, hatte das Militär schon begonnen, sich an zentraler Stelle von ihm zu verabschieden. Die *Studies, Analysis, and Gaming Agency (SAGA)* im Erdgeschoß des Pentagon hatte sich in den frühen 80ern in *Joint Analysis Directorate (JAD)*, umbenannt, und man begann, die Begriffe »simulation« und »modelling« dem Wort »game« vorzuziehen.³⁰ Damit schloss sich ein Bogen von nahezu zwei Jahrhunderten, denn um 1800 begann eine Entwicklung innerhalb derer aus Spielen — und zwar gerade unter dem Begriff des »Kriegsspiels« — Simulationen wurden. Zwischen 1780 und 1820 vollzog sich vom Schachspiel, »das wie die hergebrachten Künste [...] nur im Symbolischen operieren konnte«, zum »Sandkasten als Miniatur einer nicht codierbaren Kontingenz [...] Schritt von Künsten zu Analogmedien, von Fiktionen zu Simulationen.«³¹ Die im folgen-

28 Wilson, S. xi.

29 Dazu Levy, Bd. 1, S. 118. Technische Daten des *M-20* bei Metropolis, S. 171.

30 Allen, S. 7.

31 Friedrich Kittler, »Fiktion und Simulation«, in: *Philosophien der neuen Technologie*, Hg. Ars Electronica, Berlin 1989, S. 57-80, hier S. 73.

den vorgestellten Spiele sollen zeigen, wie das Schachspiel umdefiniert wurde, wie diese Versuche der Einbeziehung des Realen an eine Grenze stießen, wie ab 1811 die eigenständige Form des Kriegsspiels entstand und zuletzt das Schachspiel wieder 'zurückgebaut' wurde.³²

Hellwig

1780 erschien in Leipzig Johann Christian Ludwig Hellwigs *Versuch eines aufs Schachspiel gebaueten taktischen Spiels von zwey und mehreren Personen zu spielen*, dessen sechsseitiges Subscribenten-Verzeichnis sich wie ein *who-is-who* der Regierungshäupter und führenden Militärs seiner Zeit liest. Die zwölf Bogen lange Bau- und Spielanleitung des herzoglich-braunschweigischen Pagenhofmeisters und Hofmathematikers ist von einem Sprachgestus unpräntiöser, luzider Sachlichkeit geprägt, der nicht nur patriotische Exkurse, sondern auch Redundanz vermeidet. Die durchgängige Numerierung in Paragraphen, die zahlreichen Verweise und Rekursionen, und die immer wiederkehrenden gleichen Zahlenverhältnisse muten streckenweise wie eine natürlichsprachliche Formulierung eines Programms mit globalen und lokalen Variablen, mit logischen Verzweigungen und Subroutinen an.

Das Ziel dieses Spiels lautet Visualisierung: »Der Endzweck eines taktischen Spiels ist, die vornehmsten und wichtigsten Auftritte des Krieges sinnlich zu machen«, und das heißt Deckung und »Communication« erhalten, Vordringen und Rückzug organisieren, eigene Terrainvorteile nutzen und »Detachiren« des Feindes herbeiführen und effektivste Positionen zum optimalen Zeitpunkt erlangen.³³ Wenn es solcherart nicht mehr um Sinnbildhaftigkeit, sondern um Versinnlichung geht, ist die Frage der Relationierung von extra- und intraspielerischen Zusammenhängen nicht mehr eine nach poetischer Qualität, sondern eine nach kommensurablen Abbildungsmaßstäben. Mimetische Qualität bemißt sich am Grad informatischer Abstraktion und darstellungstechnischer Auflösung. Der Maßstab für die Vollkommenheit des Spiels ist — so Hellwig — seine 'Naturnachahmung' des Gegenstandes Krieg.³⁴ Daß beispielsweise die Figur des Läufers nicht als so etwas *wie* Artillerie *gedeutet* werden, sondern auch das Verhalten realer Artillerie *abbilden* könnte, führt Hellwig vor allem Regelwerk zur Frage der Repräsentation im Sinne der modellhaften Auflösung. Der Tagesmarsch eines Corps mit Artillerie-

32 Die Beispiele sollen nur einen Wendepunkt markieren. Unberücksichtigt bleiben beispielsweise Christoph Weickmanns Schachspiel von 1644, die Kartenspiele wie *Jeu de la Guerre* und *Jeu de la Fortification* des frühen 18. Jahrhunderts oder Viturinus' fast unspielbares *Neues Kriegsspiel* (vgl. dazu auch H.J.R. Murray, *A History of Board Games other Than Chess*, New York 1952; *A History of Chess*, Oxford 1913). Auch dem schönen Hinweis Sandrina Khaleds auf die mittelalterlichen Strategiespiele konnte hier nicht weiter nachgegangen werden (vgl. Arno Borst, *Das mittelalterliche Zahlenkampfspiel*, Heidelberg 1986; Menso Folkerts, »Die Rithmachia des Werinher von Tegernsee«, in: *Vestigia Mathematica. Studies in Medieval and Early Modern Mathematics in Honour of H.L.L. Busard*, Amsterdam / Atlanta 1993, S. 107-142).

33 Johann Christian Ludwig Hellwig, *Versuch eines aufs Schachspiel gebaueten taktischen Spiels von zwey und mehreren Personen zu spielen*, Leipzig 1780, S. 1, xi f.

34 Hellwig, S. 1.

rie und die Schußweite dieser Artillerie stehen beispielsweise im Verhältnis 4:3. Hellwig rechtfertigt diese Abstraktion damit, daß für ein 'natürliches' Verhältnis der Spielplan »wenigstens 16mal größer [hätte] seyn müssen, als er jetzt ist«, also 176 statt 11 Quadratschuh, und damit die Spielbarkeit durch Inkommensurabilität bedroht worden wäre.³⁵ Neben diese Frage der Überschaubarkeit stellt sich die der Auflösung des Regelwerks. Damit das Spiel leicht erlernbar ist und der Verwaltungsaufwand während des Spiels die Verarbeitungskapazitäten der Spieler nicht überfordert, gilt es, die Zahl der grundlegenden Regeln möglichst gering zu halten. Aufgrund der Naturnachahmung seines Spiels scheint Hellwig daher eine Art Lernen durch Beobachtung zweiter Natur möglich: »Die Hälfte der herzoglich-braunschweigischen Pagen, welche alle zwischen dreyzehn und funfzehn Jahren sind, haben dies Spiel vom bloßen Zusehen erlernt, und spielen es alle in einem ziemlichen Grade der Vollkommenheit. Man schließe hieraus weiter.«³⁶ Die weiteren Schlüsse zog wohl Alan Kay zwei Jahrhunderte später, als er die Zukunft von Interfaces fortan daran zu bemessen vorschlug, inwieweit Kinder durch Zusehen und *learning by doing* zur Computerbenutzung in der Lage seien (vgl. S. 242ff.).

Während Glücksspiele wie »Faro, Vingtün, Quinze« nur für »Menschen ohne Kopf« taugen,³⁷ basiert Hellwigs taktisches Schachspiel auf einer Kopfrechenarbeit, die dem Realismus einer Modellierung jener zweiten Natur geschuldet ist, die die »Natur der Truppen«, der Gegend, der »Geräthschaften« und der »übrige[n] Bedürfnisse einer Armee« ist. Alfred Hausrath, Vorsitzender der *Military Gaming Division* der *Research Analysis Corporation* beschreibt definiert dies eingängig:

»The model is a simplified representation of a system or of an activity to be studied. A model provides for the essential elements and forces to interact and function in much the same way they do in the real-life system. A model may be a physical device such as a simple toy balloon or a scale model of a jet plane in a wind tunnel to study its behavior in wind currents. A model also may be a theoretical construct consisting of a set of data, rules, and mathematical formulas such as may be used to simulate a comprehensive business enterprise, or a diplomatic crisis or a military confrontation, or an economic model to enable a nation's economy to be studied.«³⁸

Von der spezifischen Form des Wissens, das für ein Modell nötig ist, von Datenerhebung, informatischer Abstraktion und auch den Rückkopplungen zwischen Modell und Wirklichkeit wird noch zu handeln sein. Vorerst interessiert nur, wie Hellwig versucht, den Modellgedanken in ein tradiertes Format wie das Schachspiel einzuschreiben.

35 Hellwig, S. xiv; das Spielfeld hätte folglich nicht 1.617, sondern 25.872 Felder gehabt.

36 Hellwig, S. xvi f.

37 Hellwig, S. xix.

38 Alfred H. Hausrath, *Venture Simulation in War, Business, and Politics*, New York 1971, S. xvi.

Zunächst unterscheidet er zwischen Infanterie, Kavallerie und Artillerie. Infanterie bewegt sich langsam, Kavallerie schnell, und beide richten Schaden an dem Ort an, an dem sie sich befinden, wohingegen die Artillerie »durch besonders dazu verfertigte Maschinen in einer merklichen Entfernung« wirke. Während also Infanterie und Kavallerie noch durch Züge von Figuren darstellbar sind, bereitet dies bei der Artillerie schon erhebliche Schwierigkeiten, da Ursache und Wirkung räumlich getrennt sind. Zweitens stellt das Schachspiel (außer anderen Figuren, die geschlagen werden können) eine friktionsfreie Fläche dar, wohingegen der Kriegsschauplatz beseitigbare und unbeseitigbare Hindernisse für Truppen- und Maschinenwirkungen aufgibt. Drittens haben Maschinen »keine eigenthümliche Bewegung«, sondern hängen von »willkürlich wirkenden Geschöpfen« ab, und viertens haben diese Geschöpfe (ob Mensch oder Tier) »Bedürfnisse« nach »Kommunikation«, beispielsweise nach Verpflegungs-Depots.³⁹ Fünftens bewegt sich im seriellen Schachspiel immer nur eine Figur, wohingegen der Krieg eine parallelverarbeitende Maschine ist: mehrere Truppenteile können sich zugleich bewegen und sind fähig, »in einem Zuge mehrere Feinde niederzuhauen«. ⁴⁰ Sechstens und zuletzt ist die Gefangennahme einer einzigen Figur als Indikator für den Gewinn eines Krieges »nicht natürlich«. ⁴¹ Vielmehr bemißt sich der Gewinn an der Stärke, das Land des Feindes zu besetzen, und an der Fähigkeit, es besetzt zu halten, was auf taktischer Ebene heißt, eine bestimmte Stellung einzunehmen und zu halten. Die Figur des Königs — so Hellwigs logischer Schluß — ist nicht relevant und kann daher schlicht weggelassen werden. ⁴² Wenn man sich »der Natur möglichst nähern« will, bedeutet dies, »das Schachspiel gänzlich [zu] verlassen«, das kein »Kriegstheater«, sondern allenfalls ein »Paradeplatz« sei. ⁴³

Für Hellwig heißt dies zunächst, Art und Funktion der Spielfiguren oder Agenten neu zu bestimmen. Von den gängigen Schachfiguren bleiben nur Königin, Turm, Läufer, Springer und Bauer (auf dem Spielfeld abgekürzt als »K«, »T«, »L«, »S« und »b«) übrig. Gleichwohl die Namen erhalten bleiben, werden die Figuren nun eher durch ihre Bewegungsmöglichkeiten definiert: Königin, Turm und Läufer gelten als Kavallerie, Bauern und Springer als Infanterie. Dabei wird die Königin anhand ihrer Freiheitsgrade als Kompositfigur von Turm (links/rechts, vor/zurück) und Läufer (diagonal) interpretiert. Durch weitere Zusammensetzungen wie springende Königinnen (»SK«), springende Läufer (»SL«) und springende Türme (»E« für Elefanten) können gemischte Truppen aus Kavallerie und Infanterie dargestellt werden. ⁴⁴ Bauern — alias

39 Hellwig, S. 3f.

40 Hellwig, S. 10f.

41 Hellwig, S. 6.

42 Hellwig, S. 11.

43 Hellwig, S. 6, 13.

44 Hellwig, S. 16ff.

Infanterie-Trupps — können auch rückwärts oder zur Seite marschieren und werden zur Orientierung mit einem »Dintenfleck« markiert, wobei jede Schwenkung als ein Zug gilt. Die Kavallerie kann nun so viele Figuren schlagen, wie sie »ohne Bedeckung in gerader Linie antreffen.«⁴⁵

Zur Darstellung der »wichtigsten Chikanen eines Terrains« werden die Spielfelder verschiedenfarbig illuminiert und gegebenenfalls mit zusätzlichen Zeichen bestückt: schwarze und weiße Felder sind widerstandslos, grüne Felder bedeuten partielle Widerstände wie Sumpf oder Morast (über den man zwar nicht hinwegmarschieren wohl aber hinwegschießen kann), rote Felder bedeuten unüberwindliche Hindernisse wie »Gebürge«, und blaue Felder bezeichnen Gewässer, die allesamt so tief sind, daß weder Mensch noch Tier hindurchschwimmen können. Rot-weiß geteilte Felder zuletzt bezeichnen Gebäude, von denen mehrere zusammen Städte und Dörfer formen.⁴⁶

Einige Bastelarbeit wird dem Spieler bei der Herstellung der Artillerie abverlangt.⁴⁷ Auf einem Brettchen von der Größe zweier Spielfelder ist ein abgeschrägter Holzwürfel mit drei Stecknadeln zu befestigen und in der Farbe eines der Spieler zu lackieren. Neben diesem Würfel ist der »Ort des Artilleristen«, einer beliebigen Spielfigur, ohne die die Kanonen weder bewegt noch abgefeuert werden können. Diese haben eine »Wirkungsfläche« von drei Feldern in Richtung der Stecknadeln, und der Spieler entscheidet beim Schuß, ob sie auf eines, zwei oder alle drei Felder wirkt, ohne sich von der Stelle zu bewegen.⁴⁸ Artillerie-Figuren können zusammengeschlossen werden, um dann synchron abgefeuert und bewegt zu werden, wobei doppelte Geschütze einfache des Feindes aus den von ihnen »bestrichenen« Quadraten vertreiben. Rote Felder verhindern Artilleriefeuer, grüne und blaue nicht.⁴⁹ Feindliche Geschütze können durch Beseitigung des Schützen eingenommen werden, ei-

45 Hellwig, S. 18.

46 Hellwig, S. 14ff.

47 Die Geschichte von Beschreibung, Bau- und Betriebsanleitung würde eine ausgiebige medienhistorische Beschäftigung lohnen. Kriegsspiele wie das von Hellwig kamen beispielsweise als Bücher daher, die nicht nur die Spielregeln, sondern auch Baupläne (und teilweise Bastelbögen) mit einer (oft umständlichen) sprachlichen Bauanleitung enthielten. Überall galt es auszuschneiden, aufzuzeichnen, auszumalen, zu tischlern, zu kleben und allerlei Hausrat zu mobilisieren, und leider sind aus diesem Grund auch die meisten Bastelbögen verschollen. Bei Reisswitz' späterem Kriegsspiel hingegen wurden fertige Kästen mit allen erforderlichen Spielmitteln geliefert, so daß die Bauanleitung entfiel. Die Rechenarbeit, also die Verarbeitung der Eingaben und Ausgaben der Spieler gemäß den Spielregeln (oder moderner: Software), wurde einem »Vertrauten« übertragen (s.u.), so daß die Spieler letztlich gar nicht mehr die vollständigen Spielregeln, sondern lediglich eine Betriebsanleitung benötigten, womit plötzlich ein Spielen ohne Verstehen, ein Benutzen in Hard- und Softwarevergessenheit möglich war. Diese Trennung dürfte für zahlreiche komplexe Maschinen des folgenden 19. und 20. Jahrhunderts gelten und hat sich bis heute in der Trennung von *Software Manuals* für Benutzer und *Technical Reference Guides* für Hardwarekundige erhalten.

48 Hellwig, S. 27.

49 Hellwig, 38f.

gene jedoch auch »ruiniert« werden, um sie dem Feind nicht zu überlassen. Ein ähnlich aufgebautes Wurfgeschütz (gebogener Draht mit roter Kugel) zeigt verwandtes Verhalten, setzt jedoch Häuser und Brücken in Brand. In diesem Fall wird das betroffene Gebäude durch ein Stück roter Pappe bezeichnet, und der Gegner muß seine Truppen unverzüglich aus dem Feuer holen, das sich bei jedem Spielzug auf eine Generation umliegender Gebäude ausbreitet. Häuser brennen jeweils sechs Spielzüge lang, danach ist das Gelände wieder begehbar.

An den Geschützen zeigen sich deutlich die Erweiterungen des Schachspiels, aber auch seine Grenzen. Im Zusammenschluß mehrerer Geschosse zu einer Batterie, aber auch in der Regel, daß Bewegen und Abfeuern eines Geschosses als nur ein Zug gilt, deutet sich zaghaft so etwas wie eine parallele Verarbeitung mehrerer Ereignisse an. Mit der Einführung einer Wirkungsfläche werden Ursache und Wirkung *räumlich* entkoppelt, mit der Brenndauer der Gebäude *zeitlich*. Die Verwaltung mehrerer Brandherde erfordert gewissermaßen ein *multithreading* von jeweils sechs Systemtaktungen langen Routinen, das dem hergebrachten Schach völlig fehlt. Was man hinsichtlich von Wirkungen jedoch auffällig vermißt, ist Kontingenz. Zufall (oder Wahrscheinlichkeit) spielen keine Rolle, nichts verrouscht die Übertragung von Ursache zu Wirkung. Vom 'willkürlich wirkenden Geschöpf' abgefeuerte Projektile verfehlen niemals ihr Ziel, und einmal entzündete Brandherde breiten sich mit der gleichen Notwendigkeit aus wie die Wellen eines ins Wasser geworfenen Steins — gewissermaßen als Rasterbild eines sich kreisförmig fortpflanzenden Impulses. Die aufklärerische Signatur des Hellwig'schen Spiels zeigt sich vielleicht darin, daß seine Welt die transparente, mechanische Kausalität eines Uhrwerks hat. Gegenwärtige Zustände sind Wirkungen von vorangegangenen und Ursache für zukünftige. Die Reduktion der Physik auf Punktmechanik als dominierende wissenschaftliche Ideologie scheint es Hellwig (der sich ansonsten nicht scheut, alle Schachregeln über Bord zu werfen) zu verbieten, seine deterministische Spielwelt durch Stochastik zu verunreinigen. Wenn Gott nicht würfelt, sollte es sich auch der Spieledesigner verbieten.

Darüber hinaus fällt auf, daß die Verzeitlichung des Schachspiels durch brennende Dörfer und Festungen ein Kurzzeitgedächtnis von sechs Zügen bzw. je lokalen Variablen für sechs Taktzyklen pro bebautem Spielfeld erfordert und damit den Verwaltungsaufwand enorm erhöht. Schon eine 5×5-Matrix erfordert die Zwischenspeicherung des Zustandes von maximal 25 Feldern über 8-10 Spielzüge im Gedächtnis des jeweiligen Spielers, und es ist erstaunlich, daß Hellwig an dieser Stelle keine zusätzlichen Spielmittel einführt, wie er es beispielsweise bei der Verschanzung tut. Solcherlei »durch leblose Gegenstände getroffene Vorkehrung [...] um das Vordringen des Feindes [...] zu verhindern«⁵⁰ wird aus Erde hergestellt und (je nach Spieler) durch grüne oder grün-rote Pappe markiert. Die Errichtung einer »Brustwehr« (die

50 Hellwig, S. 67.

einzig implementierte Art der Verschanzung) kostet einen Zug und schichtet drei Papptäfelchen übereinander. Jede weitere Erhöhung kostet dann einen weiteren Zug und wird durch eine zusätzliche Marke angezeigt. Umgekehrt wird eine Brustwehr bei jedem Zug um eine Einheit vermindert, wenn sie sich in der Wirkungsfläche eines feindlichen Geschützes befindet. Angriff und Verteidigung, deren Reglementierung treffenderweise die Mitte des Buches bildet,⁵¹ führen zu einer sprunghaften Anhäufung von wenn-dann-Anweisungen, die darzustellen müßig wäre. Interessant sind hier nur zwei Beobachtungen: Erstens gibt es so etwas wie globale Variablen, also Zahlen die in fast allen Berechnungen aufgerufen werden. Dies ist vor allem die Weite eines Kanonenschusses, die zugleich die Flugweite eines Wurfgeschosses ist und noch zahlreiche weitere Bewegungen bemißt. Der Kanonenschuß erscheint gewissermaßen als Urmeter des Spiels um 1780. Zweitens fällt auf, daß es so gut wie keine Logistik der Versorgung, Munitionierung und Ernährung gibt. Erde zur Verschanzung wird überall angenommen, Munition ist unbeschränkt vorhanden, und allenfalls bei der Einnahme von Festungen spielen Versorgungsprobleme eine gewisse Rolle.⁵² »Communication« bleibt also, gleichwohl sie bemerkenswerterweise angesprochen wird, nur sehr grob modelliert.

Eine der Stellen, an denen jedoch Logistik zum Zug kommt, ist der Truppentransport und seine Sonderform, der Brückentransport. Der »Transporteur«, ein Holzbrettchen von zwei Spielfeldern Größe und einem Draht mit »Püschel«, ist einer der erstaunlichsten Einfälle Hellwigs und bedeutet für die Modellierung des Raumes etwa das, was die brennenden Häuser für die Modellierung der Zeit bedeuten.⁵³ Transporteurs können sich, wenn sie mit mindestens einer Spielfigur besetzt sind, wie Türme (Artillerie) bewegen, und zwar bei Besetzung durch Kavallerie neun, bei Infanterie oder Artillerie sieben Felder weit. Ein Transporteur kann — und das ist das Bemerkenswerte — rekursiv verwendet werden, also nicht nur Platz für eine zweite Spielfigur bieten, sondern auch für einen zweiten Transporteur, der wiederum einen Transporteur aufnehmen kann usw. Und einzelne oder zusammengesetzte Transporteurs können wiederum einzelne oder zusammengesetzte Geschütze aufnehmen und dann *en bloc* geschwenkt oder bewegt werden. Transporteurs als »Maschinen, auf welchen sie [Truppen, Artillerie usw.] von einem Ort zum andern gebracht werden« können, unterlaufen das Prinzip des Schachspiels, nach dem bei jedem Zug nur eine Figur bewegt werden kann, indem sie — wie später noch Güterwaggons — zusammenhängende Transporte von Soldaten, Waffen und anderem Material organisieren. Letzteres beschränkt sich bei Hellwig vorerst auf Brücken, die auf speziellen »Brückentransporteurs« be-

51 Hellwig, S. 77ff.

52 Hierfür gilt, daß eine Festung besiegt ist, wenn sie 50 Züge lang von keiner Figur verlassen werden konnte. Kleinere Verbände sind bereits nach sechs Zügen »unterbrochene[r] Communication« (S. 116) ausgehungert.

53 Hellwig, S. 54ff.

wegt werden müssen. Dabei sind — Signum einer Ära vor der Standardisierung — Brücken und Transporteurs numeriert, und Brücken können nur von Transporteurs mit gleicher Nummer bewegt werden, wobei zusätzlich noch auf eine gleichmäßige Auslastung zu achten ist.⁵⁴ Ein Spielgewinn tritt zuletzt ein, wenn einer der Spieler die Festung des anderen einnimmt und sie — unabhängig von der verbleibenden Stärke des Gegners — für einen Zug lang halten kann.

Erst gegen Ende der Anleitung, nach allen detaillierten Anweisungen zum Aufbau des Spieltisches und selbst zum Sortieren der über 900 Spielmarken entwirft Hellwig eine zweite, komplexere Version des Spiels, die einige Features künftiger Kriegsspiele vorwegnimmt, die nicht mehr auf einer Schach-*engine* aufgebaut sein werden.⁵⁵ Dieses taktische Spiel der »zweyten Schule« würde sich vor allem dadurch auszeichnen, daß es Vertikalität und Logistik prozessiert.⁵⁶

Während die erste Version nur unterschiedliche Reibungen einer prinzipiell ebenen Fläche verarbeiten konnte, modelliert die zweite durch das Konzept der »Anhöhen« einen dreidimensionalen Raum. Dies bereitet schon deshalb Darstellungsprobleme, weil die farbige Illumination einer Anhöhe durch die Besetzung mit einer Figur unsichtbar würde. Würde man hingegen einzelne Felder tatsächlich erhöhen, dann würden die Transporteurs kippen. Hellwig schlägt daher quadratische Brettchen von 4×4 Feldern zur Visualisierung vor, die durch Fähnchen markiert sein sollten und durch eine verschiedene Anzahl von Kreisen (referierend auf die kartographische Technik der Höhenlinien) verschiedene diskrete Höhen anzeigen müßten. Anhöhen brächten interessante Veränderungen in das Spiel ein, beispielsweise ein vorher nicht vorhandenes Spiel mit Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit oder auch Regeln für Standortvorteile wie diese:

»In der Ebene stehende Artillerie, wenn sie gleich um 1 stärker ist, als die auf einer Anhöhe stehende, vertreibt diese nicht von der Anhöhe. Ist sie aber um 2 stärker, so vertreibt sie solche. Einfaches Geschütz wird daher von der Anhöhe nicht durch doppeltes, wohl aber durch dreyfaches vertrieben.«⁵⁷

54 Hellwig, S. 95. Der Abbau einer Brücke kann folglich nur geschehen, wenn ein Transporter mit gleicher Nummer zur Stelle ist — ansonsten bleibt nur, die eigene Brücke durch Beschuß zu zerstören (S. 93, 99).

55 Der Begriff der *engine* bezeichnet eine Sammlung von Verwaltungsroutinen auf der durch den Anschluß unterschiedlicher Datenbanken beliebig viele Spiele aufsetzen können. Zu den beliebtesten 3-D-*engines* gehört beispielsweise die von *Doom*, die für Actionspiele, Trainingsprogramme der U.S. Marines und inzwischen sogar für Ausstellungssimulationen in Kunsthallen verwendet wird. Fast alle Spielehersteller benutzen ihre eigenen *engines* für verschiedene Spiele, gleichgültig ob es sich um Action-, Adventure- oder Strategiespiele handelt. Der (zumindest aphoristische) Vergleich mit den großen 'abstrakten Motoren' Michel Serres', die (beispielsweise bei Darwin, Freud oder Marx) jeweils aus einem Reservoir (Population, Kapital, Trieb), einer Differenz, und einem Diagramm (oder Programm) bestehen, drängt sich natürlich auf.

56 Hellwig, S. 152.

57 Hellwig, S. 154.

Wurde in der ersten Version noch ungefragt angenommen, daß eine Armee sich immer von dem »unterhalten« kann, was sie vorfindet (was nach Hellwig — und vor Napoleon — noch als »die seltenste Ausnahme von der Regel« galt), so würde eine zweite Version Kommunikationsprobleme modellieren.⁵⁸ Jedes Spiel hätte ein »Hauptmagazin« mit »gewissen [gesicherten] Zuflüssen«, von dem aus den Truppen die benötigten Dinge »nachgefahren werden« könnten. Am Ort der Kampfhandlungen wären dann Depots zu errichten und man hätte »für eine sichere Kommunikation desselben mit dem Hauptmagazin« zu sorgen. Die somit notwendig werdende »Theorie von Verpflegung und Unterhaltung der Truppen im Kriegsspiel« kann Hellwig jedoch nur noch andeutungsweise liefern und überläßt ihre Entwicklung dem Leser.⁵⁹ Das Hauptmagazin sollte — so Hellwigs Vorschläge — jeweils in der Festung liegen und die Depots Wirkungsflächen (oder Versorgungsgebiete) von 9×9 anliegenden Feldern haben. Jedes Depot sollte von einer Figur in Kanonenreichweite bewacht werden. Truppen, die auf Transporteurs oder Brückentransporteurs vorrücken wollten, müßten im Wirkungsfeld eines Depots sein oder doch spätestens drei Züge nach Verlassen des Versorgungsgebietes eines anlegen.⁶⁰ Alle Figuren, die nicht in drei Zügen die Wirkungsfläche eines Depots erreichten, hätten automatisch die Waffen zu strecken. Die Kommunikation mit dem Hauptdepot ginge über Land und Fluß, wodurch die Flüsse plötzlich in einer neuen Richtung benutzbar und Brücken zu Hindernissen würden. Verständlicherweise scheut sich Hellwig, zusätzliche Spielmarken einzuführen, um »den wirklichen Transport der Zufuhre aus dem Hauptmagazin in die Depots anzuzeigen.«⁶¹ Nimmt man nämlich die als notwendig prognostizierte Erhöhung der Auflösung auf den Faktor 1,6 ernst, so würde dies bedeuten, daß bei einem Spielfeld von 2640 Quadraten zur flächendeckenden Versorgung des Kriegstheaters bis zu 15 Depots pro Spieler notwendig wären. Der Krieg (und damit das Spiel) käme zum sofortigen Erliegen, weil die Züge beider Parteien nur noch von der Logistik der Versorgung handeln müßten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Hellwig versucht, verschiedene Aspekte von Agenten, Gelände, Maschinen, Kommunikation, Synchronizität und Auszahlung auf der Basis des Schachspiels zu implementieren. Dabei zeigt sich erstens, daß das Schachspiel als diskreter Apparat mit den Eigenschaften serieller Abarbeitung einzelner Anweisungen, punktmechanischer Kausalität und Verarbeitung ausschließlich natürlicher Zahlen für diese Ansprüche in den wenigsten Fällen zureichend geeignet ist. Vielmehr bedürfte es eines analogen, parallelverarbeitenden Apparates, der mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen rechnet. Zweitens wird deutlich, wie eine Modellierung

58 Hellwig, S. 155.

59 Hellwig, S. 156.

60 Hellwig, S. 158.

61 Hellwig, S. 160f.

schon weniger Parameter des Kriegstheaters zu einer verwaltungstechnischen Überforderung der Spieler führt, die nur durch Delegation von Buchführung und Kalkulation an eine externe Instanz zu lösen wäre.

Hoverbeck und Chamblanc

In den folgenden Jahrzehnten läßt sich beobachten, wie das Schachspiel, das aufgebrochen war, Simulation zu werden, wieder zu einem 'bloßen Spiel' wurde. 1806, also im Moment der Niederlage Preußens, veröffentlichte ein gewisser C.E.B. von Hoverbeck »mit unbegrenzter Liebe zum Miliair und mit der treuesten Anhänglichkeit eines preussischen Unterthans« sein *Preußisches National-Schach*, um in einem Gestöber von Ausrufezeichen »in der tiefsten Ehrfurcht und Submission« zu ersterben.⁶² An allen aktuell beobachtbaren Phänomenen moderner Kriegführung (wie Massenheere, Ende der Lineartaktik, Requisitionssystem, Telegraphie usw.) zielsicher vorbeischaugend, setzt Hoverbeck den als 'unnatürlich' entlassenen König wieder in sein Amt: »Er repräsentirt die Person des Herrn der Armée, die *Er selbst* anführt. — Er ist die *Erste*, und die *Hauptfigur* im Spiel, — und es bedarf weder einer *Abänderung* seines *Nahmens*, noch seiner *Züge*.«⁶³ Wo sich die Figuren bei Hellwig in Geometrie aufgelöst hatten und eine »Königin« einfach ein Agent mit drei Freiheitsgraden in der Fläche war, liest Hoverbeck mit erschreckendem Inhaltismus Geschlechtszugehörigkeit ab: Frauen hätten »eine sanftere Bestimmung« als den Krieg, nämlich den Mann »durch Liebe zu neuen Siegen kraftvoll machen« und seine Wunden zu »versüßen«. (Was zwar für den regulierenden Staat eine durchaus entscheidende Funktionszuweisung sein kann, aber die Modellierungsprobleme von Kriegsspielen völlig verfehlt.)

»Die Schlacht kostet dem Staate viele Menschen, Evas Töchter sind aber dazu bestimmt, ihm neue zu geben, und sie zum Dienste desselben zu erziehen! — Heil dir, *Borussia*, wenn die Deinigen so patriotisch denken, und mit voller Überzeugung sagen können: Wir fühlen uns *glücklich!* — Wir haben dem Staate *Söhne* gebohren, und sie *so erzogen, daß sie im Dienste des Vaterlandes zu bluten, — und für die Ehre ihres Königs gerne zu sterben wissen!!!*«⁶⁴

Während solcherart eine Dame verschwindet, müssen die übrigen Figuren eine militärisch korrekte Umbenennung über sich ergehen lassen. Während der König König bleibt, wird aus der Dame eine Leibgarde, werden Läufer zu Kürassieren und Dragonern, Springer⁶⁵ zu Husaren, Türme zu Kanonen und Bauern zu Füsiliern. Mit der Erweiterung des Spielfeldes auf 11×11 Felder (die »dem Sachverständigen [...] einleuchtend seyn« wird, einfach weil dies 57 Felder mehr ergibt als im »ordinaire[n] Schachspiel«) enden denn auch Ho-

62 C.E.B. von Hoverbeck, *Das preußische National-Schach*, Breslau 1806, Widmung an Prinz Friedrich Wilhelm.

63 Hoverbeck, S. 2.

64 Hoverbeck, S. 3.

65 Eine Bezeichnung, die — so Hoverbeck, S. 5 — »nach Tivoli in Paris [gehöre], wo die Kunstreiter ihre Geschicklichkeit für Geld sehen lassen«.

verbecks Innovationen.⁶⁶ Was dieses Spiel üben soll, ist nach dem Wunsch seines Autors »Geist«, »Scharfsinn«, »rasche Beurtheilungskraft« und »schnelle Entschlossenheit in militairischer Rücksicht«.⁶⁷ Der Nutzen des Spiels auch fürs »Privat-Leben« bestehe darin, »kaltes Blut, gründliches Nachdenken, reife Überlegung und eine ausdauernde Beharrlichkeit mit Geistesruhe und geduld unterstützt« zu fördern, was ebenso unspezifisch ist wie die zahllosen Lehren und historischen Betrachtungen, die Hoverbeck vorgeblich aus Spielsituationen ableitet, die jedoch allesamt auf Gemeinplätze hinauslaufen.⁶⁸

Nachdem Hellwig an die Grenzen des Schachspiels gestoßen war und Hoverbeck ihm jeden Simulationsgedanken wieder ausgetrieben hatte, schlug Franz Dominik Chamblanc 1828 noch einmal einen Kompromiß vor.⁶⁹ Die einen Spiele seien — so Chamblanc — zu »seicht«, die anderen zu »complicirt«.⁷⁰ Der von ihm vorgeschlagene »Mittelweg« halte sich »so viel wie möglich an das Natürliche«, womit nicht (wie bei Hellwig) die algorithmisierbaren Erfahrungen des realen Krieges gemeint sind, sondern das 'natürliche' oder tradierte Schachspiel. Man dürfe, so Chamblanc, »von dem Hauptzwecke: daß ein Spiel *nur zur Unterhaltung* dienen müsse gar nicht abgehen.«⁷¹ Was daraus folgt, ist eine Art *light*-Version des *taktischen Spiels* auf einem deutlich kleineren Spielfeld (460 Felder) mit erheblich weniger Figuren und Regeln, einigen neuen Elementen wie »Schanzkörben«, »Sturmleitern« und zwei Bewegungen pro Zug und einem ins Kriegstheater zurückgekehrten König.⁷² (Darin vielleicht *PONG* ähnlich, das ebenfalls seine Akzeptanz als Spiel damit erkaufte, daß es erheblich unter den technischen Standards seiner Zeit blieb.)

Während bei Hoverbeck der Simulationsanspruch wegfällt, und das Spiel nurmehr anempfindend oder allegorisch an den Ernstfall zu denken aufgibt, bleibt bei Chamblanc zwar der Gedanke einer 'naturalistischen' Modellierung erhalten. Diese lokalisiert sich jedoch bewußt und erheblich unter dem Niveau postnapoleonischen Wissens um den Krieg, um in dieser subtheoretischen Ansiedlung »bloß Spiel« sein zu dürfen.

Reißwitz...

Im Jahr 1828, also gleichzeitig mit Chamblancs Umstellung auf »Unterhaltung«, erschien in Berlin das *Supplement zu den bisherigen Kriegsspiel-Regeln, von einer Gesellschaft preuß. Offiziere bearbeitet*. Gewissermaßen als erstes *update* zur Bereinigung von Fehlern im Betriebssystem schreibt es jenes *Kriegsspiel* um und fort, das den Ausstieg aus dem Schachparadigma bedeutete und

66 Hoverbeck, S. 9.

67 Hoverbeck, S. 7.

68 Hoverbeck, S. 37, 147.

69 Franz Dominik Chamblanc, *Das Kriegsspiel, oder das Schachspiel im Großen. Nach einer leicht faßlichen Methode dargestellt*, Wien 1828.

70 Chamblanc, S. iii.

71 Chamblanc, S. iv (Hervorhebung von mir).

72 Chamblanc, S. 3ff.

inzwischen kanonischer Simulations-Apparat des preußischen Generalstabs geworden war.⁷³

Als der Breslauer »Kriegs- und Domainenrath« Georg Leopold Baron von Reißwitz seine »mechanische Vorrichtung« erstmals 1811 vor Prinz Wilhelm demonstrierte, zeigte diese (so Dannhauer, ein Beta-Tester von Reißwitz jun.) ein im »irrationalen« Maßstab von 1:2373 abgebildetes Terrain »in festem Sande in einem Holzkasten *modellirt* [...] mit Höhen, Thälern, Flüssen, Dörfern, Wegen«. Das Interesse Friedrich Wilhelms III. führte dann zu jener prächtigen (und inzwischen wiederaufgefundenen) Version, die auf einer »mächtige[n] Kommode« basiert, deren Deckplatte in 3-4 Zoll große Gevierte gerastert war.⁷⁴ Etagenweise angebrachte Schiebekästen enthielten farbig gefaßte, reliefierte Terrainstücke aus Gips, die zu Landschaften zusammensteckbar waren, Würfel mit Truppenabzeichen aus Porzellan und viele andere Spielmittel. »Das Ganze, außerordentlich soigniert dargestellt«, gelangte im Salon Louises in Potsdam zur Aufstellung, wo nicht nur Friedrich Wilhelm, sondern 1816/17 auch Großfürst Nikolaus es spielte. Schon Ende 1817 kam es daher — in Ermangelung eines Tisches — in Moskau zu einem *reverse-engineering* auf mehreren zusammengestellten Spieltischen, auf deren grünes Tuch das Terrain mit Kreide gezeichnet wurde.

Gültige Gestalt sollte jedoch erst Georg Heinrich von Reißwitz, der Sohn Georg Leopolds, dem *Kriegsspiel* verleihen. Reißwitz jun. änderte den Maßstab des Spiels auf 1:8000, den er als optimale Auflösung ansetzte, um »das Schützengefecht eines Bataillons in Detail durchführen und andererseits [...] mit mehreren Armee-Corps manövriren zu können«. Reißwitz' Projekt sollte »nicht mit den Karten und Brettspielen auf ein und derselben Linie stehe[n], sondern etwas ganz anderes als diese sei[n].« Anlässlich der Demonstration vor Prinz Wilhelm im Frühjahr 1824 legte er folglich — die Bezeichnung »Spiel« ablehnend — besonderes Augenmerk auf den Modellierungsaspekt, also darauf, wie »Raum und Zeit gegenseitig zum richtigen Ausdruck kämen«. Das

73 Philip von Hilgers wird dem Kriegsspiel eine ausführliche Studie widmen (*Vom Kriegsspiel*, www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/texte/infowar.htm), so daß ich mich hier auf eine knappe Schilderung beschränke. Zum Folgenden vgl. *Militair-Wochenblatt*, 402/1824, S. 2973f; Dannhauer, »Das Reißwitzsche Kriegsspiel von seinem Beginn bis zum Tode des Erfinders 1827«, in: *Militair-Wochenblatt*, 56/1874, S. 527-532; »Zur Vorgeschichte des v. Reißwitz'schen Kriegsspiels«, in: *Militair-Wochenblatt*, 73/1874, S. 693f. Georg Heinrich Rudolf Johann Baron von Reißwitz, *Anleitung zur Darstellung militärischer Manöver mit dem Apparat des Krieges-Spiels*, Berlin 1824; Georg Leopold Baron von Reißwitz, *Taktisches Kriegs-Spiel oder Anleitung zu einer mechanischen Vorrichtung um taktische Manoeuvres sinnlich darzustellen*, Berlin 1812; Wilson, S. 4ff. Ferner John P. Young, *A Survey of Historical Development in War Games*, Bethesda (Operations Research Office) 1959; Rudolf Hofmann, *War Games*, Washington (Office of the Chief of Military History) 1952.

74 Auf diesem Verfahren der Raterung und Modularisierung von 'Landschaft' im weitesten Sinne basieren noch alle heutigen Strategiespiele. Philip von Hilgers sei hier für einen Blick auf seine bislang unpublizierten Photographien der Kommode gedankt, an denen dies optisch evident wird.

Spiel habe »den Zweck, solche Momente des Krieges darzustellen, in welchen der strategische Zweck nur durch Einleitung eines Gefechtes verfolgt werden kann.« Beteiligt sind in Abänderung aller vorangegangenen Schachspiele mindestens 3 Parteien, nämlich zwei Kontrahenten und eine Recheninstanz namens »Vertrauter«, beteiligt, wobei in konkreten Partien die Kontrahenten am effektivsten durch Teams von je 4-6 physischen Spielern repräsentiert werden. Kleine »Parallelepiped von Metall« (Truppen) werden dann »mit Rücksicht auf Zeit und Raum bewegt«, und zwar nicht in einzelnen räumlichen »Zügen«, sondern in Zeitfenstern von jeweils zwei Minuten. Es sind dies Züge, »von denen jeder das ausdrückt, was in der Wirklichkeit, sowohl in Rücksicht der Bewegung als in Rücksicht der Wirkung des Feurgewehrs und der blanken Waffe, nach Erfahrungen und Versuchen wahrscheinlich erfolgen würde«, womit wohl die Erfahrungen der napoleonischen Kriege und die Versuche in Scharnhorsts Artillerieschule gemeint sind. Es ging also darum, mit dem Realen zu rechnen und das Spielgeschehen durch den Abgleich zu einer vermessenen Außenwelt zu plausibilisieren. Anders als in allen bisherigen Schachspielen, bedeutete dies, punktmechanische Kausalität durch Wahrscheinlichkeit zu ersetzen oder (im einfachsten Beispiel) »die Erfahrungssätze über die Wirkung des Feurgewehrs [...] auf Würfel« zu kleben. Die vorerst dritte Abweichung von (Kriegs-)Schachspielen bestand in der Verarbeitung von Unsichtbarkeit, also darin, Stellungen, die dem Gegner nicht bekannt sind, dadurch zu erzeugen, daß man sie dem Vertrauten, der das Spiel »controlliert«, mitteilt, sie aber nicht durch Spielsteine repräsentiert.

Daß konsequenterweise reale statt fiktive Karten in den Maßstäben 1:8000 bis 1:32.000 benutzt werden konnten (sofern »sie die Neigungswinkel angeben«) erheischte selbstredend das Interesse des »gebildeten Offiziers« Karl von Müffling, der »das althergebrachte freihändige Kartenzeichnen durch eine Trigonometrie aus Meßtischen und Theodoliten« hatte ersetzen lassen.⁷⁵ Müffling, zunächst einigermaßen verwundert, daß »auf einem wirklichen Situationsplan und nicht auf einem Schachbrette gespielt« wurde, reagierte »am Schlusse mit Enthusiasmus«: »Das ist ja kein Spiel [...], das ist eine Kriegsschule. Das muß und werde ich der Armee auf das wärmste empfehlen.« — Was er denn auch im *Militair-Wochenblatt* tat: Man habe »schon öfter versucht, den Krieg auf eine solche Art darzustellen, daß eine Belehrung und angenehme Unterhaltung dadurch entstehe«, dabei aber immer das Problem gehabt, daß »zwischen dem ernsten Kriege und dem leichten Spiel [...] eine große Verschiedenheit« geblieben sei. Dies möge — so Müffling weiter — wohl daran gelegen haben, daß das Spiele-Design bislang in den Händen von Zivilisten lag. Erst jetzt habe es der junge Reißwitz durch »Aufmerksamkeit, Einsicht und Ausdauer« fertiggebracht, »den Krieg auf eine einfache und leben-

75 Friedrich Kittler, »Goethe II: Otilie Hauptmann«, in: *Dichter – Mutter – Kind*, München 1991, S. 119-148.

dige Art« darzustellen. Dabei erweist sich die Oberfläche des Spiels (durch die Auslagerung aller Rechenoperationen, wie man ergänzen müßte) als eine für Benutzer, denn sie verlangt nur, daß man etwas vom Krieg versteht, nicht aber von der Funktionsweise des Spiels. »Wer die Kriegführung [...] versteht, kann unbedenklich die Rolle eines Führers [...] bei diesem Spiel übernehmen, selbst wenn er es gar nicht kennt, und nie hat spielen sehen.« Nur der Vertraute muß eben mit den Programmdetails vertraut sein und kann deshalb als *black box* zwischen Benutzer geschaltet werden. Reißwitz selbst als Vertrautem in Berliner und Petersburger Kreisen blieb allerdings die Kritik nicht erspart, seine Simulation »verdürbe die jungen Offiziere. Sie bekämen durch dasselbe, bei dem sie Brigaden und Divisionen führten, eine zu hohe Idee von ihrem Feldherrentalent, und verlören dadurch die Lust zu ihrem Kompagniedienste.« (Eine Verderbnisthese, die sich — trotz oder wegen ihrer Banalität — von den Gefahren der Lesesucht bis zur Gewaltbereitschaft unter Computerspielern hartnäckig hält [vgl. S. 247ff.]) Durch eine Versetzung nach Torgau 1827 in den Selbstmord getrieben, konnte Reißwitz den Siegeszug seines Spiels, allen Anfechtungen zum Trotz) nicht mehr erleben.

Ein kurzer Blick in das *Supplement*, das den Namen Reißwitz sorgfältig vermeidet, mag die Neuerungen noch etwas deutlicher machen. So lauten beispielsweise die Regeln für »Bewegungen der Kavallerie«:

»1) *Die Bewegung im Galopp* wird gestattet: unmittelbar vor und nach der Attacke; ferner beim Aufmarsch für die Flügel der Linie, und endlich wo es darauf ankommt, kurze Terrainstrecken in möglichster Geschwindigkeit mit nicht mehr als 4 Eskadrons (geschlossen) zurückzulegen. Immer darf die Kavallerie aber nur 1 Zug von viere galopieren.

2) *Der Trab* gilt für alle übrigen Fälle als Maximum der Geschwindigkeit, und auch hierbei darf geschlossene Kavallerie und Reitende-Artillerie nicht über 8 Züge im anhaltenden Trabe zurücklegen, widrigenfalls sie sich bei vorkommenden Gefechten in den ersten 2 Zügen nachher mit einem Würfel schlechter schlägt. Hat sie größere Weiten zu durchtraben, so muß sie nach 8 Trab-Zügen immer wieder 2 Schritt-Züge marschieren, wenn sie gefechtsfähig bleiben will.«⁷⁶

Der Vertraute hat »besonders darauf zu sehen,« daß gegen solche Regeln »nicht gefehlt [wird]; es ist deshalb eine genaue (schriftliche) Kontrolle der marschierenden [...] Truppen notwendig.«⁷⁷ Einige Abschnitte später folgt diesen Regeln, die sich allesamt über *mehrere* Züge erstrecken, die detaillierte Vollzugsanleitung eines *einzelnen* Zugs in Form einer »Tabelle für die Marschweiten«, die genau zwischen Truppenarten (Infanterie, Kavallerie usw.), Bewegungsart (Trab, Galopp), Kontext (Angriff), Geländeneigung (in 5°-Schritten) und Geländebeschaffenheit (leichter Wald, Gehöfte, sumpfige Wiesen) unterscheidet. Während es bei Hellwig nur diskrete Sprünge von 1,...,n Felder und nur passierbare oder unpassierbare Hindernisse gab, eröff-

⁷⁶ *Supplement*, S. 4.

⁷⁷ *Supplement*, S. 3.

net sich im Kriegsspiel eine Matrix von Möglichkeiten, die versucht, der kontinuierlichen Realwelt durch eine bestimmte Auflösung (beispielsweise in 5⁰-Schritten) auch eine annähernd analoge Spielwelt gegenüberzustellen. Die oft schlichten konstitutiven Regeln Hellwigs werden bei Reißwitz in Tabellen von Erfahrungswerten überführt, womit die regulativen Regeln die Vorherrschaft übernehmen.⁷⁸ Um diesen von Searle benutzten Unterschied durch ein anderes Beispiel zu verdeutlichen: Die Fußballregeln konstituieren das Fußballspiel, indem sie ein bestimmtes Verhalten »sinnvoll als Fußballspiel« beschreiben lassen, d.h. dieses »in einer Weise spezifizieren [...] wie es nicht möglich wäre, wenn es [...] die Regeln nicht gäbe.«⁷⁹ Gelangt der Ball während eines Spiels ins Tor, dann ist dies in schöner Tautologie ein »Tor«, und solange dabei nicht gegen konstitutive Regeln verstoßen wurde, interessiert nicht, wie der Ball dorthingekommen ist. Das neue Interesse des Kriegsspiels liegt jedoch nicht im »daß«, sondern vielmehr im »wie«. Fußball als Kriegsspiel gedacht würde zwar die konstitutiven Regeln akzeptieren, vorrangig jedoch mit der Bodenbeschaffenheit rechnen, mit Masse und Beschleunigung des Balls, der Geschwindigkeit der Spieler, den Wind- und Lichtverhältnissen usw. — kurzum mit jenen Materialitäten, die »stets in der gleichen Weise beschreibbar und spezifizierbar [sind ...], unabhängig davon, ob die Regel existiert oder nicht.«⁸⁰ Aufgrund dieser anders gelagerten Frage ist das *Kriegsspiel* wahrscheinlich das erste Spiel, das permanenter *updates* bedarf, um das je historische »wie«, das sich beispielsweise durch neue Waffen, Transport- oder Kommunikationsmittel einstellt, immer wieder erneut zu integrieren. Spielen erscheint (wenn diese vorausschauend-frivole Parallele erlaubt ist), wie in Schillers knapp vorangegangener Spieltheorie als Regelungstechnik zwischen »Kräften« und »Gesetzen«, zwischen der »absoluten Realität« von Toten und der »absoluten Formalität« des Spieledesigns, zwischen »wirklich[en]« Kriegen und »problematisch[en]« Modellierungen.⁸¹

Zweitens dürfte das *Kriegsspiel* das erste Spiel sein, das Regeln zur Generierung von Regeln vorsieht, das sich also unter bestimmten Bedingungen selbst umschreiben kann oder euphemistischer: das lernfähig ist. Das *Supplement* führt zu diesem Zweck die Instanz des »Ausnahmewürfels« und folglich Regeln für das Aussetzen der Regeln ein: »Um jedoch keinen im Kriege möglichen, wenn auch noch so unwahrscheinlichen Fall vom Spiel auszuschließen, muß das Spiel auch Ausnahmen von der Regel gestatten.«⁸² Will der Spieler es — entgegen aller Erfahrung — wagen, »sich [beispielsweise] mit einer Eskadron in 20 feindliche zu stürzen«⁸³, so entscheidet ein »Ausnahmewurf«

78 John Searle, *Sprechakte. Ein sprachphilosophischer Essay*, Frankfurt a.M. 1971, S. 54–60.

79 Searle, S. 57.

80 Searle, S. 57.

81 Schiller, S. 36.

82 *Supplement*, S. 11.

83 *Supplement*, S. 12.

über das Recht dazu. »Schlägt dieser Wurf fehl, so deutet dies an, daß die Truppen keine Neigung zu außerordentlichen halsbrechenden Dingen haben, und der Spieler ist verbunden, seine Leidenschaft bis zum nächsten Zug im Zaum zu halten.«⁸⁴ Darauf bauend, daß es für »kriegserfahrene Spieler [...] niemals zweifelhaft sein« kann, wo die Ausnahme eintritt, schließt der Ausnahmezustand Krieg die Umwelt der Spielregeln auf, und alles was »nicht *Regel* ist, kann nur *Ausnahme* seyn.«⁸⁵ Philip von Hilgers nennt dies angemessenerweise »Anleitung zu einer mechanischen Vorrichtung, um Souveränität und Befehlsgewalt zu implementieren.«⁸⁶ Diese Vorrichtung trägt die Form eines abstrakten »Nothwürfels«, einer Kombination aus fünf einzelnen Würfeln, die jeweils eine Zahl (1, 3, 4, 5, 6) und fünf leere Flächen besitzen und bei einem Wurf mindestens acht Punkte ergeben müssen. »Der Nothwürfel kann [...] kein Verhältniß des Gelingens oder Nichtgelingens, also nichts Relatives, sondern nur etwas Absolutes ausdrücken, weil sich wohl bestimmen ließe, wie wahrscheinlich ein Ding ist, aber niemals wie unwahrscheinlich es ist. Wenn man Glück hat, gelingt auch das Unwahrscheinlichste.«⁸⁷

Damit ist die dritte der entscheidenden Veränderungen benannt, die in der Einführung von mehreren, verschieden eingerichteten Zufallsgeneratoren (Würfeln) bestand, wodurch nicht nur die Wahrscheinlichkeitsrechnung in das Spiel einzog, sondern auch die binäre Logik von verfügbaren und herausgenommenen Spielfiguren um eine Punktestandsberechnung ergänzt werden mußte, die es — wie in späteren Computerspielen — erlaubt, Erfolg oder Mißerfolg an *scores* oder »Points« zu skalieren. So bewertet sich beispielsweise der »Einfluß des Terrains auf die Ordnung der Kavallerie«:

»11. [...] *Ebene* bis 5° bergauf oder bergab: Würfel Nr. I. *Abhang* von 10° bergauf oder bergab: Würfel Nr. III., also hier bei einer Stärke von
 2:1 = Würfel Nr. I.
 3:2 = Würfel Nr. II.
 1:1 = Würfel Nr. III.
 2:3 = Würfel Nr. IV.
 1:2 = Würfel Nr. V.
 1:3 = Würfel Nr. VI.«⁸⁸

usw., und die In- bzw. Dekrementierung bei einer Attacke schreibt sich:

»16. Der Verlust des Geschlagenen ist
 bei R = 0
 — G = 3 Points pr. Eskadron des Feindes
 — T = 6
 Der Verlust des Siegers ist

84 *Supplement*, S. 11.

85 *Supplement*, S. 12.

86 Hilgers. Ein Konzept, das sich mit den Computerprogrammen in Beraterpositionen während des Kalten Krieges noch entfalten wird.

87 *Supplement*, S. 12.

88 *Supplement*, S. 17.

- bei R = 0
- G = 1 Points pr. Eskadron des Feindes
- T = 2«⁸⁹

Die Geschichte der Wahrscheinlichkeitsrechnung, bei der nicht zuletzt das (Glücks-)Spiel als Modell der Handelsgesellschaft und der Versicherung eine entscheidende Rolle spielte und einen neuen Status des Ereignisses konstituierte, ist gut dokumentiert und braucht hier nicht ausgeführt zu werden.⁹⁰ Bemerkenswert bleibt allerdings die zeitliche Koinzidenz des Erscheinens von Laplace' *Essai sur les probabilités* (1814) und des *Kriegsspiels* (1811-24). Wolfgang Schäffner hat zuletzt im Anschluß an Ian Hacking gezeigt, wie die (zumal preußische) Staatswissenschaft um 1800 von einer beschreibenden zu einer wahrscheinlichkeitstheoretischen Statistik, von der Deskription des Merkwürdigen zu numerischer Analyse überging und wie seitdem »das Nicht-Wissen das Wissen nicht mehr zum Scheitern [bringt], sondern zu dessen zentraler operationalen Größe« wird.⁹¹ Der Staat wurde — so Schäffner — »mit der Dimension einer dynamischen Zeit durchsetzt, [...] wurde] zu einem dynamischen Raum von Ereignissen, in dem Würfelwürfe, Sterbeziffern, Verbrechen und historische Fakten in gleicher Weise auftauchen«. ⁹² Während die Verwaltungspraktiken auf die Umsetzung dieser Ansätze bis in die zweite Jahrhunderthälfte hinein warten mußten, war der Handel schon um 1800 einer steten Wahrscheinlichkeitsrechnung unterworfen. Die kriegerischen Händel — so wäre angesichts des *Kriegsspiels* hinzuzufügen — ebenfalls: Nicht nur Glücks-, sondern auch Kriegsspiele inszenieren den strategischen Einsatz von Nicht-Wissen und verlangen — wie später das Wetter — letztlich nach einem *dynamic programming*.

Dadurch erfuhr das Reißwitz'sche *Kriegsspiel* gegenüber dem *taktischen Spiel* Hellwigs eine weitere (und vierte) entscheidende Veränderung. Das Teilungsproblem, also die Auszahlung bei einem verführten Spielende, die seit Luca Pacioli ein Ausgangsproblem der Glücksspielrechnung und der doppelten Buchführung war, führte zu einem völlig neuen Begriff des Spielzugs. Während bei Hellwig ein Zug das Bewegen einer Figur meinte und der dafür benötigte Zeitrahmen unkritisch war, triggert Reißwitz das *Kriegsspiel* auf eine Taktrate immer neuer Konfigurationen, zwischen denen beliebig viel Prozessierungszeit durch den Vertrauten liegen kann.⁹³ Der Spieler kann nun inner-

89 *Supplement*, S. 20 (R = »Rückzug«, G = »Geschlagen«, T = »Total-Geschlagen«).

90 Lorraine Daston, *Classical Probability in the Enlightenment*, Princeton 1988; Ian Hacking, *The Emergence of Probability. A Philosophical Study of Early Ideas About Probability, Induction and Statistical Inference*, Cambridge 1975; Ivo Schneider, *Die Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie von den Anfängen bis 1933*, Berlin 1989.

91 Wolfgang Schäffner, »Nicht-Wissen um 1800. Buchführung und Statistik«, in: *Poetologien des Wissens um 1800*, Hg. J. Vogl, München 1999, S. 123-144, hier S. 127.

92 Schäffner, S. 128.

93 Letztere kann natürlich gegen 0 gehen, etwa durch Implementierung der Regeln auf einem Computer. Damit würde das entstehen, was heute als Genre »Echtzeit-Strategiespiel« heißt.

halb seines Zeitfensters alle Figuren um soviel bewegen, wie sie laut Regeln in dieser Zeit an Weg zurücklegen können,⁹⁴ und der Vertraute entscheidet über die Gültigkeit dieser Züge und berechnet ihre Erfolgsfaktoren durch Würfeloperationen. Indem also die veränderten Konfigurationen, die von einem zum nächsten Zug entstehen, durch Wahrscheinlichkeiten gebrochen und verauscht werden, werden die Züge irreversibel. Kybernetisch ausgedrückt könnte man die deterministischen Züge Hellwigs und die wahrscheinlichen Übergänge Reißwitz' vielleicht einen Übergang von Newtonscher zu Bergsonscher Zeit nennen.⁹⁵ Wenn aber aus einer aktuellen Konfiguration nicht mehr auf die vorangegangene geschlossen werden kann, dann bedeutet dies, daß jeder neue Zug den Beginn eines neuen Spiels markiert und daß umgekehrt jeder abgeschlossene Zug ein Spielende bedeutet. Der Einsatz des Vertrauten, der nach jedem Zug Gewinne und Verluste, Überlebende und Tote, Fort- und Rückschritte berechnet, gleicht dem Einsatz des Versicherungsbeamten, der bei einem gesunkenen Schiff (also einem abgebrochenen Spiel) die Auszahlungen kalkuliert. Damit schließt sich der erste Bogen zu John von Neumanns Beweis, daß unter den Bedingungen der Wahrscheinlichkeit das Gedächtnis permanent liquidiert werden muß und daß Strategiespieler nur an einen (nämlich den aktuellen) Zug zu denken und 'völlige Ignoranz' gegenüber allem anderen zu bewahren haben.

... und die Folgen

Trotz des Unbehagens von Reißwitz, daß seine Simulation den Begriff des »Spiel« im Titel führte, fand bei der mehr oder minder weltweiten Verbreitung seines Apparates niemand einen angemesseneren Begriff dafür. Anders als in den beiden ersten Kapiteln über *Action* und *Adventure* war das Kriegsspiel also immer schon *Spiel*, und zwar ein Spiel, in das der Computer (zunächst in menschlicher Form, dann als hardwaregewordene universale Maschine) eintrat. Wie dabei die Quantität schierer Rechenleistung auch in Qualität umschlagen kann, wird noch zu zeigen sein. Bemerkenswert scheint vorerst, daß es keinen vorgängigen »Ernst« gab, dem ein wie immer parasitäres »Spiel« sich erst hätte anschließen müssen. Das Kriegsspiel war durch seine Modellierung immer schon dem Ernstfall abgelascht und markierte jene Virtualität des Experimentierens mit Spielräumen, die darauf wartet, auch wieder in die Aktualität von Ernstfällen umzuschlagen. Schon 1866 gegen Österreich, vor allem aber bei der logistischen Planung 1870/71 gegen Frankreich entfaltete, wie Walter Görnitz in seiner *Geschichte des deutschen Generalstabs* dargestellt hat, das Kriegsspiel seine Möglichkeiten, was seine Verbreitung über ganz Europa si-

94 Womit auch eine Zeitachsenmanipulation durch Veränderung des Quotienten von Simulationszeit und simulierter Zeit möglich wird, also ein 2-Minuten-Takt auch zwei Stunden, zwei Tage oder zwei Jahre modellieren könnte.

95 Vgl. Kapitel I, Anm. 57.

cherte und beschleunigte.⁹⁶ Ebenso verwischt sich die bisherige Grenze der Kommerzialisierung: schon das Reißwitzsche *Kriegsspiel* war auf Massenherstellung angelegt, und seit den 40er Jahren des 19. Jahrhunderts bildeten sich »Kriegsspieler-Vereine«, die sich nahtlos in die heutigen Strategiespiel-Communities im Internet verlängern.⁹⁷ Deshalb gibt es im Falle des Strategiespiels wohl auch eine verbindliche (weil amtliche) Definition dessen, was ein Spiel — und insbesondere ein Kriegsspiel — ist:

Ein Spiel ist »a simulation of a situation or conflict in which the opposing players decide which course(s) of action to follow on the basis of their knowledge about their own situation and intentions and their (often incomplete) information about their opponents.«

Und ein Kriegsspiel ist »a simulation, by whatever means, of a military operation involving two or more opposing forces, conducted, using rules, data and procedures designed to depict an actual or assumed real life situation.«⁹⁸

Zunächst jedoch spaltete sich das Kriegsspiel — ausgehend von Reißwitz — in zwei Linien: das freie (*free*) und das strenge (*rigid*) Kriegsspiel. Angelegt war diese Teilung schon durch die Regelung der Ausnahme, gleichwohl diese zunächst noch strikt durch Wahrscheinlichkeit verwaltet wurde. Während das strenge oder 'rigide' Kriegsspiel weiterhin ausschließlich auf Rechenbarkeiten basierte, auf Regeln und Würfeln also, und der Vertraute weitgehend als Kalkulator und Kontrolleur fungierte, stellte das freie Kriegsspiel Entscheidungen von Kalkulationen frei und machte damit aus dem Vertrauten einen Beurteilenden. Von Meckels *Anleitung zum Kriegsspiel*⁹⁹ beispielsweise läßt die Würfel ganz verschwinden und mutet damit jene Souveränität wieder einem Sub-

96 Für einzelne Operationen wie den Schlieffen-Plan im Ersten, den Einmarsch nach Polen im Zweiten Weltkrieg, die Ardennen-Offensive, die geplante Invasion nach England oder den Rußland-Feldzug, die allesamt mit dem Apparat des Kriegsspiels simuliert wurden, kann hier nur auf die militärhistorische Fachliteratur verwiesen werden. Interessant ist aber beispielsweise, daß die zur Modellierung des Deutsch-Französischen Krieges benutzten Daten nur zur einen Hälfte aus den Erfahrungen gegen Österreich, zur anderen Hälfte aber aus dem amerikanischen Unabhängigkeitskrieg stammten, wo man vor allem Erfahrungen mit der Logistik von Eisenbahnnetzen gemacht hatte. So ergibt sich der Chiasmus, daß Europa seine Kriege mit amerikanischen, Amerika jedoch mit europäischen Daten führte (dazu *Historical Trends Related to Weapons Lethality: Basic Historical Studies*, Hg. Historical Evaluation and Research Organization, Washington 1964; Robert V. Bruce, *Lincoln and the Tools of War*, Indianapolis 1956; James A. Houston, *The Sinews of War. Army Logistics 1775-1953*, Washington [Office of the Chief of Military History] 1966).

97 Der erste Zusammenschluß dieser Art war wohl der »Berliner Kriegsspieler-Verein«, der 1846 auch ein eigenes Handbuch veröffentlichte. Beschleunigt durch den deutsch-französischen Krieg gab es 1874 allein sieben Vereine dieser Art an der Berliner Militärakademie (Wilson, S. 6).

98 *Dictionary of U.S. Army Terms*, AR 320-5, Department of the Army (D/A) 1965 (zit. nach Hausrath, S. 9f.). Oder auch »replicas of two-sided human adversary situations involving a contrived conflict and a few procedural rules, probably originated as tools for planning military operations« (Garry D. Brewer / Martin Shubik, *The War Game. A Critique of Military Problem Solving*, Cambridge, Mass. 1979, S. 46).

99 Berlin 1875.

jekt zu, die vorher an einen Apparat delegiert wurde. Ab den 1870er Jahren sollte das strenge Kriegsspiel kleineren taktischen Aufgaben vorbehalten bleiben, größere strategische hingegen im freien gelöst werden.

In England erst sehr spät bemerkt, übernahm man 1872 in den *Rules for the Conduct of the War Game* von 1872 die rigide Variante. Der Theaterkritiker, Militärreformer und Gründer der *Manchester Tactical Society* Spenser Wilkinson bringt in seinen *Essays on the War Game* das Verhältnis von Ernst und Spiel auf den Punkt:

»Strictly speaking, he says, war games are maneuvers on a map. In short, they are a substitute for maneuvers with troops — a training which ‘like war itself, is too costly to be attainable except in rare occasions’«. ¹⁰⁰

»The only difference from actual war [so Wilkinson weiter] is the absence of danger, of fatigue, of responsibility, and of the friction involved in maintaining discipline [...]. The question therefore becomes — How many men must be killed or wounded before the remainder will be induced to change their mind and go back?« ¹⁰¹

Und damit das Kriegsspiel tatsächlich als kostensparender Test anstelle von Manövern funktionieren kann, erweiterte Naumann es in seinem *Regiments-Kriegsspiel* von 1877 um aktuelle Statistiken aus dem Krieg von 1870/71. Diese Version wurde — vor von Tschischwitz, von Verdy, von Meckel und von Trotha — die Hauptquelle für die amerikanische Variante, das 1879 erschienene *American Kriegsspiel* W.R. Livermores, so daß sich die Effektivität amerikanischer Taktik drei Jahrzehnte lang nicht am Unabhängigkeitskrieg, sondern an den deutschen Kriegserfahrungen von 1870 eichte. Was jedoch nach diesem Export einsetzte, waren neue Ansätze der Visualisierung des inzwischen zu erheblichem Umfang angewachsenen Zahlenmaterials und damit ein Problembewußtsein, das anlässlich des Datenschubs computergestützter Kriegsspiele erneut zu beobachten sein wird. Die Spielbarkeit des Kriegsspiels wird damit auch zu einer Frage des Displays. Livermore vereinfachte beispielsweise die Buchführung der Truppenstärke durch drehbare, farbige Spielsteine, die die verschiedenen Verluste (20%, 40% usw.) durch Farbcodes erkennen ließen. Darüber hinaus führte er *devices* ein, an denen die Gangart (*gait*), die Feuerrichtung, der Grad von Ermüdung(!) und der Grad der Desorganisation nach einer Aktion auf einen Blick und ohne die Dazwischenschaltung von Schrift ablesbar waren. Zuletzt führte er eine Spezifizierung der Spiele in *Tactical*, *Gand Tactical*, *Strategical*, *Fortress* und *Naval* ein.

Erst 1908 erreichte mit Farrand Sayre's *Map Manoeuvres and Tactical Rides* und seinen Vorlesungen in Fort Leavenworth das freie Kriegsspiel die Neue Welt. Sayre führte nicht nur farbige Overlays aus Zelluloid ein, auf die Bewegungen und Daten mit Wachsstift geschrieben werden konnten, sondern

100 Wilson, S. 10f.

101 Zit. nach Wilson, S. 12. Wobei *fatigue*, *responsibility* und *friction* auf beiden Seiten vorhanden und damit für Wilkinson noch aus der Gleichung zu kürzen sind.

(wenngleich nur potentiell) auch einen *single-player*-Modus. Dabei hat — ganz wie im Computerspiel — der Vertraute (*umpire*) nicht nur die Berechnungen, sondern auch die Steuerung der gegnerischen Truppen zu übernehmen. Diese Hybridisierung des Vertrauten, der Recheninstanz und Gegner, Spielmittel und Spielpartner zugleich wird, bewirkt, daß dieser einerseits nicht mehr Maelzels Schachspieler (also entscheidendes Gegenüber) ist, andererseits aber auch nicht mehr auf die Mechanik von Grundrechenarten zu reduzieren ist. Vielmehr fungiert er schon (rechnend *und* entscheidend, numerisch *und* algorithmisch) als *computer*.

4. Operations Research und Wetter

Während sich alle Kriegsspiele seit Reißwitz mit den modellierungstechnischen Unwägbarkeiten von Land und Leuten zu plagen hatten, eröffnen technische Kriege zur See und später in der Luft weit bessere Chancen der Mathematisierung. Sie haben es (abgesehen von (un)wahrscheinlichen Unwettern) nicht nur mit homogenen Räumen und (abgesehen von (un)wahrscheinlichen Gezeiten und Strömungen) mit ebenen Flächen zu tun, sondern funktionieren auf der Basis technischer Apparate mit genau bestimmten Leistungsdaten wie Geschwindigkeit, Verbrauch, Störanfälligkeit usw. Mit etwas Verspätung schlossen sich folglich den Dampfschiffen die ersten Marine-Portierungen des Kriegsspiels an. Wie zu erwarten, oblag dies der Seemacht England, wo Philip Colomb 1878 ein Spiel namens *The Duel* präsentierte, das — wie der Name sagt — ein Gefecht zwischen zwei Schiffen simuliert. In Amerika oblag dies William McCarthy Little, der 1887 gleich drei Typen von maritimen Kriegsspielen vorstellte. Erstens das *duel* bei dem zwei Schiffe gegeneinander spielen und (basierend auf realen Daten wie Wenderadius und -geschwindigkeit, Feuerkraft und -frequenz usw.) Punkte und Wahrscheinlichkeiten für Kanonenfeuer, Torpedofeuer und Rammen berechnet werden. Zweitens das *fleet game*, das mit sechs Offizieren zu spielen ist (zwei Flottenkommandanten, ein *arbitrator*, ein *recorder* und zwei *mover*) und bei dem ganze Flotten (in schöner Tradition, die bis heute bewahrt wird: rot und blau) bewegt werden. Da auch die Kommunikation zur See spätestens seit der Systematisierung der Signalflaggen Ende des 18. Jahrhunderts schon eine technisch quantifizierbare von Signalen und Übertragungskapazitäten war, geben die Kommandanten ihre Befehle im Takt von 1,5 Minuten gemäß den Normen der *Signal Book Language*. Daher eignete sich dieses Modell — anders als alle vorangegangenen — auch zur Evaluation von zeitkritischer Manövern, da es sowohl die Zeit der Befehle selbst als auch die Zeit ihrer Ausführung darstellen konnte. Drittens und zuletzt stellte McCarthy das *chart* oder *strategic game* vor, bei dem sich die Kommandanten in getrennten Räumen befinden. Der Vertraute liest die Pläne vor und entscheidet über den Zeitrahmen für den ersten Zug. Beide Parteien reichen nach Ablauf dieses Intervalls Folien mit Wachsstiftzeichnun-

gen ein, die in einem Kontrollraum übereinandergelegt werden. Das Spiel endet, sobald die Flotten in Sichtweite sind.

McCarthys Ansatz ist schon deswegen bemerkenswert, weil er das Problem der Skalierung und Modularität ins Kriegsspiel einführt, gleichwohl die praktischen Konsequenzen noch nicht gezogen werden (können). Während nämlich einerseits das *strategic game* bei Sichtweite aussetzt und in ein *fleet game* im Angesicht des Feindes übergehen kann, das dann — wie unter eine Lupe — in einzelne *duels* aufgelöst werden könnte, wäre es andererseits — passende Verwaltungstechnik vorausgesetzt — auch möglich, alle Spiele in eines zu integrieren, wie es durch Zoom-Funktionen in heutigen Computerspielen der Fall ist. *Duels* wären dann nicht mehr als die Subroutinen, die bei jedem Spielzyklus für alle beteiligten Schiffe aufgerufen würden.

Lanchaster

Es ist vor allem Frederick William Lanchaster, der mit seiner Artikelserie in der Zeitschrift *Engineering* 1914, also am Advent des Ersten Weltkriegs, die neue Berechenbarkeit eines technischen Krieges als einer 'Materialschlacht' in aller Schärfe zu Bewußtsein brachte.¹⁰² Lanchaster, der immer wieder als Ahnherr des *quantitative reasoning* zitiert wird, hatte mit seiner mathematischen Argumentation zwar kaum kriegspraktische, wohl aber erhebliche theoretische Bedeutung für die Begründung eines *operational research*. Lanchasters Theorem ist von erfolgsversprechender Schlichtheit, denn seine Prämisse lautet, daß der gewinnt, der mehr Material hat und daß eine solche Materialüberlegenheit — gegen eine Zeitachse aufgetragen — in modernen Kriegen unterschiedliche Verlustraten bewirkt.¹⁰³ Die Stärke einer Armee ist daher einfach das Produkt von Material und Effektivität, also: $\frac{db}{dt} = -Nr \times \text{constant}$ für *blue* und $\frac{dr}{dt} = -Mr \times \text{constant}$ für *red*, wobei N und M die jeweilige Effektivität bedeuten.¹⁰⁴ Daraus folgt $\frac{db}{bdt} = \frac{dr}{rdt}$ oder $\frac{-Nr}{b} = \frac{-Mb}{r}$ oder $Nr^2 = Mb^2$, also daß zwei Streitkräfte gleich stark sind, wenn das Quadrat ihrer Materialstärke (»numerical strength«) multipliziert mit ihrer Effektivität (»fighting value«) gleich ist.¹⁰⁵ Dieses sog. *N-Square-Law* erlaubt diverse weitere Umstellungen, beispielsweise die zu $b^2 = r^2 + q^2$, wobei *q* die Reststärke von *blue* nach der Ver-

102 Als Buch 1916 unter dem Titel *Aircraft in Warfare* erschienen, im folgenden zit. nach *The World of Mathematics*, S. 2138-2157. Der Modellierungsgedanke spielte schon 1897 in Lanchasters Arbeit über die Stabilität von Flugzeugemodellen eine Rolle. Nicht minder signifikant scheint es, daß Lanchaster sich auch mit Fragen der Ökonomie und der Arbeitswissenschaft beschäftigte.

103 Als vormoderne (oder nicht-technische) Kriege gelten Lanchaster solche bei denen es nicht zu vermeiden ist, daß 'Individuum' gegen 'Individuum' kämpft.

104 Später beschreibt Lanchaster, besonders angesichts von maritimen Gefechten, die Stärke als 'Energie der Kriegsmaschine', die entlang einer Zeitachse aufzutragen sei und bemißt folglich den Krieg in Pferdestärken, genauso wie es Taylor mit der Arbeit tat.

105 Lanchaster, S. 2145.

nichtung von *red* beschreibt, oder umgekehrt: eine zweite, virtuelle rote Armee, die in einem *seperaten* Gefecht nötig wäre, um ein Gleichgewicht der Kräfte herzustellen. Um dies mit einem Beispiel Lanchasters zu veranschaulichen: Einer geschlossenen Armee *blue* mit 50.000 Einheiten wäre nur durch zwei rote Armeen von 40.000 und 30.000 Einheiten beizukommen.¹⁰⁶ Interessanter sind jedoch die Gleichungen, die Effektivitätsfaktoren einbeziehen. Angenommen ein Maschinengewehr feuert 16 mal schneller ein einfaches Sturmgewehr, dann läßt sich berechnen, wie viel MG-Posten nötig sind, um gegen eine gegnerische Armee von 1000 Einheiten zu bestehen, nämlich:

$$n = \sqrt{\frac{1000000}{16}} = \frac{1000}{4} = 250.$$

(Daß es dabei zu einem Verhältnis von 1:4 und nicht 1:16 kommt, erhellt schon daraus, daß sich vier gegnerische Einheiten auf den MG-Schützen konzentrieren, so daß sich seine 'Haltbarkeit' [»last«] auf ein Viertel reduziert.) Natürlich erkannte schon Lanchaster selbst die Naivität seiner Berechnungen. Beispielsweise verändert sich dieses Verhältnis, wenn Waffen auf eine Distanz jenseits menschlicher Wahrnehmung eingesetzt werden, wenn also (um im Beispiel zu bleiben) ein MG noch eine Linie unter Feuer nehmen, der Gegner aber nicht mehr auf einzelne MG-Schützen anlegen kann.

Trotz der theoretischen wie mathematischen Dürftigkeit von Lanchasters Ausführungen zeigt sich doch ein neuer Aspekt, der über die bisherigen Rechenarten hinausgeht und den Weg zum späteren *operational research* vorbereitet. Gleichwohl der Begriff des Spiels vermieden wird, sollte nämlich Lanchasters Versuch in der Tradition der Kriegsspiel-Berechnungen betrachtet werden. Dabei fällt zuerst auf, daß es nicht mehr um einzelne Spielregeln geht, sondern gewissermaßen um eine axiomatische Klärung. Das *N-Square-Law* bildet — wie stark es auch im Einzelfall modifiziert werden mag — als universales Gesetz die allgemeine Berechnungsgrundlage von Materialschlachten. Zweitens werden keine Spielmittel (wie beispielsweise Figuren oder Geländesimulationen) mehr benutzt. Lanchasters Papierspiele bedürfen erst einmal keiner Visualisierung um gespielt zu werden. Drittens bekommt das Spiel eine futurische Implikation. Der schlichte Dreisatz des Maschinengewehrfeuers fragt nicht danach, was passiert, wenn Feuer sich ereignet, sondern danach, für wieviel Feind eine bestimmte Feuerstärke ausreichen würde, also nach einem »Was-wäre-wenn...«. Was bislang im Ermessen der beteiligten Spieler lag und sich aus ihrem Wissen oder ihrer Erfahrung speiste, nämlich nach reiflicher Überlegung Konfigurationen von bestimmten Stärken an bestimmten Orten herzustellen, wird nun zum Problem der Spielregel selbst, die in früheren Spielen nur nachträglich über die Eingaben der Spieler entschied. Die Benutzerintelligenz wird also ins Spiel übertragen, wird zur Spielintelligenz, was eine erste (wenngleich noch virtuelle) Entkopplung des Spielers vom Spiel

106 D.i. $50.000^2 = 40.000^2 + 30.000^2$.

markiert. Viertens — und dies ist die entscheidende Veränderung, die daraus resultiert — eröffnet sich durch Reproduzierbarkeit auch eine Perspektive der Optimierbarkeit. Nicht umsonst führt Lanchester die Differentialrechnung in sein ‘Spiel’ ein, die beispielsweise Zeitintervalle gegen Null gehen lassen kann. Um im Bild des Spiels zu bleiben, wird damit jeder Zug einer Seite zu einer unendlichen Folge kleiner Züge diskretisiert, deren Ziel darin besteht, den ‘eigentlichen’ Zug schon vor seinem Vollzug zu optimieren, also beispielsweise durch Ableitungen Minima oder Maxima einer Funktion zu ermitteln. Jeder Zug wird damit zu einer Berechnung und jeder Spieler zu einem Rechner, der seine Entscheidungs-Spielräume so lange rechnend reduziert, bis ein Optimum erreicht ist.

Operations Research

Dieses Verfahren bezeichnet exakt jene Spiele, die das *operational research*¹⁰⁷ während des Zweiten Weltkrieg spielt — ein Konglomerat aus Methoden verschiedener Wissenschaftsbereiche (Maschinenbau, Bergbau, Kommunikation, Ökonomie usw.), das sich als »a scientific method of providing executive departments with a quantitative basis for decisions regarding the operations under their control« definierte.¹⁰⁸ In England begannen solche Untersuchungen Ende der 30er Jahre im *RAF Fighter Command Headquarter* in Stanmore im Zusammenhang mit der Effektivität des Luftkrieges, doch die zu optimierenden Operationen umfassen alle Aspekte des Krieges.¹⁰⁹

Eine der vielleicht zynischsten Anwendungen betraf die Frage, wann ein Soldat stirbt. Bis zu den Untersuchungen des Anatomen und Biologen Solly Zuckerman nahm man an, daß 5 pd Druck pro Quadratzoll letal wirkten. Zuckerman ermittelte durch Versuchsreihen mit Ziegen, die — feldmäßig bekleidet — in Schützengräben aufgestellt wurden, daß selbst bei einem Druck von 500 pd pro Quadratzoll noch eine 50prozentige Überlebenschance besteht. Aktuelle Bombardements gaben medizinische Evidenz, so daß der später geadelte Zuckerman das Konzept der *Standard Casualty Rate* entwickeln konnte, also die Vorhersage der durchschnittlichen Zahl von Opfern in Abhängigkeit von Bombengewicht und Bevölkerungsdichte im Detonationsraum. Nicht ohne Ironie ist es, daß J. D. Bernal und F. Garwood zur Probe einen 500-Bomber Angriff auf eine ‘typische’ britische Stadt namens Coventry ausrechneten. Denn als am 11. April 1941 tatsächlich 500 deutsche Flugzeuge Coventry bombardierten, hatte dies wenigstens ein positives Resultat, nämlich die anscheinend hohe Genauigkeit der Modellierung.¹¹⁰

107 Wenig später dann *operations research* und nach dem Zweiten Weltkrieg — in der Einsicht, daß es keine Waffen, sondern nur noch Waffensysteme gibt — *systems analysis* (Wilson, S. 60; letzterer Begriff wurde erst durch Edward W. Paxson bei *RAND* geprägt).

108 *World of Mathematics*, S. 2158.

109 Dazu Wilson, S. 45ff.

110 So kolportiert es jedenfalls der Kriegsberichterstatteer des *London Observer*, Wilson, S. 50; vgl. Solly Zuckerman, *From Apes to Warriors*, New York 1978.

Um jedoch die Verfahren des *operational research* jenseits des Anekdotischen zu illustrieren, sei als Beispiel das Problem der U-Boot-Patrouillen gegeben, wie es der Physiker Phillip M. Morse und der Chemiker George E. Kimball modellierten.¹¹¹ Ziel sei es — so Morse und Kimball — einen angemessenen Abstraktionsgrad zu ermitteln, also Details auszublenden und die »constants of the operation« zu ermitteln, wofür die mäßige Komplexität und hohe Reproduzierbarkeit der Patrouille besonders geeignet sei.¹¹² Als Maß ermittelten sie die *operational sweep rate* $Q_{op} = \left(\frac{CA}{NT}\right)\left[\frac{\text{Quadratmeilen}}{\text{Stunde}}\right]$ ¹¹³, die, zur *theoretical sweep rate* $Q_{th} = 2Rv\left[\frac{\text{Quadratmeilen}}{\text{Stunde}}\right]$ ¹¹⁴ in Beziehung gesetzt, das »criterion for excellence«, also die Effektivität liefere. Nach Verzeichnung der Meßwerte des real stattfindenden Krieges ist auf der Basis solcher Quotienten eine Optimierung der Lastverteilung im System möglich, die — so die Autoren — die Effektivität um den Faktor 3-10 zu steigern vermag. Eine Meßkurve der *operational sweep rate* der RAF im Golf von Biskaya zwischen 1942 und 43 zeigt deutlich, wie sehr sich jede Optimierung dieser Art von technologischen Innovationen her schreibt.¹¹⁵ Anfangs fuhren deutsche U-Boote tagsüber unter Wasser, nachts jedoch an der Oberfläche, um die Dunkelheit und »lookout fatigue« der Briten auszunutzen. Die Einführung von L-Band Radar und Suchscheinwerfern führte so lange zu einem Anstieg der Rate, bis dann L-Band-Receiver in den U-Booten installiert wurden. Der Einbau von S-Band-Radar auf britischer Seite ließ die Rate wieder anschwellen, was zunächst zu einer taktischen Änderung (permanente Tauchfahrt) führte, dann zum Einbau von S-Band-Receivern auf deutscher Seite, was die Rate wiederum absenkte. Jede dieser technischen Invektiven forderte also eine neue Optimierungsleistung. Spieltechnisch ausgedrückt könnte man sagen, daß es sich bei dieser Form des Kriegsspiels (das mit dem realen Krieg verschmolzen ist) um das Einbringen neuer Figuren handelt, die jeweils neuer, regulativer Regeln bedürfen, wobei diese Regeln jeweils unter dem Primat der Optimierung aus einem regelgeleiteten 'Herumspielen' mit Spielräumen namens Approximation heraus entwickelt werden. Man könnte die Berge und Täler des Effektivitäts-Diagramms gewissermaßen als überdimensionale Spielzüge lesen, die

111 Philipp E. Morse / George E. Kimball, *Methods of Operations Research*, New York 1951.

112 *World of Mathematics*, S. 2160.

113 C = Anzahl der Kontakte, A = beobachtete Fläche, T = Flugstunden, N = wahrscheinliche Anzahl feindlicher Ziele.

114 R = Suchradius in Meilen; v = Fluggeschwindigkeit in Meilen.

115 Als auffälliges Signum industrieller Serienproduktion und eines 'international style' der Kriegstechnologie erscheint dabei, daß die *constant effectiveness ratio* für alle kriegführenden Nationen (die Sowjetunion vielleicht ausgenommen) etwa gleich ist. Deutsche, Briten und Amerikaner kamen beispielsweise bei der Verminung aus der Luft alle auf eine Rate von einem versenktem Schiff pro 60 Minen, so daß Rekonstruktion — zumindest bis zur nächsten Waffengeneration — nahtlos in Prognose konvertiert werden kann.

jedoch nicht mehr einzelne Bewegungen, sondern nur statistische Durchschnitte von Bewegungen bezeichnen. Wenn aber jeder neue Zug eine neue Optimierungsleistung erfordert, dann wird das Spiel gedächtnislos, womit sich erneut der Kreis zu John von Neumanns Spieltheorie schließt, die nur eine möglichst hohe Auszahlung für jeden einzelnen Zug erstrebt. Daß das Kriegsspiel es trotzdem natürlich nicht bei der klaren, berechnenden Optimierung der Gegenwart beläßt, sondern immer wieder in Prognostik übergeht, ist — wie schon bei McCarthy deutlich wurde — ein Skalierungsproblem. Während die Skala nach unten bis zum einzelnen Kriegsgerät oder der Schulung eines einzelnen Soldaten hin offen ist, erweitert sie sich nach oben hin zu ganzen Kriegen. Wenn (um im Beispiel zu bleiben) einzeln optimierte Mensch-Maschine-Systeme wie Radar, Suchscheinwerfer und psychotechnisch trainierte *lookouts* die statistische Grundlage von 'Duellen' bilden, dann bilden Duelle die statistische Grundlage von von Patrouillenflügen, die wiederum die statistische Grundlage für Hochrechnungen über den Kriegsfortschritt bilden können.¹¹⁶ Was dergestalt als 'Großwetterlage' beschrieben wird, ist tatsächlich ein meteorologisches Problem der 'Atmosphäre' (Virilio) des Kriegsrums.

Bjerknes

Nicht allein, daß das Wetter aus antagonistischen 'Fronten', widerstreitenden Kräften, Bewegungen, Friktionen und Turbulenzen entsteht. Es ist jenseits aller Metaphorik auch eine der schwierigsten Aufgaben der Modellierung des Realen und stellt — besonders unter Kriegsbedingungen, unter denen in früheren Zeiten irrende Meteorologen durchaus mit ihrem Leben zu büßen hatten — in besonderer Weise das Problem der Prognostik. Würde man Lanchasters Gleichungen mit den reduktionistischen Quantifizierungen Jominis vergleichen wollen, so fände die Komplexität der Wetterprobleme vielleicht eine Parallele in Clausewitz' Betrachtungen zur Friktion.¹¹⁷ Für die Invasion in der Normandie, eine der größten Aufgaben des *operations research*, gab man beispielsweise in Princeton eine vergleichende Studie von Ansätzen zur Wettervorhersage in Auftrag, gleichwohl mit dem Ergebnis, daß keine verfügbare Methode sicherer sei als die Regel, daß das Wetter morgen das gleiche wie heute sein würde.¹¹⁸ Für die Computerentwicklung waren solche Probleme (vor allem nach dem Zweiten Weltkrieg) von größter Bedeutung, da sie in theoretischer wie praktischer Konsequenz die Leistungsfähigkeit des Compu-

116 Während die Physik — ausgelöst von der Thermodynamik und ausformuliert in Quantentheorie und Unschärferelation — längst ein Maßstabsproblem mit inkompatiblen Modellen zur Beschreibung mikro- und makroskopischer Vorgänge hat, das auch das Verständnis des Sozialen, des Lebens und der Gesschichte betrifft, rechnet die Kriegswissenschaft noch jahrzehntelang unbesorgt mit »Weltformeln«.

117 John Shy, »Jomini«, in: *Makers of Modern Strategy. From Machiavelli to the Nuclear Age*, Hg. P. Paret / G. A. Craig, Princeton 1968, S. 143-185. Wobei Lanchasters starker Bezug auf Nelson als wissenspolitischer Schachzug demjenigen Jominis auf Napoleon entsprechen würde.

118 Aspray, S. 294.

ters erweisen konnten. Der Computer markiert angesichts von Wetter nicht ein bloß quantitatives Mehr an Rechenleistung, sondern ein qualitatives Umschlagen, da er die atmosphärische Hydrodynamik als komplexes, nichtlineares Problem zugänglich macht, das bisher aufgrund der Disproportion von Lebens- und Rechenzeiten verschlossen war. Zuletzt existiert das Wetter in einer irreversiblen Zeit: die Wettergeschichte wiederholt sich nicht, gleichwohl folgt sie aber Gesetzen (und seien es chaotische Bifurkationen) nach denen sich bestimmte Konfigurationen einstellen und wieder auflösen, ohne daß deshalb aber ein (Welt)Geist nötig wäre — kurz: Wetter ist zugleich ein Modell von Geschichte. Ein Exkurs zum Studium der ‘Strategie’ des Wetters ist also für Strategiespiele aus mindestens drei Gründen empfehlenswert: Dem Umschlagen von Quantität in Qualität durch das Medium Computer, dem Problem der Modellierung dynamischer Prozesse und dem prognostischen Anspruch solcher Unternehmungen.

Vor der Begründung und Implementierung einer numerischen Meteorologie galt die ‘subjektive’ Methode, die auf dem Erfahrungswissen beobachten-der Subjekte beruhte. Meteorologie war, wie William Aspray bemerkt, eher eine Kunst denn eine Wissenschaft. Die einlaufenden Daten der Beobachtungsstationen wurden aufgenommen und kartographisch verzeichnet, um anschließend Luftmassen zu identifizieren, nach persönlicher Erfahrung Isobare und Isotherme einzutragen und dann in einem Bildvergleich mit gespeicherten Karten ähnliche (historische) Wetterlagen aufzufinden und daraus — unterstützt durch Faustregeln — Prognosen zu erstellen. Im Zuge der Ablösung und Konvertierung von Erfahrungswissen in Algorithmen und Datenbanken konnten die *Army Mental Tests* die Testergebnisse gegen Beurteilungen von Lehrern und Vorgesetzten abgleichen und damit die Ergebnisse (zumindest statistisch) vertrauenswürdig machen. Auch die Arbeitswissenschaft konnte die Steuerungsparameter an der Produktionswirklichkeit messen. Im Fall des Wetters gab es jedoch bis zum Computer keine Möglichkeit eines empirischen Abgleichs von Modell und Wirklichkeit, da jede weitere Abstraktion der schon vor dem Computer vorhandenen Modelle, die sie für Menschen rechenbar gemacht hätte, deren Ergebnisse zugleich unzulässig verfälscht hätte. Für die Entstehung numerischer Wettermodelle sind also mindestens vier Faktoren entscheidend. Erstens ein geeigneter Grad an Abstraktion oder Auflösung, d.h. die Evaluation derjenigen hydro- und thermodynamischen Faktoren, die den größten Einfluß auf das Wetter haben. Zweitens die Differentialrechnung, denn da nicht einmal die einfachsten Gleichungen analytisch zugänglich sind, bedarf es approximativer Lösungsverfahren. Drittens werden zur Feststellung von Ausgangs- und Randbedingungen erhebli-

che Mengen von vereinheitlichten Beobachtungsdaten nötig.¹¹⁹ Viertens bedarf es, wie gesagt, eines ‘Computers’ (auch im älteren Wortsinne), um die Millionen Berechnungen so schnell auszuführen, daß eine Aussage nicht Nachrede ist, sondern Vorhersage sein kann.

Etwa ab der Mitte des 19. Jahrhunderts waren die Einzelgesetze der Hydro- und Thermodynamik vorhanden, aber noch nicht kohärent zur Anwendung für ein großräumiges Phänomen wie das Wetter gebracht. Der wohl erste umfassende Versuch dieser Art stammt von dem Hertz-Schüler und späteren Lehrstuhlinhaber für Geophysik in Leipzig Wilhelm Bjerknes.¹²⁰ Inspiriert von Dampfschiffen auf reproduzierbaren Routen zu reproduzierbaren Zeiten, von drahtloser Telegraphie und aeronautischer Meteorologie hoffte Bjerknes 1904 auf eine baldige Schließung der Lücken einer atmosphärischen Wissenstopographie, der die Ozeane und oberen Luftschichten bislang entgangen waren. Auf der Basis einer solcherart hinreichenden Zustandsbeschreibung sollten, so Bjerknes’ Hoffnung, bei Kenntnis der mechanischen und physikalischen Spielregeln Prognosen möglich sein. Dazu reiche es aus, ein Problem in mehrere kleine Probleme zu zerlegen, nämlich in diesem Fall für sieben Variablen auch sieben unabhängige Gleichungen aufzustellen, die jeden Punkt der Atmosphäre bestimmen.¹²¹ Genauer gesagt: hydrodynamische Bewegungsgleichungen als Differentialrelationen zwischen Geschwindigkeit, Dichte und Druck, die Kontinuitätsgleichung (also das Prinzip der Erhaltung der Masse) als Differentialrelation von Geschwindigkeit und Dichte, die Zustandsgleichung atmosphärischer Luft als Relation zwischen Dichte, Druck, Temperatur und Feuchtigkeit und zuletzt die zwei Hauptsätze der Thermodynamik, die als Differentialrelationen die Änderung von Energie und Entropie bei Zustandsänderungen angeben. Übrig bleiben zuletzt sechs partielle Differentialgleichungen mit sechs Unbekannten:

$$\begin{aligned}
 1.a \quad \frac{\partial u}{\partial t} &= -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} + f_v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\
 1.b \quad \frac{\partial v}{\partial t} &= -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} - f_u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \\
 1.c \quad \frac{\partial w}{\partial t} &= -u \frac{\partial w}{\partial x} - v \frac{\partial w}{\partial y} - w \frac{\partial w}{\partial z} - g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \\
 2. \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} &= -u \frac{\partial \rho}{\partial x} - v \frac{\partial \rho}{\partial y} - w \frac{\partial \rho}{\partial z} - \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right)
 \end{aligned}$$

119 Dabei ist beispielsweise die Einführung der Normalzeit (die übrigens weder Bjerknes noch Richardson eines Wortes würdigen) von entscheidender Bedeutung. Erst das medientechnische Linienraster einer Weltzeit homogenisiert die Zeit, so daß chronologische Daten konvertierbar und eine weltweite zeitliche Lokalisierung von Ereignissen möglich wird.

120 Wilhelm Bjerknes, »Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkte der Mechanik und der Physik«, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 1/1904, S. 1-7.

121 Diese Variablen sind: Geschwindigkeit (also im dreidimensionalen Raum ein Vektor mit drei Werten), Dichte, Druck, Temperatur und Feuchtigkeit.

$$3. \quad \frac{\partial p}{\partial t} = -u \frac{\partial p}{\partial x} - v \frac{\partial p}{\partial y} - w \frac{\partial p}{\partial z} - \frac{C_p}{C_v} p \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right)$$

$$4. \quad \frac{\partial T}{\partial t} = -u \frac{\partial T}{\partial x} - v \frac{\partial T}{\partial y} - w \frac{\partial T}{\partial z} - \frac{RT}{C_v} p \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad 122$$

Bjerknes ist sich wohl bewußt, daß »eine strenge analytische Integration des Gleichungssystems« unmöglich bleibt und daß es vielmehr um ein im statistischen Ergebnis effizientes Modell geht, das »vor allem [eine] übersichtliche Form zu haben und deshalb unzählige Einzelheiten unbeachtet [zu] lassen« hat.¹²³ Das Gelingen hängt zweitens von der Auflösung ab: »Die Vorhersage darf sich [...] nur mit Durchschnittsverhältnissen über größere Strecken und für längere Zeiten beschäftigen, sagen wir beispielsweise von Meridiangrad zu Meridiangrad und von Stunde zu Stunde, nicht aber von Millimeter zu Millimeter und von Sekunde zu Sekunde.«¹²⁴ Statt sich mit infinitesimalen Intervallen unendlich anzunähern, betreibt man Differenzrechnung in einem vorteilhaften Raster. Die Welt wird diskretisiert, gescannt wie ein Bild, gerastert wie ein Schachbrett oder Kriegsspiel — nur eben in den drei Dimensionen des Raumes und zusätzlich in der Zeit. Diese Umrechnung von Linien in Raster (praktischer: von Bézier-Kurven in Pixelgrafik; mathematischer: von einer kontinuierlichen Funktion $\gamma: (0,1) \subset \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^2$ zu einer Menge von Punkten in einem Gitter (*lattice*) $\{\gamma_i\}_{i=1}^{\infty} \subset \Lambda$ wobei jeder Punkt γ_i genau zwei Nachbarn hat, die auch auf der Funktionskurve liegen) ist — nebenbei bemerkt — ein nicht zu unterschlagendes Problem der Computergrafik, bei dem ebenfalls die optimale Auflösung entscheidend ist.¹²⁵ Bei der Rasterung von Flächen ist zudem die Form des Rasters entscheidend, also z.B. die Entscheidung zwischen dem quadratischen Gitter des Schachbretts oder dem hexagonalen, wie es in Kriegsspielen bis heute bevorzugt wird und wahrscheinlich erstmals in *Tin Soldier* von George Gamow 1950 am *Operations Research Office* in Washington verwendet wurde.¹²⁶ Ein Vorteil liegt auf der Hand, denn die sparsamste Abdeckung einer Fläche ist durch eine Diskretisierung in hexagonale Felder zu gewinnen.¹²⁷

Bei Bjerknes werden die Rasterdaten der Wetterstationen nur zur einen Hälfte rechnerisch, zur anderen aber graphisch verarbeitet: »Auf Grund der angestellten Beobachtungen wird der Ausgangszustand der Atmosphäre durch eine Anzahl von Kanten dargestellt, welche die Verteilung der 7 Verän-

122 Nach Aspray, S. 124.

123 Bjerknes, S. 3.

124 Bjerknes, S. 3.

125 J.E. Bresenham »A Linear Algorithm for Incremental Digital Display of Circular Arcs«, in: *Communications of the ACM*, 20/1977, S. 100-106; A. Rosenfeld, »Arcs and Curves in Digital Pictures«, in: *Journal of the ACM*, 20/1973, S. 81-87.

126 Hausrath, S. 64ff.; Allen, S. 133; vgl. S. 199ff.

127 Dazu Pavel S. Alexandrov, *Combinatorial Topology*, Bd. 1, Rochester 1956; Claude A. Rogers, *Packing and Covering*, Cambridge 1964.

derlichen von Schicht zu Schicht in der Atmosphäre angeben. Mit diesen Karten als Ausgangspunkt soll man neue Karten von Stunde zu Stunde darstellen.«¹²⁸ Das Verbinden der Punkte erzeugt also Fronten (wie die von Bjerknes erstmals beschriebene Polarfront) und Marschbewegungen, die wie Spielzüge als Sprünge im Stundentakt vollzogen werden. In rascher Folge hintereinander abgespielt, würde sich wohl ein Trickfilm der Wetterlage ergeben. Eine Glättung des Diskreten, die beim Film durch die Trägheit des Auges hergestellt wird, ist auch im Rahmen der graphischen Verfahren Bjerknes' notwendig, um aus Rastern wieder geschossene Frontlinien herzustellen. Statt nämlich das hydrodynamische Problem durch drei Gleichungen zu rechnen, schlägt er Parallelogrammkonstruktionen für eine bestimmte Anzahl von Punkten vor, die dann durch Interpolation und Augenmaß verbunden werden sollen. Trotz des Optimismus von Bjerknes bezüglich eines »täglichen praktischen Wetterdienst[es]«, der in 4 Berechnungen zu 6 Stunden einen Tag würde voraussagen können, ist schon klar, daß »Instinkt und Augenmaß« von Kartographen angesichts der Darstellungsprobleme mehrerer Höhen-layer überfordert sein werden.¹²⁹

Richardson

Diese notwendige Umstellung von Kartographie auf Tabellenkalkulation leistete Lewis Fry Richardson mit dem wohl ersten umfassenden Buch über dynamische Meteorologie.¹³⁰ Es würde zu weit führen, hier detailliert auf die über 200-seitigen Erörterungen Richardsons einzugehen. Ernest Gold hat die wesentlichen Züge seines Ansatzes wie folgt zusammengefaßt:

»The method of computation involved the division of the atmosphere into horizontal layers of a thickness approximately 200 millibars and the layers into 'squares' whose sides were 200 km on the east and west and 3 degrees of longitude, just over 200 km in latitude 50°, on the north and south. The boundaries of the layers were the earth's surface and parallel surfaces at heights 2.0, 4.2, 7.2, 11.8 km, the approximate average levels of the pressures 800, 600, 400 and 200 millibars. For convenience the squares were regarded as coloured alternately, like a chess-board, but red and white. The initial values of the components of momentum were tabulated for the centres of the Aite squares and the initial values of pressure, temperature and humidity at the centres of the red squares. The changes in the period of 6 hours, 4h to 10h, were then computed for each layer for two of the squares over central Germany, a white one for the momentum, and the red one immediately south of it for pressure, temperature and humidity or water content of the layer.«¹³¹

Interessant sind nicht nur die räumliche Entzerrung von Druck und Geschwindigkeit oder die Einführung mehrerer Höhen, sondern auch die vielen

128 Bjerknes, S. 4.

129 Bjerknes, S. 6.

130 Lewis F. Richardson, *Weather Prediction by Numerical Process*, London 1922 (Reprint New York 1965); zu Richardson auch Oliver M. Ashford, *Prophet or Professor. The Life and Work of Lewis Fry Richardson*, Bristol 1985.

131 Ernest Gold, *Obituary Notices of Fellows the Royal Society*, 9/1954, 217-235, zit. nach Richardson 1965, S. vii (Hervorhebung von mir).

Faktoren (Strahlung, Reibung, Oberflächenbeschaffenheit, Vegetation usw.), die Richardson — wie im *Kriegsspiel* — für jedes Planquadrat seines Spielfeldes modelliert. Wieviel Wärme speichert ein bestimmter Boden? Wieviel Feuchtigkeit dünstet ein Wald aus? Welche Turbulenzen verursacht ein Gebirgszug in verschiedenen Höhen? Richardson gestaltet Europa als Spielbrett voller Friktionen, das von einer Natur bespielt wird, über deren Spielregeln nur Hypothesen aufgestellt werden können, die praktisch nicht rechenbar sind. Richardson ist zur Abstraktion gezwungen. Die Meßdaten müssen einem »smoothing« unterzogen werden, so daß jedes Spielfeld homogen erscheint: Der Wind beispielsweise sei (fraktal *avant la lettre*) voller kleiner Verwirbelungen, so daß jede Meßstation mit dem Telegraphieren warten möge, bis ein statistischer Mittelwert der Geschwindigkeit über 10 Minuten ermittelt sei.¹³² Besser noch sei es, in jedem Quadrat mehrere Meßstationen zu errichten, die ihre Daten anschließend mitteln. Dafür könnten dann bei größeren homogenen Flächen mit geringer Informationsdichte wie Ozeanen oder »wilderness« Stationen eingespart werden.¹³³ Trotz oder wohl wegen solcher Abstraktionen schlug auch Richardsons Versuch als 'rückwärtsgewandter Prophet' fehl: seine zwölf Jahre verspätete Prognose für sechs Stunden des 20. Mai 1910, der durch den *International Balloon Day* excellent dokumentiert war, lag trotz der enormen Rechenzeit von sechs Wochen teilweise um den Faktor 100 neben den historisch dokumentierten Daten.¹³⁴

Von besonderem Interesse ist jedoch die arbeitswissenschaftliche Computer-Utopie, die Richardson (selbst zuvor im *industrial research* tätig) auf den letzten Seiten unter dem Titel *The Speed and Organization of Computing* entwickelt. Da in seine eigene sechswöchige Rechenzeit auch die Erstellung der Tabellen fiel und er im *computing* nicht geübt sei, dürfte ein (auf bestimmte Rechenarten trainierter) Arbeiter um den Faktor 10 schneller sein. Bei einer zeitlichen Auflösung von 3 Stunden würden demnach 32 menschliche Computer für die Berechnung von 2 Punkten in Echtzeit ausreichen. Angesichts einer räumlichen Auflösung von 200 km käme man (abzüglich der redundanten Gebiete) auf 2.000 Felder, also $2.000 \times 32 = 64.000$ Computer für ein Kopf-an-Kopf-Rennen (*race*) mit dem Realen.¹³⁵ Diese würden dann eine globale 'Fabrik der Zukunft' (»central forecast-factory for the whole globe«) im doppelten Wortsinne bilden:

132 Richardson, S. 214.

133 Richardson, 153ff.

134 Offenherzig dokumentiert in Richardson, Kapitel 9. Daß die falsche Skalierung der homogenisierten Felder tatsächlich erheblich zu Richardsons Scheitern beitrug, erkannte später John von Neumanns Team (Größe der Raum- und Zeitintervalle erfüllt nicht das *computational stability criterion*).

135 Richardson verrechnet sich übrigens um den Faktor 4, und korrekterweise müßten es 256.000 Rechenknechte sein.

»Imagine a large hall like a theatre, except that the circles and galleries go right round through the space usually occupied by the stage. The walls of this chamber are painted to form a map of the globe. The ceiling represents the north polar regions, England is in the gallery, the tropics in the upper circle, Australia on the dress circle and the antarctic in the pit. A myriad computers are at work upon the weather of the part of the map where each sits, but each computer attends only to one equation or part of an equation. The work of each region is coordinated by an official of higher rank. Numerous little 'night signs' display the instantaneous values so that neighbouring computers can read them. Each number is thus displayed in three adjacent zones so as to maintain communication to the North and South on the map. From the floor of the pit a tall pillar rises to half the height of the hall. It carries a large pulpit on its top. In this sits the man in charge of the whole theatre; he is surrounded by several assistants and messengers. One of his duties is to maintain a uniform speed of progress in all parts of the globe. In this respect he is like the conductor of an orchestra in which the instruments are slide-rules and calculating machines. But instead of waving a baton he turns a beam of rosy light upon any region that is running ahead of the rest, and a beam of blue light upon those who are behindhand.

Four senior clerks in the central pulpit are collecting the future weather as fast as it is being computed, and despatching it by pneumatic carrier to a quiet room. There it will be coded and telephoned to the radio transmitting station.

Messengers carry piles of used computing forms down to a storehouse in the cellar. In a neighbouring building there is a research department, where they invent improvements. But there is much experimenting on a small scale before any change is made in the complex routine of the computing theatre. In a basement an enthusiast is observing eddies in the liquid lining of a huge spinning bowl, but so far the arithmetic proves the better way. In another building are all the usual financial, correspondence and administrative offices. Outside are playing fields, houses, mountains and lakes, for it was thought that those who compute the weather should breathe of it freely.«¹³⁶

Unschwer ist der Sonderling im Keller als Künstlerselbstbildnis jenes Boulée des *parallel-processing* namens Richardson zu entziffern, der sich gewissermaßen mit dem Attribut des Wirbels darstellt, der seine Karriere begründete.¹³⁷ Architektonisch am besten in einer kugelförmigen Architektur, auf der Innenseite eines Globus untergebracht, würde Richardsons »fantasy« zumindest eines der Probleme von Borges' *Karte des Reiches im Maßstab 1:1* lösen, nämlich die Funktionbestimmung als »semiotisches Instrument«: Die rechnende Karte Richardsons würde jede Veränderung der Welt in Echtzeit darstellen oder bestenfalls sogar vorwegnehmen, so daß das Symbolische dem Realen vorausgehen würde.¹³⁸ Ebenso wie Shannon bei seiner labyrinthlösenden Maus alle In-

136 Richardson, S.219f.

137 1919 hatte er die Formel für das sog. »Richardson-Kriterium« aufgestellt, deren Wert anzeigt, ob sich eine Turbulenz verstärkt oder verringert (»The Supply of Energy From and to Atmospheric Eddies«, in: *Proceedings of the Royal Society*, A 97/1920, S. 354-373).

138 Dazu Umberto Eco, »Die Karte des Reiches im Maßstab 1:1«, in: *Platon im Striptease-Lokal. Parodien und Travestien*, München 1990, S. 85-97.

telligenz in das labyrinthische Spielfeld verlegte, rechnet im »Wettertheater« jede Zelle der Karte für sich und ist nur transversal mit ihren nächsten Nachbarzellen verbunden. Ein absolutistisch zentrierter Beobachter ohne Rechen-, dafür aber mit administrativer Macht sorgt nicht nur für gleichmäßige Lastverteilung im Multiprocessor-System, sondern illuminiert auch Regionen rhythmischer Devianz, also mögliche Krisengebiete. Massenspeicher und I/O-Ports vervollständigen diesen Großrechner, für den schon die Devise »never touch a working system« gilt und dessen erster Hacker (und zugleich Atlas) im Keller sitzt. Auf beide Aspekte wird zurückzukommen sein: auf die zelluläre Organisation der numerischen Meteorologie im Zusammenhang mit von Neumanns zellulären Automaten und ihrer Anwendung auf Strategiespiele, auf den Gedanken eines Wettertheaters als Echtzeitkarte möglicher Krisengebiete im Zusammenhang mit den Visualisierungsproblemen der Datenmassen möglicher Kriegstheater auf Großdisplays.

Während des Zweiten Weltkriegs hatte besonders das *operations research* ein erhebliches Interesse an numerischer Meteorologie, denn der Mensch als Benutzer war zwar auf einen Toleranzbereich geeicht, mit dem sich rechnen ließ, die unverfügbare Natur der Stürme, Regengüsse und Nebel jedoch eine entscheidende Unbekannte in vielen Gleichungen geblieben. Da sich das Problem der Rechenkapazität noch nicht lösen ließ, verstärkte man zunächst die Zahl der Meßstationen, setzte Radar zum Studium von Wolken, Zyklonen und Wetterfronten ein und erhöhte die Zahl der meteorologischen Trainingscamps, so daß mit Kriegsende nicht nur eine mehr oder minder lückenlose Infrastruktur zur Wetterdatenerfassung der nördlichen Hemisphäre bereitstand, sondern auch (allein auf U.S.-amerikanischer Seite) 5.000 gut ausgebildete *weather officers*.

John von Neumann

Der Legende nach soll der *RCA*-Elektrotechniker Vladimir Zworykin John von Neumanns Interesse für das Problem des Wetters geweckt haben. Von Neumann hatte sich im Sommer 1942 im Auftrag des *Navy Bureau of Ordnance* an der *University of Chicago* mit Problemen des *operations research* (und vor allem mit dem U-Boot-Krieg) beschäftigt, und Zworykin hatte 1945/46 Pläne für einen Analogrechner entwickelt, der auf einen Schirm projizierte, zweidimensionale Verteilungen von Wetterdaten abscannen und daraus mittels Analogrechnung Wettervorhersagen treffen sollte. Zworykins Vorschlag folgt nicht dem Intervall-Prinzip der *linear prediction*, sondern dem Paradigma des *acting-out* des *Differential Analyzer*. Der Akteur ist das Reale des Wetters selbst, das an der Stelle von Bushs *operator* sitzt, graphische Eingabe-Bewegungen in einer Fläche erzeugt, die zu graphischen Ausgabe-Bewegungen in einer anderen Fläche führen. Daß diese Eingaben aber nicht unbedingt aus der realen Wetterlage stammen müssen, macht Zworykins Apparat zu einer Angelegenheit des *operations research*: »by varying the input continuously and observing the output one could determine how most efficiently to modify the

input to produce a given output.«¹³⁹ Es scheint nicht nur darum zu gehen, das Modell (also die analogen Gestänge und Getriebe) an der Simulation bereits dokumentierter, historischer Wetterentwicklungen zu prüfen, sondern darum, wie man das Wetter selbst unter das Kriterium effizienter Modifizierbarkeit stellen könnte. Nach einem Treffen mit Zworykin 1946, das eine Zusammenarbeit von *RCA* und *LAS* zum Bau eines geeigneten Computers begründen sollte, wird John von Neumann erheblich deutlicher, um dann sofort wieder in geheimnisvolles Schweigen zu verfallen. Das gemeinsam projektierte Gerät diene zu »weather forecasting and *weather modification*«,¹⁴⁰ und: »If such a program were carried out successfully it would be the first step toward *weather control* — but I would prefer not to go into at this time.«¹⁴¹ Diesseits solcher shakespeare'scher Träume, die die Verbindung zwischen *operations research* und Wetter nochmals unterstreichen, vielleicht aber auch nur die Männerphantasien (militärischer) Drittmittelgeber erregen sollten, wird klar, daß durch Digitalcomputer »the whole body of meteorological theory has to be reviewed and reformulated«. ¹⁴² Nicht nur daß das »human bottleneck« gebrochen war¹⁴³ und sich die Rechenleistung gegenüber *desk calculators* um den Faktor 10.000 erhöht hatte (und mit *EDVAC*, *LAS* oder *Whirlwind* schon der Faktor 100.000 in Aussicht stand) — die Wettermodelle Richardsons mußten auch in Software und in dedizierte Hardware übersetzt werden, weshalb Meteorologen am Hardwaredesign beteiligt werden sollten.

Jenseits aller Details der Formalisierung dürfte interessieren, daß und wie John von Neumann und Hans Panofsky auf Bjercknes' und Richardsons Problem eingingen, kontinuierliche Phänomene des Raumes diskontinuierlich zu erfassen und wieder zu kontinuierlichen Ausgaben zu kommen. Was Bjercknes durch kartographisches 'Augenmaß' lösen wollte, sollte nun 'objektiv' werden. Aus dem Rasterbild der Temperaturen und Drücke macht ein Polynom mit ca. 40 Parametern »that had the best least-squares fit respecting initial data«¹⁴⁴ eine zweidimensionale Vektorgrafik von Isothermen und Isobaren. Auch sonst blieb man zweidimensional: Einem Vorschlag von Rossby folgend, nahm man an, daß die Atmosphäre sich in einer Höhe von 3-6 Kilometern wie ein zweidimensionaler, homogener, inkompressibler Fluß verhalte. Das derart vereinfachte Problem konnte zwar nicht mehr von Menschen, wohl aber schon auf einem verfügbaren Computer gerechnet werden:

139 Zitiert nach Aspray, S. 130.

140 Aspray, S. 131 (Hervorhebung von mir).

141 John von Neumann an Lewis Strauss, 4. Mai 1946 (zit nach Aspray, S. 132 [Hervorhebung von mir]).

142 John von Neumann an Lewis Strauss, 4. Mai 1946 (zit nach Aspray, S. 133). Übrigens hat John von Neumann das Rätsel später aufgeklärt: Als Vorsitzender der *Atomic Energy Commission* glaubte er, das daß es etwa 1980 möglich sein müsse, das Klima durch Atomenergie zu beeinflussen (John von Neumann, »Can We Survive Technology?«, in: *Fortune*, June 1955).

143 Aspray, S. 130.

144 Aspray, S. 138.

»The [barotropic] model had two important features: it was based entirely on observable variables, thereby avoiding the difficulty with derived values that occurred in Richardson's method, and it replaced Richardson's primitive equations with a computationally more tractable single equation in a single unknown. The barotropic model filtered out all sound and gravity waves, which travel far more rapidly than atmospheric motions of meteorological significance. This filtering relaxed the Courant condition on the numerical approximation, which allowed longer time intervals to be chosen for the approximations and reduced the number of computations to a point within reach of existing computers.«¹⁴⁵

So war man von sechs Gleichungen auf eine gekommen und damit zur wohl ersten Berechnung, die 1950 auf dem *ENIAC* lief, nämlich $\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{1}{a^2 \cos^2 f} \frac{\partial(z,y)}{\partial(f,l)}$

mit $z \equiv \nabla^2 \psi + 2\Omega \sin \phi$ für die Strömungsfunktion $\psi(\phi, \lambda, t)$ auf einer rotierenden Fläche mit dem Radius a , der Breite ϕ , der Länge λ und der Winkelgeschwindigkeit Ω .¹⁴⁶ Erst die Koppelung von zwei Ebenen zu einem 'zweieinhalbdimensionalen' Modell konnte auch das Fallen von Luftmassen, also die Umwandlung von Lage- in Bewegungsenergie berücksichtigen und damit 1951 im Rückblick den Ostküsten-Sturm von Thanksgiving 1950 rekonstruieren. Und drei-, fünf- und sieben-Ebenen-Modelle erschlossen, von *Weather Bureau*, *Air Force* und *Navy* finanziert, rasternd die Vertikale.

*

Die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg ist nicht nur durch eine enorme Ausdifferenzierung des Kriegsspiels gekennzeichnet. Kopplungen von *operations research* und freiem oder strengem Kriegsspiel in verschiedensten Maßstäben, von ökonomischer Spiel- und zellulärer Automatentheorie unter dem Primat des neuen Mediums Computer mögen vielleicht eine erste Phase bezeichnen, Visualisierungsprobleme, objektorientierte Programmierung und die Integration von politischen, militärischen und ökonomischen Spielen eine zweite, Agentenkonzepte und die Erweiterung der von Neumann'schen Spieltheorie vielleicht eine dritte.

145 Aspray, S. 141.

146 Von Prognose konnte allerdings — trotz passabler Resultate — keine Rede sein, da 24 Stunden Wetter einer Rechenzeit von 36 Stunden bedurften. Das Modell hatte 361 Spielfelder oder Meßpunkte, und jede Vorhersage setzte sich aus 24 Zügen zu 1 Stunde zusammen, d.i. 54.000 Additionen und 17.000 Multiplikationen. Neue Eingabegeräte und der ab 1954 verfügbare *IBM 701* rechneten dann in 10 Minuten, wofür ein *desk calculator* noch acht Jahre benötigt hätte.

5. Die fünfziger Jahre

»If you say why not bomb them tomorrow, I say, why not today.
If you say at five o'clock, I say why not one o'clock.«

*John von Neumann*¹⁴⁷

Computer Games

Das Spielen von Kriegsspielen hat, Alfred Hausrath folgend, drei Funktionen, die nicht nur systematisch, sondern auch historisch zu verstehen sind: das Training von Offizieren, das Testen von vorliegenden Plänen und die Herstellung eines Virtuellen. Letzteres wäre etwas, das durch bestimmte Technologien und Techniken erst geschaffen wird und nach einer 'Haltung' oder einem Verhalten zu dem verlangt, was vorher vielleicht einfach 'nur geschehen' wäre, nun aber als *eine* von mehreren möglichen Aktualisierungen erscheint. Die Verfertigung des Virtuellen schafft gewissermaßen vorgängige Datenräume möglicher Ereignisse, von denen dann ein Ereignis zum aktuellen Datum wird.

Die erste Form des Spielens (Offizierstraining) war, ausgehend von Reißwitz und Müffling, schon seit dem 19. Jahrhundert fester Bestandteil des militärischen Schulungssystems und legitimierte sich vor allem durch Kostenvorteile gegenüber Manövern im Realen. Die zweite Form (Testen von Plänen) wurde im Ersten und Zweiten Weltkrieg für alle größeren Operationen angewandt, sei es für den Schlieffen-Plan, für die Operation Seelöwe (gespielt im Sommer 1940), für die Operation Barbarossa (gespielt im Februar 1941) oder den Einmarsch in Polen, bei dem sich dann im Realen das Wetter änderte, aber keine Zeit mehr für ein weiteres Spiel blieb.¹⁴⁸ Rußland wußte schon durch ein Spiel von der katastrophalen Niederlage bei Tannenberg.¹⁴⁹ Die USA spielten gegen Japan, vergaßen jedoch — wie Chester Nimitz vorsichtig zugab — »to visualize«¹⁵⁰ die Kamikaze-Taktik. Und Japan spielte Ende 1940 elf Tage lang Pearl Harbor am *Naval War College* in Tokyo. Wie das Kriegsspiel als Testfeld von Plänen unversehens auch zum Kontrollfeld des Realen werden kann, deutete sich übrigens schon 1944 an: Als die Leitung der von Feldmarschall Model befehligten Panzerdivision in den Ardennen gerade spielte und der Vorstoß der Amerikaner gemeldet wurde, entschied man sich

147 Zit. nach C. Blair, »Passing of a great mind«, in: *Life*, 25.2.1957, S. 96.

148 Umgekehrt übrigens — und durch Versailles an Manövern gehindert — leitete Erich von Manstein 1929 ein politisch-militärisches Spiel über einen polnischen Angriff auf Ostpreußen und Oberschlesien (Wilson, S. 35).

149 Im April 1914 spielt man in Rußland die Strategie eines Invasionsplans in Ostpreußen mit Kriegsminister Vladimir Sukhomlinov als Kommandant und stellte fest, daß die erste russische Armee sechs Tage vor der zweiten am Ziel wäre, was zu einer Niederlage führen müsse. Vier Monate später vergaß Sukhomlinov angeblich, den Marschplan zu ändern (oder mißtraute den Spieldaten), Rennenkampf und Samsonov zogen mit denselben Armeen in den Krieg, mit denen sie zuvor gespielt hatten, und wurden bei Tannenberg geschlagen (Wilson, S. 33).

150 Robert D. Specht, *War Games*, Santa Monica 1957 (RAND P-1401), S. 1-14; F.J. McHugh, *Gaming at the Naval War College*, United States Naval Institute Proceedings, März 1960, S. 52; Roberta Wohlstetter, *Pearl Harbor. Warning and Decision*, Stanford 1962.

nicht etwa dazu, den Apparat des Kriegsspiels auszuschalten, sondern ihn fortan mit den real einlaufenden Frontberichten weiterzubetreiben und die Spielergebnisse als Befehle an die Front zurückzusenden.¹⁵¹

Die dritte Form des Spielens (Generierung eines Virtuellen) nahm — wie bereits angedeutet — ihren Beginn im *operations research*. Dieses bezeichnet eine Ökonomie »of the planner seeking the *best* allocation of limited resources among a *variety* of competing military demands«, und modelliert eine Anzahl von virtuellen, von möglichen Ereignissen und den Rückkopplungen dieser Ereignisse mit einer feindlichen Umwelt.¹⁵² (Was später auch die UdSSR als sinnvoll erachtete und die in den 50er Jahren noch als philosophischen Ob-skurantismus geltende Kybernetik auf dem 22. Parteitag 1961 als einen entscheidenden Faktor in der »revolution of the military system« anerkannte.¹⁵³) Die amerikanischen Militärs kannten *operations research* vor Pearl Harbor nur unter arbeitswissenschaftlichen Gesichtspunkten, also beispielsweise als Studium von Streß und Ermüdung.¹⁵⁴ 1941 ans *Naval Ordnance Laboratory* importiert und 1942 als *Operations Research Office* unter Ellis A. Johnson institutionalisiert, macht die Verbindung der (englischen) Optimierung kleinster taktischer Elemente (wie das Ausweichen eines U-Boots vor einem Torpedo) mit der (amerikanischen) Filiation des Kriegsspiels diese dritte Weise des Spielens aus: das Strategiespiel als Summe modularer taktischer Spiele nach den Verfahren des *operations research*. Was bei McCarthy schon angedacht war, aber an der Inkompatibilität der Spieltechniken auf verschiedenen Ebenen und an mangelnder Rechenleistung scheiterte, nämlich die Zoomfunktion *duel – fleet – strategic game* zu implementieren, rückte nun ins Blickfeld. Kleinste taktische Routinen sind mit den Methoden des *operations research* optimierbar, ihr Zusammenspiel ist wiederum durch *operations research* beobachtet und optimierbar, und diese zweite Ebene (die der Gefechte) ist wiederum optimierbar. Das Kriegsspiel wird also rekursiv prozessiert.

Das Prinzip der Schachtelung von Beobachterpositionen bedarf jedoch — wie gezeigt — der Ergänzung durch das der Iteration, um Optima zu ermitteln. Und da es seit Pearl Harbor darum ging, nicht nur das Zuhandene zu verbessern, sondern auch das Mögliche zu ermessen, liegt ein entscheidendes Moment in der Kopplung von Iteration und Zufall. George Gamow, Physiker, Autor populärwissenschaftlicher Bücher und in Los Alamos treffenderweise mit Monte-Carlo-Methoden betraut, führte 1950 beides in einem kleinen, zunächst handbetriebenen Spiel namens *Tin Soldier* zusammen:

151 U.S. Army Historical Document MS P-094, Department of the Army, Office of the Chief of Military History, 1952, S. 19f.; Hugh M. Cole, *The Ardennes. Battle of the Bulge*, Washington 1965; Hausrath 27f.; Wilson, S. 38f.

152 Wilson, S. 60.

153 Wilson, S. 62.

154 Alexander M. Mood, *War Gaming as a Technique of Analysis*, Santa Monica 1954 (RAND P-899); S.W. Davis / J.G. Taylor, *Stress in the Infantry Combat*, Chevy Chase 1954 (ORO-T-296).

»The two opposing tank forces, ten units each, are originally located at the rear lines of the battlefield, and a *move* on each side consists in displacement of each of the tanks to one of the adjoining hexagonal fields (although not all tanks must necessarily be moved).

If two opposing tanks come to adjoining white fields, a *battle* is announced, and its outcome is decided by tossing a coin or a die. If, as may happen, a moving tank comes in contact with two enemy tanks simultaneously, it must 'shoot it out' first with one of the tanks and, if victorious, with the other. (More realistic rules can be introduced in that case.)

If a tank on a white field is in contact with an enemy tank in a crosshatched field (and considered concealed), the first tank is always killed (or given a much higher probability of being killed in the dice-tossing process). If both tanks are in the woods, a battle is announced only if one of them moves into the field occupied by the other (half the normal visibility distance), and the outcome is again decided by the toss of a die.

The objective of the game may be the destruction of a maximum number of enemy tanks with least losses to one's own forces, the destruction of some objective located at the rear line of the enemy forces, or still some other purpose.«¹⁵⁵

Was als Primitivstkopplung aus Schachbrett und Würfel erscheint, bezieht seinen Reiz nicht mehr aus dem einzelnen Spiel, sondern aus einer Serialität von Spielen ohne Subjekt. »For explanatory purposes the game was hand-played, and moves were controlled by human decision, but the ultimate intent of the game was to provide *random actions*.«¹⁵⁶ Die »Intelligenz« von Spielern, die die Produktion von Zufall immer wieder durch Sinn behindert, erscheint bei der Organisation von »random tank movement« gewissermaßen als Verunreinigung. Außerdem lernen Spieler unvermeidlich dazu, so daß keine Serien ohne störende Memory-Effekte möglich sind, und zuletzt sind Spieler zu langsam, um beispielsweise mehrere hundert Spiele hintereinander zu spielen. Zufallsbasierte Serien von Spielen fordern daher Spieler ohne Redundanz, ohne Gedächtnis, dafür aber mit hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit, also Fähigkeiten, für die nach Gamow nur Computer eintreten können. Folglich kennzeichnet nicht mehr Interaktivität, sondern vielmehr »Interpassivität« die Spielverläufe. Der Spielraum des Benutzers liegt darin, Ausgangskonfigurationen herzustellen oder Parameter zu verändern, das Spielen dann aber an einen Apparat zu delegieren und die statistischen Ergebnisse mehrerer Spiele abzulesen. Beispielsweise kann man den schwarzen Panzern eine »clustering tendency« geben, was sie stärker, aber auch zu einem besseren Ziel macht. Oder man führt eine temporale Skalierung ein und macht die weißen Panzer schneller, dafür aber auch dünner gepanzert und verwundbarer. Die Ergebnisse dieser Computerspiele im militärischen Wortsinne werden geplottet, Verteilungskurven werden erstellt, und aus Protokollen können Taktiken analysiert werden. Aus *Tin Soldier* ging daher 1952 das erste vollständig compu-

155 Gamow, zit. nach Hausrath S. 65f.; vgl. Allen, S. 133.

156 Hausrath, S. 66.

terisierte, analytische Spiel namens *Maximum Complexity Computer Battle* hervor.¹⁵⁷ Bemerkenswerterweise erscheint 1954 auch das kommerzielle Spiel *Tactics* von Charles S. Roberts bei *Avalon Hill*, dem Verlag, der bis zum Siegeszug der Computerspiele zu Beginn der 80er Jahre den Markt an Strategiespielen beherrschen wird.¹⁵⁸ Gleichwohl von Reißwitz bis H.G. Wells kommerzielle Versionen zwar wenig erfolgreich aber durchaus nichts unübliches waren,¹⁵⁹ gilt *Tactics* allgemein als gattungsbegründend für alle folgenden privaten Spiele dieser Art und benutzt, wie Gamows *Tin Soldier*, die bis dahin unübliche hexagonale Rasterung.¹⁶⁰ Aufschlußreich an dieser zeitlichen wie optischen Koinzidenz ist die Tatsache, daß all das, was bei Gamow aus dem Spiel evakuiert wird (Strategie, Gedächtnis, kommensurable Verarbeitungsgeschwindigkeit — kurz: der menschliche Spieler), von Roberts aufgefangen und Gegenstand des lehrreichen Zeitvertreibs wird. Was Roberts als 'revolutionär' ankündigt, hat in den Labors des *operations research* gerade begonnen, obsolet zu werden, und der im heimischen Kontext fehlende Computer bezeichnet die Leerstelle, an die der Spieler gestellt wird.¹⁶¹

Hermann Kahns berühmtes Motto, wonach es darum gehe, 'das Undenkbare zu denken', darf also nicht nur (wie üblich) im Hinblick auf die Inkommensurabilität eines nuklearen Kriegs gelesen werden, sondern erweist sich bei *Tin Soldier* als Funktion eines Rechenprozesses, der so aufwendig ist, daß er in menschlichen Spielzeiten nicht hätte durchgeführt werden können, und durch eine endlose Wiederholung von Zufällen möglichst das erscheinen lassen sollte, woran niemand gedacht hätte. Denn die Analysten als Betreiber (und nicht als Spieler) von Computerspielen interessieren nicht die tausend ähnlich verlaufenden Spiele, sondern eben die Handvoll mit unerwartetem Ausgang, deren Verlauf es durch das Studium der Spielprotokolle, der Aus-

157 Von Gamow in Zusammenarbeit mit den Los Alamos-Kollegen Richard E. Zimmerman und Warren Nicholas am *Operations Research Office* der Johns Hopkins University.

158 Der Nationalgardist Roberts hatte *Avalon Hill* nach seiner Rückkehr aus Korea gegründet und sich in den Folgejahren darauf konzentriert, die Kriegsgeschichte (beginnend mit *Gettysburg*) Stück für Stück in Spiele zu übersetzen. Bestseller wie James Dunnigans *Panzerblitz* erreichten bald Auflagen von über 200.000.

159 Wells' *Floor Games* erschienen 1911, seine *Little Wars* 1913; beide wurden 1995 als Faksimile wieder aufgelegt.

160 Der Beginn der kommerziellen Strategiespiele für Computer, der meist als 'Übersetzung' der Brettspiele auf den Monitor interpretiert wird, bringt zunächst wieder ein quadratisches Raster hervor, das bei der niedrigen Auflösung der frühen PC's und Homecomputer eine bessere Sichtbarkeit gewährleistet (dazu auch der Entwickler Chris Crawford, der die ersten Strategiespiele für Heimcomputer programmierte; *The Art of Computer Game Design*, [o.O.] 1982 [www.erasmatazz.com]).

161 »It was revolutionary [so Roberts] to say that you could move up to all of your pieces on a turn, that movement up to certain limits was at the player's option, and that the resolution of combat was at the throw of a die compared to a table of varying results. As simple as this sounds now, the player had to push aside his chess-and-checkers mind-set and learn to walk again« (zit. nach Allen, S. 110; vgl. Matthew J. Costello, *The Greatest Games of All Time*, New York 1991, S. 75ff.).

gangparameter und Regeländerungen zu rekonstruieren gilt. Was unerwartet ist, zeichnet sich dadurch aus, daß es als Singularität einer besonderen Kontextualisierungs- und Ordnungsleistung bedarf. Es ist ein extremer Fall des kontingenten Ereignisses und durch diese ausgezeichnete Position im Raum des Wahrscheinlichen dem Wunder und der Katastrophe verwandt. Der Computer erweist sich gewissermaßen als Instrument zur systematischen Erforschung eines notwendigen und völlig intelligiblen Wunderbaren als Grenzfall des Wahrscheinlichen, also genau desjenigen, was im militärischen Sinne eines Krisen- oder *contingency-management* bedarf.

Faßt man die Bestandteile des Gamow'schen Spiels zusammen — ein Raster von homogenen Feldern mit wenigen eindeutigen Zuständen, ein Satz einfacher Regeln für Zustandsänderungen, Wechsel dieser Zustände nach diskreten Zeitintervallen, Zufallsgeneratoren und Iteration durch Computer —, so wird die Beziehung zu einem anderen Diskurs offensichtlich, der mit den gleichen Elementen operiert und in einem ganz anderen Sinne von unerwarteten Ausnahmeständen handelt, nämlich der Möglichkeit von Computern selbst, um Fehler, Störungen und Krisengebiete herumzuarbeiten und diese selbsttätig zu beheben. Es ist dies John von Neumanns Begründung einer Theorie zellulärer Automaten.

Zelluläre Automaten

Der *ENIAC* und seine Programmierung durch Diagrammatik einerseits und verkabelnde *girls* des »proper programming« andererseits (vgl. Kapitel II) machte rasch deutlich, daß es unökonomisch ist, für jedes mathematische Problem ein eigenes *flowchart* zu entwerfen. Informatische Probleme setzen sich aus zahlreichen Unterproblemen zusammen, die als Subroutinen abgelegt und dann durch Kombination und Ergänzung zu einem Programm zusammengesetzt werden können. Dazu zählen beispielsweise Programme für binär-dezimal-Konversion, verschiedene Methoden der Integration und Interpolation oder auch Sortier-Algorithmen. Zusätzlich zu diesen Ansätzen der Rationalisierung war es jedoch nötig, das Programmieren selbst zu vereinfachen — ein Problem, das von Neumann in seinem kleinen Spätwerk *The Computer and the Brain* unter den Begriffen »short code« (heute: Hochsprache) und »complete code« (Maschinensprache) diskutiert.¹⁶² Das — heute so selbstverständliche — Prinzip von Interpretern oder Compilern war Anfang der 50er Jahre durchaus innovativ und machte mit der von Turing festgestellten Universalität des Computers Ernst.

Für jede Turingmaschine M gibt bekanntlich es ein Programm P , so daß eine Maschine U , wenn sie von P gesteuert wird, die gleichen Ergebnisse zeitigt wie M . Mit anderen Worten: U mit P simuliert M . Angenommen eine Maschine U_c arbeitet mit einer für Programmierer schwer benutzbaren Maschinensprache, und es existiert eine einfach zu schreibende Hochsprache.

162 John von Neumann, *The Computer and the Brain*, New Haven 1958, S. 70-73 (vgl. die anfängliche Ablehnung jeder Vergeudung kostbarer Maschinenzeit; Kapitel I, Anm. 206).

Dann bedarf es nur einer virtuellen Maschine M_t und eines Programms P_t (geschrieben in der Sprache von U_c), das von einer Hochsprache in die Maschinensprache von U_c übersetzt. Wenn also U_c unter P_t läuft, zeitigt sie die gleichen Ergebnisse wie eine virtuelle Maschine M_p , die eine Hochsprache versteht. Mit anderen Worten: U_c mit P_t simuliert M_p . Ein ähnliches Verhältnis zwischen 'primärer' und 'sekundärer' Sprache bestehe — so jedenfalls von Neumanns Vermutung — zwischen den Hochsprachen des Menschen und der Maschinensprache in dessen zentralem Nervensystem.¹⁶³ Dies ist jedoch nur ein einzelner Aspekt der Ähnlichkeit zwischen Lebewesen und Computern. Von Neumanns Versuch einer allgemeinen Theorie des Computers geht vielmehr von einer prinzipiellen Ähnlichkeit zwischen Organismen und Computern und ihrer theoretischer Vereinbarkeit unter dem Begriff des Automaten aus.

»The theory of automata was to be a coherent body of concepts and principles concerning the structure and organization of both natural and artificial systems, the role of language and information in such systems, and the programming and control of such systems.«¹⁶⁴

Von Neumanns Automatentheorie ist also als Einlösungsversuch des Anspruchs der Kybernetik zu lesen, als neue Metawissenschaft von Mensch und Maschine eine Epochenschwelle zu begründen und unter einer umfassenderen Sphäre des »Automaten« eine (gewissermaßen seinsgeschichtliche) Lösung des Mißverhältnisses zwischen Mensch und Natur herzustellen.¹⁶⁵

Schon McCulloch und Pitts hatten die Verbindung zwischen der Ingenieurwissenschaft von *communication & control* und Neurobiologie hergestellt,¹⁶⁶ und von Neumann stellt von hier aus die Frage nach einer gemeinsamen 'Gestalt' von Organismen und Computern im Zeichen der Selbstreproduktion und der fehlertoleranten Selbststeuerung. Wie kann Zuverlässigkeit aus unzuverlässigen Komponenten entstehen und welche Organisationsform ermöglicht Selbstreproduktivität?¹⁶⁷ Wie ist es möglich, nicht die Einzelteile zu verbessern, sondern jenes Mehr eines Ganzen entstehen zu lassen, das einen Computer zuverlässiger macht, als es das Produkt der Störanfälligkeit seiner Teile eigentlich zuließe? Für den Lösungsansatz in Form zellulärer Automaten sind — nicht zuletzt im Hinblick auf die Spiele — vor allem drei Aspekte interessant.

163 Von Neumann 1958, S. 79-82.

164 Arthur W. Burks in: John von Neumann, *Theory of Self-Reproducing Automata*, Hg. A.W. Burks, Urbana / London 1966, S. 18.

165 Vgl. S. 7.

166 Warren McCulloch / Walter Pitts, »A Logical Calculus Immanent in Nervous Activity«, in: *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5/1943.

167 John von Neumann, »Probabilistic Logics and the Synthesis of Reliable Organisms From Unreliable Components«, in: *Collected Works*, Hg. A.H. Taub, Bd. 5, New York 1963, S. 329-378.

Erstens die Hypothese, daß die symbolische Beschreibung des Verhaltens eines einfachen Automaten einfacher als der Automat selbst ist, daß jedoch bei steigender Komplexität des Automaten, die Komplexität der symbolischen Beschreibung den Automaten gewissermaßen überholt. Ab einem bestimmten Komplexitätslevel ist folglich der Automat einfacher als die symbolische Beschreibung seines Verhaltens.¹⁶⁸ Zweitens behauptet von Neumann, daß jede deterministische Lösung den entscheidenden Teil des Problems verfehlt: Ist bei Automaten eindeutig bestimmt, was sie in einer bestimmten Situation tun werden, gibt es gegen unzuverlässige Teile nur Palliative aber keine Kuren. Vielmehr komme es darauf an, die Wahrscheinlichkeit zu einer 'unabhängigen logischen Entität' zu machen:

»The axioms are not of the form: if A and B happen, C will follow. The axioms are always of this variety: if A and B happen, C will follow with a certain specified probability, D will follow with another specified probability, and so on. In other words, in every situation several alternatives are permitted with various probabilities. Mathematically it is simplest to say that anything can follow upon anything in accordance with a probability matrix. You may put your question in this manner: If A and B have happened, what is the probability that C will follow? This probability pattern gives you a probabilistic system of logics. Both artificial and natural automata should be discussed in this system as soon as there is any degree of involvement.«¹⁶⁹

Drittens kann die Automatentheorie parallel zur mathematischen Spieltheorie gelesen werden. Das Verhältnis zwischen natürlichen und künstlichen Automaten, Lebewesen und Computern, entspricht dabei dem Verhältnis (realweltlicher) Ökonomie und Spiel, und das eine soll in der Spieltheorie, das andere in der Automatentheorie vereint werden.

Der erste Aspekt mag schon angesichts des Gamov'schen Spiels deutlich werden, das durch sehr einfache Algorithmen möglichst überraschende und unerwartete Effekte zeitigen sollte. Der zweite Aspekt trifft in wesentlich allgemeinerem Sinne auf alle Kriegsspiele mit Zufallsgeneratoren für verschiedene Wahrscheinlichkeitsverteilungen seit Reißwitz zu. Der dritte Aspekt hingegen ist als historische Spur zu verstehen, die zu den verschiedenen Stellen in Soziologie, Ökologie, Ökonomie, Physik oder Meteorologie führt, an denen eine ausgearbeitete Automatentheorie in den folgenden Jahrzehnten Verwendung finden wird, um die Konvertierbarkeit von Simulation und Simuliertem zu gewährleisten.

168 Von Neumann 1966, S. 47ff.

169 Von Neumann 1966, S. 58. Auf die nicht unerheblichen Implikationen dieser (Im)Plausibilisierung für die Gewißheiten Boole'scher Logik und digitaler Schaltalgebra kann hier nicht eingegangen werden.

Die ersten Gedankenspiele von Neumanns zu selbstreproduzierenden Automaten waren noch sehr gegenständlich.¹⁷⁰ Die imaginierte künstliche Maschine sollte neben Elementen zur Speicherung und Verarbeitung von Informationen auch Komponenten wie beispielsweise Arme enthalten, mit denen sie verschiedene Teile (von ihr selbst oder aus der Umgebung) trennen oder verbinden könnte. Im Gedankenspiel existierte diese Maschine in einem eigenen Lebensraum, in dem wie in einem endlosen See all die Elemente willkürlich verteilt sein könnten, aus denen sie selbst zusammengesetzt ist. Um sich selbst zu reproduzieren, müßte die Rechneinheit des Automaten alle Informationen seines Speicherbandes auslesen, die die exakte Bauanleitung seines zweiten Ichs enthielten, diese Anweisungen kopieren und an eine nächste Komponente weitergeben, die dann wie eine kleine Fabrik den neuen Automaten zusammenbaute. Diese würde dann Stück für Stück die notwendigen Teile aus ihrer Umgebung heraussuchen und entsprechend des Bauplans zu einer neuen Maschine zusammenschrauben, wobei *workarounds* bei Störungen zu einer Art evolutionären Zufallsstreuung führen würden.¹⁷¹

Die entscheidende Vereinfachung dieses allzu lebensweltlich gedachten und mathematisch kaum zu beschreibenden Modells lieferte Stanislaw Ulam. Ulam hatte erkannt, daß von Neumann einen Formalismus benötigte, der es ihm erlaubte, Tausende einzelner Komponenten nach möglichst einfachen Regeln miteinander in Wechselwirkung treten zu lassen, und schlug einen einfachen, gitterförmigen Lebensraum vor, dessen Felder die Informationen aus ihrer unmittelbaren Nachbarschaft in die eigene Lebensentwicklung mit einbeziehen sollten. Und von Neumann nannte diese Spielfelder — da es ja um eine Metatheorie von Biologie und Symbolverarbeitung ging — in suggestiver Voreiligkeit »Zellen«. Jede Zelle war fortan ein kleiner Automat und konnte nach bestimmten Regeln mit benachbarten Zellen wechselwirken. Anlässlich eines jeden Zeittaktes würde die Zelle ihren eigenen Zustand mit dem der umliegenden Zellen vergleichen und aus diesen Daten ihren eigenen, neuen Zustand berechnen. Aus der Science-Fiction eines bastelnden Roboters im Ersatzteil-Meer war dank Ulams Vorschlag ein mathematischer Formalismus namens »zellulärer Automat« geworden. Arthur Burks, dem Herausgeber

- 170 Zum Folgenden von Neumann 1966, S. 91-131; M. Gerhard / H. Schuster, *Das digitale Universum. Zelluläre Automaten als Modelle der Natur*, Braunschweig 1995; Robert Hector, *Zelluläre Automaten* (light-edition.midroth.com/back/analy/2hec19.htm); Manfred Eigen / Ruthild Winkler, *Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall*, 3. Aufl. München / Zürich 1979; Herbert W. Franke, »Künstliche Spiele. Zellulare Automaten – Spiele der Wissenschaft«, in: *Künstliche Spiele*, S. 138-143.
- 171 Das Bemerkenswerte dieser Konstruktion (die ja inzwischen zum industriellen Alltag einer Herstellung von Chips geworden ist, die in *illegal opcodes* tatsächlich unvorhersehbare Eigenschaften haben) besteht darin, daß ein im Elternautomaten gespeichertes Informationsband ausgelesen und in einen Nachkommen kopiert wird. Den Vorstellungen der Molekularbiologie, die später die Grundlagen der Vererbung bei Lebewesen auf einen Kopiervorgang von DNA-Ketten entwickelt, geht also das Bild eines technischen Kopiervorgangs voraus.

John von Neumanns, gebührt nicht nur die Ehre, in dessen unüberschaubarem Aggregat von 200.000 Zellen mit je 29 möglichen Zuständen den entscheidenden Systemfehler gefunden, sondern auch an der *University of Michigan* erstmals Computergrafik zur Visualisierung von zellulären Automaten eingesetzt zu haben.¹⁷²

Um den Bezug zu Kriegsspielen etwas deutlicher zu machen, sei hier noch einmal eine kurze Beschreibung des Grundprinzips zellulärer Automaten gegeben. Zelluläre Automaten bestehen aus ein- oder mehr- (meistens aber zwei-)dimensionalen Gittern, deren Zellen diskrete, sich zeitlich ändernde Zustände besitzen. Der Zustand zu einem Zeitpunkt t ergibt sich aus dem vorangegangenen Zustand $t-1$ der jeweiligen Zelle sowie dem Zustand der nächsten (evtl. auch übernächsten usw.) Nachbarzellen. Zelluläre Automaten haben gegenüber Differentialgleichungssystemen beispielsweise den Vorteil, daß ihre Simulation auf einem Digitalcomputer keine Rundungsfehler produziert, was gerade bei dynamischen Systemen schnell zu Verfälschungen führen kann. Gleichwohl können stochastische Elemente leicht in die Regeln eingearbeitet werden, so daß auch Rauscheinflüsse modelliert werden können. Zelluläre Automaten sind gekennzeichnet durch Dynamik in Zeit und Raum. Der Raum ist eine diskrete Menge von Zellen (bspw. in einer Kette, einem Flächengitter, einem Raumgitter). Jede Zelle hat eine diskrete Anzahl möglicher Zustände, die sich in diskreten Zeitschritten verändern. Alle Zellen sind identisch und verhalten sich nach den gleichen Regeln. Die Entwicklung einer Zelle hängt nur von ihrem eigenen Zustand und dem der sie umgebenden lokalen Nachbarzellen ab. Mathematischer heißt dies, daß ein zellulärer Automat beschrieben werden kann durch: 1. Den Zellraum, also die Größe des möglichen Spielfeldes, die Zahl seiner Dimensionen (Line, Fläche, Kubus usw.) und seine Geometrie (rechteckig, hexagonal usw.); 2. die Randbedingungen, also das Verhalten der Zellen, die nicht genügend Nachbarn haben; 3. Nachbarschaft, also den Radius des Einflusses auf eine Zelle (z.B. die 5er von-Neumann- oder die 9er Moore-Nachbarschaft); 4. die Menge möglicher Zustände einer Zelle (z.B. bei einem digitalen Automaten wie *Game of Life* $Z=\{0,1\}$); und 5. die Regeln nach denen Zustandsänderungen ablaufen (»to-

172 Anders als John Horton Conway, dessen legendäres *Game of Life* von 1968 erst einmal nur ein Papierspiel in der Rubrik »Mathematical Games« des *Scientific American* war, aber aufgrund seiner Einfachheit den zellulären Automaten erst zu ihrer Popularität verhelfen konnte. Conways Spiel basierte auf einem zweidimensionalen, rechteckigen Gitter, die Randbedingungen waren beliebig, die Zustände waren binär und wurden nach einer Moore-Nachbarschaft berechnet, wobei eine Zelle »geboren« wird, wenn sie genau drei lebende Nachbarn hat und stirbt, wenn sie weniger als zwei oder mehr als drei Nachbarn hat (Einsamkeit bzw. Überbevölkerung). Conways Spiel, das zugleich als Preisausschreiben inszeniert war (William Gosper vom MIT fand die gesuchte Konfiguration) entwickelte sich zu einer Mode, die mit dem Aufkommen von PC's noch einmal auflebte und die Bildschirme mit »Gleitern«, »Fressern«, »Verkehrsampele«, »Fähren« und »Rädern« bevölkerte.

talistisch«, wenn nur die Nachbarschaft zählt, »außertotalistisch« wenn auch der eigene Zustand einer Zelle eingeht).

Blickt man aus der Perspektive von Kriegsspiel und numerischer Meteorologie auf die zellulären Automaten, werden Vorprägungen sichtbar, die die Neurobiologie vielleicht nur katalysiert. Schon die brennenden Anwesen Hellwigs hatten eine geradezu zelluläre Ausbreitungsregel. Auch die Einnehmbarkeit einer Stellung bei Hellwig, wenn weniger als drei Spielfiguren in einer bestimmten Nachbarschaft anwesend sind, läßt sich als Regel ausdrücken, gemäß derer eine Zelle stirbt, wenn weniger als drei Nachbarzellen lebendig sind. Zuletzt scheint die grundlegende Idee der Quadrierung oder hexagonalen Rasterung des Zellraumes von Kriegsspielen angeregt, mit denen sich von Neumann — einer etwas apokryphen Anekdote zufolge — zur gleichen Zeit beschäftigte. Werner Leinfellner, ein Mitarbeiter Oskar Morgensterns, berichtet:

»Ein praktisches Beispiel für die spieltheoretische Lösung eines internationalen kriegerischen (=kompetitiven) Konfliktes, der sich zum Weltkrieg Nr. 3 ausweiten hätte können, liefert der Koreakrieg: Die amerikanische Regierung beauftragte damals ein Team von Spezialisten, dem Neumann und Morgenstern angehörten, eine optimale Lösung des Koreakriegs zu finden. Für die spieltheoretische Lösung dieses Konfliktes, des drohenden Krieges zwischen China und den USA, wurde eine 3000 mal 3000 große Matrix aufgestellt; diese enthielt alle kriegerischen Züge (Strategien) beider Gegner im Falle des Krieges, samt deren Bewertungen. Die Matrix ergab als optimale Lösung eine Sattelpunktlösung [...], nämlich, den Krieg schleunigst zu beenden. Die Lösung wurde auf einem [...] ENIAC-Computer berechnet. Sie hatte zur Folge, daß der Präsident der USA, Truman, der Armee den Befehl gab, den Yula-Fluß, die Grenze zwischen China und Korea, nicht zu überschreiten, und daß er den Oberbefehlshaber McArthur feuerte — mit allen Ehren.«¹⁷³

Leider sind die Ausführungen Leinfellners sehr undeutlich, und es könnte sich entweder um eine monumentale *payoff*-Matrix gehandelt haben oder um ein 90.000 Felder großes Spielfeld im Sinne des Kriegesspiels. Festzuhalten bleibt jedoch, daß eine Kopplung der gerasterten Flächen von Kriegsspiel und zellulären Automaten mit der Spieltheorie möglich ist. Beispielsweise können die Regeln für Zustandsänderungen als Gefangenendilemmata, als Nullsummen- und Nichtnullsummenspiele, als kompetitive oder kooperative Spiele definiert werden. Dann können Ausgangskonfigurationen bereitgestellt werden und — wie in Gamovs Spiel — durch zahlreiche Iterationen und gezielte Regeländerungen erfolgreiche Strategien erforscht werden. Die einzelnen Züge entgleiten damit der Kontrolle des Spielers, und seine Aufgabe (oder

173 Werner Leinfellner, »Eine kurze Geschichte der Spieltheorie«, in: *Jenseits von Kunst*, Hg. P. Weibel, Wien 1997, S.478-481. Paul Edwards äußerte in einer mail vom 9.2.1999 seine Zweifel an der Richtigkeit dieser Anekdote, die weder in den *Collected Works* noch durch Neumanns Biographen Aspray belegt ist. Ein wahrer — und vielleicht noch klassifizierter — Kern ist jedoch anzunehmen.

auch: sein Spiel) besteht darin, Konfigurationen herzustellen und zu modifizieren und ihre Entwicklung und Prozessierung zu beobachten und zu analysieren, was dann in den 80ern Millionen Heimcomputer-Besitzer mit Conways Modell auch taten. Das Spiel ist — gleichgültig ob es im »Tod« des Automaten endet, ob auf einen unveränderlichen, oszillierenden, periodischen oder chaotischen Endzustand hinausläuft¹⁷⁴ — im reinsten Sinne »konfigurationskritisch«, da es nur einen menschlichen Spielzug, nämlich die Herstellung einer Ausgangskonfiguration kennt. Spätere kommerzielle 'Echtzeit'-Strategiespiele (so sie denn überhaupt noch auf zellulären Algorithmen beruhen) lösen dieses Problem mangelnder Interaktivität, indem sie das Spiel einfach ablaufen lassen, der Spieler aber jederzeit in die aktuelle Konfiguration modifizierend oder erweiternd eingreifen kann. Mit dieser veränderten Konfiguration wird dann wiederum so lange weitergerechnet, bis der Spieler nach einer beliebigen (oder auch kritischen) Zeitspanne erneut interveniert. Der Spieler wird damit zu einer Instanz, die ein selbstregulierendes System durch gottgleiches Eingreifen zu diversen Umorganisationen oder Verarbeitungsleistungen nötigt, um sein Gedeihen zu fördern oder sein Aussterben zu beschleunigen.

Bei diesem Ausblick sollte jedoch nicht übersehen werden, daß sich die frühen Spiele dieser Art von einem konkreten Kriegsgeschehen entfernt und auf ökonomische, biologische, ökologische und soziale Systemanalyse verlagert haben. (Womit aber ebenfalls Vielzahl heutiger kommerzieller Strategiespiele beschrieben ist, die sich — so sie nicht das Reißwitz'schen Kriegsspiel imitieren — mit Systemen beschäftigen, die von der Eizelle bis hin zu ganzen Staaten reichen.) Hier schließt sich auch der Bogen zum Wetter, das ja seit Bjerknæs und Richardson als eine Art zellulärer Automat *avant la lettre* funktionierte: 1. ist nämlich die Welt zum Zellraum gerastert; 2. vereinfacht ihre Kugelform die Definition der Randbedingungen erheblich; 3. gibt es nur

174 Stephen Wolfram (*Theory and Application of Cellular Automata*, Singapur 1986) hat sich in den 80er Jahren intensiv mit dem Begriff der Komplexität von zellulären Automaten beschäftigt und diese auf vier Klassen von eindimensionalen Automaten mit deterministischen Regeln reduziert. Klasse 1 entwickelt aus beliebigen Anfangszuständen unveränderliche Endzustände, Klasse 2 bildet im Lauf ihrer Entwicklung periodische Muster aus, Klasse 3 zeigt chaotisches Verhalten und Selbstähnlichkeit und Klasse 4 entwickelt komplizierte, räumlich voneinander getrennte Strukturen, die instabil und aperiodisch sind. Was daran interessierte war, daß die drei ersten Klassen den drei Attraktortypen für kontinuierliche dynamische Systeme entsprechen, also einem Gleichgewichtszustand, einem periodischen Grenzzyklus und dem chaotischen Verhalten eines seltsamen Attraktors. Da es zu Klasse 4 in der Welt der kontinuierlichen Systeme nichts vergleichbares gibt, entstand die Hoffnung, tatsächlich einen »universalen Automaten« oder künstliches Leben begründet zu haben. Obwohl diese Spekulationen bis heute nicht eingelöst sind, erwiesen sich die zellulären Automaten für die Modellierung menschlichen Lebens als hervorragend geeignet. Manfred Eigens Theorie des Hyperzyklus löste beispielsweise die Frage, wie eine DNA-Information sicher zu kopieren ist, obwohl der Speicherplatz begrenzt ist und jede Präzisierung des Kopiermechanismus selbst DNA-Speicherplatzes bedarf, durch solche zellulären Automaten.

Nachbarschafts- aber keine Fernwirkungen zwischen Zellen; 4. haben alle Zellen die gleiche endliche Menge von Parametern die ihren Zustand definieren (Geschwindigkeit, Dichte, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit, Energie und Entropie), bilden also einen homogenen Raum und 5. definiert sich numerische Meteorologie durch den Versuch, Regeln für außertotalistische Zustandsänderungen zu ermitteln.¹⁷⁵ Gesellschaft, Wetter und Ökonomie fallen in den Verfahren zellulärer Automaten zusammen, weil in diesem Medium komplizierte Strukturen mit komplexem Verhalten als einfache Strukturen mit komplexem Verhalten modellierbar sind.¹⁷⁶ Diese Vorgehensweise könnte man vielleicht »computergerecht« in dem Sinne nennen, daß der größte Vorteil der neuen Digitalrechner darin bestand, einfache Dinge über jedes menschliche Maß schnell und oft durchzuführen.

Gleichwohl die zellulären Automaten schon einige Modellierungsaufgaben in sich vereinigen können und ein originäres Computerspiel sind, bleiben die 50er Jahre durch eine Vielzahl von konkurrierenden Modellen gekennzeichnet. Aus mathematischer Spieltheorie, freiem und rigidem Kriegsspiel, zellulären Automaten, *operations research* und zahlreichen verschiedenen Anwendungsgebieten (die — wie die Politik oder Management — oft gerade erst erschlossen wurden) ergibt sich eine Vielfalt von Kombinationen und Mischformen von Modellen und Modelliertem. Daß die überwiegende Zahl von Spielen bestrebt ist, die Möglichkeiten von Computern zu nutzen, deutet jedoch schon vorsichtig an, an welcher Stelle eine Integration stattfinden kann und später auch wird.

Politik und Geschäft

Die *Joint War Games Agency* des amerikanischen Generalstabs im Pentagon hatte damals drei Abteilungen: Die *General War Division* (Strategie bei einem 'roten' Angriff), die *Limited War Division* (Krisenmanagement in Übersee) und die *Cold War Division*, die sich speziell mit der Antizipation möglicher Ereignisse eines globalen Krisenmanagements in Form der (von Herman Kahn angeregten) Szenario-Entwicklung beschäftigte. Letztere war also zuständig für politisch-militärische Spiele wie hypothetische Aufstände in Lateinamerika, kommunistische Invasionen in Berlin¹⁷⁷ und amerikanische In-

- 175 Apokryph geblieben ist Konrad Zuses Büchlein *Rechnender Raum* (Braunschweig 1968), das im gleichen Jahr wie Conways *Game of Life* erschien und zelluläre Automaten treffenderweise auf hydromechanische Probleme anwendet, wie sie bei der Meteorologie auftreten. Zuses Ansatz ist die wohl mutigste Theorie zellulärer Automaten, weil sie behauptet, daß die physikalische Welt selbst diskret und auf der Basis von »Digitalteilchen« (Zellen) funktioniert und folglich nicht in den Begriffen von Wellenmechanik, Thermodynamik und Unbestimmtheitsrelation, sondern in denen von Schaltalgebra, Information und Rechengenauigkeit zu denken sei.
- 176 Eine einfache Struktur mit einfachem Verhalten wäre beispielsweise ein Pendel; eine einfache Struktur mit komplexem Verhalten ein Doppelpendel; eine komplizierte Struktur mit einfachem Verhalten ein Fernseher, eine komplizierte Struktur mit komplexem Verhalten das Wetter.
- 177 In den teilweise grotesk erscheinenden, teilweise historisch eingetroffenen virtuellen Ereignissen findet sich übrigens kein Szenario, das eine Mauer enthielte.

terventionen in Südostasien. Die Spielvorbereitungen solch hochrangig besetzter Rollenspiele nahmen jeweils etwa drei Monate in Anspruch. Den Anfang bildete normalerweise eine Vorbesprechung mit dem Generalstab, mit Vertretern der Geheimdienste und mit universitären Fachberatern. Waren Krisenregionen in Übersee der Gegenstand, so wurden aktuelle Informationen eingeholt und wenn möglich Botschaftangehörige als Mitspieler eingeflogen. Ein *fact book* faßte den technologischen Stand, die politischen, sozialen und ökonomischen Verhältnisse der Region zusammen, ein weiteres, essayistisches Papier »problems, issues, and questions«. Auf Basis dieser Studien wurde dann eine Serie möglicher Ereignisse erstellt, die zusammengenommen zum Ausgangspunkt und Spielbeginn jener Krise führen, die dann Gegenstand des Spiels ist. Die Teams von *Red* und *Blue* bildeten einen Kollektivsingulär von je 5-10 Personen, wobei Amerikaner (stets *Blue*) frei handeln durften, *Red* sich hingegen so verhalten mußte, wie man sich nach bestem Wissen und Gewissen vorstellen konnte, daß der Feind handle. Die eigentlichen Spiele dauerten ca. 3 Tage zu je 3-6 Zügen und bildeten 2-7 Tage simulierter Zeit auf maximal 4 Stunden Simulationszeit ab. Die Folgen wurden wie im freien Kriegsspiel von einem Spielleiter entschieden, anschließend wurde das Spiel analysiert und zu einem 30-minütigen Lehrfilm aufgearbeitet. Aus Dokumentarmaterial zusammengeschnittene Bilder von Straßenschlachten, Truppenaufmärschen und Heeresgerät, begleitet von kritischem Kommentar zu Szenario und Fehlern von Blau aus dem *off*, sollten dann den Entscheidungsträgern des Pentagon und des *State Department* im Dunkeln zu denken geben.

Nicht der Macht der Bilder oder der Erfahrung von Diplomaten, Generälen und Sekretären, sondern der mathematischen Modellierung vertraute man hingegen bei *RAND*. Herbert Goldhamer hatte diesen Trend zu mathematisch formalisierten (und damit rigiden und prinzipiell computerisierbaren) Spielen mit seinem *Cold War Game* 1954 begründet. Goldhamers Ansatz bestand darin, eine Senkung von Komplexität durch Abstraktion durchaus in Kauf zu nehmen, wenn dadurch nur die Wiederholbarkeit des Spieles gewährleistet sei. Der Ansatz einer programmierbaren Formalisierung von Politik und Ökonomie scheiterte zu diesem Zeitpunkt zwar am Stand der Computertechnik, blieb aber als Wunsch bestehen. In seinen Spielen von 1955/56 mußten daher weiterhin Regierungen durch Teams gespielt werden, wobei noch ein Team hinzugekommen war, das »nature« oder Kontingenz in Form von Hungersnöten, Umweltkatastrophen und Ernteausfällen einspielte. Virtuell waren diese Spiele jedoch schon Computerspiele, weil sie — ganz der Logik Gamows folgend — auf eine häufige Iteration der gleichen Szenarien unter leicht veränderten Konfigurationen setzten. Damit explodierte jedoch der Verwaltungsaufwand dieser Papierspiele, in denen jede Berechnung, jedes Ereignis und jede Entscheidungsbegründung zur späteren Analyse protokolliert werden mußte. »To test Strategies and forecast political developments would have required each game to be repeated many times. But a single game took

month to prepare and weeks to play. And all the players were pretty busy men.«¹⁷⁸ (Und sind — so müßte man hinzufügen — auch darin unzuverlässig, als auf 'noisy devices' nur schwerlich reproduzierbare Versuchsbedingungen aufgebaut werden können.)

Harold Guetzkows *INS* hatte im Jahr 1957 immerhin damit begonnen, den Computer in ein politisches Spiel zu integrieren und dadurch eine erhebliche Beschleunigung herbeigeführt. Die Regierungen einzelner Länder wurden zwar durch menschliche Spieler repräsentiert, jedoch die Bevölkerungen, die sie verwalten und die sie umgekehrt in ihrem Amt legitimieren, wurden durch ein Computerprogramm gespielt. »He [der Entscheidungsträger] maintains his position by satisfying imaginary elements of the population which 'validate' his officeholding.«¹⁷⁹ Diese sogenannten »validators« existierten nur als Computerprogramm, weil regierte Massen einfacher durch einige Parameter zu modellieren schienen als Entscheidungsträger. Der Computer testete und validierte folglich das Spiel seines Benutzers, bestrafte ihn notfalls durch Amtsenthebung oder Revolution und übernahm damit in Form eines verwalteten Volkes erstmals (wenngleich zaghaft) die Rolle eines aktiven Mitspielers. *INS* wurde in Zügen von 75 Minuten gespielt: jeder Spieler bekam ein Datenblatt ausgehändigt, auf dem sich diskrete Werte für Import und Export, Zufriedenheit mit Waren- und Dienstleistungsangebot, Verteidigungsstärke usw. befanden. Typischerweise bezeichnete eine 11-Punkt-Skala den Grad jeweiliger Zufriedenheit. In diese Bögen wurden die Veränderungen eines Zuges numerisch eingetragen und in den Computer eingegeben, der nach kurzer Berechnung die Ausgangsbedingungen für den nächsten Zug als weiteres Formblatt ausgab. Sank die durchschnittliche Zufriedenheit der virtuellen Bevölkerung (»overall validator satisfaction«) unter ein bestimmtes Niveau (»revolution threshold«) entschied ein Zufallsgenerator über das Ausbrechen einer Revolution und eine zweite Monte Carlo-Entscheidung über den Erfolg derselben, wobei schon das bloße Ausbrechen mit 20% des Bruttosozialprodukts im nationalen Haushalt verbucht wurde. Es würde hier zu weit führen, das komplizierte Verfahren für das Ausbrechen und die Führung eines Krieges in *INS* darzulegen. Wichtig ist nur, daß Krieg, Ökonomie und Politik ansatzweise in einem computerassistierten Spiel zusammengeführt wurden.

Der erste Versuch, ein politisches Spiel vollständig auf Computerbasis zu implementieren, ein Spiel also, das im Sinne Gamows für den menschlichen Spieler nur die Herstellung von Ausgangskonfigurationen, die Modifikation von Regeln und die Auswertung selbsttätiger Spielverläufe übrig läßt, ist hingegen Oliver Bensons *Simple Diplomatic Game* von 1959. Bensons sehr schlichtes Modell beruht auf Aktions- und Situationsvariablen. Dabei gliedern sich die Aktionsvariablen in neun »actor nations« (USA, Großbritanni-

178 Goldhamer zit. nach Wilson, S. 68.

179 Wilson, S. 190.

en, UdSSR, BRD, Frankreich, Italien, Indien, China und Japan), neun »target nations« (Korea, Guatemala, Ägypten, Libanon, Ungarn, Vietnam, Taiwan, Indonesien und Iran) und neun »intensity levels« der Interaktion.¹⁸⁰ Auf Seiten der Situationsvariablen spielen beispielsweise die militärische Stärke, die Verteilung dieser Stärke, Art und Umfang der ökonomischen oder diplomatischen Beziehungen zwischen Akteuren und Zielen eine Rolle. Bensons Spiel implementiert also erstmals eine Art 'objektiven Spielens' im Bereich des Politischen, also ein Spiel, bei dem man einem maschinellen Stellvertreter die Spielräume überläßt und ihn spielen läßt.¹⁸¹

*

Die ebenfalls in den 50ern entstehenden *business games* lokalisierten sich selbst in der Tradition eines *scientific management* oder *efficiency engineering* und damit in der Ahnenreihe von Towne, Taylor, Gantt oder Gilbreth.¹⁸² Diese klassische Arbeitswissenschaft hatte (wie gezeigt) vom historischen Einzelfall des mimetischen Lernens zwischen Lehrer und Schüler abstrahiert und den Arbeitsprozeß nicht nur standardisiert, normalisiert und universalisiert, sondern auch von einer Rückkopplung geträumt, wie sie erst Computerbildschirme einlösen konnten. Ein ähnlicher Prozeß ist auch bei den ökonomischen Spielen zu beobachten, deren egoistischer Imperativ seit von Neumann und Morgenstern als ähnlich universell ausgemacht galt wie der energetische der Arbeitswissenschaft. Die 1908 gegründete *Harvard Graduate School of Business Administration* bildete ihre Studenten bis in die 50er Jahre an historischen Fallstudien aus. Im hermeneutischen Nachvollzug sollten Studium und Interpretation der Quellen die zukünftigen Wirtschaftsführer auf kommende Ernstfälle vorbereiten, deren Unwahrscheinlichkeit sich durch die Annahme zu reduzieren schien, daß man aus der Geschichte lernen könne. Diese Rekonstruktionen kannten keine Virtualitäten, sondern nur historische Daten und endeten folglich dort, wo *operations research* erst anfang, nämlich bei einer herumspielenden und hypothetische Spielräume ermessenden Modifikation der Daten. Das Anliegen der neuen *business games* war es daher, einen historischen in einen uchronischen Zustand zu überführen, die Fragen 'wie ist es gewesen' und 'warum ist es so gewesen' in die Fragen 'wie hätte es sein können'

180 »100 diplomatic protest / .200 United Nations action / .300 severing diplomatic relations / .400 propaganda-subversion campaign / .500 boycott and/or reprisals / .600 troop movements / .700 full mobilization / .800 limited war / .900 all-out war« (Oliver Benson, *A Simple Diplomatic Game, or: Putting One and One Together*, Oklahoma 1959, zit. nach Wilson, S. 195).

181 Benson selbst betrachtete sein Spiel als Ergänzung zu Geutzkows. Wilson (S. 93) nennt das »elimination of the manpower problem« und datiert die Hoffnung, daß »the place of the human player could be taken by machines entirely«, etwa auf den Beginn der Kennedy-Ära, vor allem aber auf McNamaras Einfluß.

182 Henry R. Towne, »The Engineer as an Economist«, in: *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, 7/1886, S. 425-432; Wallace Clark, *The Gantt Chart*, 3. Aufl. London 1952.

und 'wie wäre es optimal gewesen' zu verwandeln. Die Spiele werden verstanden als

»elaboration of a case study in which the data are subjected to the actions of the players as the game progresses (interactive) rather than consisting only of a review of the record of an earlier completed example.«¹⁸³

Bei dieser Kopplung von Fallstudie und Rollenspiel, die — ganz in der Tradition des Kriegsspiels, sei es nun frei oder rigide — eines Vertrauten bedurfte, der die Regeln verwaltet und der ein Mensch oder ein Computer sein kann, spielte das *operations research* an Organisationen wie *RAND* oder *ORO* eine entscheidende Rolle. Eine der ersten reinen (und damals unpublizierten) Computersimulation von *operations research* lief 1953/54 auf dem *UNIVAC*-Rechner der *Johns Hopkins University* und diente der Luftverteidigung der USA. Bekannt als *ZIGSPIEL* (*Zone of Interior Ground Defense Game*), durchlief das Programm ohne menschliche Eingriffe mehrere tausend Spiele mit mehreren hundert wechselnden Kombinationen aus Bombern, Abfanggeschützen und Angriffsformationen. Zur gleichen Zeit und gewissermaßen ergänzend dazu hatte man bei *RAND* ein Spiel namens *MONOPOLOGS* installiert, an dessen Titel schon abzulesen ist, daß Ökonomie und Logistik des Krieges zusammengeführt werden sollen. Mit *MONOPOLOGS* begann die ansatzweise Implementierung dessen, was fast allen Spielen dieser Zeit fehlte, nämlich (unabhängig davon, ob sich Krieg ereignet oder nicht) den Krieg wirtschaftlich zu denken, oder umgekehrt: kriegswirtschaftliches Denken auch in Friedenszeiten zu modellieren. *MONOPOLOGS* handelt von der Verwaltung von fünf Luftwaffenstützpunkten, die es zu versorgen und in Bereitschaft zu halten gilt. Dabei spielen Faktoren wie Ersatzteile, Wartung oder Verpflegung im Verhältnis zur Einsatzbereitschaft und den entstehenden Kosten eine entscheidende Rolle, und das Ziel lautete (wie nicht anders zu erwarten), das Verhältnis von Alertheit und Unterhaltskosten unter Friedens- wie Kriegsbedingungen gleichermaßen zu optimieren. Ähnlich wie Gilbreth für die Arbeitswissenschaft, versuchte man also die »wirklich guten Fortschritte« der Kriegszeit dadurch zu retten, daß man Kriegsbedingungen dauerhaft im Frieden installierte.

Eine naheliegende Kopplung von *ZIGSPIEL* und *MONOPOLOGS* fand zu diesem frühen Zeitpunkt jedoch noch nicht statt. Vielmehr hatte man das Potential der Kriegsspiele erkannt und gründete im gleichen Jahr die *U.S. Army Management School*, an der diverse ökonomische Fort- und Base-Simulationen gespielt wurden. Ab etwa 1956 begannen dann die Adaptierungen von Kriegsspielen zu Wirtschaftszwecken als Zusammenarbeit von *American Management Association (AMA)*, *Naval War College* und *IBM*. Eine erste Demonstration auf einem *IBM 650* wurde als »major break-through in management education« gepriesen, und Zeitschriften wie *Business Week*, *Fortune* oder

183 Vgl. Stanley C. Vance, *Management Decision Simulation*, New York 1960, S. 1-3.

Factory Management reagierten prompt.¹⁸⁴ Während bei der *AMA* selbst ein Computer über die Ausgänge einzelner Spielzüge entschied, hielt (schon aus kosten- und programmiertechnischen Gründen) in zahlreichen anderen Organisationen erst einmal der Apparat des Kriegsspiels (zwei Teams, ein Vertrauter, ein Buchhalter, aber auch die konkreten Spielmaterialien, die Konzepte von Referenzdaten, Modellierung, Probabilistik, Rückkopplung usw.) Einzug.

Das populärste und gattungsbegründende Spiel war das *Business Management Game*, das G.R. Andlinger und Jay R. Greene bei *McKinsey & Co.* entwickelt und im *Harvard Business Review* vorgestellt hatten.¹⁸⁵ Andlingers und Greenes Spiel handelt von einer Firma, die nur ein Produkt herstellt und mit einer anderen, ähnlich strukturierten Firma in Konkurrenz steht. Es wird gespielt von zwei 'Spielern' zu jeweils 3-4 Personen und gesteuert von einem *control team*, das mit Gleichungen für »market, marketing, advertising, research and development, production, finance and competition« rechnet.¹⁸⁶ Eine Flut von dedizierten Spiel entstand. *Boeing* trainierte beispielsweise schon Mitte 1959 ca. 2.000 Angestellte im Management an Spielen, *Bell* brachte es 1961 schon auf 15.000. Schließlich ließ sich schon nach wenigen Jahren kaum ein »management field not yet touched by games or simulations« finden.¹⁸⁷ Das Erstaunliche ist aber nicht die Erfolgsgeschichte der ökonomischen Spiele, sondern die Beobachtung, daß diese sich viel eher der Techniken des (meist freien, bei entsprechender Computerausstattung aber auch des rigiden) Kriegsspiels bedienen und nicht etwa vorrangig der von Neumann'schen Spieltheorie, die doch seit 1944 gerade dieses Anwendungsgebiet im Titel führte. Vielmehr feierte die 'ökonomische Spieltheorie' in den 50er Jahren ihren Siegeszug an einer ganz anderen Stelle, nämlich als Recheninstrument und zugleich als Theorie des Kalten Krieges.

Spieltheorie und Kalter Krieg

Was als apolitische Theorie in den 20er Jahren seinen Anfang nahm, was in den 40ern an die Ökonomie dediziert wurde, nutzten in den 50ern US-Strategen als Instrument der Evaluation von Strategien angesichts möglicher globaler nuklearer Konflikte. Es stellt sich daher weniger die Frage, ob es sich dabei um einen nachträglichen 'Mißbrauch' handelt, als vielmehr die Frage, ob diese Verwendung der Spieltheorie ihr nicht schon immer eingeschrieben war, also auf welchen 'Werten' oder Annahmen sie beruht.¹⁸⁸

184 *Top Management Decision Simulation*, Hg. Elizabeth Marting, New York 1956, S. 107.

185 G.R. Andlinger, »Business Games — Play One!«, in: *Harvard Business Review*, March-April/1958, S. 115-125; ders. »Looking Around: What Can Business Games Do?«, in: *Harvard Business Review*, July-August/1958, S. 147-152.

186 Hausrath, S. 196; Wilson, S. 184f.

187 Hausrath, S. 202.

188 Dazu v.a. Steve J. Heims, *John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, Cambridge, Mass. 2. Aufl. 1984, Kapitel 12; Wilson, Kapitel 10.

Wie bereits betont, verstand sich die Spieltheorie nicht nur (wie die Kybernetik) als konzeptuelles Rahmenwerk, um soziale oder ökonomische Phänomene zu beschreiben, sondern vor allem als depersonalisiertes Verfahren um 'gute' Entscheidungen zu treffen, wobei sich die Güte am eigenen Vorteil maximaler Auszahlung unter der Annahme konfligierender Interessen von Mitspielern bemisst. Wenn also Spieltheorie eine Organisationsform von Wissen und damit ein Medium ist, formatiert ihre medientechnische Basis auch das in ihr statthabende Denken. In diesem Sinne geht die von Neumann'sche Spieltheorie zunächst davon aus, daß jeder Spieler völlig 'rational' in dem Sinne agiert, als er eine Liste von (allen) alternativen Ereignissen aufstellt und er in der Lage ist, eine weitere, unzweideutige Liste ihrer relativen Bewertungsrangfolge anhand von Auszahlungen zu erstellen. Diese Auszahlungen bestimmen die Auszahlungen des Gegenspielers, was die Spieltheorie von der verwandten mathematischen Entscheidungstheorie unterscheidet, die die anderen Spieler und deren Optionen aus ihrer Kalkulation ausschließt. Die ideale Situation der Spieltheorie ist also das Zwei-Personen-Nullsummenspiel, in dem zwei letztlich gleich erbarmungslose wie rationale Gegner kommunikationslos rechnen.

Steve Heims hat drei charakteristische Züge der Spieltheorie kritisch beschrieben, von denen zumindest zwei interessant erscheinen: ihre Insistenz auf einer formal-logischen Struktur und ihre Beziehung zwischen Mitteln und Zwecken. *Erstens* ist sie inkompatibel zu jenem psychologischen und soziologischen Wissen, das darauf hindeutet, daß Entscheidungen nicht nach einer Berechnung aller Alternativen vorgenommen werden, sondern daß Entscheidungsträger die Komplexität von Verfahren durch Intuition — durch eine Redundanz namens Charakter beispielsweise, aber auch in Hinsicht auf gesellschaftliche Sanktionierung von Verhalten, auf Loyalität, Freundschaft usw. — senken. Das Spiel hat also eine zeitliche Komponente, die von Neumanns Versuch einer automatisierten Bürokratie herauskürzt und die jede Entscheidung oder Strategiewahl hinsichtlich eines Gedächtnisses und einer Verantwortung in die Vergangenheit bzw. in die Zukunft öffnet. *Zweitens* separiert die von Neumann'sche Spieltheorie Mittel und Zwecke. Als Zwecke gelten ihr die begehrtesten (weil höchsten) Auszahlungen, und als Mittel dazu Strategien, die nach ihrer Effizienz gewählt werden, die gewünschten Auszahlungen herbeizuführen. Diese Trennung verfehlt nicht nur mögliche *spin-off*-Effekte, sondern allgemeiner auch die basale Einsicht, daß die Mittel (oder Medien) die Zwecke bestimmen und generieren. Die Spieltheorie implementiert in diesem Sinne keine Rückkopplung, sie ist ebenso statisch wie die Gefangenen ihres berühmtesten Beispiels kommunikationslos. Besonders im Hinblick auf die Kybernetik könnte man die von Neumann'sche Figur des Spielers also der Wiener'schen Figur des Steuerhelfers gegenüberstellen. Während der rationale Spieler alle möglichen Wege zu seinem Ziel auflistet, valorisiert und dann den Besten auswählt und vollziehen soll, handelt der Steuerhelfer in Rück-

kopplung mit der aktuellen Situation und wird von ihr verändert, während er sie verändert. Schon Ende der 40er Jahre haben daher Norbert Wiener und Gregory Bateson vor einer Anwendung der Spieltheorie auf politische Entscheidungen gewarnt:

»The theory may be 'static' within itself, but its use propagates changes, and I suspect that the long term changes so propagated are in a paranoid direction and odious. I am thinking not only of the propagation of the premises of distrust which are built into the von Neumann model *ex hypothesi*, but also of the more abstract premise that human nature is unchangeable. This premise [...] is the reflection or corollary of the fact that the original theory was set up only to describe games in which the rules are unchanging and the psychological characters of the players are fixed *ex hypothesi*. I know as an anthropologist that the 'rules' of the cultural game are not constant; that the psychology of the players is not fixed; and even that the psychology can be at times out of step with the rules.«¹⁸⁹

Ein Jahrzehnt später¹⁹⁰ wies Wiener — nicht zuletzt im Umfeld antikommunistischer Hysterie, in der sich die Bateson'sche Diagnose der Paranoia inzwischen erfüllt hatte — nochmals auf die Lücke hin, daß selbst ein rationaler Spieler erhebliche Vorteile aus der Kenntnis des Charakters seines Opponenten ziehen könnte. Historisch hätten sich die besten Entscheidungen oft als diejenigen erwiesen, die sich nicht auf das Nullsummen verlassen haben, sondern als diejenigen, die auf den Eigenheiten, Beschränkungen und bisherigen Erfahrungen des Gegners basierten und ihn nicht als Ebenbild eigener Rationalität verrechneten. Darüber hinaus kritisierte Wiener, daß sich beispielsweise Kriege auf mehreren Ebenen abspielen, zwischen denen steuerungstechnische Kommunikation und damit Rückkopplung besteht. Entgegen der Spieltheorie, die eine Homogenisierung des Entscheidungsraumes anstrebe, sei zu beobachten, daß Empfehlungen oder Berechnungsverfahren auf einer Ebene denen auf einer anderen widersprechen können, daß das, was auf einer Ebene als maximale Auszahlung erscheint, auf einer anderen Ebene zu größeren Verlusten führen kann.

In dem Maße jedoch, in dem Ökonomie und Soziologie auf kybernetische Modelle setzten und sich Ernüchterung über die Möglichkeiten der Spieltheorie einstellte, wurden die strategischen Analysten zu enthusiastischen

189 Bateson zit. nach Heims 307f. »Perhaps the most damaging effect of game theory in the hands of RAND was the paranoid bias it introduced into the modeling of an enemy's psyche« (Andrew Yale Glikman, *The Rhetoric of Stochastic Politics & Deadly Calculations*, 1988 [ccwf.cc.utexas.edu/~glik/deadcalc/DeadlyCalculations.html])

190 In seiner Rede »Some Moral and Technical Consequences of Automation« am 27.12.1959.

Nutzern. Schon ein leicht verschobener Blick auf die 'Urpflanze' der Spieltheorie, die *payoff*-Matrix des Gefangenendilemmas, mag andeuten warum:

	abrüsten	aufrüsten
abrüsten	5 / 5	-10 / 10
aufrüsten	10 / -10	-5 / -5

Dergestalt als Rüstungsspirale beschriftet, wird deutlich, daß ein fehlender Kommunikationskanal zwischen den Gefangenen eine Abrüstung verhindert, die eine bestmögliche Verteilung für beide Seiten in Aussicht stellen würde. Weil aber beide Spieler gleichermaßen auf eine maximale Auszahlung bedacht sind, müssen sie von ihrem jeweiligen Gegenüber annehmen, daß dieser eine Strategie wählt, die für ihn selbst eine maximale Auszahlung bedeuten würde, für sie aber einen maximalen Verlust. Die paranoide Grundstruktur der Spieltheorie besteht also darin, die eigene Politik nicht auf die Annahme zu gründen, was die andere Seite mit erfahrungsgemäßer Wahrscheinlichkeit tun wird, sondern beruht auf der Hypothese, daß sie der eigenen Seite das Schlimmste anzutun bestrebt ist, das in ihrer Macht steht. (Und bei ausreichender Propagierung des Modells wird diese Einschätzung wegen mangelnder Kommunikation auch bald und gerne mit Erfahrung vertauscht.) Beide Parteien rüsten folglich auf und verlieren gleichermaßen. Etwas dramatischer nennt sich dieses Spiel »Chicken«, besteht darin, daß beide Spieler mit Autos auf einen Abgrund zurasen und wurde nicht nur mit James Dean unvergeßlich in Szene gesetzt, sondern war auch das Lieblingsbeispiel Herman Kahns für die bei *RAND* und ausgehend von ihm und Thomas Schelling entwickelte Abschreckungstheorie:

	kooperieren	verweigern
kooperieren	1 / 1	-10 / 10
verweigern	10 / -10	-100 / -100

Der Unterschied zum Gefangenendilemma liegt darin, daß die Strafe für beiderseitiges Nichtkooperation erheblich höher ist als die Auszahlung für einseitige. Blau muß folglich Rot von seiner Absicht nicht zu kooperieren überzeugen, damit Rot aus Angst auf Kooperationskurs einlenkt und umgekehrt. Trotz oder wegen der völlig transparenten Rationalität ist die Bewegung hin zum Abgrund beiderseitiger Nichtkooperation wegen der verminderten Gewinnchancen bei beiderseitiger Kooperation noch erheblich stärker als im Gefangenendilemma.

Thomas Schelling, in der Zeit des steilen Aufstiegs von *RAND* seit 1946 einer ihrer maßgeblichen Denker, betrachtete »his subject strictly within the

field of game theory«,¹⁹¹ und der *Fourth Annual Report* von 1950 konstatiert dementsprechend:

»[In] the analysis of systems for strategic bombardement, air defense, air supply, or psychological warfare, pertinent information developed or adapted through survey, study or research by RAND is integrated into models, largely by means of mathematical methods and techniques [...] In this general area of research [...] *the guiding philosophy is supplied by the von Neumann-Morgenstern mathematical theory of games.*«¹⁹²

RAND, für die von Neumann auch als Berater tätig war, avancierte damit zum Hauptquartier für die Verbreitung und Anwendung der Spieltheorie.¹⁹³ Diese Akzeptanz von oberster Stelle reflektiert nicht nur, wie hilfreich sie politisch war, die Angelegenheiten des Staates 'wissenschaftlich' erscheinen zu lassen. Die Verbreitung der von Neumann'schen Spieltheorie charakterisiert gewissermaßen die Eisenhower-Administration und ihr Denken in Fronten von *us* und *them*, das Streben nach mechanischer und depersonalisierter Entscheidung, der Hang zu simplistischen Modellen von Zweckhaftigkeit, die Überschätzung der Effektivität und einen unkritischen Konservatismus gegenüber bestehenden Institutionen. Der Kalte Krieg als dauerhafte Einrichtung zur Vermeidung eines heißen führte Herman Kahn 1960 zu seinem bekannten Ausspruch: »War is a terrible thing, but so is peace. The difference seems to be a quantitative one of degree and standards«,¹⁹⁴ und die Spieltheorie erwies sich als probates Medium, unendliche Berechnungen durchzuführen, deren Ergebnisse jedoch — anders als in den bisherigen Kriegsspielen — niemals an Realdaten überprüfbar sein würden. Der Erfolg der Kalkulation von Erst- und Zweitschlägen lag gerade darin, daß sie sich nicht am Ernstfall erweisen durften, und der Erfolg der Spieltheorie folglich darin, ebenso hypothetisch zu sein wie der Krieg selbst, den sie permanent prozessierte.

191 Heims, S. 320.

192 Zit. nach Fred Kaplan, *The Wizards of Armageddon*, 2. Aufl. Stanford 1991, S. 91 (Hervorhebung von mir); vgl. Gregg Herken, *Counsels of War*, New York 1985, Kapitel 18 und 19; ferner John McDonald, *Strategy in Poker, Business and War*, New York 1950.

193 Zu Neumanns verschiedenen Beratertätigkeiten auch Apray, Kapitel 9.

194 Herman Kahn, *On Thermonuclear War. Three Lectures and Several Suggestions*, Princeton 1961, S. 228. Der Clausewitz-Leser Kahn (Übersetzung: *On War*) sprach damit nur (provokant inszeniert) über das Alltagsgeschäft von RAND, und seine (von Kubrick nach Interviews mit Kahn und Schelling in Szene gesetzte) *Doomsday Machine* faßte nur die Auszahlung von -100 der *Chicken-Matrix* ins *science-fiction*-Bild. Kahns Provokation bestand (abgesehen von jedem Zynismus) vielleicht darin, das öffentlich auszusprechen, was nach Richard Specht (RAND) in den 50ern noch unter die Zertifizierung BBRSC (»burn before reading and shoot the courier«) fiel (Specht, S. 14).

7. Die sechziger Jahre

»The total nuclear exchange is very easy to computerize. We can, and generally do, use computers.«
Wilson, S. 124

Vietnam

Harry Summers kolportiert einen aufschlußreichen Witz aus den späten 60er Jahren, der recht genau die Computerspiel-Probleme beschreibt, die der ausgebrochene Vietnamkrieg als lokaler, heißer Guerillakrieg im Gegensatz zum globalen, dauernd aufgeschobenen Kalten Krieg offensichtlich machte:

»When the Nixon Administration took over in 1969 all the data on North Vietnam and the United States was fed into a Pentagon computer — population, gross national product, manufacturing capability, number of tanks, ships, and aircraft, size of the armed forces [...]

The computer was then asked, 'When will we win?'

It took only a moment to give the answer: 'You won in 1964!'¹⁹⁵

Tatsächlich wurde bei *ARPA*, einem der führenden Auftraggeber für Computerspiele, schon 1964 auffällig, daß der Vietnamkrieg nicht den Vorhersagen der benutzten Modelle folgte, und man beauftragte *Abt Associates* mit der Entwicklung eines Computerspiels, das »major aspects of internal revolutionary conflict« und »counter insurgency« simulieren sollte.¹⁹⁶ Eine interessante Marginalie ist, daß gleichzeitig mit der spieltechnischen Modellierung des 'Konflikts' in Vietnam auch die von ihm induzierten Konflikte nicht nur im Heimatland USA — die ja die von Neumann'sche universale Rationalität verhöhnten — zum Spiel wurden. James F. Dunnigan, Präsident von *SPI (Simulations Publications, Inc.)*, die hunderte kommerzieller Kriegsspiele verlegten, begann seine Karriere 1967 bei *Avalon Hill* (dem Verlag den Roberts zum Vertrieb von *Tactics* gegründet hatte) und arbeitete 1968 unter dem kaum jugendfreien Arbeitstitel *Up against the Wall, Motherfucker!* an einem Spiel über die Studentenunruhen an der *Columbia University*, deren ehemaliger Rektor Eisenhower hieß. Das leider nie erschienene Spiel hätte unter Organisatoren von De-Eskalation sicher zahlreiche Freunde gefunden, denn eine scharfe Grenze zwischen dem Ernst staatsgewaltlicher oder militärischer Applikation und der Folgenlosigkeit privater Unterhaltung ist kaum auszumachen. Ein weiteres kommerzielles Spiel Dunnigans über Indochina wurde um 1972 von US-Militärs für eine fiktive Krisensituation in Thailand benutzt, indem man einfach die Daten austauschte, Berechnungsverfahren und Spielmittel jedoch beibehielt. *Firefight*, ein anderes Spiel des gleichen Autors, erschien 1974 zuerst als *US Army Training Device* zur Ausbildung von Platoon-Führern, basierte auf den aktuellen Waffenspezifikationen und offiziellen taktischen Richtlinien und wurde wenig später unverändert kommerzialisiert. Angemessenerweise

195 Harry G. Summers, *On Strategy. A Critical Analysis of the Vietnam War*, Carlisle Barracks (Army War College) 1981, zit. nach Allen, S. 140.

196 Dazu Wilson, Kapitel 9, hier S. 142; Hausrath, Kapitel 9.

beendete Dunnigan seine Karriere nach dem Konkurs von *SPI* als Berater des *Department of Defense*.¹⁹⁷

Doch was ist das Problem des Vietnamkrieges und welche neuen Verfahren produziert er für die Computerspiele? Anders als beim globalen nuklearen Schlagabtausch, der relativ leicht in Neumann'schen Begriffen programmierbar ist, spielen in einem Guerillakrieg schwerer quantifizierbare Faktoren wie Einfallsreichtum, Loyalität, Sabotage, psychologische Kriegführung usw., aber auch politisches Ansehen und Unterstützung im In- und Ausland eine entscheidende Rolle. Die von Bernard Fall, dem »No. 1 pessimist about U.S. victory«¹⁹⁸, dafür aufgestellte Formel lautete (in Anlehnung an Gabriel Bonnetts Indochina-Erfahrung): $RW = G + P$, also *Revolutionary Warfare* = *Guerilla methods* + *Psychological-political operations*.¹⁹⁹ Alfred Blumstein vom *Institute of Defense Analysis* beschrieb (bezogen auf den aktuellen Anlaß Vietnam) den Guerillakrieg mit der Gleichung $TT + TG = TN$.²⁰⁰ Dabei bezeichnet *TT* drei Arten der Autarkie (»self sufficiency« in ideologischer, logistischer und technologischer Hinsicht), *TG* drei Faktoren für Bereitschaft (»personal vigilance« in Form von Gesundheit, »conduct and behavior« und »creative initiative«) und *TN* drei Persönlichkeitsparameter (»respect of person«, »community destruction (recognition)« und »collective rise (station, position)«). Damit stellen sich nicht nur ganz neue Fragen nach den relevanten Wissensfeldern und ihrer Quantifizierung, sondern auch — vor allem durch die »Personalisierung« — das Problem nach den Agenten der Kriegshandlungen, also nach dem, was die Spieltheorie bei *RAND* in von Neumann'scher Tradition vernachlässigt hatte. Wie mißt man ideologische Heimatgefühle? Wie lassen sich logistische Kompetenz, kulturelle Prägung und Kreativität modellieren? Bezeichnet der von Neumann'sche Egoismus tatsächlich die universale Strategie aller Spieler, die Formel nach der sich Ereignisse Akteuren zuschreiben lassen? Diese und andere Fragen des Vietnamkrieges an das Computerspiel lassen sich vielleicht zu drei Problemen zusammenfassen, die für die Geschichte der Spiele in den 60er Jahren relevant sind und ein viertes Problem implizieren.

Erstens bedarf es der Integration mehrerer Spiele (und damit zahlreicher, wenn nicht sogar aller denkbaren Wissensfelder), um eine Situation adäquat zu modellieren, in der Politik, Wirtschaft, Technologie, aber auch Psychologie, Kultur, Geschichte usw. ineinandergreifen und nicht nur Linearitäten,

197 Unter anderem für die *Operation Desert Storm*. Der Beginn der Heimcomputer-Ära bescherte diesem Zweig der Spiele-Industrie eine größere Krise, weil der Computer nicht nur einen *single-player*-Modus bot, sondern auch den hohen rechnerischen Verwaltungsaufwand drastisch reduzierte.

198 Hausrath, S. 246.

199 Bernard Fall, *The Two Vietnams. A Political and Military Analysis*, 2. Aufl. New York 1967; Gabriel Bonnett, *Les Guerres Insurrectionnelles et Revolutionnaires*, Paris 1958.

200 Alfred Blumstein, »Strategic Models of Counterinsurgency«, in: *Proceedings of the 13th MORS Conference*, Washington 1964, S. 164-168.

sondern auch Singularitäten und Emergenzphänomene produzieren. Die Planung einer 'besten Welt' (und sei sie auch so klein wie Vietnam) erfordert es, eine geradezu unüberschaubare Anzahl von Faktoren zwecks Modellbildung zu evaluieren, sie in einen Zusammenhang zu bringen und sie zu einem Funktionsablauf zu verzahnen, also sie in ein Programm zu gießen. Die bisher noch weitgehend getrennten Spiele auf taktischer oder strategischer, auf sozialer oder logistischer, auf militärischer oder politischer Ebene bedurften also gewissermaßen eines vereinenden, eines koordinierenden und valorisierenden, kurz: eines verwaltenden und regulierenden Meta-Spiels. Zur Ermöglichung dieser transversalen Steuerung wäre nicht zuletzt eine Konvertierbarkeit oder Kompatibilität der einzelnen Spiele erforderlich, für die sich der in den 60ern gerade erst als universale Maschine realisierte und für verschiedenste Aufgaben erprobte Computer (vgl. Kapitel I) anbot. Dieses kybernetische Ensemble oder Zusammenspiel läßt sich *zweitens* — und dies dürfte ein interessanter Punkt sein — am geeignetsten auf der Basis von Agenten bewerkstelligen (vgl. Kapitel II), die wiederum die Verfahren linearer Programmierung vor solche Probleme stellen, die angemessen nur durch objektorientierte Programmierung zu lösen sind. Die Probleme eines Netzwerks interdependenter Modelle und die Vermehrung der Datenklassen forderten also eine rationelle Beschreibungssprache für Simulationen. Die Begründung eines *object oriented programming* mit *Simula* und *Simscrip*t (für professionelle Anwendungen) und später *Smalltalk* (als Demokratisierungsutopie einer Programmierermacht für jedermann) könnte sich also im Rückblick als doppelgesichtiges Resultat der Berechnungsprobleme des Vietnamkriegs erweisen. *Drittens* scheint der Vietnamkrieg ein Anlaß zu Kritik und Erweiterung der von Neumann'schen Spieltheorie. Das Gedächtnis der Spieler erweist sich als nicht irrelevant, und Kooperation scheint sich manchmal doch mehr auszuzahlen als voreilige Gewinnmaximierung, so daß beispielsweise eine 'Historisierung', eine Öffnung der Spieltheorie zu vergangenen wie zukünftigen Zügen notwendig erscheint. Vor allem aus den ersten beiden Problemen ergibt sich darüberhinaus ein *viertes*, nämlich das der Verwaltung und Visualisierung einer rapide ansteigenden Datenmenge. Für die Unmengen von Daten, die schon innerhalb der einzelnen Modelle schwierig zu beherrschen waren, bedurfte es angesichts ihrer Integration und Interdependenz neuer Techniken der Dateneingabe und -aufbereitung, also einer Neugestaltung des Ortes, an dem sich das Zusammenspiel von Spieler und Spiel ereignet.

Integration

Bei den Versuchen, Gleichungen wie die Blumensteins in sog. »Guerilla-Modellen« zu implementieren, lassen sich zwei Ansätze unterscheiden: Zum einen die Adaption von vorhandenen (Kriegs)Spielen, zum anderen die Entwicklung originärer Spiele, die in den kybernetikbegeisterten 60ern vornehmlich Computerspiele sind. Für die Adaption seien hier als prominenteste Bei-

spiele *TACSPIEL* und *THEATERSPIEL*, für die Neuentwicklung *AGILE* und *TEMPER* erwähnt.²⁰¹

THEATERSPIEL und *TACSPIEL* waren einander ergänzende Entwicklungen des *Operations Research Office* aus den 50er Jahren. Was im einen Spiel auf strategischer Ebene gespielt wurde, war im anderen in taktische Einzelspiele auflösbar, oder umgekehrt: was sich in vielen kurzen, taktischen Spielen an Daten ergab, konnte auf Theaterebene aufgehoben und weiterverarbeitet werden. Wenngleich der Begriff Modularität vielleicht zu euphemistisch scheint, so gab es doch immerhin schon eine Form der Rückkopplung zwischen zwei Ebenen, wie sie McCarthy durch seine Diversifizierung der Spiele angedeutet und Norbert Wiener in seiner Kritik der Spieltheorie gefordert hatte. In den 60er Jahren fand nun tatsächlich eine Modularisierung zum sogenannten *THEATERSPIEL Cold War Model* statt, im Zuge derer (und angesichts der aktuellen Probleme) auch die taktischen Routinen zu einem *TACSPIEL Guerilla Model* umgeschrieben wurden. Man entwickelte und modifizierte die vorhandenen »intelligence model«, »military model« und »logistics model« und fügte neue »nonmilitary«-Modelle für ökonomische, politische, psychologische und soziologische Aspekte hinzu.²⁰² Das Entscheidende ist jedoch das Steuer-Modul, das diese verschiedenen Sub-Modelle zu evaluieren hat, das also bei jedem Spielzug deren Werte abfragt, sie gewichtet, mit den »political objectives« abgleicht und über den nächsten Zug entscheidet. Damit stellte sich nicht nur die Frage nach einer übergeordneten, die Einzelhandlungen organisierenden und durchziehenden Rationalität (also die Frage nach dem Spieler im von Neumann'schen Sinn). Zugleich stellt sich auch aufgrund der Anfragen der Einzelmodule, die ja aus den Planquadraten auf *TACSPIEL*-Ebene resultieren, ein Bewertungsproblem von Zügen, das dem des Schachspiels verwandt ist, an dem sich ja die »Intelligenz« von spielenden Computern erweisen soll. Vietnam wurde folglich, um es spielbar zu machen, in ein diskretes Raster von Parzellen zerlegt, von denen jede durch eine Tabelle numerischer Werte beschrieben werden kann. Aus diesen zahlreichen Einzelwerten ergibt sich eine zusammenfassende Beschreibung jedes Feldes als eines homogenen, das eindeutig charakterisierbar ist als BB, BS, BA, BC und NN bzw. RC, RA, RS, RB.²⁰³ Ziel des Spiels ist es nun einfach, aus R-Feldern B-Felder zu machen, was aber angesichts der Parameter, die über R und B entscheiden, nicht mehr unter der schlichten Devise von »find, fix, fight, and finish« erfolgen kann. Vielmehr muß es nun darum gehen, die Unterstützung der Bevölkerung einer bestimmten Region zu gewinnen, also deren Sicherheit zu gewährleisten und zugleich deren ökonomische und soziale Entwicklung zu

201 Dazu einführend Allen, Kapitel 9; Wilson, Kapitel 9.

202 Billy L. Himes / Dino G. Pappas / Horace H. Figuers, *An Experimental Cold War Model. THEATERSPIEL's Fourth Research Game*, RAC-TP-120, 1964.

203 BB (oder »both blue«) bedeutet von Blau bewaffnet und Blau unterstützend; BS Blau unterstützend; BA von Blau bewaffnet; BC von Blau kontrolliert; NN neutral und entsprechend für Rot.

steuern. Die Front liegt damit gewissermaßen im Dschungeldickicht politischer und wirtschaftlicher Kontrolle über einzelne Spielfelder und damit im Ringen um die Loyalität einzelner Bevölkerungszentren. Zu den entscheidenden Faktoren gehört beispielsweise, wieviel nichtmilitärisches Personal an welchen Orten sein kann, um Sympathien zu gewinnen — seien es Zahnärzte, Schulgründer oder Ausbilder. Das Maß der Sympathie bemißt sich dann beispielsweise an der Zahl der versorgten Kriegswaisen, der Menge von verarzten Patienten, den Kilometern gebauter oder reparierter Straßen und Brücken oder auch an der Stundenzahl gesendeter Radiopropaganda. Diese Verarbeitung der Einzelfelder erfolgte im *TACSPIEL Guerilla Model*, das (in der Tradition des rigiden Kriegsspiels) durch ein algorithmisches Regelwerk von ca. 460 Seiten beschrieben ist und in kleinem Maßstab (1-1/4 km² Auflösung) und hoher Geschwindigkeit (30-Minuten-Intervalle) gespielt wurde. Dabei oblag die Entscheidung, welche Spielfelder entscheidend sind (im Jargon: »strategic hamlets«) der *THEATERSPIEL*-Ebene,²⁰⁴ die dann die Ressourcen-Werte an die verarbeitenden *TACSPIEL*-Subroutinen übergab. Diese verarbeiteten selbstverständlich nicht nur die üblichen Gefechtsparameter und die neu hinzugekommenen Sympathiepunkte, sondern verhandelten auch (und ebenfalls erstmals) verschiedene Formen von Terrorismus und Truppenmoral nicht durch Zufallsgeneratoren, sondern durch Quantifizierung psychologischer Kriegführung. Vietnam wurde also nebenbei (an die Ardennen-Anekdote erinnernd) zu einem Testfeld von Sozialingenieuren, die Realdaten vom laufenden Kriegsgeschehen abzogen, zu Modellen verarbeiteten und die daraus gerechneten Werte unter den Versuchsbedingungen des realen Kriegsgeschehens zurückspielten und überprüften. Vietnam war auch ein Experiment zur Entwicklung besserer Computerspiele. So führten beispielsweise *RAND*-Angestellte für eine Studie dieser Art 850 Interviews mit gefangenen Vietcong, die bis in deren (Alp-)Träume vordrangen.²⁰⁵ Zum »upgrading or downgrading« der Effektivität des Gegners auf einem Spielfeld rechnete *TACSPIEL* daher mit Attentaten auf Zivilisten, auf Bürgermeister, Verwaltungsbeamte, Lehrer und Ärzte, mit dem Niederbrennen unbewaffneter Dörfer, Vernichtung von Lebensmittelvorräten, mit der Sabotage von Transport- und Informationsnetzen, mit Entführung und Folter.

Gleichwohl die Kombination *THEATERSPIEL/TACSPIEL* (zumindest auf taktischer Ebene) vollständig quantifizierbar und algorithmisch organisiert war, wurde sie nicht auf Computern implementiert. Vielmehr liefen beide

204 Die Ermittlung besorgte übrigens ein eigenes »hamlet evaluation system«.

205 Angeblich träumt man in Vietnam selten von Sex, dafür aber häufig von »aggressive social interaction«. Vgl. W.P. Davison / J.J. Zasloff, *A Profile of Viet Cong Cadres*, Santa Monica 1966 (RAND RM 4983-ISA/ARPA); Frank H. Denton, *Some Effects of Military Operations on Viet Cong Attitudes*, Santa Monica 1966 (RAND RM 49 66-ISA/ARPA); Michael R. Pearca, *Evolution of a Vietnamese Village. Part I: The Present, After Eight Month of Pacification*, Santa Monica 1965 (RAND RM 4552-ARPA).

Spiele mit kaum vorstellbarem Verwaltungs- und Rechenaufwand auf manueller Papierbasis. Die *JWGA* setzte daher — auch unter der Direktive von McNamaras *high-tech*-Begeisterung — nicht auf diese Adaptionen älterer Spiele, sondern auf ambitionierte, originäre Computerspiel-Lösungen, die auf taktischer Ebene beispielsweise *AGILE-COIN*, auf strategischer *TEMPER* hießen.

Ziel der Entwicklung von *AGILE* war es, ein einzelnes Spielfeld als Dorf («village») zu modellieren und die erforderlichen Parameter und Algorithmen bereitzustellen, die die Kontrollbedingungen und -möglichkeiten eines solchen Dorfes computergerecht beschreiben.²⁰⁶ Nach 20 historischen Fallstudien ermittelte man als Hauptvariablen »information«, »loyalty« und »effective military force« und spielte 15 analoge Testversionen mit Fachberatern des *MIT* und aus Harvard. Im ersten Spiel befanden sich sechs 'Dorfbewohner' in einem Raum und wurden abwechselnd von Regierungsvertetern und Revolutionären besucht. Beide hatten Spielkarten, die Soldaten, Nahrung und Ernteversprechen repräsentierten, um nach amerikanischem Brauch »hearts and minds« der Dorfbewohner zu gewinnen. Ziel der 'Vertreter'²⁰⁷ war es, vier von sechs Dorfbewohnen über drei Spielzüge loyal zu halten, also erfolgreich von ihnen 'validiert' zu werden. Schon das zweite Spiel führte terroristische Akte ein, verteilte die Parteien auf angrenzende Räume und modellierte ein Nachrichtensystem. Erfolg bemaß sich nun auf Seiten der Aufständischen daran, 40% der Bevölkerung über drei Züge loyal zu halten und damit zugleich die eigene Stärke um 20% zu erhöhen, wohingegen die Regierung um zu gewinnen 20% Aufständische auf ihre Seite ziehen und also 80% der Bevölkerung loyal halten mußte. Das dritte Spiel (um diese Aufzählung abubrechen) führte eine Zeitverzögerung ein, um die Bedenkzeit der Bevölkerung abzubilden und installierte eine Dorfverwaltung, deren Vertreter natürlich einem Anschlag zum Opfer fallen kann, bestochen werden kann usw. Nach dem fünfzehnten Spiel waren hunderte von Faktoren und Interdependenzen erspielt,²⁰⁸ und man war soweit, die Ergebnisse in *flowcharts* transkribieren zu können.²⁰⁹ Das Interessante ist, daß sich bei *AGILE* — und gleichzeitig den für Action-Spielen erwähnten Studien — ein Konzept spielerischer Interaktivität zwischen Computer und Benutzer / Spieler herausbildet und damit die Frage nach einem Interface virulent wird.

206 Der Auftraggeber *ARPA* gab wenig später ebenfalls eine Datenerhebung am Kriegsschauplatz in Auftrag (Simulmatics Corporation, *A Socio-Psychological Study of Regional/Popular Forces in Vietnam*, Final Report, September 1967).

207 Im Jargon der frühen *SIMULA*-Entwürfe könnte man von »Kunden« sprechen, die sich an »Stationen« anstellen um einen *service-part* zu erledigen (vgl. S. 238f.).

208 ... wobei man nicht einmal vergessen hatte, sich selbst ins Dorf einzuarbeiten, nämlich in Form von soziologischen Umfragen, deren Ergebnisse auf die Stimmung im Dorf rückwirken.

209 Die analogen Vorstufen wurden dann für das »counterinsurgency-trainings« innerhalb der militärischen Ausbildung weiterverwendet (Abt Associates, Inc., *Counter-Insurgency Game Design Feasibility and Evaluation Study*, 1965).

Die handbetriebenen Spiele beispielsweise spielten sich meist in mehreren getrennten Räumen ab, und je nachdem ob und wie Kommunikation als Modellierungsproblem betrachtet wurde, führten die Spielerteams abwechselnd ihre Züge aus und teilten sie — durch einen ‘Vertrauten’, ein *control team* oder auch einen Computer prozessiert — dem jeweils anderen Spielerteam mit. Oder beide Spielerteams trafen ihre Entscheidungen parallel und übergaben die Werte einer zentralen Instanz. In diesem Fall wurden dann die Eingaben gegeneinander verrechnet und im gemeinsamen Ergebnis dargestellt. Damit die Spielerteams über die Entscheidungen des Gegners informiert sind, wurden diese beispielsweise auf zwei Folien aufgetragen, die dann übereinander in beide Räume projiziert wurden oder konnten in einem zentralen Raum von beiden Teams begutachtet werden. Auf den in Reißwitz’scher Tradition meist verwendeten, maßstabsgetreuen Terrainmodellen konnten die Figuren ebenfalls nach beiden Verfahren bewegt werden. Das dreidimensionale, farbige Display dieser Tische, ergänzt durch Karten an den Wänden und normalerweise bevölkert von mehreren tausend Figuren findet sich zwar in perfekter Mimesis auf heutigen Bildschirmen wieder, war aber für die gerade erst entstehende Computergrafik der 60er Jahre und die arbeitswissenschaftliche Erforschung der Interaktion mit Bildschirmen eine völlig utopische Aufgabe.

Die Computerspiele hingegen waren bestimmt durch eine ebenso zeit- wie kostenintensive Logistik von Programmierung und Auswertung, in der die eigentliche Prozessierungszeit kaum eine Rolle spielte. Die Entwicklung der Programme dauerte Monate, manchmal sogar Jahre, und die Auswertung der Daten beschäftigte die Analysten ebenso lange. Die Rechenzeit, die oft nur wenigen Minuten oder Stunden betrug, ließ während des Programmvollzugs keine Benutzereingriffe zu und sonderte lediglich nach ihrem Ende endlose Zahlenkolonnen ab. Schon deshalb war Gamows Ansatz der Iteration eine insofern computergerechte Lösung, als sie die Programmierungszeit senkte, aber den Rechendurchsatz drastisch erhöhte.

Die dritte und wohl prominenteste Visualisierungslösung für die Spiele der 60er Jahre waren die später in unzähligen Filmen mythisierten Großdisplays der Kommandozentralen. Der monumentale *Navy Electronic War Simulator (NEWS)* am *US Naval War College* in Newport beispielsweise arbeitete mit einem illuminierten Screen, auf den die Spielsymbole projiziert wurden. Ein »weapon/damage-computer« pflegte die Berechnungstabellen und protokollierte. *NEWS* konnte maximal 48 Objekte (Schiffe oder Flugzeuge) kontrollieren und darstellen, die über 20 Kommandoräume gesteuert wurden und verfügte über einen Zufallsgenerator, der Waffenfehlfunktionen und die Unzuverlässigkeit von Radar- oder Sonarsignalen einspielen konnte. Seitlich des zentralen Bildschirms waren der Zustand jedes Schiffes oder Flugzeuges, Kurs und Flughöhe und Zustand der Bewaffnung ablesbar. Die Projektion konnte zudem vier diskrete Vergrößerungsstufen (40-4.000 Seemeilen im Quadrat), und die Verarbeitung der Bewegungsdaten durch einen Computer erlaubte

eine Zeitachsenmanipulation (5, 10, 20 und 40-fache Beschleunigung, aber auch Standbild und — dank der Protokollierung — Rückwärtslauf). *NEWS* folgte also dem Dispositiv der Radarbildschirme, die seit *Whirlwind* bewegte Bildpunkte und alphanumerische Ausgaben in einem Display vereinten. Er überlagert — dem Prinzip der Folien folgend — gewissermaßen mehrere Radarbildschirme. Daß dies auf der Basis von Lichtbildprojektion und Balkendiagrammen aus Glühbirnen geschieht, bedeutet in diesem Zusammenhang weniger als die Tatsache, daß in dieser Visualisierungsform nur bestimmte Dinge darstellbar sind. *NEWS* wurde nicht wegen seiner Störanfälligkeit, sondern vor allem wegen seiner limitierten Darstellungsmöglichkeiten Ende der 60er Jahre allmählich außer Betrieb genommen und durch die universal ansteuerbaren und gerade arbeitswissenschaftlich evaluierten Computerbildschirme ersetzt.²¹⁰ Man könnte diesen hybriden Verbund aus getrennten Techniken für Bild, Schrift und Zahl daher vielleicht mit Morton Heiligs *Sensorama* oder den großen Flugsimulatoren vergleichen (vgl. S. 65f. bzw. S. 52ff.), bei denen es sich ebenfalls um eine hochentwickelte analoge Darstellungsarchitekturen handelte, deren Bestandteile später zu Computergrafik homogenisiert wurden.

Betrachtet man diese drei Dispositive — Folien und Sandkästen, nachträgliche alphanumerische Daten, Radarbildschirme — so werden die Probleme sichtbar, die bei einem Computerprogramm wie *AGILE* bezüglich der möglichst effektiven (und das heißt: interaktiven) Steuerung von Loyalität, Information und Gefecht entstehen. Die Lösung bestand in einer kommandozeilen-orientierten Befehlssprache, die beispielsweise folgende Kommandos ermöglicht:

BSIZR (Insurg) = 50

meant: »The insurgents have a force of 50 men.«

BSIZTV (Insurg-3, Insurg) = 70

meant: »The insurgents tell Village 3 that they have 70 men.«

VSIZPB (3, Insurg) = 70

meant: »Village 3, a pro-insurgent village, believes the insurgents.«

VSIZTV (3, 7, Insurg) = 80

meant: »Wanting to help the insurgents, Village 3 transmits an exaggerated report of their strength to Village 7.«

VSIZPB (7, Insurg) = 55

meant: »Village 7, a pro-government village, places little faith in Village 3's report.«

VSIZTB (7-Gov, Insurg) = 55

meant: »Village 7 gives the government its estimate of insurgent strength.«

BSIZPB (Gov, Insurg) = 52

meant: »The Government discounts Village 7's estimate slightly.«²¹¹

210 Brewer / Shubik, S. 118-125.

211 Die Befehle selbst sind zusammengesetzt: B und V meinen »belligerent« bzw. »village«; SIZ bedeutet »size«; R, P und T beziehen sich auf den Zustand der Information (»real«, »perceived«, »transmitted«); vgl. Wilson, S. 148.

Was Wilson noch unsicher als »socratic dialogue« mit dem Computer bezeichnet, erscheint als Rückkopplung von Spieler und Programm durch das organisierende, formatierende und unhintergehbare Medium einer Benutzeroberfläche und darin (gleichwohl noch textorientiert) als basale Anordnung aller heutigen kommerziellen Strategie-Computerspiele. Hinzu kommt, daß *AGILE* nicht nur die Dorfbevölkerung spielen, sondern auch die Rolle der Regierung oder der Revolutionäre übernehmen konnte, also einen *single-player*-Modus zuließ.

Was *AGILE* auf taktischer Ebene zu implementieren suchte, geschah auf strategischer durch *TEMPER* (*Technological, Economic, Military, Political Evaluation Routine*), einem Unternehmen, das Hausrath zu Recht als »[t]he most ambitious rigid, strategic game project« bezeichnet.²¹² Entworfen bei *Raytheon*, einem der heute noch einflußreichsten Entwickler,²¹³ sollte *TEMPER* auf globaler Ebene die Beziehungen zwischen maximal 39 Staaten und zudem 20 mögliche Konfliktregionen modellieren. *TEMPER* weist (schon durch den leitenden Designer Clark Abt) im Modellierungsansatz zahlreiche Ähnlichkeiten zu *AGILE* auf. Obwohl die Details zu weit führen würden, sei doch angemerkt, daß *TEMPER* Daten von 117 Nationen akkumulierte, die als »actors« auftreten können und deren Beziehungen in sieben Hinsichten modelliert werden (»military, economic, political, scientific, psychological, cultural, ideological«).²¹⁴ Entscheidungen dieser Agenten des Welttheaters werden u.a. gefällt nach »ideal sensing, reality sensing, ideal-to-real-discrepancy measuring, ressource allocating, international and interbloc bargaining, alliance formation, operation and dissolution«. Jede dieser Entscheidungen auf einem der sieben Gebiete hat Rückwirkungen auf die anderen sechs (der Krieg also sowohl auf die Wissenschaft als auch auf die Ökonomie und umgekehrt, usw.), und die Auswirkung jeder Entscheidung auf jedem der Gebiete beeinflußt die Beziehung zu anderen Ländern auf jedem einzelnen Gebiet. Dabei steuerte speziell im militärischen Bereich ein Eskalationsabschätzung-

212 Hausrath, S. 267; vgl. Clark C. Abt, »War Gaming« in: *International Science and Technology*, August 1964, S. 20-37; Morton Gordon, *International Relations Theory in the TEMPER Simulation*, Abt Associates, Inc. 1965.

213 www.raytheon.com.

214 Auch auf das ebenfalls in den 60er Jahren von dem Rüstungslieferanten *McDonnell Douglas* entwickelte *Douglas Threat Analysis Model* soll hier nicht näher eingegangen werden (vgl. einleitend Hausrath, S. 234-242). Es zeichnet sich durch die Modellierung von 135 Nationen aus, die im Bild eines Netzwerkes oder kantengewichteten Graphen über 18.000 möglichen Beziehungskanäle unterhalten, über die politische, ökonomische, militärische oder diplomatische Differenzen kommuniziert werden. Die Hoffnung bestand darin, aus den Flüssen dieses computersimulierbaren Netzwerkes frühzeitig entstehende Krisen ablesen zu können, die in sechs verschiedene Krisentypen münden können, die ein je unterschiedliches Eingreifen eines US-amerikanischen Netzwerkadministrators verlangen.

modul die Aktionen, die von einem kleineren Aufstand in einem Dritte-Welt-Land bis zum »full scale nuclear exchange« reichen konnten.²¹⁵

TEMPER handelt also von dem Anspruch eines enzyklopädischen Wissens, von der Modellierung einer Welt im Weltmaßstab oder (mit Borges) von einer »Karte des Reiches im Maßstab 1:1«. Und die Hoffnung, die sich an ein solcherart vollständiges Wissen von der Welt und eine vollständige Mathematisierung der Verarbeitungsregeln knüpft, besteht bekanntlich darin, zukünftige Weltzustände vorherzusagen. *TEMPER* besaß daher eine manipulierbare Zeitachse, die mit einer Auflösung von einer Woche bis zu zehn Jahre simulierter Zeit in 30-40 Minuten Simulationszeit verarbeiten konnte. Trotz der zahlreichen und teilweise originellen Szenarien, die dadurch generiert wurden, war der Erfolg äußerst beschränkt, nicht zuletzt deshalb, weil Modelle dieser Art als Beratungsinstanzen in die konkrete Politik einbezogen wurden und daher sich selbst zum blinden Fleck hatten. Vornehmlich war es jedoch der Mangel an programmgerechten Daten, der zur Einstellung des Projektes führte, denn für einen effizienten Betrieb wäre es nötig gewesen, die gesamte Welt mit Sekretären zu überziehen, die — ähnlich den Stationen der numerischen Meteorologie — das System ununterbrochen mit aktuell erhobenen Daten aus den verschiedenen Wissensfeldern versorgt hätten.²¹⁶ Dieses Problem der Dateneingabe wiederholt sich als Problem der Datenaufbereitung und -ausgabe. Für die weitere Geschichte der Computerspiele ist daher bemerkenswert, daß die Menge der von *TEMPER* verarbeiteten Daten und regulierten Wechselwirkungen völlig inkommensurabel geworden wäre. *TEMPER* ist nicht nur insofern ein Computerspiel, als die quantitative Geschwindigkeitssteigerung der Datenverarbeitung in eine qualitativ neue Rechenbarkeit umschlägt, sondern auch insofern, als es ohne eine neue Form der Benutzung und Darstellung, der Wissensbearbeitung und -aufbereitung namens Interface inkommensurabel bleibt. »The object is to make a game which could be played as well by two Martians [...] as by the player who has substantive knowledge and experience of the issue involved«, hatte Herman Kahn zehn Jahre zuvor gelegentlich rigider Kriegsspiele geschrieben und damit den Außerirdischen an die Stelle des Taylorschen Gorillas gesetzt.²¹⁷ Anlässlich von *TEMPER* als projektierter Krönung aller rigiden Kriegsspiele hieß dies:

215 Abschätzungen dieser Art wurden übrigens nach dem Gesichtspunkt des »dollar value of daily damage« gewichtet.

216 Was dies schon für ein einziges Land bedeutet, hat Bernhard Siegert zuletzt eindrucksvoll gezeigt (»Perceptual Doosday«, unveröffentlichter Vortrag, Weimar 26.11.1999). Zum Abbruch des Projektes trugen übrigens zwei Gutachten entscheidend bei, von denen das eine (von *Simulmatics Corp.*) das Modell für internationale Beziehungen evaluierte und es mit dem Flug der Gebrüder Wright verglich, das andere (von *Mathematica*) das Konfliktmodell begutachtete und zu einem vernichtenden Urteil kam (vgl. Brewer /Shubik, S. 131-135).

217 Herman Kahn, *War Gaming*, Santa Monica 1954, S. 4.

»The goal was to have a cathode-ray or similar display system which would make it possible for a novice to learn to play in five or ten minutes. 'What we would like some day,' Abt once told an Inter-Agency group on strategic studies, 'is a system with fifteen buttons, five for each of the military political functions. One button might control the variable the user wanted to operate on, another might control the geographic regions, and so on. With a few dials and a map display it might then be possible to represent most of the complexities of the model.'²¹⁸

Seit der Einführung der graphischen Benutzeroberfläche haben kommerzielle Strategiespiele dieses Problem durch die Maus, durch Buttons, Menüs und Schiebepalken gelöst. Im Bild von *TEMPER* besteht ihr Spiel darin, die Daten einzelner Sub-Modelle so zu verändern, daß — je nach Spielvorgabe — Konflikte entweder vermieden oder ausgetragen werden müssen, um einer bestimmten Partei zum Vorteil gereichen. Die Beziehung dieser Modelle untereinander ist jedoch hinter einem Interface verborgen, und die Funktionsweise der künstlichen Welt bleibt dem Spieler somit unzugänglich. Durch die Oberfläche ergibt sich also eine gewissermaßen symmetrische Anordnung von Spieler und einer Steuerungsroutine wie *TEMPER*. Zwischen beiden stehen einzelne Wissensbereiche oder Sub-Modelle (Ernährung, Medizin, Bildung, usw. — je nach Spiel), deren Daten der Spieler manipuliert. Diese Eingaben werden von einem zentralen Programm gegen alle anderen Bereiche abgeglichen und als Zug-Ergebnis an den Spieler zurückgegeben, worauf dieser wiederum Abgleichungen vornimmt. Der Spieler erscheint daher als zweite regelungstechnische Instanz oder — anders gesagt — als Spiegelung eines Programms und damit selbst als Programm. Der Spieler wird zu einer zweiten »Technological, Economic, Military, Political Evaluation Routine«, die eine Welt temperiert.

Diese Metapher liegt schon deshalb nahe, weil sich mit dem historischen *TEMPER* auch der Bogen zur numerischen Meteorologie schließt. Die ökonomischen, politischen und militärischen Datenerhebungen an Meßpunkten, die gleichmäßig über die ganze Welt verteilt sind, wiederholt nur die Messung von Drücken, Feuchtigkeiten und Luftbewegungen in einem Netz von Wetterstationen. Die Rot und Blau markierten Zonen Vietnams erscheinen als in sich homogene Planquadrate wie die roten und weißen Felder Richardsons, die für globale Prognosen durch wenige Werte beschrieben werden können, in sich jedoch rekursive (in einer göberen Auflösung aber vernachlässigbare) Verwirbelungen aufweisen, die durch höher auflösende Routinen wie *AGILE* behandelt werden können. Daß es mehrere Beziehungskanäle zwischen Feldern gibt, entspräche mehrerer Höheebenen der Meteorologie. Ein strategisches Programm wie *TEMPER* mit seinen taktischen Unterprogrammen wiederholt dabei die Funktionsweise des Richardson'schen »computing theatre«: Die Berechnungen der einzelnen Zellen oder Sub-Modelle werden von einer zentralen Steuereinheit zu diskreten Zeitpunkten abgefragt, gewichtet und zu ei-

218 Wilson, S. 157.

nem globalen Bild des Wetters oder eben der ‘Großwetterlage’ verrechnet, das — adäquate Modellierung und entsprechende Rechenleistung vorausgesetzt — Prognosen zuläßt. Sogar die Richardson’sche Echtzeit-Visualisierung auf einer Weltkarte scheint in den Großdisplays verwirklicht. Wie beim Wetter natürlich gilt das besondere Interesse den möglichen Krisengebieten, also den militärischen Wirbelstürmen, den ökonomischen Tiefdruckgebieten oder den putschistischen Gewittern. Nur daß eben, dem prognostischen Anspruch beider Unternehmungen entsprechend, das Wetter sich allenfalls vorhersagen aber nicht verändern läßt, wohingegen sich absehbare Katastrophen anderer Art durch das Eingreifen einer ‘unsichtbaren Hand’ ins Reale abwenden lassen und das Klima wohltemperiert bleibt. Mit *TEMPER* scheint also John von Neumanns Hoffnung auf die Möglichkeit von »weather control« mit (oder auch ohne atomare Macht) zurückzukehren.

Kritik der Spieltheorie

Wie bereits angemerkt, galt seit den frühen 50er Jahren die Spieltheorie als Steuerinstrument eines alltäglich auszubalancierenden ‘Gleichgewichts der Kräfte’.²¹⁹ Schließlich war John von Neumanns Ansatz von 1928 nicht zuletzt eine Gleichgewichtstheorie im physikalischen Sinne eines Ausgleichs zweier oder mehrerer symmetrisch entgegengesetzter Kräfte, zu der er mit dem Zwei-Personen-Nullsummenspiel den Existenzbeweis eines Gleichgewichts für den speziellen Fall einer Gesellschaft von zwei Personen geliefert hatte. Angesichts von Modellen wie *AGILE* oder *TEMPER* wurde jedoch deutlich, welche Tragweite die Wiener’schen und Bateson’schen Vorwürfe von Statik, Paranoia und mangelnder transversaler wie hierarchischer Rückkopplung hatten. Die 60er Jahre brachten daher — und der Vietnamkrieg ist nur einer der Auslöser — zahlreiche Kritiken und Erweiterungen als Rettungsversuche der etablierten Spieltheorie hervor. Diese kamen sowohl von der Seite militärischer Strategen als auch (und häufiger) aus der politischen und ökonomischen Theorie und zeichneten sich vor allem dadurch aus, daß sie verschiedene Neumann’sche Abstraktionen (Ausschluß von Psychologie, Gedächtnis und Kommunikation, Reduktion eines Spiels auf einen Zug usw.) zurückzuweisen suchten, diese zugleich aber wieder mathematisch ‘aufzuheben’ gezwungen waren.²²⁰

Der *RAND*-Stratege Thomas Schelling beispielsweise versuchte, die Spieltheorie durch eine »Koordinationstheorie« zu psychologisieren, die Einschätzungen des Gegners ermöglicht, auch wenn es durch mangelnde Kommunikation keine Information über diesen anderen ‘Gefangenen’ gibt.²²¹

219 *Balance of Power* hieß eines der erfolgreichsten und mehrfach prämierten kommerziellen Computer-Strategiespiele der 80er Jahre, das den Kalten Krieg zu seinem Ende noch einmal ‘als Farce’ in Jugendzimmern und Mittagspausen nachspielbar machte. Ziel des Spiels war es, *nicht* Krieg zu führen und trotzdem zu gewinnen.

220 Auf die Pole »homo oeconomicus«, »homo sociologicus« und »homo ludens« fokussiert bei Julian Nida-Rümelin, »Spielerische Interaktion«, in: *Schöne neue Welten?*, S. 129-140.

221 Thomas Schelling, *The Strategy of Conflict*, Cambridge 1960.

Schelling setzte bei Alltagsbeispielen an, um zu zeigen, daß es bei gleichen Spielern in mehreren strukturell vergleichbaren Spielen sogenannte »prominent solutions« gibt. Das bekannteste Beispiel ist wohl die Verabredung in New York, bei der die Verabredeten weder Zeit noch Ort wissen, aber die meisten Testpersonen den Informationsstand der *Grand Central Station* um 12:00 mittags wählen. Schellings Koordinationstheorie diene also der Ermittlung von Nieder-Entropie-Zonen der Verlässlichkeit, die (im Beispiel) auf New York beschränkt sein mögen, aber ausbaufähig waren zu einer Theorie 'selbstverständlicher Auszahlungen' (»tacit bargaining«), die im Frieden wie in begrenzten Kriegen den politischen Alltag erleichtern. Aus anderen Texten Schellings²²² ist leicht herauszulesen, daß diese Ermittlung kultureller oder lokaler Selbstverständlichkeiten letztlich nur zwei Funktionen hat: das 'touristische' *briefing* der Befehlshaber und die Ermittlung des Nicht-Selbstverständlichen. Beides ist — so Schelling — am besten auf der Basis spielerischer Interaktivität, also als eine Art Edutainment, zu implementieren:

»[P]eople probably learn more about the geography, the distribution of population, the telephone system, the recent history, the political personalities, the diplomatic engagements, the weather, the street layout, the armed forces, the political and ethnic groups, and all the other 'tourist' information about a country, by going through a game of this sort than by any cram course that could be devised for a comparable two or three day period. [...] It would teach him more than he could get by any kind of briefings, lectures, reading program, or other program of self-improvement. [...]

We are little like the people who confront the kids with an intelligence test asking them to add one more number to the sequence of numbers, 2, 4, 8, expecting 16 and getting 4 instead because some kid thought it was log-cyclical and insists that that is the 'obvious' pattern of numbers.«²²³

Schellings *prominent solutions* beschreiben also das, was unter Ausnahmezuständen lokal noch funktioniert und folglich auch ein Ziel darstellt. Obwohl oder weil Schelling ein intimer Kenner der mathematischen Spieltheorie ist, läßt also seine Kritik die universale Rationalität der höchsten Auszahlung unberührt. Sie ist vielmehr ein pädagogisches Plädoyer für ein Spiel, das es ermöglicht, die Auszahlung dadurch zu erhöhen, daß man den unbeschriebenen Gegner kulturell kontextualisiert und rahmt. Schellings Erweiterung der Spieltheorie rückt damit in die Nähe der Agentenkonzepte eines *thinking red*.

Etwas anders liegt der Fall bei Anatol Rapoport, der eine Kritik des Rationalitätsprinzips der Spieltheorie selbst anstrebte.²²⁴ Der einzige Weg die rationale Dichotomie der Spieler zu überwinden, sei die Wiedereinführung von Bewußtsein (»conscience«) in Spiele. Rapoport scheint dabei eine Art Kant'schen Imperativ im Sinn zu haben:

222 Robert Levine / Thomas Schelling / William Jones, *Crisis Games 27 Years Later: Plus c'est déjà vu*, Santa Monica 1991 [1964] (RAND P-7719).

223 Schelling 1991, S. 24ff, 33.

224 Anatol Rapoport, *Strategy and Conscience*, New York 1964.

»The player who chooses [cooperation] does so because he feels it is the proper thing to do. His feels that he ought to behave as he would like the other to behave. He knows that if both behave as he expects, both will benefit. I submit that there are pretty compelling reasons...«²²⁵

Diese Empfehlung durchkreuzt gewissermaßen die strategische Vernunft des Neumann'schen Spielers, die eine unbedingte Nicht-Kooperation empfehlen würde. Um diesen Widerspruch aufzufangen, muß Rapoport das bei von Neumann sorgfältig herauspräparierte einzelne Spiel wieder serialisieren, dadurch historisieren und folglich eine Gedächtnisinstanz auf Seiten der Spieler einführen. In einer Art testamentarischer Verdopplung muß das Gefangenendilemma mindestens zweimal gespielt werden, wobei beide Spiele in einem 'Überspiel' (»supergame«) aufgehoben sind. Dadurch erhöht sich die Zahl der möglichen Strategien: Beispielsweise kann Spieler A im ersten Spiel kooperativ sein und im zweiten Spiel die Strategie des Gegners übernehmen, womit er sich als »just man with an initial reservoir of good will« erweisen würde. Rapoport bezieht sich mit seinen Ausführungen zum prinzipiell guten Willen vor allem auf die von Herman Kahn mit kokettem Zynismus präsentierte Theorie eines ebenso überraschenden wie vernichtenden Erstschlags, der bei seinem Gelingen eine maximale Auszahlung ergeben würde. Gleichwohl er keinen Ausweg findet, der auf Kommunikation verzichten könnte, war Rapoport's Ansatz bedeutsam für weitere Versuche, die Vorteile der spielerischen Kooperation zu beweisen.

Für die entsprechenden Lösungen bedurfte es jedoch der Integration der Verhandlungstheorie, wie sie von dem dänischen Nationalökonom Frederik Zeuthen (und etwa gleichzeitig mit Neumanns Spieltheorie aber ohne Kenntnis derselben) begründet wurde.²²⁶ Zwar behandeln auch von Neumann und Morgenstern den Fall der Koalitionsspiele, aber das Entscheidende, die Kooperation und die dazu nötigen Verhandlungen (sei es in Familien, Firmen, auf dem Marktplatz oder zwischen Staaten) bleibt ausgeklammert. Zeuthens Theorie hingegen hatte genau dieses Problemfeld, das nicht im Territorium des Ethischen liegt, anhand der Führung von Kollektivvertragsverhandlungen zwischen Unternehmen und Gewerkschaften umrissen. Wie schon betont, hatten Institutionen wie *RAND* die Spieltheorie zu einer Zeit begeistert aufgenommen, zu der Ökonomie, Sozial- und Politikwissenschaften schon erhebliche Zweifel äußerten. John F. Nash beispielsweise hatte schon in den 50er Jahren versucht, Verhandlungstheorie und Spieltheorie kompatibel zu

225 Zit. nach Wilson, S. 178; vgl. Anatol Rapoport, »The Use and Misuse of Game Theory«, in: *Scientific American*, 207/1962, S. 108-114, 117f.

226 Frederik Zeuthen, »Economic Warfare«, in: *Problems of Monopoly and Economic Warfare*, 2. Aufl. London 1968, S. 104-135.

machen.²²⁷ Die durch Verwendung des Brouwer'schen Fixpunktsatzes komplizierte mathematische Lösung²²⁸ war jedoch nicht nur abstrakt, sondern auch eingeschränkt auf Verhandlungen, bei denen die Beteiligten vollständig über die Strategien, Wertvorstellungen und den Wissensstand aller Verhandlungspartner unterrichtet sind. Die entscheidende Lösung von John C. Harsanyi (die ihm, Nash und Reinhard Selten mit großer Verspätung den Nobelpreis eintragen sollte) bestand darin, die Strategiewahl der Teilnehmer von unsicherem, nur wahrscheinlichem Wissen abhängig zu machen, Zeuthens Ansatz auf höchstem Niveau zu formalisieren und damit die gesamte Theorie des »freien« aber auch des oligopolistischen Marktes auf Verhandlungstheorie zu reduzieren.²²⁹ Dabei beriefen sich die Kritiker der Spieltheorie und Vertreter einer Wohlfahrtsökonomie darauf, daß die unschönen Ergebnisse des Utilitarismus in dem Moment verschwänden, in dem nicht mehr Einzelhandlungen, sondern Regeln zum Ziel ethischer Entscheidungen gemacht würden. Das Konzept der »rational expectation« folgert daher: »Das gegenseitige Wissen bzw. die öffentliche Erwartung, daß man allgemein geltende Gesellschaftsregeln und nicht Einzelhandlungen zur Richtschnur hat, hat mit notwendiger Sicherheit eine weit höhere soziale Wohlfahrt zur Folge, als wenn jeder auf sich selbst gestellt wäre.«²³⁰ Kooperation bringt also — so die kurze Lehre — mehr als *minimax*-Lösungen. Unter minimal demokratischen Regeln (müßte eine Schlußfolgerung lauten) verwandeln sich also kompetitive Egoisten schon deshalb leicht in kooperierende Altruisten, weil sie dadurch höhere Auszahlungen zu erwarten haben. Und zweitens könnte man unter der Bedingung eines Gedächtnisses folgern, daß die Teilnehmer aus Konflikten lernen und die erfolgreichsten Spieler sich (zumindest bis zum Auftreten einer Regeländerung) vermehren.

Dieser Entwicklungsgedanke firmiert seit den 70er Jahren und John Maynard Smith unter dem Sigel »evolutionäre Spieltheorie« und führt zurück zu den Computerspielen. In einem Bild Sewall Wrights kann die Evolution als Optimierungsaufgabe auf einer »Fitnesslandschaft«, also in Form einer

227 John F. Nash, »The Bargaining Problem«, in: *Econometrica*, 17/1950, S. 155-162; ders., »Two-Person Cooperative Games«, in: *Econometrica*, 21/1953, S. 128-140; vgl. auch R. Axelrod, *The Evolution of Cooperation*, New York 1984.

228 Vgl. John von Neumann »Über ein ökonomisches Gleichungssystem und eine Verallgemeinerung des Brouwerschen Fixpunktsatzes«, in: *Ergänzungen eines Math. Coll.*, Hg. K. Menger, Wien 1937, Bd. 8, S. 73-83.

229 John C. Harsanyi, »Cardinal Welfare, Individualistic Ethics, and Interpersonal Comparisons of Utility«, in: *Journal of Political Economy*, 63/1955, S. 309-316; ders., »Ethics in Terms of Hypothetical Imperatives«, in: *Mind*, 47/1958, S. 305-316; ders., »Approaches to the Bargaining Problem Before and After the Theory of Games«, in: *Econometrica*, 24/1956, S. 144-157; ausformuliert in ders., *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*, Cambridge 1977; John C. Harsanyi / Reinhard Selten, *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*, Cambridge, Mass. 1988.

230 Eckehart Köhler, »John C. Harsanyi als Vollender der Sozialtheorie«, in: Weibel, S. 484-486.

speziellen Kostenfunktion, veranschaulicht werden.²³¹ Dabei würde der Grad der Verwandtschaft zwischen den verschiedenen Genotypen vermessen, als Abstand aufgetragen und jedem ein Fitness-Wert zugeordnet werden. In einer Animation dieses Bildes würde dann eine Bewegung hin zu Fitness-Bergen zu beobachten sein (die sich auch einfach auf den nächstgelegenen Hügel konzentrieren könnte, der sich auf Dauer nicht als zuverlässig erweisen muß). Die interessante Wendung, die die Spieltheorie nimmt, wenn sie sich an diesem Darstellungsmodus orientiert, ist, daß sie nun eine große Bevölkerung von Spielern zu ihrem Gegenstand macht, von denen manche die eine, manche eine andere Strategie spielen und deren Interdependenz über eine Serie von Spielen beobachtet. Die Auszahlung der jeweiligen Spieler bestimmt dann ihren Fortpflanzungserfolg, wobei die nachfolgende Generation die Strategie der vorangegangenen erbt.²³² Durch diesen Bergauf-Marsch (»survival of the fittest«) müßte die Häufigkeit der erfolgreicherer Strategien zunehmen, d.h. nach John von Neumann müßte sich die Population der nichtkooperierenden Spieler sich am stärksten vermehren.

Ähnlich wie bei der Lösung des Vierfarbenproblems durch Appel und Haken (vgl. S. 139, Anm. 126) spielte bei dieser Argumentation der Computer eine entscheidende Rolle, da ein Beweis nur algorithmisch möglich scheint. Und ein angemessenes algorithmisches Modell zur Beobachtung evolutionärer Prozesse stand seit John von Neumanns zellulären Automaten und John H. Conways *Game of Life* von 1968 (vgl. Anm. 172) auch schon bereit. Der zelluläre Automat ist nicht nur eine vollständig künstliche und damit intelligible Welt, durch die das komplexe Verhalten von Evolution modelliert werden kann, sondern besitzt auch (seit der Implementierung von Conways *Life*) eine computergerechte Darstellungsform solcher Prozesse. Der erstaunliche Versuch (und die Ironie) der evolutionären Spieltheorie, die nur unter Computer(grafik)bedingungen überhaupt denkbar ist, besteht also darin, die Spieltheorie von Neumanns durch eine Modellierung desselben als zellulären Automaten zu widerlegen.

Auf einem quadratischen Raster läßt man beispielsweise jede Zelle mit jeder angrenzenden Zelle ihrer Moore-Umgebung ein Gefangenendilemma spielen. In einem solchen außertotalistischen, digitalen Automaten hätte jede Zelle eine zu Lebzeiten unveränderliche Strategie (kooperieren/verweigern) und nach erfolgtem Spiel mit ihren acht Nachbarn einen gewissen Auszahlungsbetrag, der über einen Nachkommen entscheidet, die ihre Strategie erbt. Das Ergebnis ist ebenso erwartbar, wie es zunächst erstaunlich erscheint. Die

231 Sewall Wright, »The Roles of Mutation, Inbreeding, and Selection in Evolution«, in: *Int. Proceedings of the Sixth International Congress on Genetics*, Bd. 1, 1932, S. 356-366.

232 Eines der jüngsten Experimente bestand übrigens darin, das Evolutionsmodell des kommerziellen Strategiespiels *Creatures* mit dem Simulator des *Eurofighter* kompatibel zu machen. Nach etwa 4000 Generationen bewiesen die eher schlicht organisierten Kreaturen erstaunliche Flugfähigkeiten (»Zehntausend stürzten ab«, in: *Der Spiegel*, 23/1998, S. 192ff.).

nonkooperative Zelle gewinnt zunächst, wenn sie allen acht Nachbarn die Kooperation verweigert, besetzt folglich zum nächsten Intervall alle acht angrenzenden Plätze und ist damit von acht Verweigerern umgeben. Jeder dieser neuen Verweigerer hat nun mindestens drei Nachbarn die ebenfalls verweigern und höchstens fünf, die er ausbeuten kann. Jeder dieser Nachbarn hat jedoch seinerseits mindestens fünf Nachbarn, die kooperieren, und höchstens drei, die ihn ausbeuten. Wenn es relativ wenig kostet, ausgebeutet zu werden, wird der kooperierende Nachbar mehr Punkte sammeln und kann in der nächsten Generation das Feld eines Verweigerers mit Nachkommen besetzen. Das Resultat ist folglich, daß man mit Nachbarn spielt, bei denen es sich lohnt, kooperativ zu bleiben, denn wenn man sie allzu oft ausbeutet, werden sie durch Verweigerer ersetzt. Bei einer zufälligen Ausgangsstreuung von Verweigerern und Kooperateuren ist ein Schwanken der Verteilung zu beobachten, aber keine der beiden Strategien wird eliminiert.

Das Bateson'sche Argument einer 'Statik' der Spieltheorie ist damit zwar temporal aufgelöst, nicht jedoch räumlich. Daher bleibt der Einwand bestehen, daß in einer ständig durchmischten, anonymen Gesellschaft Kooperation schwieriger herzustellen ist als in einer räumlich strukturierten Population, die eine stabile Diversität aufweist und daher einen höheren Minderheitenschutz bietet. (So wie beispielsweise Ökosysteme von Raub- und Beutetieren länger überleben als ein homogener Lebensraum, weil sie ein Flickwerk von Territorien oder Spielfeldern bilden.²³³) Zwar könnte man einwenden, daß es Spielen wie *Life* gerade nicht um zufällige Streuungen als Ausgangszustände ging, sondern um die Herstellung von möglichst stabilen oder 'wandernden' Populationen. Doch auch dieses Argument beseitigt nicht das Problem, daß ein Modellverbund von Spieltheorie und zellulären Automaten erstens nicht in der Lage ist, Beziehungen von Zellen zu modellieren, die das räumlichen Nebeneinander überspringen, zweitens keine Steuerungshierarchien kennt (und daher maßstabslos ist) und drittens die Erweiterung zu binärer Kooperation/Nichtkooperation nur eine sehr dürftige Parametrierungsmöglichkeit darstellt. Modelle wie *AGILE*, *TEMPER* oder *Douglas Thread Analysis* boten wesentlich effektivere Weisen der Modellierung einer Welt, in der nationalstaatliche Grenzen keine Zellen mehr formulieren, sondern eine Technik Beziehungen »von Pol zu Pol« (Jünger) unterhält, in der Steuerungshierarchien von Globalität über Blockzugehörigkeit, Wirtschaftsverbände, Nationalstaaten bis hinab zu einzelnen Landstrichen, Städten und Dörfern herrschen und in der jedes Spielfeld, das auf einer bestimmten Ebene homogen erscheint, auf einer nächsttieferen Ebene in verschiedene Sub-Modelle zerfällt, deren Interaktion nicht durch geographische Nähe, sondern über Kanäle kommuniziert wird.

233 Karl Sigmund, »Spieltheorie und künstliches Leben«, in: Weibel, S. 497ff.

Als Programmieraufgabe der 60er Jahre läßt sich daher die rekursive Implementation der Differenz von Steuerung und Gesteuertem ausmachen. *AGILE* koordinierte (um im Beispiel zu bleiben) für jedes Spielfeld mehrere interdependente Einzelmodule, formulierte dabei jeweils Gesamtzustände, welche wiederum einer Steuerung durch Programme wie *TEMPER* übergeben wurden, die die Beziehung dieser taktischen Elemente regelte. Daraus ergaben sich wiederum Eingabedaten für *AGILE*, die von den Modulen jedes Spielfeld verarbeitet werden mußten. Diese (im Problemhorizont der Strategiespielen der 60er Jahre entstandene) Vorstellung ist Informatikern heute unter dem Begriff »objektorientierte Programmierung« wohlbekannt. Damals jedoch fiel sie erst einmal in das Gebiet einer noch jungen Kybernetik, die ihre Steuerungstechniken in Form von *systems analysis* auf verschiedenen Wissensgebieten zu erproben suchte und im Computer ihr Universalmedium gefunden hatte. Drei kleine Zitate mögen hierzu genügen. Im Vorwort zur dritten Jahrestagung der *American Society for Cybernetics* schreibt Douglas Knight:

»The motivation for the conference was to bring together the people with the problems and the people with the technology to see if somehow interaction between the two might suggest some useful courses of action. Several of the attendees were selected because of their experience in developing simulations of major social systems.«²³⁴

Die Tagung selbst, deren Beiträge allesamt in den 60ern entstanden, brachte Teilnehmer der führenden Univeritäten wie *MIT*, *Harvard* und *Yale* mit Computerfirmen wie *IBM* und *UNIVAC* und Regierungsbeauftragten zusammen, um die Vorteile von Computern für Simulation und Modellbildung zu diskutieren und die Utopie einer Verschmelzung von Informatik, Systemanalyse und Gesellschaftswissenschaften zu träumen. Im gleichen Band spekuliert Harold Guetzkow — Programmierer der *Inter Nations Simulation (INS)* als erstem Computerspiel internationaler Beziehungen²³⁵ — über verbale und mathematische Modelle, also über Geschichtsschreibung und Programmierung oder auch (mit Heidegger) über technische und überlieferte Sprache:

»As we move into the latter third of the Twentieth Century, it seems feasible to catalyze the consolidation of our knowledge about international relations through the use of simulations. Verbal efforts to present holistic integrations of extant knowledge are found in textbooks. [...] Yet, their contents are theoretically vague and their databases are largely anecdotal. [...] Mathematical formulations [...] are more partial in scope, even though they are explicit in structure and systematic in their grounding in data.«²³⁶

234 Douglas Knight, »Preface«, in: *Cybernetics, Simulation, and Conflict Resolution*, Hg. Knight / Curtis / Fogel, New York 1971, S. xv.

235 Harold Guetzkow, *Simulation in International Relations*, Englewood Cliffs 1963.

236 Harold Guetzkow, »Simulations and the Consolidation and Utilization of Knowledge about International Relations«, in: *Cybernetics, Simulation, and Conflict Resolution*, S. 12.

Der Computer als Medium der Simulation von Weltpolitik führt in dieser Utopie zu einer beschleunigten 'Konsolidierung' des Wissens und einer Lösung des poetologischen Problems der 'Datenbanken' der Historiographie. Was TEMPER gerade noch zum Scheitern brachte, die mangelhafte Verfügbarkeit und Aktualität von datenbankgerecht formatiertem Wissen, wird nun gewissermaßen zum systematischen Programm. Wie bei der Arbeitswissenschaft müssen nämlich die Daten zu den zu lösenden Problemen durch bestimmte Medien- (also Wissens-)Technologien erst erhoben werden. Erst die Technik macht bestimmte Daten relevant und auffindbar, und die solcherart er- wie gefundenen Daten dimensionieren wiederum den Problemhorizont, innerhalb dessen dann die Daten eine Lösung ermöglichen werden. Doch die Spekulation Guetzkows bezieht sich nicht nur auf eine positivistische 'Verdichtung' von Geschichte, ein *data mining* in »textbooks«, sondern impliziert auch eine Gesetzmäßigkeit, die der begrenzten Rechenkapazität von Geschichtsphilosophen und Anekdotenschreibern entgehen mußte.

»This newly arisen discipline [Kybernetik] attempts to formulate the *rules* and mores on which a society is built, and on that basis to establish a model that can be used for examining the outcome of various social events. This science, if and when it is refined, will be able to help man create his *future* with more foresight and accuracy than ever before. Of course, like any other knowledge, sociometrics could be perverted and used to the detriment of mankind. Whatever may happen, it is certain that this new field would be impossible without the aid of the computer.«²³⁷

Jenseits dieses Vertrauens, das in die Futurologie der 70er führen wird, lassen sich für die kybernetische Rede der 60er Jahre vielleicht vier beherrschende Motive ausmachen: 1. Simulationen gelten unbestreitbar (und im doppelten Wortsinn) als das Werkzeug der Zukunft; 2. der Computer ist das bevorzugte Medium dieser Simulationen; 3. Simulationen sind wertfrei und alle negativen Effekte sind auf menschlichen Mißbrauch zurückzuführen; 4. Simulationen sind eine Segnung der Gesellschaft.²³⁸ Da — wie mehrfach betont — die 60er Jahre die Phase bildeten, in der der Computer als eine universale Maschine erkannt wird, die (manchmal schon in Hardwarevergessenheit) über Software spezifiziert werden kann, läßt sich neben den ersten Applikationen nicht nur ein Boom spezialisierter Programmiersprachen bemerken, sondern auch der Versuch, eine universale und maschinenunabhängige Programmiersprache zu entwickeln, mittels derer verschiedenste Software schnell entwickelt werden kann. *ALGOL* stellte 1960 einen ersten Versuch in diese Richtung dar, ebenso wie die Weiterentwicklung zu *ALGOL 68*.

Im Falle der Programmierung von Simulationen sollte diese standardisierende Lösung *SIMULA* heißen und wurde von Kristen Nygaard und Ole-Jo-

237 Ralph Kochenburger / Carolyn Turcio, *Computers in Modern Society*, Santa Barbara 1974, S. 196 (Hervorhebungen von mir).

238 So Benedict Dugan, *Simula and Smalltalk. A Social and Political History* (www.cs.washington.edu/homes/brd/history.html).

han Dahl seit 1961 entwickelt. Nygaard arbeitete an Monte-Carlo-Methoden bei der Entwicklung des ersten norwegischen Kernreaktors, seit 1952 im Bereich des *operations research* und zur Entstehungszeit von *SIMULA* am *Norwegian Defense Research Establishment (NDRE)*. Dabei stellte sich heraus, daß militärische und zivile Modellierungsprobleme so verschieden nicht sind:

»Many of the civilian tasks turned out to present the same kind of methodological problems: the necessity of using simulation, the need of concepts and a language for system description, lack of tools for generating simulation programs. This experience was the direct stimulus for the ideas which in 1961 initiated the Simula development.«²³⁹

Not tat lediglich die Entwicklung eines Formulierungswerkzeugs, einer formalen Sprache als Diskursbedingung für Aussagen, die in die gleiche Problemklasse fallen, ein »set of basic concepts in terms of which it is possible to approach, understand, and describe all the apparently very different phenomena«. ²⁴⁰ Und dies sollte *SIMULA* sein:

»SIMUlation LAnguage' represents an effort to meet this need with regard to discrete-event networks, that is, where the flow may be thought of as being composed of discrete units demanding service at discrete service elements, and entering and leaving the elements at definite moments [sic] of time. Examples of such systems are ticket counter systems, production lines, production in development programs, neuron systems, and *concurrent processing of programs* on computers.«²⁴¹

Das Konzept von *SIMULA* basierte also zunächst auf dem Bild eines Netzwerkes mit aktiven 'Stationen' und einem passiven Fluß von 'Kunden'. Diese Stationen haben jeweils einen *queue part* und einen *service part*, wobei letzterer eine Serie formalisierter Ausdrücke darstellt. Der Kunde hingegen hat nur ihn charakterisierende Variablen. Im Verlauf eines Programms wird der Kunde gewissermaßen an einem *service part* einer Station generiert bzw. bearbeitet und dann in die Warteschlange (*queue*) einer nächsten Station gestellt, bis er seinen Weg vollzogen hat.²⁴² Die Verarbeitung an einzelnen Stationen finden zu diskreten Zeitpunkten statt (*discrete event system*). *SIMULA* als Programmiersprache für derartige Probleme war ursprünglich als Ergänzung (*package*) für *ALGOL* konzipiert, da dieses die rekursive und multiple Verwendung von benutzerdefinierten Datentypen wie Kunden erlaubte. Bald zeigte sich jedoch

239 Kristen Nygaard / Ole-Johan Dahl, »The Development of the Simula Languages«, in: *History of Programming Languages*, Hg. R.L. Wexelblat, New York 1981, S. 440.

240 Kristen Nygaard / Ole-Johan Dahl, »SIMULA – An ALGOL-Based Simulation Language«, in: *Communications of the ACM*, 9/1966, S. 671.

241 1962 in München vorgetragtes Konzept unter dem Titel *SIMULA. An Extension of ALGOL to the Description of Discrete-Event Networks* (Hervorhebung von mir), zit. nach Jan Rune Holmevik, »Compiling SIMULA. A Historical Study of Technological Genesis«, in: *IEEE Annals of the History of Computing*, 16,4/1994, S. 25-37 (www.javasoft.com/people/jag/SimulaHistory.html).

242 Auf eine mögliche Beschreibung der Länder und ihrer Beziehungen im *Douglas Thread Analysis Model* als Stationen und Kunden sei hier nur hingewiesen.

ein Problem in der Stack-Verwaltung von *ALGOL*, das unter dem Regime eines einzelnen dynamischen Stacks lief, wohingegen die Kunden eines quasi-parallel arbeitenden Simulationsmodells angemessener nach einem *queue*-Prinzip verarbeitet werden. Der Versuch, die *ALGOL*-Stackverwaltung durch einen *multistack* zu ersetzen, führte zur Verwerfung des *package*-Konzepts und zum Projekt eines eigenen *SIMULA*-Compilers. Die Untersuchungen zu möglichen Anwendungsgebieten, bei denen ja — Nygaards Feststellung folgend — militärische wie zivile Anwendungen programmieretechnisch zusammenfallen, umfaßten Probleme wie Produktionsabläufe, administrative Verfahren, Lagerhaltung, Transportwesen, (Flug-)Hafenverwaltung, Computerkonstruktion und -programmierung, 'soziale Systeme', aber auch die Ausbreitung von Epidemien und Krisenmanagement. Dabei wurde auffällig, daß das Netzwerk-Konzept auch umgekehrt denkbar ist: aktive Kunden und von ihnen benutzte, passive Stationen. Wenn die Kunden nun aktiv hinsichtlich ihrer Bewegung von Station zu Station sind und passiv lediglich bei der Interaktion mit den *service points*, dann übersteigt dies das Bild des Netzes, indem gewissermaßen die Intelligenz des Labyrinthes auf den Labyrinthgänger übertragen wird. Was man — vielleicht nur aus der gesicherten Position des historischen Rückblicks — schon als Agentenkonzept bezeichnen könnte, bildete also den Kern von *SIMULA I*:

»In short, a process can be understood as a generalized ALGOL procedure with quasi-parallel properties. This decisive breakthrough, in February 1964, implied that the simple notion of a system being described by a *general mathematical structure* had been substituted by a much more powerful concept. The system was now understood as consisting of a *series of interacting processes operating in quasi-parallel* as ALGOL stacks within the main program execution.«²⁴³

Dieser Wechsel 'mathematischer Struktur' zu 'interagierenden Prozessen' kann nicht nur (wie üblich) als Abkehr von einer imperativischen und sequentiellen Programmierung gelesen werden, sondern wäre zugleich auch als Kritik der von Neumann'schen Spieltheorie im Sinne einer Wiener'schen Kybernetik zu verstehen, und zwar im Horizont des Versagens dieser Spieltheorie angesichts der Modellierung des Vietnamkriegs. Die Notwendigkeit der Verknüpfung verschiedener Wissensgebiete (Politik, Geschichte, Kultur, Logistik, Technologie usw.) kann als Modellierungsfrage verstanden werden, auf die das Konzept interagierender Parallelprozesse die Antwort ist. Daß dabei aktive Kunden vorgesehen sind, die in dieses kybernetische Arrangement eingreifen und bestimmte Eigenschaften haben, macht es möglich, über das Bild des universalen Egoisten der Spieltheorie hinauszugehen. Ein Agent mit bestimmten, ihm eigentümlichen Eigenschaften bedeutet die Möglichkeit eines gewissermaßen 'objektiven roten Denkens'. Im Gegensatz zu den Rollenspielen des freien Kriegsspiels, die fortwährend ein Paradox erzeugten, indem sie notge-

243 Holmevik (Hervorhebungen von mir).

drungen amerikanische Offiziere («ersatz people« mit Robert A. Levine) anwiesen, wie der Feind zu denken, ist durch das Konzept aktiver Kunden oder Agenten ein bestimmtes Entscheidungsverhalten nicht nur parametrierbar, sondern vor allem auch reproduzierbar. Um 1966 war dieses Konzept, das mit *SIMULA 67* die Begründung aller objektorientierten Programmierung darstellt und zu *Smalltalk* und *C++* führen wird, spruchreif:

»[I]n December 1966, [...] the idea of prefixing was introduced. A process, later called an *object*, could now be regarded as consisting of two layers: A prefix layer containing references to its predecessor and successor along with a number of other properties, and a main layer containing the attributes of the object in question. In addition to this important new feature, they also introduced the *class* concept, which can roughly be described as a highly refined version of *SIMULA I*'s activity concept. This powerful new concept made it possible to establish class and subclass hierarchies of concatenated objects. As an example we can imagine the class 'vehicle', which can be understood as a generalization of the subclasses 'car', 'bus', and 'truck'. In other words, the basic concept of speaking in general and more specific terms had been adopted as a way of expressing reality in the context of a programming language.«²⁴⁴

Da die Verarbeitungsgeschwindigkeit gegenüber dem analogen, freien Spiel extrem ansteigt, können bei gleichen Kundenparametern ('Iwan', 'Sam', usw.) also zahlreiche Spiele unter Veränderung der Umgebungsparameter gespielt werden und umgekehrt. Ein kleines Beispiel mag dies verdeutlichen. Eine der ersten Test-Anwendungen von *SIMULA* betraf den Rüstungslieferanten *Raufoss Amunisjonsfabrikker*. Das Programm zur logistischen Optimierung der Produktion bestand aus 1130 Lochkarten, die in 50 Sekunden kompiliert wurden, und simulierte zweieinhalb Tage realer Produktionszeit in 22 Sekunden Rechenzeit. Den Vergleichsmaßstab bietet ein lediglich computerunterstütztes Spiel aus dem gleichen Jahr:

»In 1966 I watched the playing of an airline 'war game' used regularly at the British Air Transport Staff College at East Burnham for training executives of BEA and BOAC. On this occasion it was being played by visiting teams from KLM, SAS, and Lufthansa. Each of the three companies started the game with identical conditions. Its fleet consisted of 10 jets and 20 turboprop airliners. A route network provided six stage lengths varying from 300 to 1,200 miles. There was a choice of six seating configurations for each type of aircraft; and seating arrangements and schedules could be geared to capture any or all of 48 possible types of travel market. Each team was told to organize itself round six functions: finance, purchasing, production, marketing, personnel and research, and general management. Costs were laid down for each operation (£3,000 for a 200-hour aircraft check, £200 for changing seating arrangements). Advantages could be gained by investing in nine possible types of market research, and the computer could throw a spanner into the works by creating, at random, a 14-day engineering strike. The game lasted 14 days

244 Holmevik (Hervorhebungen von mir).

and covered one financial year of simulated operations. Lufthansa, a I recall, had a slight edge on its competitors, with five months of operation still to go.«²⁴⁵

Die Ersetzung von Teams durch Agenten ermöglicht nicht nur eine mehr als zweihundertfache Beschleunigung und erlaubt beispielsweise einen *single-player*-Modus, wie er für kommerzielle Computerspiele unabdingbar ist. Sie ermöglicht vielmehr die gezielte Manipulation von Spielregeln (beispielsweise Reservierungskosten) bei gleichbleibendem Verhalten der verschiedenen Spieler oder auch die Manipulation von Spielercharakteren unter konstanten Spielregeln oder zuletzt die Anbindung neuer Wissensfelder an ein unverändertes System von Spielregeln und Spielcharakteren. Darüber hinaus erlaubt die Entlinearisierung durch das Konzept von *classes* und *objects* jene Rückkopplung mehrerer Ebenen und Prozesse, die Norbert Wiener an der Neumann'schen Spieltheorie vermißt hatte.²⁴⁶ Die Geschwindigkeitssteigerung läßt zudem zahlreiche Iterationen zu und schließt damit an Gamows zehn Jahre älteres *Maximum Complexity Computer Battle* an, das Wiederholungen nur auf die sehr beschränkten Gewißheiten technischer Daten gründen und nur auf einem sehr beschränkten Feld (Panzertaktik) durchführen konnte. Und da das Gamow'sche Spiel eines war, das sich für das Unerwartete interessierte, für Krisen, Eskalationen oder sogar Singularitäten, formuliert es die angemessene Frage angesichts eines eskalierenden Krieg wie dem in Vietnam.

245 *Aeroplane*, 6.10.1966, zit. nach Wilson, S. 185. Übrigens hatten auch Nygaard und Dahl ein Programm für *Scandinavian Airline System (SAS)* geschrieben.

246 Dabei sollte es nicht irritieren, daß *SIMULA* gemeinhin als (ost)europäisches Phänomen gehandelt wurde, wie Nygaard selbst nahelegt: »My last visit to the U.S. was in 1970. At that time the class concept only had a certain curiosity and entertainment value« (zit. nach Wexelblat, S. 485; in den späten 60ern wurde *SIMULA* beispielsweise, wie Holmevik berichtet, auf einem russischen *URAL-16*-Rechner implementiert.) In den USA wurde — und dies übersah Nygaard anscheinend — seit 1962 das heute noch gebräuchliche *Simscrip*t zur Programmierung von Simulationen entwickelt, das zahlreiche Eigenschaften mit *SIMULA* teilt und sich in seiner Syntax an gesprochenes Englisch anlehnt.

Ein aktueller *Simscrip*t-Prospekt bestätigt die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten: »Defense Modeling (Multi-Warfare Analysis & Research System, Aircraft Readiness Model, National Air and Space Model); Transportation Modeling (Port Simulation Model, Railroad Network Simulation, Aircraft/Air Traffic Management Model); Network Simulation (Communications Network Simulator, Architecture Simulation & Analysis, Supply Chain Simulation, Strategic Supply Chain Simulator, Aircraft Sparing Logistics Model); Business Process Modeling (Business Process Simulator, Manpower Planning Model, Call Center Simulator); General Purpose Solutions (Healthcare Simulation, Manufacturing, Real-time Training Simulation)«. Dementsprechend liest sich auch das Kundenverzeichnis von *CACI* wie ein *who-is-who* amerikanischer Administration und Industrie. Auf eine ursprünglich geplante Diskursanalyse dieser *lingua franca* der Modellierung muß hier jedoch leider verzichtet werden. Trotz der freundlichen Unterstützung von *CACI Products* war es bis zum Abschluß dieser Arbeit nicht möglich, Einsicht in die Handbücher der 60er Jahre zu nehmen. Der aktuelle Standard (II.5) läßt zwar die elegante Implementierung einiger der besprochenen Konzepte erkennen, ermöglicht jedoch keinen historischen Vergleich mit *SIMULA* 67. Vgl. dazu: *Simscrip*t II.5 *Programming Language*, CACI Products Co., La Jolla 1997; *Simscrip*t II.5 *Reference Handbook*, CACI Products Co., La Jolla 1997; *Building Simulation Models with Simscrip*t II.5, CACI Products Co., La Jolla 1999.

Objektorientierung dient dazu, diese Frage nicht nur auf verschiedenen Wissensgebieten, sondern auch unter Berücksichtigung horizontaler und vertikaler Verknüpfungen und Verschachtelungen formal zu explizieren.

8. Die siebziger Jahre

»Games are the vehicle with which society will change the computer.«
Chris Crawford

Im der zweiten Hälfte der 70er Jahre erschienen, ausgehend *PONG*, zahlreiche Actionspiele und dedizierte 'Spielekonsolen' (wie sie bis heute in Hardwarevergessenheit heißen), gegen Ende des Jahrzehnts und mit dem Beginn der Heimcomputer-Ära dann auch Adventurespiele wie *ZORK*, da diese nicht eines Joysticks oder Paddles, sondern einer Tastatur zur Steuerung bedurften. Das Strategiespiel ist insofern ein Sonderfall, als es *als Spiel* bereits vollständig entwickelt ist und in Modellen wie *AGILE* schon alle Elemente eines Computerspiels (*single-player*-Modus, vollständige Implementierung auf Computerbasis, Interface) in sich vereinigt und 'nur noch' auf eine andere Hardware übertragen werden muß. Im militärischen Bereich jedenfalls gab es um 1970/71 ca. 450 Modelle, Simulationen und Spiele, von denen ca. 150 Computerspiele waren.²⁴⁷ Strategiespiele bedürfen wie Adventures einer Tastatur, und wollte man ein 'erstes' Spiel nennen, so könnte dies vielleicht Chris Crawfords *TANKTICS* für den 1978 erschienenen *Atari 800* sein, das in seiner Namenswahl sehr bewußt an Roberts' kommerzielles, analoges Zwei-Personen-Spiel *TACTICS* und zugleich an Gamows militärisches, digitales und spielerloses Panzerspiel *Tin Soldier* erinnert, die etwa gleichzeitig erschienen und beide erstmals das hexagonale Raster einsetzten.

Daß die Emergenz von Heim- und Personalcomputer historisch ein anderes Problemfeld bezeichnet als die Emergenz der Spiele, wird schon daran deutlich, daß bis heute noch eine Trennung zwischen PC's und Spielekonsolen besteht, neue Spiele meist auf einem dieser Systeme entstehen und dann (oft nachträglich oder gar nicht) auf das jeweils andere portiert werden.²⁴⁸ Gleichwohl also eine Genealogie des 'privaten' Computers hier nicht geleistet werden kann, sollen doch zumindest — und ausgehend von der Weiterentwicklung des Konzepts objektorientierter Programmiersprachen — einige Hinweise in Bezug auf die Strategiespiele gegeben werden.

Was mit *SIMULA I* als lokales Problem der Stack-Verwaltung im speziellen Kontext der Simulationsprogrammierung begann, was in *SIMULA 67* mit dem dominanten Paradigma imperativer und sequentieller Anwendung

247 Brewer / Shubik, S. 70.

248 Weshalb in der Literatur auch die (überflüssige) Unterscheidung von Video- und Computerspielen getroffen wird, so als ob Videospiele keiner Computer bedürften und Computermonitore etwas anderes seien als Fernseher. Erhalten hat sich jedenfalls die Rollenverteilung, daß zeitkritische Spiele weitgehend den Konsolen vorbehalten sind, entscheidungs- und konfigurationskritische Spiele hingegen PC's.

von Verfahren auf Daten brach, wurde bei der Entwicklung von *Smalltalk* nicht nur aufgenommen, sondern bekam manifestösen Charakter. Während beide Entwicklungen anscheinend auf die Zeit des Vietnamkriegs datierbar sind, zeigt sich bei genauerer Betrachtung ein Generationenwechsel, der demjenigen zwischen *Tennis for Two* und *Spacewar!* ähnelt. Dahl und Nygaard sind in den 30er Jahren geboren, promovierten Mitte der 50er und waren in den 60ern als Forscher tätig. Die *Smalltalk*-Generation hingegen war in den 40er Jahren geboren, Alan Kay reichte seine Dissertation 1969 ein und begann seine Tätigkeit bei *PARC* und später bei *Atari* in den 70er Jahren.²⁴⁹ Die San Francisco Bay Area war um 1970 politisch wie künstlerisch einer der turbulenten Orte und wurde von einem völlig anderen Forschungsklima bestimmt als die Norwegische Rüstungs- und Nulearforschung der 60er Jahre. Der Vietnamkrieg und die Campusunruhen hatten das Bewußtsein dafür geschärft, welche Rolle Technologien und Wissen für die Macht spielen. Gleichwohl Stanford relativ ruhig blieb und *Xerox PARC* weit weniger hippiesk war, als der Mythos es manchmal glauben lassen mag, blieben die Lektüren von 68 nicht spurlos. *Xerox* profitierte zu dieser Zeit davon, daß die Universitäten durch das *Mansfield Amendment* einem stärkeren Anwendungsdruck ausgesetzt waren, und Kay wurde Chef der *Learning Research Group (LRG)*. Spiele wie *Spacewar!* galten dieser sich gerade an Forschungsinstitutionen etablierenden Hacker-Generation als prominentestes Beispiel einer Aneignung von hardwaregewordener Verwaltungstechnik an den Schaltstellen der Macht, und die Ent- und Verwendung des Computers (und sei es auch nur zum Druck von Flugblättern) als politischer Akt. Spiele wie *Spacewar!* bedeuten einen »administrative headache«, wie Stewart Brand im *Rolling Stone* schrieb:

»It [Spacewar] was the illegitimate child of the marrying of computers and graphic displays. It was part of no one's grand scheme. It served no grand theory. [...] In those days of batch processing and *passive consumerism* (data was something you sent to the manufacturer, like color film), Spacewar was heresy, uninvited and unwelcome. The hackers made Spacewar, not the planners. [...] It served primarily as a *communication device between humans*. [...] It served *human interest*, not machine. [...] *Spacewar serves Earthpeace*. So does any funky playing with computers or any computer-pursuit of your own peculiar goals.«²⁵⁰

Was sich im anarchistischen Potential der Spiele als »Menschenfreundlichkeit« (»user friendliness«) ankündigt und sich in einer Demokratisierung des Wissens und einer Ermächtigung des Benutzers (auch zum Programmierer) erfüllen soll, bedarf nun bestimmter Hard und Software. Im Bereich der Hardware war dies Kays berühmtes *Dynabook*:

»It stores a couple of million characters of text and does all the text handling for you — editing, viewing, scanning, things of that nature. It'll have a graphics capability which'll let you make sketches, make drawings. Alan wants to incorporate

249 Wo einer seiner Mitarbeiter übrigens Chris Crawford war.

250 Brand (Hervorhebungen von mir).

music in it so you can use it for composing. It has the Smalltalk language capability which lets people program their own things very easily. We want to interface them with a tinker-toy kind of thing. And of course it plays Spacewar. [...] Alan is determined to keep the cost below \$500 so that school systems could provide Dynabooks free out of their textbook budgets.«²⁵¹

Im Bereich der Anwendungssoftware sollte Engelbarts System zur Textmanipulation »computing power to the people« bringen:

»The basic *medium* here is the text manipulation system developed at Doug Engelbart's Augmentation Research Center, which, as Doug puts it, allows you to 'fly' formerly unreachable breadths and depths of your information matrix of your knowledge. Ask for item so-and-so from your file; blink, there it is. Make some changes; it's changed. Designate keywords there and there; done. Request a definition of that word; blink, presented. Find a quote from a document in a friend's file; blink, blink, blink, found. Behind that statement add a substatement giving cross-references and cross-access; provided. Add a diagram and two photos; sized and added. Send the entire document to the *attention of these people*; sent. Plus one on paper to *mail to Washington*; gzzaap, hardcopy, with an addressed envelope.«²⁵²

Das entscheidende (Schieß-)Spiel findet jedoch, wie Kay richtig erkannt hatte, nicht im Weltraum oder an Textbausteinen statt, sondern während des Prozesses der Programmierung selbst. Der McLuhan-Leser Kay denkt folglich den Computer nicht mehr als Werkzeug, sondern als Medium, weniger in Begriffen von Repräsentation, als in solchen von Simulation:

»Every message is, in one sense or another, a *simulation of some idea*. It may be representational or abstract. The essence of a medium is very much dependent on the way messages are embedded, changed, and viewed. Although digital computers were originally designed to do arithmetic computations, the ability to simulate the details of any descriptive model means that the *computer, viewed as a medium itself*, can be all other media if the embedding and viewing methods are sufficiently well provided.«²⁵³

Was anlässlich von *SIMULA* an objektorientierter Programmierung nur zur Lösung ebenso zivil- wie militärlogistischer, konkreter Probleme entwickelt und auch weitgehend in diesem Kontext rezipiert wurde, tritt nun bei *Smalltalk* mit sozialrevolutionärer Attitüde an:

»The 'official' computer science world started to regard Simula as a possible vehicle for defining abstract data types [...] To put it mildly, we [Alan Key, Dan Ingalls etc.] were quite amazed at this, since to us, what Simula had whispered was something much stronger than simply reimplementing a weak and ad hoc idea. What I got from Simula was that you could now replace bindings and assignment with goals.«

251 William English, zit. nach Brand.

252 Brand (Hervorhebungen von mir).

253 Alan Kay / Adele Goldberg, »Personal Dynamic Media«, in: *Computer*, March 1977, S. 31 (Hervorhebung von mir). Seine Atari-Kollegin Brenda Laurel nannte das bekanntlich »fantasy amplifier«.

»It [Smalltalk] became the exemplar of the new computing, in part, because we were actually trying for a qualitative shift in belief structures — a new Kuhnian paradigm in the same spirit as the invention of the printing press — and thus took highly extreme positions.«²⁵⁴

Und getreu dem damaligen Slogan »let the student program the computer, not the other way around«, hat der proklamierte Paradigmenwechsel vor allem pädagogische Implikationen. Von der lebensreformbewegten Ellen Key bis Alan Kay durchzog das Referenzobjekt 'Kind' als »Sendbote einer höheren Welt« (Rudolf Steiner) nicht nur die anthropologischen Spieltheorien, sondern das gesamte 20. Jahrhundert.²⁵⁵ In den Augen der *LRG* bei *Xerox* erschien es nun in Gestalt des »power user«, das die Stärke der Unwissenheit besitzt, weil es keine Angst vor Computern haben kann und zudem hohe, unerwartete und vermeintlich 'natürliche' Ansprüche stellt. »They want to manipulate, explore, and create. [...] Children have not been socialized against failure to the same degree as adults, and therefore, are more willing to explore new domains. [...] Children would be a true test of the power, extensibility, and design limits of this new programming paradigm.«²⁵⁶ Das 'gebundenfreie' Experimentieren der Reformpädagogik — von den *jeux éducatifs* der Fröbel'schen Baukästen zu Montessoris »casa dei bambini« mit ihrem Selbstunterricht am abstrakten Formengut — feiert bei Key (aber auch bei Papert) seine Wiederkehr unter kybernetischen Bedingungen. Im lernfähigen *computer-kid* findet gewissermaßen der Jünger'sche Analphabet seine Erfüllung, dessen Alphabetisierung am informatischen Spielmaterial jene Sprache lehrt, die 'im Arbeitsraume gültig ist'. Trainierten Kinder am stummen Montessori-Material (das gewiß nicht zufällig den eignungsdiagnostischen Spielen der *Army Mental Tests* oft verblüffend ähnelt) vermeintlich noch ihr Denken selbst, so ereignet sich nun Rückkopplung. Kinder sollen — so der Glaube an *Smalltalk*, *LOGO* und ähnliche Versuche — das Denken lernen, in dem sie den Computer denken machen, sollen unterrichtet werden, indem sie selbst zu Unterrichteten werden, programmiert werden, indem sie programmieren.

»The reason, therefore, that many of us want children to understand computing deeply and fluently is that like literature, mathematics, science, music, and art, it carries special ways of thinking about situations that in contrast with other knowledge and other ways of thinking, critically boost our ability to understand our world.«²⁵⁷

254 Alan Kay, »The Early History of Smalltalk«, in: *Proceedings of the History of Programming Languages Conference*, ACM Sig Plan Notices. 28,3/1993, S. 25, 1.

255 Von seiner romantischen Entdeckung oder den Implikationen für die Kunst gar nicht zu sprechen. Deshalb konnte sich beispielsweise auch der *AI*-Experte Seymour Papert bei der Entwicklung von *LOGO* auf Piaget berufen (vgl. A. Borodin, A. / C.C. Gotlieb, *Social Issues in Computing*, New York 1973).

256 Dugan.

257 Kay 1993, S. 29.

Die Skinner'sche »programmed instruction« von Reiz und Reaktion erscheint — gewissermaßen am Interface objektorientierter Programmierung gespiegelt — auf der anderen Seite in Form einzugebender *programming instructions*.

Es verschlägt wenig, daß das *Smalltalk*-Release von 1980 kaum eines dieser Versprechen einzulösen vermochte, ebensowenig wie die Tatsache, daß die proklamierte *computer literacy* sich nach einer kurzen *BASIC*-Phase der *home-computer* (und abgesehen von einigen kleineren Gemeinden) inzwischen nurmehr auf die Bedienung kommerzieller Programme beschränkt. (Insofern hat vielleicht das Paradigma der bloß 'präskriptiven' und unhintergehbaren Spieleoberflächen, die doch nur Türöffner zu der geräumigeren Welt der 'metapräskriptiven' Programmiersprachen sein sollten, gesiegt und uns alle zu Spielern gemacht.) Medienhistorisch bleibt allenfalls offen, welche »ways of thinking« formatiert werden, wenn die Begriffe von Mensch und Maschine oszillieren, wenn sie anlässlich jeder neuen Kopplung und in einen Zustand der Unentscheidbarkeit geraten und welche »other ways« dann den Menschen ausmachen sollen.



Schluß

Hegels Ratschlag folgend, daß man sich bei bestimmten Darstellungsformen einer nachträglichen Zusammenfassung des »allgemeinen Inhalts und der Resultate« besser enthalte,¹ sei statt eines Resume ein kleines Bild an den Schluß gestellt. Als in der Meiji-Zeit das Telefon in Japan eingeführt wurde, konnte man in den Tageszeitungen das Gerücht lesen, daß die Cholera durch Telefone übertragen werde.²

Bekanntlich haben nahezu alle medienhistorischen oder -technologischen Schwellen, die ja immer Verschiebungen in der Ordnung des Wissens und damit der Macht bedeuten, solchen Spekulationen Raum gegeben — sei es nun die Verderbnis durch Lesesucht, die Verdummung durch das Fernsehen oder der Untergang des Abendlandes durch Mobiltelefone. So begründet beispielsweise die *Bundesprüfstelle für jugendgefährdende Schriften* — und dieses Beispiel ist nur eines von unzähligen anderen — die Indizierung des Strategiespiels *Panzer General* wie folgt:

»Das Spiel *Panzer General* ist für Jugendliche aufgrund der Auslassung historischer Zusammenhänge und der Verharmlosung der Rolle der deutschen Wehrmacht im Zweiten Weltkrieg [...] als sehr problematisch und politisch desorientierend einzuschätzen. [...] Eine völlig unkritische Übernahme der Terminologie des 2ten Weltkrieges (Bsp. 'Blitzkrieg') sowie die Unterlegung von Kriegsszenarien mit harmloser, ruhiger und dem dargestellten Inhalt zuwiderlaufender Musik. Weiterhin werde der Spieler in einen Zustand der gespannten Erwartung des 'Endsieg' versetzt.«³

Der Hersteller fordere, so heißt es weiter,

»Kinder und Jugendliche [auf ...], über Stunden kriegerische Handlungen, Vernichtung, Bombardierung und Zerstörung spielerisch einzuüben [...] So könnte dieses Handbuch in Verbindung mit dem Spiel als ein Lehrbuch zur Führung des Zweiten Weltkrieges angesehen werden. Der Spieler hat die Aufgabe, Polen zu zerstören und einzunehmen. Hat er dieses geschafft, gilt es Nordafrika und Ägypten zu bezwingen; anschließend gilt es, in einem erfolgreichen Kampf die rote Armee zu besiegen und Moskau einzunehmen. [...] Sein Inhalt ist geeignet, Kinder und Jugendliche sozialetisch zu desorientieren.«

Wesentlich kürzer als die Begründung fällt die Beschreibung dessen aus, was eigentlich den Spielraum des Spielers bemißt, worin also das Spiel des Spiels besteht:

»Ein jedes *Panzer General*-Szenario setzt sich aus einer bestimmten Zahl an Runden zusammen. Im Wechsel mit dem Computer zieht der Spieler seine Einheiten, versorgt sie mit Nachschub, gibt Angriffsbefehle etc.. Während jedes Angriffes erscheinen kurze Simulationen[!] des Kampfes auf dem Bildschirm. [...] Mit erfolg-

1 Vorrede zur *Phänomenologie des Geistes*.

2 Berichtet von Hiroshi Masuyama (in: *Künstliche Spiele*, S. 44).

3 www.bpb.de/snp/referate/bpjs_pgindex.htm

reichem Vorantreiben der Schlacht erhält der Spieler Prestigepunkte, mit denen er neue Einheiten plazieren oder geschwächte Truppenteile verstärken kann.«

In seiner Berufung führt der Hersteller *Strategic Simulations, Inc.* unter anderem an, daß Spieler die eingeblendeten, gewalttätigen *Darstellungen* (wohlge-merkt nicht 'Simulationen', wie die Gutachter glauben) erfahrungsgemäß gelangweilt überspringen, um so schnell wie möglich wieder zum interaktiven Teil des Spielverlaufs zurückzukehren. Etwas weniger vorsichtig drückte sich der Rezensent von *Power Play* anlässlich der Auslobung zum »Strategiespiel des Jahres 1994« aus: *Panzer General* »schafft es erstmals, das ansonsten staubtrockene Genre der Weltkrieg 2-Hexfeld-Strategicals für eine breitere Spielmasse gefällig und selbsterklärend zu präsentieren«. ⁴ Nicht um Polen geht es also, sondern um *usability*, nicht um die Rolle der Wehrmacht, sondern um die Homöstatik eines Regelsystems.

Rechtfertigung durch Selbsterklärungsfähigkeit, ansprechende graphische und akustische Implementierung und motivierende Steuerungsmöglichkeiten stehen also auf der 'bösen' Seite der Hersteller, Vorwürfe der NS-Terminologie, zynischer Inhalt und Einübung von Krieg hingegen auf der 'guten' Seite der Pädagogen. Das Gute und das Schöne, das Ethische und das Ästhetische, Inhalt und Form, die Zwecke und die Technik, usw. — so lauten die ebenso variierenden wie wohlbekanntesten Begriffspaare, die den Motor der Produktion von Indizierungen und Interpretationen am Laufen halten. Im Vertrauen auf die Ausdruckshaftigkeit einer Identitätsästhetik von Form und Inhalt glaubt man gar, daß verstörende Ereignisse auch einer aufwühlenden Musik beürften (wahrscheinlich eines Zwölfton-Stückes), ohne zu bedenken, daß dies die erforderliche Konzentration auf die zu bespielenden Parameter erheblich beeinträchtigen würde.

Die dabei gängige Verwechslung der Ebenen (nicht der 'Kampf' wird 'simuliert', sondern eine modellhafte Simulation von Kämpfen wird visualisiert) erscheint als Preis, um den die Kommensurabilität des Computers selbst erkaufte wurde, als sich ein Interface zwischen Daten und Benutzer schob. (Und daß die hermeneutische Aufmerksamkeit so besorgt auf Bilder und Texte blickt, mag nicht zuletzt daran liegen, daß die Vermenschlichung des Computers ein utopisch-pädagogisches Programm entworfen hatte.) Es geht folglich nicht um NS-Terminologie oder Pornographie oder um die Frage, ob Waffen töten oder Menschen, ob Gedichte mit Herzblut oder mit »Dinte« geschrieben werden. Angesichts der Technologie von Computerspielen stellt sich nicht die Frage nach ihren Inhalten oder ihrem Mißbrauch, sondern gilt es, der Verwunderung über ihre bloße Existenz als »diskursive Praxis« in einem archäologischen Sinne nachzuspüren. Daß (mit einem Wort Ernst Gombrichs) Inhalte nicht wie Kartoffelsäcke auf Lastwagen geladen werden, ist zwar trivial, daß es aber überhaupt zu bestimmten historischen Zeitpunkten

4 *Power Play*, 4/1995, S. 116.

Säcke und Lastwagen gibt und daß sie irgendwann zusammen ein Transportwesen bilden keineswegs. Ebenso liegt eine mögliche 'Ideologie' nicht außerhalb der Computerspiele und schlägt sich dann in deren 'Inhalt' nieder, sondern sie liegt im »Formationssystem ihrer Gegenstände, ihrer Äußerungstypen, ihrer Begriffe [und] ihrer theoretischen Wahlmöglichkeiten« selbst.⁵

Liest man beispielsweise die positiven Empfehlungen der *Bundesprüfstelle*, dann weist »hochwertige pädagogische Software« Kriterien auf wie die Anregung der »entwicklungsrelevante[n] Teilfertigkeiten« von »Feinmotorik«, »Reaktionsvermögen«, »Konzentration«, »Problemlösen« oder »logischem Denken«, die jeweils einen »wichtigen Teil der Persönlichkeit« fördern sollen. Ferner werden hochwertige graphische und akustische Gestaltung angeführt, »Qualität der Programmoberfläche«, Motivation und Einübung des Umgangs mit Computern (»z.B. Tastatursteuerung, Prinzip der Menüsteuerung, Programmaufruf«).⁶ Wenn Programmierer damit argumentieren, daß sich Spiel-motivation nicht aus dem Dargestellten, sondern aus der Steuerungstechnik speist und wenn zugleich die Pädagogik die dazu notwendigen Spielkompetenzen als »wertvoll« erachten kann, dann sind ihre Aussagen anscheinend falsch angelegt. Wenn die »hochwertige graphische Gestaltung« einer Programmoberfläche die Voraussetzung für eine spielerische Herausbildung von 'entwicklungsrelevanten' Fertigkeiten ist, dann hat sie — und zwar unabhängig von dem, 'was' sie darstellt — psychophysiologisch richtig Maß genommen und eine der Spielaufgabe angemessene Kanalbreite gewählt. Die Aporie der pädagogischen Arbeitsaufgabe bestünde also darin, daß sie mit ihrem Begriff von Ideologie und ihren hermeneutischen Methoden die Ebene der Möglichkeitsbedingungen von Aussagen nicht erreichen kann und sich gewissermaßen auf 'pedantischem' Terrain bewegen muß. Wenn jedoch auf beiden Seiten die gleichen Argumente fallen, dann besteht immerhin Aussicht, daß die hier unternommene, medienhistorische Genealogie des Computerspiels ihren Gegenstand nicht gänzlich verfehlt hat. Daß die Lernaktivitäten bei der Eroberung Polens auf dem Bildschirm die gleichen sind wie die bei der Leitung eines Pizzaservice, bei der Aufzucht einer Ameisenpopulation oder bei der Verwaltung einer Weltraumkolonie markiert nur, daß eine auf Hard- und Software tiefergelegte Kritik nötig ist. Wenn es sich erweist, daß Feinmotorik und Reaktion sowohl an realen Radarobjekten, als auch an den Interfaces von Textverarbeitungen, als auch gleichermaßen in wertvollen wie indizierten Spielen relevant sind; wenn logisches Schließen sich sowohl in Telefonnetzen, als auch bei der Lektüre von Hypertext, als auch in Adventurespielen ereignet; wenn ein bestimmtes Problemlösen sowohl auf die Verwaltung von Lagern und Fluggesellschaften, als auch auf das Führen von Kriegen, als auch auf das Spielen von Strategiespielen applizierbar ist; wenn zuletzt all die dazu benö-

5 Foucault, S. 258.

6 *Qualitätsstandards für Lern- und Spielsoftware* (www.bpb.de/snp/referate/hagemann.htm).

tigte Wissensselemente aus so heterogenen Bereichen wie Experimentalpsychologie und Informatik, Meteorologie und Narratologie, Mathematik und Elektrotechnik sich an der Schwelle des Computerspiels einfinden — dann mag es erlaubt sein, von einer »Episteme des Computerspiels« zu sprechen. Eine Kritik des *Computerspiels als Medium* könnte jedenfalls Foucaults Begriff der »Ideologie« zu einem der Medialität verwenden und fragen

»insoweit diese, ohne sich mit dem Wissen zu identifizieren, aber auch ohne es auszulöschen oder es auszuschließen, sich in ihm lokalisiert, bestimmte seiner Gegenstände strukturiert, bestimmte seiner Äußerungen systematisiert und einige seiner Begriffe und Strategien formalisiert; sie kann gestellt werden, insoweit diese Erarbeitung das Wissen skandiert, es modifiziert und zum Teil neu verteilt, zum Teil bestätigt und gelten läßt.«⁷



7 Foucault, S. 263f.

Literatur

- 3400 *Reference Manual*, Lexidata Corporation, Billerica 1981
- Clark C. ABT, »War Gaming« in: *International Science and Technology*, August 1964, S. 20-37
- Giorgio AGAMBEN, »Notes sur le Geste«, in: *Traffic*, 1/1990
- PAVEL S. ALEXANDROV, *Combinatorial Topology*, Bd. 1, 2. Aufl. Rochester 1956
- Thomas B. ALLEN, *War Games*, New York 1987
- Tim ANDERSON / Stu GALLEY, »The History of Zork«, in: *The New York Times*, 1-3/1985 (ftp.gmd.de/if-archive)
- G.R. ANDLINGER, »Business Games – Play One!«, in: *Harvard Business Review*, March-April/1958, S. 115-125
- G.R. ANDLINGER, »Looking Around: What Can Business Games Do?«, in: *Harvard Business Review*, July-August/1958, S. 147-152
- Apollo Domain Architecture*, Apollo Computer, Billerica 1981
- KENNETH APPEL / Wolfgang HAKEN, »The solution of the four-color problem«, in: *Scientific American*, 237/1977, S. 108-121
- Arbeit Entropie Apokalypse. Reagans gesammelte Alp-träume* (www.anarchie.de/reag_g.html)
- The Art of Human-Computer Interface Design*, Hg. B. Laurel, Reading, Mass. 1990
- ArtCom Magazine*, 43-44/1990
- ARISTOTELES, *Kategorien*, Hg. K. Oehler, 2. Aufl. Darmstadt 1986
- Oliver M. ASHFORD, *Prophet or Professor. The Life and Work of Lewis Fry Richardson*, Bristol 1985
- William ASPRAY, *John von Neumann and the Origins of Modern Computing*, Cambridge, Mass. 1990
- Morton M. ASTRAHAN / John F. JACOBS, »History of the Design of the SAGE Computer – The AN/FSQ-7«, in: *Annals of the History of Computing*, 5,4/1983, S. 340-349
- Erich AUERBACH, *Mimesis. Dargestellte Wirklichkeit in der abendländischen Literatur*, 8. Aufl. Basel / Stuttgart 1988
- Auge und Affekt. Wahrnehmung und Interaktion*, Hg. Gertrud Koch, Frankfurt a.M. 1995
- John L. AUSTIN, *How to do things with words*, Oxford 1962
- Austria im Rosennetz*, Hg. P. Noever, Wien 1996
- Robert AXELROD, *The Evolution of Cooperation*, New York 1984
- Ursula BAATZ / Wolfgang MÜLLER FUNK, *Vom Ernst des Spiels. Über Spiel und Spieltheorie*, Berlin 1993
- Charles BABBAGE, *Passagen aus einem Philosophenleben*, Hg. B. Dotzler, Berlin 1997
- From Barbie to Mortal Kombat. Gender and Computer Games*, Hg. J. Cassell / H. Jenkins, Cambridge, Mass. 1998
- Steven C. BANKES, *Methodological Considerations in Using Simulation to Assess the Combat Value of Intelligence and Electronic Warfare*, Santa Monica 1991 (RAND N-3101-A)
- Paul BARAN, *Introduction to Distributed Communications Network*, , Santa Monica 1964 (RAND RM-3420-PR)
- Roland BARTHES, *Das semiologische Abenteuer*, Frankfurt a.M. 1988
- Gregory BATESON, *Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven*, Frankfurt a.M. 1985
- Mariano B. BATALLA, *The learning curve and the reliability of learning scores in a body maze*, Berkeley 1936
- Claude BAUM, *The System Builders. The Story of SDC*, System Development Corp., Santa Monica 1982
- Franciska BAUMGARTEN, *Arbeitswissenschaft und Psychotechnik in Russland*, München / Berlin 1924
- Richard BELLMAN, *Dynamic programming*, Princeton 1957
- Hellmuth BENESCH, *Automatenspiele. Psychologische Untersuchungen an mechanischen und elektronischen Spielgeräten*, Heidelberg 1992
- Walter BENJAMIN, *Illuminationen*, 7. Aufl. Frankfurt a.M. 1991
- Bruce W. BENNETT / Clark M. JONES / Arthur M. BULLOCK / Paul K. DAVIS, *Main Theater Warfare Modelling in the RAND Strategy Assessment System (3.0)*, Santa Monica 1988 (RAND N-2743-NA)
- Max BENSE, »Über Labyrinth«, in: *Ästhetik und Engagement*, Köln / Berlin 1970, S. 139-142
- Max BENSE, »Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine«, in: *Ausgewählte Schriften*, Bd. 2, Stuttgart 1998, S. 429-446
- Emile BENVENISTE, »Der Begriff des 'Rhythmus' und sein sprachlicher Ausdruck«, in: *Probleme der allgemeinen Sprachwissenschaft*, München 1974, S. 363-373
- Peter BERZ, *Bau, Ort, Weg*, unveröffentlichter Vortrag Galerie Aedes, Berlin 15.2.1998
- Peter BERZ, *08/15. Ein Standard des 20. Jahrhunderts*, Diss. (masch.) Berlin 1997
- W. BEWLEY / T. ROBERTS / T. SCHROIT / W. VERPLANK, »Human factors testing in the design of Xerox's 8010 Star office workstation«, in: *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1983, S.72-77
- William C. BIEL, *The Effect of Early Inanition Upon Maze Learning in the Albino Rat*, Baltimore 1938
- Helmut BIRKHAN, »Laborintus – labor intus. Zum Symbolwert des Labyrinths im Mittelalter«, in: Fs.

- Richard Pittioni, Wien 1976, S. 423-454 (*Archaeologica Austriaca*, Beiheft 14)
- Vilhelm BJERKNES, »Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkte der Mechanik und der Physik«, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 1/1904, S. 1-7
- C. BLAIR, »Passing of a great mind«, in: *Life*, 25.2.1957, S. 96.
- Marc S. BLANK / Stuart W. GALLEY, »How to Fit a Large Program Into a Small Machine«, in: *Creative Computing*, July 1980, S. 80-87
- Steve BLOOM, *Video Invaders*, New York 1982
- Alfred BLUMSTEIN, »Strategic Models of Counterinsurgency«, in: *Proceedings of the 13th MORS Conference*, Washington 1964, S. 164-168
- Jörg BOCHOW, *Das Theater Meyerholds und die Biomechanik*, Berlin 1997
- Sharla P. BOEHM / Paul BARAN, *Digital Simulation of Hot-Potato Routing in a Broadband Distributed Communications Network*, Santa Monica 1964 (RAND RM-3103-PR)
- David J. BOLTER, *Turing's Man. Western Culture in the Computer Age*, Harmondsworth 1986
- Gabriel BONNETT, *Les Guerres Insurrectionelles et Revolutionnaires*, Paris 1958
- Edwin G. BORING, *A History of Experimental Psychology*, 2. Aufl. New York 1950
- Arno BORST, *Das mittelalterliche Zahlenkampfspiel*, Heidelberg 1986
- Stewart BRAND, »Spacewar. Fanatic Life and Symbolic Death Among the Computer Bums«, in: *Rolling Stone*, 7.12.1972 (www.baumgart.com/rolling-stone/spacewar.html)
- Gabriele BRANDSTETTER, *Tanz-Lektüren. Körperbilder und Raumfiguren der Avantgarde*, Frankfurt a.M. 1995
- Horst BREDEKAMP, *Antikenglauben und Maschinensehnsucht*, Berlin 1993
- Claude BREMOND, »Die Erzählung«, in: *Literaturwissenschaft und Linguistik. Ergebnisse und Perspektiven*, Hg. J. Ihwe, Frankfurt a.M. 1972, S. 177-217
- Claude BREMOND, *Logique du récit*, Paris 1973
- J.E. BRESENHAM »A Linear Algorithm for Incremental Digital Display of Circular Arcs«, in: *Communications of the ACM*, 20/1977, S. 100-106
- Garry D. BREWER / Martin SHUBIK, *The War Game. A Critique of Military Problem Solving*, Cambridge, Mass. 1979
- I.N. BRONSTEIN / K.A. SEMENDJAJEW, *Taschenbuch der Mathematik*, 22. Aufl. Frankfurt a.M. 1985
- Curtis BROWN, *Behaviorism: Skinner and Dennett* (www.trinity.edu/cbrown/mind/behaviorism.html)
- Warner BROWN, *Auditory and Visual Cues in Maze Learning*, Berkeley 1932
- B. BRUCE / D. NEWMAN, »Interacting Plans«, in: *Cognitive Science*, 2/1978, S. 195-233
- Roger W. BRUCKER / Richard A. WATSON, *The Longest Cave*, New York 1976
- W.L. BRYAN / N. HARTER, »Studies on the telegraphic languages. The acquisition of a hierarchy of habits«, in: *Psychological Review*, 6/1899, S. 345-337
- Mary Ann BUCKLES, *Interactive Fiction. The Computer Storygame 'Adventure'*, Diss. University of California at San Diego 1985
- Building Simulation Models with Simscript II.5*, CACI Products Co., La Jolla 1999
- Clark BULLITT, *Rambles in Mammoth Cave During the Year 1844 by a Visitor(!)*, New York (Reprint) 1973
- Arthur W. BURKS / Alice R. BURKS, »The ENIAC. First General-Purpose Electronic Computer«, in: *Annals of the History of Computing*, 3,4/1981, S. 310-389
- Arthur W. BURKS / Herman H. GOLDSTINE / John von NEUMANN, »Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument«, in: *John von Neumann. Collected Works*, Hg. A.H. Taub, Bd. 5, New York 1963, S. 35-79
- Vannevar BUSH, »Mechanical Solutions of Engineering Problems«, in: *Tech. Engineering News*, 9/1928
- Vannevar BUSH, »As We may Think«, in: *Atlantic Monthly*, 176,1/1945, S. 101-108 (www.isg.sfu.ca/~duchier/misc/vbush/vbush.txt)
- Vannevar BUSH, *Pieces of action*, New York 1970
- »Interview mit Nolan Bushnell, Erfinder von Pong und Atari-Gründer«, in: Telepolis (www.heise.de/tp/deutsch/special/game/2525/1.html)
- Frederik J.J. BUYTENDIJK, *Wesen und Sinn des Spiels. Das Spielen der Menschen und Tiere als Erscheinungsform der Lebenstriebe*, Berlin 1934
- Roger CAILLOIS, *Die Spiele des Menschen. Maske und Rausch*, Stuttgart 1960
- Norman CAMERON, *Cerebral Destruction in its Relation to Maze Learning*, Princeton 1928
- James H. CAPSHEW, »Engineering Behavior: Project Pigeon, World War II, and the Conditioning of B.F. Skinner«, in: *Technology and Culture*, 34/1993, S. 835-857
- Jamie G. CARBONELL, *Subjective Understanding. Computer Models of Belief Systems*, Diss. New Haven 1979
- Paul E. CERUZZI, *A History of Modern Computing*, Cambridge, Mass. 1998
- Franz Dominik CHAMBLANC, *Das Kriegsspiel, oder das Schachspiel im Großen. Nach einer leicht fäßlichen Methode dargestellt*, Wien 1828
- R.L. CHAPMAN / J.L. KENNEDY, »The Background and Implications of the Systems Research Laboratory Studies«, in: *Air Force Human Engineering. Personnel*

- and *Training Research*, Hg. G. Finch / F. Cameron, Washington 1955, S. 65-73
- Noam CHOMSKY, Rezension zu Skinners *Verbal Behavior*, wieder in: *Readings in the Philosophy of Psychology*, Hg. Ned Block, Vol. 1, Harvard 1980
- Noam CHOMSKY, *Strukturen der Syntax*, Den Haag 1973
- Gaetano CIPOLLA, *Labyrinth. Studies on an Archetype*, New York 1987
- Wallace CLARK, *The Gantt Chart*, 3. Aufl. London 1952
- Carl von CLAUSEWITZ, *Vom Kriege*, Augsburg 1998
- Scott COHEN, *Zap! The Rise and Fall of Atari*, New York 1984
- Hugh M. COLE, *The Ardennes. Battle of the Bulge*, Washington 1965
- A Computer Perspective. Background to the Computer Age*, by the Office of Charles and Ray Eames, 2. Aufl. Cambridge, Mass. 1990
- Computer als Medium*, Hg. N. Bolz / F. Kittler / C. Tholen, München 1994
- Computer Games*, Hg. D.N.L. Levy, 2 Bde., New York / Berlin / Heidelberg 1988
- Nic COSTA, *Automatic Pleasures. The History of the Coin Machine*, London 1988
- Matthew J. COSTELLO, *The Greatest Games of All Time*, New York 1991
- Wolfgang COY, *Reduziertes Denken. Informatik in der Tradition des formalistischen Forschungsprogramms*, Forschungsberichte des Studiengangs Informatik der Universität Bremen 2/94
- Jonathan CRARY, »Modernizing Vision«, in: *Vision and Visuality. Discussions in Contemporary Culture*, Hg. H. Foster, Seattle 1988, S.29-44
- Chris CRAWFORD, *The Art of Computer Game Design*, [o.O.] 1982 (www.erasmatazz.com)
- Martin van CREFELD, *Supplying War. Logistics from Wallenstein to Patton*, New York 1977
- Cybernetics, Simulation, and Conflict Resolution*, Hg. D.E. Knight / H.W. Curtis / L.J. Fogel, New York 1971
- Cyborg Worlds. The Military Information Society*, Hg. L. Levidow / K. Robins, London 1989
- DANNHAUER, »Das Reißwitzsche Kriegsspiel von seinem Beginn bis zum Tode des Erfinders 1827«, in: *Militair-Wochenblatt*, 56/1874, S. 527-532
- Arthur C. DANTO, *Analytical Philosophy of History*, Cambridge 1965
- G.B. DANZIG, *Linear programming and extensions*, in: *Econometrica*, 17/1949, S. 200-211
- Lorraine DASTON, *Classical Probability in the Enlightenment*, Princeton 1988
- Paul K. DAVIS, »Applying Artificial Intelligence Techniques to Strategic Level Gaming and Simulation«, in: *Modelling and Simulation Methodology in the Artificial Intelligence Era*, Hg. M. Elzas / T.I. Oren / B.P. Zeigler, North Holland 1986, S. 315-338
- S.W. DAVIS / J.G. TAYLOR, *Stress in the Infantry Combat*, Chevy Chase 1954 (ORO-T-296)
- W.P. DAVISON / J.J. ZASLOFF, *A Profile of Viet Cong Cadres*, Santa Monica 1966 (RAND RM 4983-ISA/ARPA)
- N. DEHN, »Memory in Story Invention«, in: *Proceedings of the Third Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Berkeley 1981, S. 213-215
- Manuel DELANDA, *War in the Age of Intelligent Machines*, New York 1991
- Gilles DELEUZE / Michel FOUCAULT, *Der Faden ist gerissen*, Berlin 1977
- Gilles DELEUZE / Félix GUATTARI, *Rhizom*, Berlin 1977
- Gilles DELEUZE, *Unterhandlungen 1972-1990*, Frankfurt a.M. 1993
- Daniel C. DENNETT, *Brainstorms. Philosophical Essays on Mind and Psychology*, Cambridge 1978
- Frank H. DENTON, *Some Effects of Military Operations on Viet Cong Attitudes*, Santa Monica 1966 (RAND RM 49 66-ISA/ARPA)
- Duane DEPAIPE, *Gunpowder from Mammoth Cave. The Saga of Saltpetre Mining Before and During the War of 1812*, Hays, Kansas 1985
- Jacques DERRIDA, »Point de la folie – maintenant l'architecture«, in: *Psyché. Invention de l'autre*, Paris 1987
- Paul DICKSON, *The Electronic Battlefield*, Bloomington 1976
- Reinhard DIESTEL, *Graphentheorie*, Berlin 1996
- Digital Illusion. Entertaining the Future with High Technology*, New York 1998
- Wilhelm DILTHEY, *Das Erlebnis und die Dichtung*, 12. Aufl. Göttingen 1921
- Söke DINKLA, »Vom Zuschauer zum Spieler. Utopie, Skepsis, Kritik und eine neue Poetik der Interaktiven Kunst«, in: *Interact. Schlüsselwerke interaktiver Kunst*, Ostfildern 1997 (Kat. Wilhelm Lehmbruck Museum, Duisburg 1997), S. 6-21
- J.R. DOMINICK, »Video Games. Television Violence and Aggression in Teenagers«, in: *Journal of Communication*, 34/1984, S. 136-147
- Penelope Reed DOOB, *The Idea of the Labyrinth from Classical Antiquity through the Middle Ages*, Ithaca / London 1992
- M. DORVAL / M. PEPIN, »Effect of Playing Video Games on a Measure of Spatial Visualization«, in: *Perceptual Motor Skills*, 62/1986, S. 159-162
- Bernhard DOTZLER, *Papiermaschinen. Versuch über COMMUNICATION & CONTROL in Literatur und Technik*, Berlin 1996
- Benedict DUGAN, *Simula and Smalltalk. A Social and Political History* (www.cs.washington.edu/homes/brd/history.html)

- James F. DUNNIGAN, *Complete War Games Handbook*, New York 1980
- Trevor N. DUPUY, *Numbers, Predictions and War. Using History to Evaluate Combat Factors and Predict the Outcome of Battles*, London 1979
- Stefan DÜSSLER, *Computerspiel und Narzißmus. Pädagogische Probleme eines neuen Mediums*, Eschborn 1989
- Manfred DWORSCHAK, »Gefräßige Scheibe«, in: *Der Spiegel* 29/1999, S. 181
- M.G. DYER, In *Depth Understanding. A Computer Model of Integrated Processing for Narrative Comprehension*, Yale University, Department of Computer Science, Technical Report 219, 1982
- Umberto Eco, *Das offene Kunstwerk*, Frankfurt 1973
- Umberto Eco, »Kritik des Porphyrischen Baumes«, in: *Im Labyrinth der Vernunft. Texte über Kunst und Zeichen*, Leipzig 1990, S. 89-112
- Presper Eckert Interview (www.si.edu/resource/tours/comphist/eckert.htm)
- Paul N. EDWARDS, *The Closed World. Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, Mass. 1996
- E.A. EGLI / L.S. MEYERS, »The Role of Video Games Playing in Adolescent Life: Is there Reason to be Concerned?«, in: *Bulletin of Psychosometric Society*, 22/1984, 309-312
- Manfred EIGEN / Ruthild WINKLER, *Das Spiel. Naturgesetzte steuern den Zufall*, 3. Aufl. München / Zürich 1979
- S.M. EKER / J.V. TUCKER, »Tools for the Formal Development of Rasterisation Algorithms«, in: *New Advances in Computer Graphics. Proceedings of CG International '89*, Hg. R.A. Earnshaw / B. Wyvill, Berlin 1989, S. 53-89
- Simon EGENFELDT-NIELSEN / Jonas HEIDE SMITH, *Computerspillet. Legetøj for en senmoderne kultur*, BA Kopenhagen 1998 (dorit.ih.ku.dk/~heide/senmoderne.html)
- Mircea ELIADE, *Initiation, rites, sociétés secrètes*, Paris 1976
- Th. EMDEN-WEINERT et al., *Einführung in Graphen und Algorithmen*, Berlin 1996 (www.informatik.hu-berlin.de/~weinert/graphs.html)
- Douglas C. ENGELBART, »A Conceptual Framework for the Augmentation of a Man's Intellect«, in: *Vistas in Information Handling*, Hg. P.W. Howerton / D.C. Weeks, Washington 1963, Bd. 1, S. 1-29
- Douglas C. ENGELBART, *A possible research activity toward a technique for teaching coordinate physical skills*, SRI File, 23.9.1960 (www.histech.rwth-aachen.de/www/quellen/engelbart/B15_F5_CoPhySkill.html)
- Douglas C. ENGELBART / William K. ENGLISH, »A Research Center for Augmenting Human Intellect«, in: *AFIPS Proceedings of the Fall Joint Computer Conference*, 33/1968, S. 395-410
- William K. ENGLISH / Douglas C. ENGELBART / Melvyn L. BERMAN, »Display Selection Techniques for Text Manipulation«, in: *IEEE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-8(1), March 1967, S. 5-15
- ENIAC History Overview* (seas.upenn.edu/~museum/hist-overview.html)
- Wolfgang ERNST, »Bauformen des Zählens. Distant Blicke auf Buchstaben in der Computer-Zeit«, in: *Literaturforschung heute*, Hg. E. Goebel / W. Klein, Berlin 1999, S. 86-97
- Robert R. EVERETT / Charles A. ZRAKET / Herbert D. BENINGTON, »SAGE – A Data-Processing System for Air Defense«, in: *Annals of the History of Computing*, 5,4/1983
- Jill FAIN et al., *The ROSIE Language Reference Manual*, Santa Monica 1981 (RAND N-1647-ARPA)
- R.A. FAIRTHORNE, »Some Clerical Operations and Languages«, in: *Information Theory*, London 1956, S. 111-120
- Bernard FALL, *The Two Vietnams. A Political and Military Analysis*, 2. Aufl. New York 1967
- Marshall FEY, *Slot Machines. A Pictorial History of the First 100 Years of the World's Most Popular Coin-Operated Gaming Device*, 2. Aufl. Reno 1989
- Michael V. FINN / Glenn A. KENT, *Simple Analytic Solutions to Complex Military Problems*, Santa Monica 1985 (RAND N-2211-AF)
- Dan FLEMING, *Powerplay. Toys as popular culture*, Manchester / New York 1996
- Vilém FLUSSER, »Für eine Phänomenologie des Fernsehens«, in: *Lob der Oberflächlichkeit. Für eine Phänomenologie der Medien*, 2. Aufl. Mannheim 1995, S. 180-200 (*Schriften*, Bd. 1)
- The First Century of Experimental Psychology*, Hg. E. Hearst, Hillsdale 1979
- Menso FOLKERTS, »Die Rithmachia des Werinher von Tegernsee«, in: *Vestigia Mathematica. Studies in Medieval and Early Modern Mathematics in Honour of H.L.L. Busard*, Amsterdam / Atlanta 1993, S. 107-142
- L.R. FORD Jr. / D.R. FULKERSON, »Maximum flow through a network«, in: *Canad. J. Math.*, 8/1956, 399-404
- Michel FOUCAULT, *Archäologie des Wissens*, Frankfurt a.M. 1973
- Amy FRIEDLANDER, *Natural Monopoly and Universal Service. Telephones and Telegraphs in the U.S. Communications Infrastructure 1837-1940*, Reston 1995
- Amy FRIEDLANDER, *Emerging Infrastructure. The Growth of Railroads*, Reston 1995
- T. FRIEDMAN, »Making Sense of Software. Computer Games and Interactive Textuality«, in: *Cybersociety*,

- Hg. S.G. Jones, Thousand Oaks / London / New Delhi 1995, S. 73-89
- Max FRIEDRICH, »Über die Apperceptionsdauer bei einfachen und zusammengesetzten Vorstellungen«, in: *Philosophische Studien*, Hg. W. Wundt, Bd. 1, Leipzig 1883, S. 39-77
- Jürgen FRITZ, »Jenseits des Joysticks. Neue Tendenzen bei den Spielcomputern«, in: *Spielmittel aktuell*, 2/1988, S. 44-46
- Friedrich FRÖBEL, *Theorie des Spiels I. Kleine pädagogische Texte*, Hg. E. Blochmann / G. Geißler, 3. Aufl. Weinheim 1963.
- M. FULLER / H. JENKINS, »Nintendo and the New World Travel Writing. A Dialogue«, in: *Cybersociety*, Hg. S.G. Jones, Thousand Oaks / London / New Delhi 1995, S. 57-72
- C.W. GAILEY, »Mediated Messages. Gender, Class, and Cosmos in Home Video Games«, in: *Journal of Popular Culture*, 27/1993, S. 81-97
- S. W. GALLEY / Greg PFISTER, *MDL Primer and Manual*, MIT Laboratory for Computer Science 1977
- W. Timothy GALLWEY, *The Inner Game of Tennis*, New York 1974
- Shaun GEGAN, *Magnavox Odyssey FAQ*, 29.10.1997 (home.neo.lrun.com/skg/faq.html)
- Roland GELATT, *The Fabulous Phonograph 1877-1977*, 2. Aufl. London 1977
- M. GERHARD / H. SCHUSTER, *Das digitale Universum. Zelluläre Automaten als Modelle der Natur*, Braunschweig 1995
- Daniel GETHMANN, »Unbemannte Kamera. Zur Geschichte der automatischen Fotografie aus der Luft«, in: *Fotogeschichte*, 73/1999, S. 17-27
- James GIBSON, *The Perfect War. Technowar in Vietnam*, New York 1987, S. 396-399
- Sigfried GIEDION, *Die Herrschaft der Mechanisierung. Ein Beitrag zur anonymen Geschichte*, Hg. H. Ritter, Hamburg 1994
- Frank B. GILBRETH / Lilian M. GILBRETH, *Verwaltungspsychologie. Die arbeitswissenschaftlichen Grundlagen für die Ermittlung und Einführung von Verfahren, die den größten Wirkungsgrad bei geringstem Kraftaufwand ermöglichen. Ein Handbuch für den heranwachsenden Techniker, Ingenieur und Betriebsleiter*, Berlin 1922
- Frank B. GILBRETH / Lilian M. GILBRETH, *Ange wandte Bewegungsstudien. Neun Vorträge aus der Praxis der wissenschaftlichen Betriebsführung*, Berlin 1920
- Frank B. GILBRETH, *Bewegungsstudien. Vorschläge zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Arbeiters*, Berlin 1921
- Frank B. GILBRETH / Lilian M. GILBRETH, *Ermüdungsstudium. Eine Einführung in das Gebiet des Bewegungsstudiums*, Berlin 1921
- Frank B. GILBRETH / Lilian M. GILBRETH, »Classifying the Elements of Work«, in: *Management and Administration*, August 1924
- Frank B. GILBRETH / Lilian M. GILBRETH, »Application of Motion Study«, in: *Management and Administration*, September 1924
- Andrew Yale GLIKMAN, *The Rhetoric of Stochastic Politics & Deadly Calculations*, 1998 (ccwf.cc.utexas.edu/~glik/deadcalc/DeadlyCalculations.html)
- Stephen B. GODDARD, *Getting There. The Epic Struggle between Road and Rail in the American Century*, New York 1994
- Erving GOFFMAN »Fun in Games«, in: *Ernounters*, Indianapolis 1961, S. 17-81
- Erving GOFFMAN, *Rahmen-Analyse. Ein Versuch über die Organisation von Alltagserfahrungen*, Frankfurt a.M. 1977
- Herman H. GOLDSTINE / John von NEUMANN, »Planning and Coding Problems for an Electronic Computing Instrument«, in: *John von Neumann. Collected Works*, Hg. A.H. Taub, Bd. 5, New York 1963, S. 81-235
- Herman H. GOLDSTINE, *The Computer from Pascal to von Neumann*, Princeton 1972
- Nelson GOODMAN, *Sprachen der Kunst*, Frankfurt a.M. 1995
- Morton GORDON, *International Relations Theory in the TEMPER Simulation*, Abt Associates, Inc. 1965
- Walter GÖRLITZ, *Kleine Geschichte des deutschen Generalstabs*, Berlin 1967
- J. M. GRAETZ, »The origin of Spacewar«, in: *Creative Computing*, 1981 (www.wheels.org/spacewar/creative/SpacewarOrigin.html)
- Patricia M. GREENFIELD, *Mind and Media. The Effects of Television, Video Games and Computers*, Aylesbury 1984
- Patricia M. GREENFIELD, »Video Games as Cultural Artifacts«, in: *Interacting with Video*, Hg. P.M. Greenfield / R.R. Cocking, Cambridge, Mass. 1996
- J. GEGOR / R. FÜLÖP-MILLER, *Das russische Theater*, Leipzig / Wien 1928
- Harold GUETZKOW, *Simulation in International Relations*, Englewood Cliffs 1963
- Guided Missiles and Techniques*, Summary Technical Report, NDRC, Washington 1946
- Hans Ulrich GUMBRECHT, »Rhythmus und Sinn«, in: *Materialität der Kommunikation*, Hg. H.U. Gumbrecht / K.L. Pfeiffer, Frankfurt a.M. 1988, S. 714-729
- Ian HACKING, *The Emergence of Probability. A Philosophical Study of Early Ideas About Probability, Induction and Statistical Inference*, Cambridge 1975
- Katie HAFNER / Matthew LYON, *Where Wizards Stay Up Late. The Origins of the Internet*, New York 1996

- Wolfgang HAGEN, *Der Stil der Sourcen* (www.is-bremen.de/~hagen)
- Wolfgang HAGEN, *Von NoSource zu Fortran*, Vortrag auf dem Kongress »Wizards of OS«, Berlin 16.07.99 (www.is-bremen.de/~hagen/notofort/NoSourceFortran/index.htm)
- Wulf R. HALBACH, *Interfaces. Medien- und kommunikationstheoretische Elemente zu einer Interface-Theorie*, München (Diss.) 1994
- G. Stanley HALL, *Aspects of Child Life and Education*, Boston 1907
- John C. HARSANYI, »Cardinal Welfare, Individualistic Ethics, and Interpersonal Comparisons of Utility«, in: *Journal of Political Economy*, 63/1955, S. 309-316
- John C. HARSANYI, »Ethics in Terms of Hypothetical Imperatives«, in: *Mind*, 47/1958, S. 305-316
- John C. HARSANYI, »Approaches to the Bargaining Problem Before and After the Theory of Games«, in: *Econometrica*, 24/1956, S. 144-157
- John C. HARSANYI, *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*, Cambridge 1977
- John C. HARSANYI / Reinhard SELTEN, *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*, Cambridge, Mass. 1988
- John C. HARSANYI, *Papers in Game Theory*, Dordrecht 1982
- Sam HART, *Video Game History* (www.physics.arizona.edu/~hart/vgh/)
- Sam HART, *Gender and Racial Inequality in Video Games*, (www.physics.arizona.edu/~hart/vgh/genracinequal.html)
- Eduard von HARTMANN, *Kategorienlehre*, 2. Aufl. Leipzig 1923
- Nicolai HARTMANN, *Der Aufbau der realen Welt. Grundriß der allgemeinen Kategorienlehre*, 3. Aufl. Berlin 1964
- Wolfgang HAUBRICHS, »Error inextricabilis. Form und Funktion der Labyrinthabbildung in mittelalterlichen Handschriften«, in: *Text und Bild. Aspekte des Zusammenwirkens zweier Künste in Mittelalter und früher Neuzeit*, Hg. C. Meier / U. Ruberg, Wiesbaden 1980, S. 63-174
- Alfred H. HAUSRATH, *Venture Simulation in War, Business, and Politics*, New York 1971
- Frank HEART / Robert KAHN / Severo ORNSTEIN / William CROWTHER / David WALDEN, »The Interface Message Processor of the ARPA Computer Network«, *Spring Joint Computer Conference of the American Federation of Information Processing Societies*, 1970
- Herbert HECKMANN, *Die andere Schöpfung. Geschichte der frühen Automaten in Wirklichkeit und Dichtung*, Frankfurt a.M. 1982
- Martin HEIDEGGER, *Die Technik und die Kehre*, 9. Aufl. Stuttgart 1996
- Martin HEIDEGGER, »Sprache«, in: *Überlieferte Sprache und technische Sprache*, St. Gallen 1989
- Stefan HEIDENREICH, »Icons: Bilder für User und Idioten«, in: *Icons*, Hg. R. Klanten, Berlin 1997 (www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/texte/icons.htm)
- Steve J. HEIMS, *John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, 2. Aufl. Cambridge, Mass. 1984
- Bettina HEINTZ, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*, Frankfurt a.M. / New York 1993
- Olaf HELMER, *Strategic Gaming*, Santa Monica 1960 (RAND P-1902)
- Johann Christian Ludwig HELLWIG, *Versuch eines aufs Schachspiel gebaueten taktischen Spiels von zwey und mehreren Personen zu spielen*, Leipzig 1780
- Gregg HERKEN, *Counsels of War*, New York 1985
- Leonard HERMAN, *Phoenix. The Fall & Rise of Home Videogames*, Union 1994
- William T. HERON, *Individual Differences in Ability Versus Chance in the Learning of the Stylus Maze*, Baltimore 1924
- Jessie C. HERZ, *Joystick Nation. How Videogames Gobbled Our Money, Won Our Hearts, and Rewired Our Minds*, London 1997
- Billy L. HIMES / Dino G. PAPPAS / Horace H. FIGUERS, *An Experimental Cold War Model. THEATERSPIEL's Fourth Research Game*, RAC-TP-120, 1964
- Lynn B. Hinds / Theodore O. Windt, Jr., *The Cold War as Rhetoric. The Beginnings, 1945-1950*, New York 1991
- Ernst HIRT, *Das Formgesetz der epischen, dramatischen und lyrischen Dichtung*, Hildesheim 1972
- A History of 'Adventure'* (people.delphi.com/rickadams/adventure/a_history.html)
- A History of Computing in the Twentieth Century*, Hg. N. Metropolis / J. Howett / G.-C. Rota, New York / London 1980
- Gustav Renée HOCKE, *Die Welt als Labyrinth. Manier und Manie in der europäischen Kunst*, Hamburg 1978
- Andrew HODGES, *Alan Turing: The Enigma*, New York 1983
- Jan Rune HOLMEVIK, »Compiling SIMULA. A Historical Study of Technological Genesis«, in: *IEEE Annals of the History of Computing*, 16,4/1994, S. 25-37
- Charles H. HONZIK, *Maze Learning in Rats in the Absence of Specific Intra- and Extra-Maze Stimuli*, Berkeley 1933
- Charles H. HONZIK, *The Sensory Basis of Maze Learning in Rats*, Baltimore 1936

- Matthias HORX, *Chip Generation. Ein Trip durch die Computerszene*, Reinbek 1984
- C.E.B. von HOVERBECK, *Das preußische National-Schach*, Breslau 1806
- Nigel HOWARD, »The Mathematics of Meta-Games«, in: *General Systems*, 11/1966, S. 167-200
- Herbert HRACHOVEC, *Bewegte Bilder, gesteuert durch Gegenreaktion*, unveröffentlichter Vortrag, Weimar 1998
- Thomas P. HUGHES, *Networks of Power. Electrification in Western Society 1880-1930*, Baltimore 1983.
- Johan HUIZINGA, *Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*, Hamburg 1956
- Daniel INGALLS, »Design Principles Behind Smalltalk«, in: *BYTE Magazine*, August 1981
- Roman INGARDEN, *Vom Erkennen des literarischen Kunstwerks*, Tübingen 1968
- Interaktiv. Im Labyrinth der Wirklichkeiten*, Hg. W. Zacharias, Essen 1996
- William IVIN, *On the Rationalization of Sight*, New York 1975
- Scott JACOBI, *The History of Video Games, an Independent Study* (www.seas.upenn.edu/~sjjacobi/IndStudy.html)
- John F. JACOBS, »SAGE Overview«, in: *Annals of the History of Computing*, 5,4/1983
- Tommy R. JENSEN / Bjarne TOFT, *Graph Coloring Problems*, New York 1995
- Ulla JOHNSON-SMARAGDI / Keith ROE, *Teenagers in the New Media World. Video Recorders, Video Games and Home Computers*, Lund 1986
- Reginald V. JONES, *Most Secret War*, London 1978
- William M. JONES, *On the Adapting of Political-Military Games for Various Purposes*, Santa Monica 1986 (RAND N-2413-AF/A)
- Gerald JÖRNS, *Alles Sucht? Computerspiel- und Internetsucht* (www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/5138/1.html)
- Journal of Computer Game Design*, 1987-1993
- Ernst JÜNGER, *Der Arbeiter. Herrschaft und Gestalt*, Stuttgart 1982
- Dieter JUNGnickel, *Graphen, Netzwerke und Algorithmen*, Heidelberg 1987
- Herman KAHN, *On Thermonuclear War. Three Lectures and Several Suggestions*, Princeton 1961
- Herman KAHN, *Thinking About the Unthinkable*, New York 1962
- Robert D. KAISER, *The Ultimate Odyssey² and Odyssey³ FAQ*, 12.5.1999 (home.neo.lrun.com/skg/02faq.txt)
- Immanuel KANT, »Logik«, in: *Werke in zehn Bänden*, Hg. W. Weinschedel, Bd. 5, Darmstadt 1983
- Immanuel KANT, *Kritik der reinen Vernunft*, Hg. R. Schmidt, 3. Aufl. Hamburg 1990
- Fred KAPLAN, *The Wizards of Armageddon*, 2. Aufl. Stanford 1991
- Ernst KAPP, »Die Kategorienlehre in der aristotelischen Topik«, in: *Ausgewählte Schriften*, Berlin 1968, S. 215-253
- John F. KASSON, *Civilizing the Machine. Technology and Republican Values in America 1776-1900*, New York 1976
- Alan KAY, *The Reactive Engine*, Diss. University of Utah 1969
- Steven KENT, *Electronic Nation* (www.videotopia.com/edit2.htm)
- Steven KENT / Jer HORVITZ / Joe FIELDER, *History of Video Games*, (www.videogamespot.com/features/universal/hov/hov01.html)
- Karl KERÉNYI, »Labyrinth-Studien«, in: *Humanistische Seelenforschung*, Wiesbaden 1978, S. 226-273
- Hermann KERN, *Labyrinth. Erscheinungsformen und Deutungen*, 3. Aufl. München 1995
- Marsha KINDER, *Playing With Power in Movies, Television, and Video Games. From Muppet Babies to Teenage Mutant Ninja Turtles*, Berkeley 1991
- Tracy KIDDER, *Die Seele einer neuen Maschine. Vom Entstehen eines Computers*, Reinbek 1984
- F.W. KITCHENER, *Rules for War Games on Maps and Tactical Models*, Simla 1895
- Friedrich KITTLER, *Grammophon Film Typewriter*, Berlin 1986
- Friedrich KITTLER, »Fiktion und Simulation«, in: *Philosophien der neuen Technologie*, Hg. Ars Electronica, Berlin 1989, S. 57-80
- Friedrich KITTLER, »Rockmusik – Ein Mißbrauch von Heeresgerät«, in: *Appareils et machines a representation*, Hg. C. Grivel, Mannheim 1988, S. 87-102 (*mana, Mannheim-Analytiques / Mannheimer Analytika*, 8)
- Friedrich KITTLER, »Eine Kurzgeschichte des Scheinwerfers...«, in: *Der Entzug der Bilder. Visuelle Realitäten*, Hg. M. Wetzler / H. Wolf, München 1994, S. 183-189
- Friedrich KITTLER, »Die Evolution hinter unserem Rücken«, in: *Kultur und Technik im 21. Jahrhundert*, Hg. G. Kaiser / D. Matejovski / J. Fedrowitz, Frankfurt / New York 1993, S. 221- 223
- Friedrich KITTLER, *Ein Tigertier, das Zeichen setzte. Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag* (www.uni-kassel.de/wz2/mtg/archiv/kittler.htm)
- Norman M. KLEIN, »In Labyrinth spielen«, in: *Télepolis* (www.heise.de/tp/deutsch/special/game/3239/1.html)
- Gottfried KNAPP, »Vom Flipperkasten zum Computerspiel«, in: *Kursbuch 'Computerkultur'*, März 1984, S. 153ff.
- Helen Lois KOCH, *The Influence of Mechanical Guidance Upon Maze Learning*, Princeton 1923

- Jörg KOCH, *Digitale Wiedergeburt. Vom Überleben von Konsolenspielen wie »Vectrex« in der Emulatorenzene* (www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/2466/1.html)
- Ralph KOCHENBURGER / Carolyn TURCIO, *Computers in Modern Society*, Santa Barbara 1974
- Irmgard KOWATZKI, *Der Begriff des Spiels als ästhetisches Phänomen*, Frankfurt a.M. 1973
- Kurt KRACHEEL, *Flugführungssysteme – Blindfluginstrumente, Autopiloten, Flugsteuerungen*, Bonn 1993 (*Die deutsche Luftfahrt*, Bd. 20)
- Sybille KRÄMER, *Berechenbare Vernunft. Kalkül und Rationalismus im 17. Jahrhundert*, Berlin, New York, 1991
- Sybille KRÄMER, »Zentralperspektive, Kalkül, Virtuelle Realität. Sieben Thesen über die Weltbildimplikation symbolischer Formen«, in: *Medien-Welten Wirklichkeiten*, Hg. G. Vattimo / W. Welsch, München 1998, S. 149-172
- Sybille KRÄMER, »Geist ohne Bewußtsein? Über einen Wandel in den Theorien vom Geist«, in: *Geist – Gehirn – künstliche Intelligenz. Zeitgenössische Modelle des Denkens*, Hg. S. Krämer, Berlin / New York 1994, S. 71-87
- Künstliche Spiele*, Hg. G. Hartwagner / S. Iglhaut / F. Rötzer, München 1993
- Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard*, Hg. C. Pias / J. Vogl. /L. Engell /O. Fahle / B. Neitzel, Stuttgart 1999
- Gerhard KURZ, »Notizen zum Rhythmus«, in: *Sprache und Literatur in Wissenschaft und Unterricht*, 23/1992, S. 41-45
- Rudolf von LABAN, *Kunst der Bewegung*, 2. Aufl. Wilhelmshaven 1996
- Andreas LANGE, »Computerspiele erobern Gebrauchselektronik. Spielhallenklassiker wie 'Tron' feiern ihr Comeback in Telefonen«, in: *Telepolis* (www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/2467/1.html)
- Zachary F. LANSDOWNE, *User's Guide to OPUS: Optimal Prefertial Utility and Strategies Program*, Santa Monica 1989 (RAND N-2903-AF)
- Pierre Simon LAPLACE, *Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit*, Leipzig 1932
- Brenda LAUREL, *Towards the Design of a Computer-based Interactive Fantasy System*, Diss. Ohio State University, 1986
- Brenda LAUREL, *Computers as Theatre*, Reading, Mass. 1991
- W.S. LEARNED / Ben D. WOOD, »The Student and His Knowledge«, Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, Bulletin 29/1938
- P. David LEBLING / Marc S. BLANK / Timothy A. ANDERSON, »Zork: A Computerized Fantasy Simulation Game«, in: *IEEE Computer*, 4/1979, S. 51-59
- P. David LEBLING, *The MDL Programming Environment*, MIT Laboratory for Computer Science, 1979
- P. David LEBLING, »Zork and the Future of Computerized Fantasy Simulations«, in: *BYTE Magazine*, December 1980, S. 172-182
- Michael LEBOWITZ, »Creating Characters in a Story-Telling Universe«, in: *Poetics*, 13/1984, S. 171-194
- Michael LEBOWITZ, »Memory-Based Parsing«, in: *Artificial Intelligence*, 21/1983, S. 285-326
- C.Y. LEE, »An algorithm for path connection and its applications«, in: *IRE Trans. Electr. Comput.* EC-10, 1961, S. 346-365
- Wendy G. LEHNERT, »Plot Units and Narrative Summarization«, in: *Cognitive Science*, 7/1983, S. 293-332
- Gottfried Wilhelm LEIBNIZ, »Die Theodizee. Von der Güte Gottes, der Freiheit des Menschen und dem Ursprung des Übels«, in: *Philosophische Schriften*, Hg. Herbert Herring, Frankfurt a.M. 1986, Bd. II/1-2
- Stanislaw LEM, *Summa technologiae*, 2. Aufl. Frankfurt a.M. 1978
- Robert LEVINE / Thomas SCHELLING / William JONES, *Crisis Games 27 Years Later: Plus c'est déjà vu*, Santa Monica 1991 (RAND P-7719)
- David LEVY / Monroe NEWBORN, *Chess and Computers*, Berlin / Heidelberg / New York 1982
- Pierre LÉVY, *Die kollektive Intelligenz. Eine Anthropologie des Cyberspace*, Mannheim 1997
- Steven LEVY, *Hackers. Heroes of the Computer Revolution*, London 1984
- Joseph C.R. LICKLIDER / G.A. MILLER, »The Perception of Speech«, in: *Handbook of Experimental Psychology*, Hg. S.S. Stevens, New York 1951
- Joseph C.R. LICKLIDER, »Man-Computer Symbiosis«, in: *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-1/1967, S. 4-11 (Reprint bei digital, Systems Reseach Center, Palo Alto 1990)
- Joseph C.R. LICKLIDER, »The Computer as a Communication Device«, in: *Science and Technology*, April 1968 (Reprint bei digital, Systems Reseach Center, Palo Alto 1990)
- Joseph C.R. LICKLIDER, *Libraries of the Future*, Cambridge, Mass. 1966
- Jürgen LINK, *Versuch über den Normalismus*, Opladen 1999
- Literaturwissenschaft. Einführung in ein Sprachspiel*, Hg. H. Bosse / U. Renner, Freiburg i.B. 1999
- William R. LIVERMORE, *American Kriegsspiel. A Game for Practicing the Art of War Upon a Topographical Map*, Boston 1897
- Geoffrey R. LOFTUS / Elizabeth F. LOFTUS, *Mind and Play. The Psychology of Video Games*, New York 1983
- Hans LÖSENER, *Der Rhythmus in der Rede. Linguistische und literaturwissenschaftliche Aspekte des Sprachrhythmus*, Tübingen 1999
- Laurence LOUPPE, »Der Körper und das Unsichtbare«, in: *Tanz in der Moderne. Von Matisse bis Schlemmer*,

- Hg. K. Adelsbach / A. Firmenich, Köln 1996 (Kat. Kunsthalle Emden), S. 269-276
- Katherine Eva LUDGATE, *The Effect of Manual Guidance Upon Maze Learning*, Princeton 1923
- Niklas LUHMANN, »Erziehung als Formung des Lebenslaufs«, in: *Bildung und Weiterbildung im Erziehungssystem. Lebenslauf und Humanontogenese als Medium und Form*, Hg. D. Lenzen / N. Luhmann, Frankfurt am Main 1997, S. 11-29
- Frederick Hillis LUMLEY, *An Investigation of the Responses Made in Learning a Multiple Choice Maze*, Princeton 1931
- Rudolf M. LÜSCHER, *Henry und die Krümelmonster. Versuch über den fordistischen Charakter*, Tübingen 1988
- Joy Medley LYONS, *Mammoth Cave. The Story Behind the Scenery*, Las Vegas 1991
- Jean François LYOTARD, *Das postmoderne Wissen. Ein Bericht*, Graz / Wien 1986
- Jean François LYOTARD, *Grabmal des Intellektuellen*, Graz / Wien 1985
- Donald A. MACFARLANE, *The Role of Kinesthesis in Maze Learning*, Berkeley 1930
- T. MALONE, »How Do People Organize Their Desks? Implications for the Design of Office Information Systems«, in: *ACM Transactions on Office Information Systems* 1,1/1983, S. 99-112
- Top Management Decision Simulation*, Hg. Elizabeth Marting, New York 1956
- Heinz Herbert MANN, »Text-Adventures. Ein Aspekt literarischer Softmoderne«, in: *Besichtigung der Moderne. Bildende Kunst, Architektur, Musik, Literatur, Religion. Aspekte und Perspektiven*, Hg. H. Holländer / C.W. Thomsen, Köln 1987, S. 371-378
- Lev MANOVICH, *The Mapping of Space. Perspective, Radar, and 3-D Computer Graphics* (jupiter.ucsd.edu/~manovich/text/mapping.html)
- William Henry MATTHEWS, *Mazes and Labyrinths. Their Story and Development*, London 1922
- J. MCCARTHY / M.L. MINSKY / N. ROCHESTER / C.E. SHANNON, *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, 31.8.1955 (www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html)
- John McDONALD, *Strategy in Poker, Business and War*, New York 1950
- George H. MEAD, *Mind, Self, and Society*, Chicago 1934
- Warren S. McCULLOCH / Walter PITTS, »A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity«, in: *The Philosophy of Artificial Intelligence*, Hg. M.A. Boden, Oxford 1990, S. 22-39
- James R. MEEHAN, *The Metanovel. Writing Stories by Computer*, Yale University, Department of Computer Science, Technical Report 74, 1976 [New York 1980]
- Medien und Öffentlichkeit. Positionierungen Symptome Simulationsbrüche*, Hg. R. Maresch, München 1996
- Henri MESCHONNIC, *Critique du rythme, anthropologie historique du langage*, Paris 1982
- Eva MEYER / Jacques DERRIDA, »Labyrinth und Archi/Textur«, in: *Das Abeneuern der Ideen. Architektur und industrielle Revolution*, Berlin 1984
- Gust De MEYER, *De geschiedenis en de impact van videogames*, Leuven 1998
- Wsewolod E. MEYERHOLD, »Der Schauspieler der Zukunft und die Biomechanik«, in: *Theaterarbeit 1917-1930*, Hg. R. Tietze, München 1974, S. 72-76
- Microworld Simulations for Command and Control Training of Theater Logistics and Support Staffs*, Santa Monica 1998 (RAND MR-929-A)
- Militair-Wochenblatt* 402/1824, S. 2973f
- Military Enterprise and Technological Change. Perspectives on the American Experience*, Hg. M.R. Smith, Cambridge, Mass. 1987
- Lawrence H. MILLER / Jeff JOHNSON, »The XEROX Star. An Influential User Interface Design«, in: *Human-Computer Interface Design. Success Stories, Emerging Methods, and Real-World Context*, Hg. H.M. Rudisill / C. Lewis / P.G. Polson / T.D. McKay, San Francisco 1996, S. 70-100
- A Million Random Digits with 100,000 Normal Deviates*, RAND Corporation, Glencoe 1955
- Franco MINGANTI, *Updating (Electronic) Storytelling*, (node9.phil3.uni-freiburg.de/1997/Minganti.html)
- Marvin MINSKY, »A Framework for Representing Knowledge«, in: *Mind Design*, Hg. J. Haugeland, Cambridge, Mass. 1981, S. 95-128
- Philipp MIROWSKI, »When Games Grow Deadly Serious. The Military Influence on the Evolution of Game Theory«, in: *Journal of Political Economy*, 23/1991, S. 227-255
- Walter MOEDE, *Die Experimentalpsychologie im Dienste des Wirtschaftslebens*, Berlin 1922
- Roger C. MOLANDER / Andrew S. RIDDLE / Peter A. WILSON, *Strategic Information Warfare. A New Face of War*, Santa Monica 1996 (RAND MR-661-OSD)
- Abraham MOLES / Elisabeth ROHMER / P. FRIEDRICH, *Of Mazes and Men – Psychology of Labyrinths*, Strasbourg 1977
- Alexander M. MOOD, *War Gaming as a Technique of Analysis*, Santa Monica 1954 (RAND P-899)
- E.F. MOORE, »The shortest path through a maze«, in: *Proc. Internat. Symp. Theory Switching*, Part II, Cambridge, Mass. 1959, S. 285-292
- J.L. MORENO, *Gruppentherapie und Psychodrama*, Stuttgart 1959
- C. Lloyd MORGAN, *An Introduction to Comparative Psychology*, London 1894
- Stuart MOULTHROP, »Reading From the Map. Metonymy and Metaphor in the Fiction of Forking

- Paths», in: *Hypermedia and Literary Studies*, Hg. P. Delany / G.P. Landow, Cambridge, Mass. 1991, S. 119-132
- Thomas MÜLLER / Peter SPANGENBERG, »Fern-Sehen – Radar – Krieg«, in: *HardWar / SoftWar. Krieg und Medien 1914 bis 1945*, Hg. M. Stingelin / W. Scherer, München 1991, S. 275-302
- Hugo MÜNSTERBERG, *Psychology and Industrial Efficiency*, 1913 (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Munster/Industrial/)
- Hugo MÜNSTERBERG, *Grundzüge der Psychotechnik*, Leipzig 1914
- Brad MYERS, »A Brief History of Human Computer Interaction Technology«, in: *ACM interactions*, 5/1998 (www.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uihistory.tr.html)
- John F. NASH, »The Bargaining Problem«, in: *Econometrica*, 18/1950, S. 155-162
- John F. NASH »Two-Person Cooperative Games«, in: *Econometrica*, 21/1953, S. 128-140
- NAUMANN, *Das Regiments-Kriegsspiel*, Berlin 1877
- Oskar NEGt / Alexander KLUGE, *Geschichte und Eigensinn*, Frankfurt a.M., 1993
- Graham NELSON, *The Craft of the Adventure. Five articles on the design of adventure games*, 2. Aufl. Oxford 1995 (<ftp://gmd.de/if-archive/programming/general-discussion/Craft.Of.Adventure.tex>)
- Graham NELSON, *Inform 6.15. Technical Manual*, rev. 22.3.1998 (www.gnelson.demon.co.uk/TechMan.txt)
- Graham NELSON, *The Z-Machine Standards Document*, Version 1.0, rev. 30.9.1997 (www.gnelson.demon.co.uk)
- Ernst Neufert. Normierte Baukultur im 20. Jahrhundert, Hg. W. Prigge, Frankfurt a.M. 1999
- The Neumann Compendium*, Hg. F. Bródy / T. Vámos, Singapore / New Jersey / London / Hong Kong 1995
- John von NEUMANN, *Die Rechenmaschine und das Gehirn*, 6. Aufl. München 1991
- John von NEUMANN, »Probabilistic Logics and the Synthesis of Reliable Organisms From Unreliable Components«, in: *Collected Works*, Hg. A.H. Taub, Bd. 5, New York 1963, S. 329-378
- John von NEUMANN, »Zur Theorie der Gesellschaftsspiele«, in: *Mathematische Annalen*, 1928, S. 295-320
- John von NEUMANN / Oskar MORGENSTERN, *Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten*, Würzburg 1961
- John von NEUMANN, *Theory of Self-Reproducing Automata*, Hg. A.W. Burks, Urbana / London 1966
- Otto NEURATH, *International Picture Language. The First Rules of Isotype*, London 1936
- Otto NEURATH, *Modern Man in Making*, New York 1939
- Allen NEWELL / J.C. SHAW / Herbert A. SIMON, »Chess-Playing Programs and the Problem of Complexity«, in: *IBM Journal of Research and Development*, 2/1958, S. 320-335
- Allen NEWELL / Herbert A. SIMON, *Human Problem Solving*, Englewood 1972
- J. NIELSEN / R. MOLICH, »Heuristic Evaluation of User Interfaces«, in: *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1990, S. 249-260
- J.E. NOLAN, »Tactics and the Theory of Games. The Theory of Games Applied to the Battle of Guadalcanal«, in: *Army*, August 1960, S. 77-81
- J.D. NORTH, *The Rational Behaviour of Mechanically Extended Man*, Boulton Paul Aircraft Ltd., Wolverhampton 1954
- Kristen NYGAARD / Ole-Johan DAHL, »The Development of the Simula Languages«, in: *History of Programming Languages*, Hg. R.L. Wexelblat, New York 1981
- Kristen NYGAARD / Ole-Johan DAHL, »SIMULA – An ALGOL-Based Simulation Language«, in: *Communications of the ACM*, 9/1966
- Kristen NYGAARD / Ole-Johan DAHL, »The Development of the Simula Languages«, in: *History of Programming Languages Conference, ACM SIGPLAN Notices*, 13,8/1978
- Wilhelm OSTWALD, *Der energetische Imperativ*, Leipzig 1912
- Larry OWENS, »Vannevar Bush and the Differential Analyzer: The Text and Context of an Early Computer«, in: *Technology and Culture*, 1960, S. 63-95
- Peter PARET / Gordon A. CRAIG, *Makers of Modern Strategy. From Machiavelli to the Nuclear Age*, Princeton 1968
- Mel PARK, »Colossal Cave Revisited«, in: *TidBITS. A Newsletter for Mac Users*, #229/1994 (<ftp://gmd.de/if-archive/info/Colossal-Cave.TidBITS>)
- Rainer PAUL / Jürgen SCRIBA, »Die Fronten sind überall«, in: *Der Spiegel* 37/1999, S. 288-292
- Günther PATZIG, »Bemerkungen zu den Kategorien des Aristoteles«, in: *Einheit und Vielheit*, Fs. C.F. v. Weizsäcker, Hg. E. Scheibe / G. Süssmann, Göttingen 1973, S. 60-76
- Michael R. PEARCA, *Evolution of a Vietnamese Village. Part I: The Present, After Eight Month of Pacification*, Santa Monica 1965 (RAND RM 4552-ARPA)
- Fleming Allen PERRIN, *An Experimental and Intropective Study of the Human Learning Process in the Maze*, Princeton 1914
- Jörg PFLÜGER, »Hören, Sehen, Staunen. Zur Ideengeschichte der Interaktivität«, unveröffentlichter Vortrag, Kassel 6.2.1999
- Jean PIAGET, *Nachahmung, Spiel und Traum*, 3. Aufl. Stuttgart 1993 (*Gesammelte Werke*, Bd. 5)
- Claus PIAS, *Digitale Sekretäre: 1968, 1978, 1998* (www.uni-weimar.de/~pias/diverses.html)

- Fletcher PRATT, *Fletcher Pratt's Naval War Game*, Milwaukee 1976
- Proceedings of the Workshop on Modeling and Simulation of Land Combat*, Hg. L.G. Callahan, Atlanta 1983
- Proletkult 1: System einer proletarischen Kultur / Proletkult 2: Zur Praxis und Theorie einer proletarischen Kulturrevolution in Sowjetrußland 1917-1925*, Hg. P. Gorsen / E. Knödler-Bunte, Stuttgart 1974
- A.F. QUATTROMANI, *Catalog of Wargaming and Military Simulation Models*, Washington 1982
- Anatol RAPOPORT, »The Use and Misuse of Game Theory«, in: *Scientific American*, 207/1962, S. 108-114, 117f.
- Anatol RAPOPORT, *Strategy and Conscience*, New York 1964
- Georg Heinrich Rudolf Johann Baron von REISWITZ, *Anleitung zur Darstellung militärischer Manöver mit dem Apparat des Krieges-Spieles*, Berlin 1824
- George Leopold Baron von REISWITZ, *Taktisches Kriegs-Spiel oder Anleitung zu einer mechanischen Vorrichtung um taktische Manoeuvres sinnlich darzustellen*, Berlin 1812
- Howard RHEINGOLD, *Tools for Thought*, New York 1985 (www.rheingold.com/texts/tft/)
- Lewis F. RICHARDSON, *Weather Prediction by Numerical Process*, London 1922
- Lewis F. RICHARDSON, »The Supply of Energy From and to Atmospheric Eddies«, in: *Proceedings of the Royal Society*, A 97/1920, S. 354-373
- Louis N. RIDENOUR, »Bats in the Bomb Bay«, in: *Atlantic Monthly*, December 1946
- Louis N. RIDENOUR, »Doves in the Detonator«, in: *Atlantic Monthly*, Januar 1947
- RM-9400 Series Graphic Display System Software Reference Manual*, Ramtec Corporation, Santa Clara 1979
- Alain ROBBE-GRILLET, *Der Augenzeuge*, Frankfurt a.M. 1986
- Alain ROBBE-GRILLET, *Die Niederlage von Reichenfels*, Reinbek 1967
- Axel ROCH, »Die Maus. Von der elektronischen zur taktischen Feuerleitung«, in: *Lab. Jahrbuch für Künste und Apparate*, Hg. S. Zielinski / N. Röller / W. Ernst, Köln 1996 (www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/texte/maus.htm)
- Keith ROE / Daniel MUIJS, »Children and Computer Games«, in: *European Journal of Communication*, 13/1998, S. 181-200
- Claude Ambrose ROGERS, *Packing and Covering*, Cambridge 1964
- A. ROSENFELD, »Arcs and Curves in Digital Pictures«, in: *Journal of the ACM*, 20/1973, S. 81-87
- Marshal ROSENTHAL, *Dr. Higinbotham's Experiment. The First Video Game or: Fun With an Oscilloscope* (www.discovery.com/doc/1012/world/inventors100596/inventors.html)
- Jeff ROTHENBERG / Sanjai NARAIN, *The RAND Advanced Simulation Language Project's Declarative Modeling Formalism (DMOD)*, Santa Monica 1994 (RAND MR-376-ARPA)
- Florian RÖTZER, »Aspekte der Spielkultur in der Informationsgesellschaft«, in: *Medien-Welten Wirklichkeiten*, Hg. G. Vattimo / W. Welsch, München 1998, S. 149-172
- J.T. ROWELL / E.R. STREICH, »The SAGE system training program for the Air Defense Command«, in: *Human Factors*, October 1964, S. 537-548
- Farrand SAYRE, *Map Maneuvers and Tactical Rides*, Springfield 1908-11
- Simon SCHAFFER, »Astronomer's Mark Time: Discipline and the Personal Equation«, in: *Science in Context*, 2/1988, S. 115-145
- Wolfgang SCHÄFFNER, »Nicht-Wissen um 1800. Buchführung und Statistik«, in: *Poetologien des Wissens um 1800*, Hg. J. Vogl, München 1999, S. 123-144
- R.C. SCHANK, »The structure of Episodes in Memory«, in: *Representation and Understanding. Studies in Cognitive Science*, Hg. D. Bobrow / A. Collins, New York 1975
- Thomas SCHELLING, *The Strategy of Conflict*, Cambridge 1960
- Hans SCHEUERL, *Das Spiel. Untersuchungen über sein Wesen, seine pädagogischen Möglichkeiten und Grenzen*, 11. Aufl. Weinheim / Basel 1990
- Friedrich SCHILLER, »Über die ästhetische Erziehung des Menschen in einer Reihe von Briefen«, dtv Gesamtausgabe, Bd. 19, Frankfurt a.M. 1966, S. 5-95
- Ralf SCHLECHTWEG-JAHN, »Computerzombie oder Homo ludens? Tendenzen der Forschung zum Computer- und Videospiele«, in: *Zeitschrift für Semiotik*, 19/1997, S. 317-327
- Christoph SCHLIEDER, »Räumliche Repräsentation im diagrammatischen Schließen«, in: *Perspektive in Sprache und Raum. Aspekte von Repräsentation und Perspektivität*, Hg. C. Umbach / M. Grabski / R. Hörnig, Wiesbaden 1997, S. 127-145
- Manfred SCHMELING, *Der labyrinthische Diskurs. Vom Mythos zum Erzählmodell*, Frankfurt a.M. 1987
- Ivo SCHNEIDER, *Die Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie von den Anfängen bis 1933*, Berlin 1989
- Schöne neue Welten? Auf dem Weg zu einer neuen Spielkultur*, Hg. F. Rötzer, München 1995
- William SCHWABE / Lewis M. JAMISON, *A Rule-Based Policy-Level Model of Nonsuperpower Behavior in Strategic Conflicts*, Santa Monica 1982 (RAND R-2962-DNA)
- William SCHWABE, *An Introduction to Analytic Gaming*, Santa Monica 1994 (RAND P-7864)

- Frederic D. SCHWARZ, »The Patriarch of PONG«, in: *Invention and Technology*, Fall 1990, S. 64 (www.fas.org/cp/pong_fas.htm)
- Georg SEESLEN / Christian Rost, *PacMan & Co. Die Welt der Computerspiele*, Reinbek 1984
- Lee K. SEITZ, *Classic Video Games Literature List* (<http://home.hiwaay.net/~lkseitz/cvg/cvglit.shtml>)
- Reinhard SELTEN, *Models of Strategic Rationality*, Dordrecht 1988
- Michel SERRES, »Das Kommunikationsnetz: Penelope«, in: *Hermes I. Kommunikation*, Berlin 1991, S. 9-23
- Claude E. SHANNON, »Programming a Computer for Playing Chess«, in: *Philosophical Magazine*, 41/1950, S. 256-275
- Claude E. SHANNON, »A Chess-Playing Machine«, in: *Scientific American*, 182/1950, S. 48-51
- Claude E. SHANNON, »Presentation of A Maze-Solving Machine«, in: *Transactions of the 8th Conference entitled 'Cybernetics'*, New York 1951
- Claude E. SHANNON / Warren WEAVER, *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*, München / Wien 1976
- Norman Z. SHAPIRO / H. Edward HALL / Robert H. ANDERSON / Mark LACASSE, *The RAND-ABEL Programming Language*, Santa Monica 1985 (RAND R-3274-NA)
- Norman Z. SHAPIRO et al., *The RAND-ABEL® Programming Language: Reference Manual*, Santa Monica 1988 (RAND N-2367-1-NA)
- David SHEFF, *Nintendo – »Game Boy«. Wie ein japanisches Unternehmen die Welt erobert*, München 1993
- Bernhard SIEGERT, »Das Leben zählt nicht. Natur und Geisteswissenschaften bei Dilthey aus mediengeschichtlicher Sicht«, in: *[me'dien]. dreizehn vortraege zur medienkultur*, Hg. C. Pias, Weimar 1999, S. 161-182
- Herbert A. SIMON, *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, Mass. 1980
- Simsript II.5 Programming Language*, CACI Products Co., La Jolla 1997
- Simsript II.5 Reference Handbook*, CACI Products Co., La Jolla 1997
- B. Frederic SKINNER, »Autobiography«, in: *A History of Psychology in Autobiography*, Hg. Edwin G. Boring / Gardner Lindzey, Vol. 5, New York 1967, S. 387-413 (www.lafayette.edu/allanr/autobio.html)
- B. Frederic SKINNER, *The Shaping of a Behaviorist*, New York 1979
- B. Frederic SKINNER, *Particulars of My Life*, New York 1976
- B. Frederic SKINNER, *A Matter of Consequences*, New York 1983
- B. Frederic SKINNER, »Superstition in the pigeon«, in: *Journal of Experimental Psychology*, 38/1948, S. 168-172. (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Skinner/Pigeon/)
- B. Frederic SKINNER, »Two Types of Conditioned Reflex and a Pseudo Type«, in: *Journal of General Psychology*, 12/1935, S. 66-77 (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Skinner/Twotypes/twotypes.htm)
- B.F. SKINNER, »Are Theories of Learning Necessary?«, in: *Psychological Review*, 57/1950, 193-216 (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Skinner/Theories/index.htm)
- B. Frederic SKINNER, *Cost of Homing Units, Personnel and Organization Required. Discussion and Analysis*, General Mills Final Report, 21.2.1944
- B.F. Skinner and Behaviorism in American Culture*, Hg. L.D. Smith / W.R. Woodward, Bethlehem 1996
- Robert SLATER, *Portraits in Silicon*, Cambridge, Mass. 1987
- Sarah SLOANE, *Interactive Fiction, Virtual Realities, and the Reading-Writing Relationship*, Diss., Ohio State University, 1991
- J. W. SMITH, *Determination of Path-Lengths in a Distributed Network*, Santa Monica 1964 (RAND RM-3578-PR)
- The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Hg. W.E. Bijker / T. Hughes / T. Pinch, Cambridge, Mass. 1987
- Robert D. SPECHT, *War Games*, Santa Monica 1957 (RAND P-1401)
- Julian STALLABRASS, *Gargantua. Manufactured Mass Culture*, London / New York 1996
- Tom STANDAGE, *The Victorian Internet. The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On-Line Pioneers*, New York 1998
- John M. STAUDENMAIER, *Technology's Storytellers. Reweaving the Human Fabric*, Cambridge, Mass. 1985
- Wolf-Dieter STEMPEL, »Erzählung, Beschreibung und der historische Diskurs«, in: *Geschichte – Ereignis und Erzählung*, Hg. R. Koselleck / W.-D. Stempel, München 1973, S. 325-346 (*Poetik und Hermeneutik V*)
- William A. STEWART / E.S. WAINSTEIN, *RAND Symposium on Pilot Training and the Pilot Career. Final Report*, Santa Monica 1970
- The Study of Games*, Hg. E.M. Avedon / B. Sutton-Smith, New York 1979
- Supplement zu den bisherigen Kriegsspiel-Regeln*, von einer Gesellschaft preuß. Offiziere bearbeitet, Berlin 1828
- Strategien des Scheins. Kunst Computer Medien*, Hg. F. Rötzer / P. Weibel, München 1991
- Ivan SUTHERLAND, *Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System*, Diss. MIT 1963

- Robert E. TARJAN, »Depth first search and linear graph algorithms«, in: *SLAM J. Comput.*, 1/1972, S. 146-160
- Gaston TARRY, »Le problème des labyrinthes«, in: *Nouv. Ann. Math.*, 14/1895
- Frederick Winslow TAYLOR, *Die Betriebsleitung, insbesondere der Werkstätten*, 3. Aufl. Berlin 1919
- Frederick Winslow TAYLOR, *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung*, Hg. W. Bungard / W. Volpert, Weinheim 1995 (Reprint München 1913)
- Edward L. THORNDIKE, »Animal Intelligence. An Experimental Study of the Associative Process in Animals«, in: *Psychological Monographs*, 2/1898
- Edward L. THORNDIKE, *Animal Intelligence. Experimental Studies*, New York 1911
- M.A. TINKER, »Wundt's doctorate students and their theses 1875-1920«, in: *American Journal of Psychology*, 44/1932, S. 630-637
- Larry TESLER, »The Smalltalk Environment«, in: *BYTE Magazine*, August 1981 (www.byte.com/art/9608/sec4/art3.htm)
- Dave THOMAS, *Travels with Smalltalk* (www.stic.org/VisitingAuthor/DAT.htm)
- Tzvetan TODOROV, »The Two Principles of Narrative«, in: *Diacritics*, Fall 1971, S. 37-44
- Tzvetan TODOROV, »Les catégories du récit littéraire«, in: *Communications*, 7/1966, S. 125-151
- Tzvetan TODOROV, »Categories of the Literary Narrative«, in: *Film Reader*, 2/1977, S. 19-37
- Edward Chace TOLMAN, *Degrees of hunger, reward and nonreward, and maze learning in rats*, New York 1976
- Henry R. TOWNE, »The Engineer as an Economist«, in: *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, 7/1886, S. 425-432
- K.A. TRAMM, *Psychotechnik und Taylor-System*, Berlin 1921
- Adolf TRENDELENBURG, *Geschichte der Kategorienlehre*, Berlin 1846
- Henry S. TROPP, »A Perspective on SAGE. Discussion«, in: *Annals of the History of Computing*, 5,4/1983
- Alan M. TURING, »Digital Computers Applied to Games«, in: *Faster Than Thought*, Hg. B.V. Bowden, London 1953
- Alan M. TURING, *Intelligence Service. Schriften*, Hg. F. Kittler / B. Dotzler, Berlin 1987
- Sherry TURKLE, *The Second Self. Computers And the Human Spirit*, New York 1984
- George E. VALLEY jr. , »How the SAGE Development began«, in: *Annals of the History of Computing*, 7,3/1985
- Stanley C. VANCE, *Management Decision Simulation*, New York 1960
- Joseph VOGL, »Grinsen ohne Katze. Vom Wissen virtueller Objekte«, in: *Orte der Kulturwissenschaft*, Hg. C. v. Hermann / M. Midell, Leipzig 1998, S. 40-53
- »Zur Vorgeschichte des v. Reißwitz'schen Kriegsspiels«, in: *Militair-Wochenblatt* 73/1874, S. 693f
- Hao WANG, »Games, Logic and Computers«, in: *Scientific American*, 213/1965, S. 98-106
- John B. WATSON, »Psychology as the Behaviorist Views It«, in: *Philosophical Review*, 20/1913, S. 158-177 (www.yorku.ca/dept/psych/classics/Watson/views.htm)
- Paul Watzlawick / Janet H. Beavin / Don D. Jackson, *Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien*, 4. Aufl. Bern 1974
- Peter WEIBEL, *Jenseits von Kunst*, Wien 1997
- George L. WEISS, »Battle for Control of the Ho Chi Minh Trail«, in: *Armed Forces Journal*, 15/1977, S. 19-22
- Joseph WEIZENBAUM, »ELIZA – A Computer Program for the Study of natural Language Communication between Man and Machine«, in: *Communications of the ACM*, 26/1983, S. 23-28
- Joseph WEIZENBAUM, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, Frankfurt a.M. 1977
- Herbert G. WELLS, *Little Wars*, New York 1973
- Werkraum Meyerhold. Zur künstlerischen Anwendung seiner Biomechanik*, Hg. D. Hoffmeier / K. Völker, Berlin 1995
- Hermann WEYL, »Die heutige Erkenntnislage der Mathematik«, in: *Gesammelte Abhandlungen*, Hg. K. Chandrasekharan, Berlin / Heidelberg / New York 1968, Bd. 2, S. 511-542
- Hayden WHITE, *Auch Klio dichtet oder Die Fiktion des Faktischen. Studien zur Tropologie des historischen Diskurses*, Stuttgart 1991
- Norbert WIENER, »Newtonscher und Bergsonscher Zeitbegriff«, in: *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf / Wien 1992, S. 63-81
- Rolf T. WIGAND / Steven E. BORSTELMANN / Franklin J. BOSTER, »Electronic leisure. Video Game Usage and the Communication Climate of Video Arcades«, in: *Communication Yearbook*, 9/1986, S. 275-293
- Spenser WILKINSON, *Essays on the War Game*, London 1887
- Frederic C. WILLIAMS, »Cathode Ray Tube Storage«, in: *Report on a Conference on High Speed Automatic Computing Mchines*, Hg. M.V. Wilkes, Cambridge 1949
- Michael R. WILLIAMS, *A History of Computing Technology*, 2. Aufl. Washington 1997
- Donald W. WINNICOTT, *Vom Spiel zur Kreativität*, Stuttgart 1973
- Terry WINOGRAD / Fernando FLORES, *Erkenntnis Maschinen Verstehen*, 2. Aufl. Berlin 1990
- Irene M. WITTE, *Gilbreth – Taylor – Ford. Gegenwartsfragen der amerikanischen und europäischen Arbeitswissenschaft*, München / Berlin 1924

- Ludwig WITTGENSTEIN, *Philosophische Untersuchungen*, 6. Aufl. Frankfurt a.M. 1989 (Werkausgabe, Bd. 1)
- Ludwig WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus*, 6. Aufl. Frankfurt a.M., 1989 (Werkausgabe, Bd. 1)
- Andrew WILSON, *The Bomb and the Computer. Wargaming from Ancient Chinese Mapboard to Atomic Computer*, New York 1968
- Roberta WOHLSTETTER, *Pearl Harbor. Warning and Decision*, Stanford 1962
- Stephen WOLFRAM, *Theory and Application of Cellular Automata*, Singapur 1986
- The World of Mathematics*, Hg. J. Newman, Bd. 4, New York 1956
- Sewall WRIGHT, »The Roles of Mutation, Inbreeding, and Selection in Evolution«, in: *Int. Proceedings of the Sixth International Congress on Genetics*, Bd. 1, 1932, S. 356-366
- Wilhelm WUNDT, »Über psychologische Methoden«, in: *Philosophische Studien*, Hg. W. Wundt, Bd. 1, Leipzig 1883, S. 1-38
- Wilhelm WUNDT, *Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung*, Leipzig / Heidelberg 1862
- Charles A. WÜTHRICH, *Discrete Lattices as a Model for Computer Graphics: An Evaluation of their Dispositions on the Plane*, Diss. Zürich 1991
- M. YAZDANI, *Generating Events in a Fictional World of Stories*, University of Exeter, Computer Science Department, Technical Report R-113, 1983
- Robert M. YERKES, »The Mental Life of Monkeys and Apes«, in: *Behavior Monographs* 3/1916
- Clarence S. YOAKUM / Robert M. YERKES, *Army Mental Tests*, New York 1920
- Clarence S. YOAKUM, »Plan for a Personnel Bureau in Educational Institutions«, in: *School and Society*, May 1919, S. 556-559
- Edna YOST, *Frank and Lilian Gilbreth*, New Brunswick 1949
- »Zehntausend stürzten ab«, in: *Der Spiegel*, 23/1998, S. 192ff.
- Frederik ZEUTHEN, »Economic Warfare«, in: *Problems of Monopoly and Economic Warfare*, 2. Aufl. London 1968, S. 104-135
- Siegfried ZIELINSKI, »Elektronische Bildschirm-schlachten. Kritisch betrachtete Computerspiele«, in: *Zoom*, 9/1983
- Slavoj ZIZEK, *Liebe Dein Symptom wie Dich selbst. Jacques Lacans Psychoanalyse und die Medien*, Berlin 1991
- Slavoj ZIZEK, »Man stirbt nur zweimal«, in: *Journal*, Psychoanalytisches Seminar Zürich, 17/1988, S. 51-60
- Konrad ZUSE, *Rechnender Raum*, Braunschweig 1968
- Konrad ZUSE, *Der Computer – Mein Lebenswerk*, München 1970



Credits

Mein Dank gebührt Joseph Vogl für seine stets originellen und inspirierenden Hinweise, seine unnachahmliche Ordnungsgabe und die vielen freundschaftlichen Gespräche während des Entstehens dieser Arbeit; Friedrich Kittler, daß er sich trotz unzähliger Verpflichtungen spontan Zeit für dieses Thema genommen hat; Walter Bauer-Wabnegg dafür, daß er mich an einem kalten Januartag 1999 in einer Raucherzone auf dieses Thema brachte. Ich danke Katrin Lehmann, die mich während des vergangenen Jahres mit liebevoller Nachsicht durch Höhen und Tiefen begleitet hat. Zuletzt danke ich meinen Eltern, die meine Arbeit stets großzügig unterstützt haben.

Die Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne jene Freunde und Kollegen, die sich korrekturlesend durch den Text quälen mußten, die Gespräche über sich ergingen ließen, Einladungen zu Vorträgen aussprachen, mich mit Literatur und Anregungen versorgten, Fernleihen ins Endlose verlängerten und mich von Verwaltungsaufgaben entlasteten. Mein aufrichtiger Dank gilt daher Susanne Holl, Esther Knoblich, Sandrina Khaled, Nicoletta Morella (*CACI*), Britta Neitzel, Gabriele Schaller und Ursula Schmitt; Peter Berz, Horst Bredekamp, Paul Edwards, Lorenz Engell, Wolfgang Ernst, Peter Geimer, Jochen Gerz, Stefan Heidenreich, Philip von Hilgers, Peter Keller, Lev Manovich, Howard Rheingold, Peter Stephan, Jackie Tschumper (*RAND*), Georg Trogemann, Hartmut Winkler und Charles Wüthrich.