

Wandel von Interaktion zwischen Mensch und Maschine am Beispiel des Schachspiels

Diplomarbeit

von Timo Klaustermeyer
Matrikel-Nummer 6024315

Vorgelegt bei Prof. Dr. G. Szwillus
29. September 2006



Fakultät für Kulturwissenschaft
Medienwissenschaft
Universität Paderborn

Themensteller:

Prof. Dr. Gerd Szwillus
Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik
und Mathematik, Institut für Informatik
Fürstenallee 11, 33102 Paderborn
Telefon: 05251/60-6624, Fax: 05251/60-6619
E-Mail: szwillus@upb.de

Zweiter Prüfer:

Prof. Dr. Ingo Althöfer
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fakultät für Mathematik
und Informatik, Institut für Angewandte Mathematik
Ernst-Abbe-Platz 1-4, 07740 Jena
Telefon: 03641/94-6210, Fax: 03641/94-6202
E-Mail: althofer@mathematik.uni-jena.de

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als den angegebenen Quellen angefertigt habe.

Die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen habe ich als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Paderborn, den 29.09.2006

Timo Klaustermeyer
Maienweg 85a, 22297 Hamburg
Telefon: 040/70702536
E-Mail: team-oh@gmx.de

Danksagung

Ich bedanke mich bei Prof. Szwillus und Prof. Althöfer für die Offenheit gegenüber ungewöhnlichen Themen, für die hier eingeflossenen Ideenimpulse und für die Betreuung dieser Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	x
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenkreis	2
1.2 Zwei Perspektiven	2
1.3 Motivation	4
2 Vorüberlegungen und Begriffsbestimmungen	5
2.1 Maschinen in der Gebrauchspraxis	5
2.1.1 Allgemeines	5
2.1.2 Einteilung der Medien zur Interaktion	6
2.1.3 Benutzungsschnittstellen	9
2.1.4 Mensch-Maschine-Dialog	10
2.2 Computerschach	12
2.2.1 Maschine	12
2.2.2 Schachautomat	13
2.2.3 Schachprogramm	13
2.2.4 Benutzungsschnittstelle und -oberfläche	13
2.2.5 Schachcomputer	14
2.2.6 Grafische Benutzeroberfläche	14
2.2.7 Schachengine	14
2.3 Sonstiges	14
3 Geschichtliche Entwicklung des Computerschachs	15
3.1 Die mechanische Ära	15
3.1.1 Der <i>Schachtürke</i>	15
3.1.2 Die Nachfolger des <i>Schachtürken</i>	18
3.1.3 Die erste autarke Schachmaschine	18
3.2 Programme auf Papier	20
3.2.1 Die Ideen des Charles Babbage	20
3.2.2 Schach und Programmiersprachen	21

3.2.3	Alan Turing und die <i>Papiermaschine</i>	22
3.2.4	Shannons Suchstrategien	24
3.3	Die ersten Computer spielen Schach	28
3.3.1	Das <i>Los Alamos</i> -Programm	28
3.3.2	Schach auf einem IBM-Computer	29
3.3.3	Das <i>NSS</i> -Programm	30
3.3.4	Computerschach Ost gegen West	31
3.4	Die <i>neue Ära</i>	32
3.4.1	Ein Schachprogramm mit Turnierwertung	32
3.4.2	Mensch wettet gegen Maschine	33
3.4.3	Computerschach organisiert sich	34
3.5	Spezialmaschinen und Supercomputer	35
3.5.1	Schachmaschine <i>Belle</i>	36
3.5.2	<i>Cray</i> und Computerschach	37
3.5.3	<i>HiTech</i>	38
3.5.4	Das <i>Deep Blue</i> Projekt	39
3.5.5	<i>Hydra</i> - ein Hybride	42
3.6	Schach auf Mikrocomputern	45
3.6.1	Eine neue Geschäftsidee	46
3.6.2	Die Blütezeit der Schachcomputer	47
3.6.3	Der PC löst den Schachcomputer ab	49
3.6.4	PC-Programme erobern die Schachwelt	52
3.6.5	Schach auf Mini-Geräten	54
4	Die Benutzungsschnittstellen der (Schach-)Computer	58
4.1	Allgemeines	58
4.1.1	Anwender- und Benutzersicht	58
4.1.2	Dialogbetrieb	59
4.1.3	Interaktivität	59
4.1.4	Statik und Dynamik der eingesetzten Medien	60
4.1.5	Sinnliche Wahrnehmung	60
4.1.6	Geschichte der Benutzungsschnittstellen	61
4.2	Mechanische Schachautomaten	61
4.2.1	Kempelens <i>Schachtürke</i>	61
4.2.2	Torres' Endspielautomat	68
4.3	Exkurs: Vom Großrechner zum Mikrocomputer	71
4.3.1	Wissenschafts- und Militärrechner	71
4.3.2	Kommerzielle Großrechner	75
4.3.3	Minicomputer	83
4.3.4	Mikro-, Heim- und Personalcomputer	86
4.3.5	Fazit des Exkurses	98
4.3.6	Anwendungsfall Schach	100

4.4	(Brett-)Schachcomputer	101
4.4.1	Geräteklasse A - Textbasiertes Schachspielen	102
4.4.2	Geräteklasse B - Natürliche Zugeingabe	105
4.4.3	Geräteklasse C - Modulare Konzepte	114
4.4.4	Fazit Schachcomputer	118
4.5	Schach am Heim- und Personalcomputer	119
4.5.1	Rudimentäre Oberflächen und Eingabegeräte	121
4.5.2	PC-Programme mit neuen Funktionen	126
4.5.3	Analyse neuer grafischer Benutzeroberflächen	129
5	Das Schachspiel im Wandel der Medien	137
5.1	Einfluss analoger Medien	137
5.1.1	Revolution Buchdruck	137
5.1.2	Fernsehen und Schach - eine Dissonanz?	139
5.1.3	Zusammenfassung	141
5.2	Computer verändern die Schachlandschaft	141
5.2.1	Datenbanken	142
5.2.2	Analysewerkzeug Schachprogramm	144
5.3	Das Internet schafft neue Wege	145
5.3.1	Informationsaustausch	145
5.3.2	Spielplattform	147
5.3.3	Übertragungskanal	147
5.4	Auswirkungen auf das Schachspiel	150
5.4.1	Zuwachs und Beschleunigung von Information	150
5.4.2	Computeranalysen	151
5.4.3	Cheating	152
5.4.4	Lernen am Computer	154
5.5	Zusammenfassung	156
6	Entstehung neuer Spielvarianten durch den Computer	158
6.1	Computer vs. Computer	159
6.1.1	Die Rolle des Menschen	160
6.1.2	Der menschliche Faktor	161
6.1.3	Maschinen unter sich	163
6.2	Mensch gegen Maschine	166
6.2.1	Der Mythos einer intelligenten Maschine	166
6.2.2	Die Realität	167
6.2.3	Zukunftsvision	174
6.3	Mensch-Computer Kombinationen	175
6.3.1	3-Hirn und Ableger	175
6.3.2	Advanced und Freestyle Chess	182
6.3.3	Fernschach	187

7	Fazit und Ausblick	191
7.1	Interaktionswandel	191
7.1.1	Universelle und spezielle Maschinen	192
7.1.2	Natürliche und Künstliche Intelligenz	193
7.1.3	Verflechtung von praktischer und sozialer Ebene . . .	196
7.2	Ausblick	199
7.2.1	Neue Ansätze für Benutzungsschnittstellen	199
7.2.2	Computerschach: Praktische Anwendung und zukünftige Entwicklungen	201
7.2.3	Eine neue Herausforderung	204
	Anhang	207
	A Schaubilder	207
	B Chronik des Computerschachs	212
	C Das Elo-System	214
	Literaturverzeichnis	217

Abbildungsverzeichnis

1.1	Bedeutungsumfeld	1
1.2	Zwei Ebenen	3
2.1	Mensch-Maschine-Dialog an der Benutzungsschnittstelle . . .	11
3.1	Der <i>Schachtürke</i>	
	Quelle: http://www.chessbase.de/2004/HNF_SchachTuerke_01.jpg	16
3.2	Ein autarker Schach-Automat	
	Quelle: http://www.chessgraphics.net/jpg/saz15.jpg	19
3.3	Die <i>Analytical Engine</i>	
	Quelle: http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Diagrams/Babbage_engine.jpeg	20
3.4	Konrad Zuse mit seiner <i>Z3</i>	
	Quelle: http://radio.weblogs.com/0105910/images/Zuse_z3.1.jpg	22
3.5	<i>Colossus</i> und Alan Turing	
	Quellen: windshoes.new21.org/person/turing/tu-colossus.JPG	
	und http://www.adeptis.ru/vinci/alan_turing4.jpg	23
3.6	Claude E. Shannon	
	Quelle: http://plus.maths.org/issue15/features/shannon/shannon.jpg	27
3.7	<i>MANIAC</i> und John von Neumann	
	Quelle: http://ei.cs.vt.edu/~history/vN.GIF	28
3.8	Bernstein und ein IBM-Computer	
	Quelle: http://www.comnet.ca/~pballan/np28.jpg	29
3.9	Ein Supercomputer für Schach	
	Quelle: http://ed-thelen.org/comp-hist/Shustek/23-IBM-360-91.gif	35
3.10	Spezialmaschine <i>Belle</i>	
	Quelle: http://www.chessbase.com/columns/history/belle.jpg	36
3.11	<i>Cray X-MP</i> Supercomputer	
	Quelle: http://www.jacobsschool.ucsd.edu/~ismarr/photos/kids_in_cray.jpg	38
3.12	Der <i>Deep Blue</i> Schach-Chip	
	Quelle: http://www.chessbase.com/columns/history/dbchip2.jpg	39
3.13	IBMs <i>Deep Blue</i>	
	Quelle: http://www.scd.ucar.edu/news/02/fotoweek/0703.deepblue.jpg	41

3.14	FPGA-Hardware für Computerschach	
	Quelle: http://www.chessbase.com/images2/2002/fpga01.jpg	42
3.15	Der <i>Hydra</i> -Cluster	
	Quelle: http://www.hydrachess.com/images/image3.jpg	45
3.16	Der erste Mikroschachcomputer	
	Quelle: http://www.schachcomputer.at/cc3.jpg	46
3.17	Mephisto I aus Deutschland	
	Quelle: http://www.schachcomputer.at/mephisto1.jpg	48
3.18	Der letzte Brettcomputer-Weltmeister	
	Quelle: http://www.schachcomputer.at/genius68.jpg	51
3.19	<i>Fritz 4</i> - Modulares Konzept am PC	
	Quelle: http://www.fzibi.com/cchess/fritz4.gif	53
3.20	Reiseschachcomputer	
	Quelle: http://www.zanchetta.net/echechs/Fernando/TravelChampion.jpg	55
3.21	Schach und Miniaturisierung	
	Quellen: http://www.ludichess.com/web/images/sl45i.gif und http://www.chess4less.com/images/touch_chess-lg.jpg	56
3.22	Pocket Fritz	
	Quelle: http://chessbase.com/shop/images/pfritz/compaq1.jpg	57
4.1	Funktionsweise des <i>Schachtürken</i> I	
	Quelle: Standage (2002)	64
4.2	Funktionsweise des <i>Schachtürken</i> II	
	Quelle: Standage (2002)	65
4.3	Funktionsweise des <i>Schachtürken</i> III	
	Quelle: Standage (2002)	66
4.4	Torres' erster Schachautomat	
	Quelle: http://www.cs.ncl.ac.uk/research/pubs/articles/papers/398.pdf	69
4.5	Programmierung des ENIAC	
	Quelle: Wurster (2002)	72
4.6	Schalterkaskade	
	Quelle: Wurster (2002)	72
4.7	Lochkarten-Stanzmaschine	
	Quelle: Cortada (1993)	73
4.8	Schach gegen den <i>MANIAC</i>	
	Quelle: Augarten (1985)	74
4.9	SAGE Bedienkonsole	
	Quelle: Wurster (2002)	75
4.10	Der UNIVAC I	
	Quelle: Cortada (1993)	76
4.11	Die Benutzungsschnittstellen des UNIVAC	
	Quelle: Augarten (1985)	77

4.12	RAMAC Festplattensystem	
	Quelle: Wurster (2002)	78
4.13	IBM System/360	
	Quelle: Augarten (1985)	79
4.14	Anstieg von Komplexität	
	Quelle: Wurster (2002)	80
4.15	Ausmaße von Supercomputern	
	Quelle: Wurster (2002)	81
4.16	Komplexitätsreduktion I	
	Quelle: Wurster (2002)	81
4.17	Komplexitätsreduktion II	
	Quelle: Wurster (2002)	82
4.18	Vollendung des Supercomputer	
	Quelle: Wurster (2002)	83
4.19	Der <i>PDP-1</i>	
	Quelle: Wurster (2002)	84
4.20	Die <i>Teletype 33 ASR</i>	
	Quelle: Ceruzzi (1998)	85
4.21	Der Minicomputer <i>PDP-8</i>	
	Quelle: Wurster (2002)	86
4.22	Heimcomputer <i>Commodore PET 2001</i>	
	Quelle: Wurster (2002)	87
4.23	Erster tragbarer Computer der Welt	
	Quelle: Wurster (2002)	88
4.24	Ein Light Pen bei seiner Anwendung	
	Quelle: Wurster (2002)	89
4.25	<i>HP 150</i> mit Touchscreen	
	Quelle: Wurster (2002)	90
4.26	Der Standard: <i>IBM-PC AT</i> aus dem Jahr 1984	
	Quelle: Wurster (2002)	91
4.27	Grafische Revolution: Der <i>Alto</i> Computer	
	Quelle: Wurster (2002)	93
4.28	Apple <i>Macintosh</i> : Der Computer für Einsteiger	
	Quelle: Wurster (2002)	95
4.29	Ein typischer Desktop-PC von heute	
	Quelle: Foto	97
4.30	Textbasierter Zugaustausch	
	Quelle: http://www.zanchetta.net/echecs/images/NovagMKI.jpg	103
4.31	Brettdarstellung auf dem LCD	
	Quelle: Fotos	104
4.32	Typische Bedienkonsole	
	Quelle: CSS 6/89, S. 12	109

4.33	Cursorgesteuerte Bedienung	
	Quelle: CSS 6/89, S. 17	109
4.34	Scan-Logik Kommandosystem	
	Quelle: CSS 6/90, S. 9	110
4.35	Schachroboter Beispiel 1	
	Quelle: http://www.schachcomputer.at/mag035.jpg	111
4.36	Schachroboter Beispiel 2	
	Quelle: Bauermeister (1994)	112
4.37	Schachroboter Beispiel 3	
	Quelle: http://www.schachcomputer.at/mbgrand.jpg	113
4.38	Trennung von Bedien- und Recheninheit	
	Quelle: CSS 2/90, S.18	115
4.39	Trennung von Spielbrett und Rechen-/ Steuereinheit	
	Quelle: Foto	116
4.40	Multiple Konnektivität	
	Quelle: Werbeanzeige Novag, 1989	117
4.41	Typischer Heimcomputer	
	Quelle: Bearbeitetes Foto	120
4.42	Schachdiagramm	121
4.43	Semigrafische Oberfläche	
	Quelle: www.jogi.com/schrege-voegel/software/	123
4.44	Rudimentäre 2D-GUI	124
4.45	Raumaufteilung	
	Quelle: http://www.acc-ltd.demon.co.uk/h7_02.gif	127
4.46	Virtueller Schachtürke	135
5.1	Online-Lektion	149
5.2	Lernprogramm für Kinder	155
6.1	Computer unter sich	
	Quelle: CSS 1/95, S. 37	163
6.2	Computerschach der Zukunft	
	Quelle: CSS 2/89, S. 41	165
6.3	Mensch gegen Maschine	
	Quelle: http://www.rag.de/microsite_chess/plakat.pdf	173
6.4	3-Hirn	
	Quelle: Althöfer (1998)	176
6.5	Triple Brain	178
6.6	Automatisches Mehrhirn	
	http://home.arcor.de/bernhard.wallner/multiChessBrain/mcb.jpg	180
6.7	Advanced Chess	
	Quelle: CSS 4/98, S. 8-11	182

7.1	Das <i>ChessBrain II</i> Projekt	
	Quelle: http://www.chessbrain.net/LFBOF2005/images/ChessBrainII.gif	202
7.2	Asynchrone Spielbaumsuche	
	Quelle: http://www.chessbrain.net/docs/chessbrainII.pdf	203
7.3	Smart Game Board	
	Quelle: Chen u. a. (1990)	204
A.1	Zugeingabe I	207
A.2	Zugeingabe II	208
A.3	Zugausgabe	208
A.4	Zusammenhang zwischen definierten Begriffen	209
A.5	Moderne GUI mit echter 3D-Darstellung	
	http://www.macupdate.com/images/screens/uploaded/16882_scr.png	210
A.6	Die ChessBase Oberfläche	211
C.1	Die Spielstärkepyramide	
	Friedel und Steinwender (1995)	216

Hinweis

Bei Abbildungen, für die keine Quelle angegeben wird, handelt es sich entweder um Screenshots oder um selbstkonstruierte Grafiken. In der Regel habe ich alle Abbildungen in den Fließtext eingefügt. Ausnahmen wurden bei Bildern gemacht, die aufgrund detailgenauerer Darstellungen eine andere Größe erforderten: Sie sind im Anhang A zu finden.

Tabellenverzeichnis

B.1	Chronik des Computerschachs	213
C.1	Prozentuale Leistung und Elo-Differenz	214

Kapitel 1

Einleitung

Schach ist ein Spiel für Menschen. Es kann auf eine ca. 1500-jährige Tradition zurückblicken und hat in dieser Zeit verschiedene Weiterentwicklungen erfahren. Maschinen sind Hilfsmittel für Menschen. Elektronische Computer gibt es erst seit ungefähr 60 Jahren; ihre Entwicklungsgeschichte verlief wesentlich rasanter als die des Schachspiels. Beide Geschichten haben bei flüchtiger Betrachtung scheinbar separate Handlungsstränge, sind aber in Wirklichkeit auf einzigartige Weise miteinander verknüpft. Über die Tradition des Schachs ist bereits vieles geschrieben worden, doch wird in diesen historischen Abhandlungen oft das jüngste Kapitel des königlichen Spiels ein wenig vernachlässigt: der Konnex zur Maschine. In dieser Arbeit wird das genaue Gegenteil der Fall sein, sie widmet sich fast ausschließlich der Assoziation *Mensch*, *Maschine* und *Schach*.

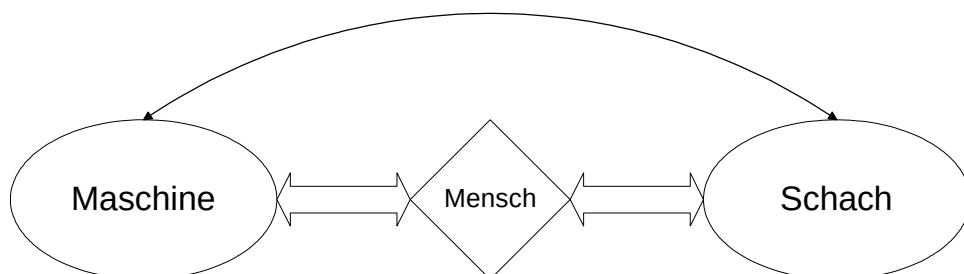


Abbildung 1.1: Das Bedeutungsumfeld dieser Arbeit

1.1 Aufgabenkreis

Als Abschlussarbeit des inter- und multidisziplinären Diplomstudiengangs Medienwissenschaft war es eine der Vorgaben dieses Werkes, alle drei Säulen des Curriculums in die Betrachtung miteinzubeziehen: Während mein Studienschwerpunkt Medieninformatik im Vordergrund stehen wird, sollen dennoch auch medienkulturelle und medienökonomische Sichtweisen mit anklängen. Mein Bestreben bestand also darin — im Rahmen der begrenzten Ressourcen einer Diplomarbeit — einen möglichst ganzheitlichen Blickwinkel auf den Themenkomplex zu wählen und beizubehalten.

Das Thema dieser Arbeit fällt in den semantischen Raum der *Mensch-Computer-Interaktion*¹, einer Teildisziplin der Informatik. Da die hier betrachteten Interaktionspartner der Menschen nicht immer Computer sein werden, muss der Begriff auf das übergeordnete Gebiet der *Mensch-Maschine-Interaktion* erweitert werden. Das Ziel dieser Arbeit ist es, anhand eines konkreten Beispiels bzw. kleinen Bedeutungsumfeldes wie der 'Schachwelt' bestimmte Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion genau zu untersuchen. Die Betrachtung beginnt an dem Punkt, wo sich Schach- und Maschinengeschichte zum ersten Mal trafen und endet in der Gegenwart. Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine hat dabei einen umfassenden Veränderungsprozess durchlaufen. Um herauszufinden, welche Art von Wandel im Laufe der Jahre vollzogen wurde, ist es notwendig, sich dieser Thematik auf verschiedenen Ebenen zu nähern.

1.2 Zwei Perspektiven

Es gibt in der Literatur eine Fülle unterschiedlicher Betrachtungsweisen zu dem Themenkomplex *Mensch-Maschine-Interaktion*. Um zunächst eine grobe Einteilung vorzunehmen, werden in dieser Arbeit zwei Ebenen der Thematik unterschieden:

¹ Der englische Ausdruck lautet *Human-Computer Interaction*, *HCI*.

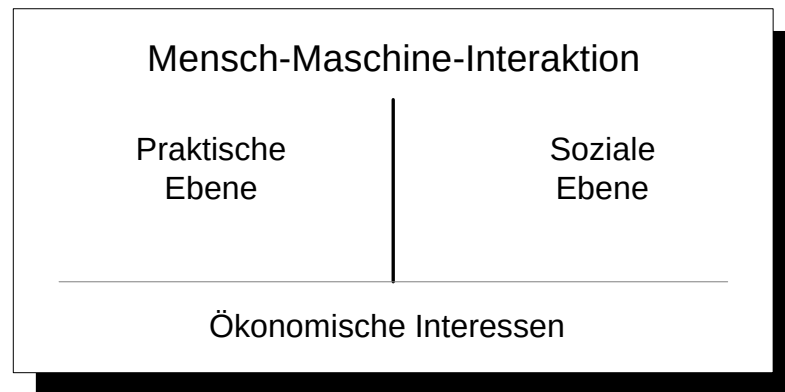


Abbildung 1.2: Zwei Ebenen der Mensch-Maschine-Interaktion

Betrachtet werden soll also zum einen der praktische Bestandteil der Mensch-Maschine-Interaktion, zum anderen aber auch die soziale Komponente. In den praktischen Bereich fallen alle Aspekte, die sich mit dem Umgang des Menschen mit der Maschine in der Gebrauchspraxis beschäftigen. Dazu werden die Benutzungsschnittstellen der Maschinen analysiert, es geht also vor allem um die Art und Weise der Handhabung von (Schach-)Automaten.

Auf der zweiten Ebene stehen soziale Prozesse im Fokus der Darstellung: Was haben Maschinen mit ihrem Eintritt in das betrachtete Teilgebiet² bewirkt? Zum Einen sollen also Fragen nach Einsatzzwecken und -möglichkeiten von Maschinen genauer beleuchtet werden, zum Anderen werden aber auch essentielle, durch Maschinen ausgelöste Modifikationen des Teilgebietes selbst analysiert. Als dritter Punkt dieser Ebene finden schließlich auch die mentalen Implikationen einer aufkommenden künstlichen Intelligenz ihre Erwähnung.

Ergänzend wird an den passenden Stellen auch auf ökonomische Interessen der Menschengruppen eingegangen, die für diese Betrachtung wichtig sind: Das sind zunächst die Hersteller von Hard- und Software, aber auch Profi-Schachspieler und Privatanwender von Schachmaschinen. Diese Gruppierungen sind Mitglieder des Wirtschaftskreislaufs, haben individuelle Präfe-

² Gemeint ist hier in erster Linie der Mikrokosmos *Schach*. Im abschließenden Kapitel soll jedoch auch ein Blick über den Tellerrand hinaus auf andere Bereiche gewagt werden.

renzen und verfolgen eigene Ziele. Dieser wirtschaftliche Aspekt wird jedoch nur im Hintergrund mitskizziert und keinesfalls so ausführlich abgehandelt werden wie die sozialen oder informatikbezogenen Sichtweisen.

1.3 Motivation

Eine besondere Motivation für diese Arbeit lieferten die Verflechtungen von sozialer und praktischer Ebene. Es handelt sich um ein klassisches *Henne-Ei-Paradoxon*³, wenn man die gegenseitige Beeinflussung der beiden Ebenen erfassen möchte. Zwei Sichtweisen sind denkbar, ohne dass man a priori entscheiden kann, welche davon eher zutrifft:

1. Neue Technologien führten zu Veränderungen in der Gesellschaft.
(*Henne-Position*)
2. Gesellschaftliche Prozesse haben sich in die Technik eingeschrieben.
(*Ei-Position*)

Der Ausdruck *Gesellschaft* bezeichnet im Fokus des Titelthemas erst einmal nur die Gemeinschaft der Menschen, die sich mit dem Schachspiel auseinander setzen. In einem weiter gefassten Rahmen wird jedoch immer wieder deutlich werden, welche Wechselwirkungen sich zwischen Computer und der Gesellschaft allgemein ergeben haben.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der untersucht werden soll, betrifft das Kooperationsverhältnis von Mensch und Maschine. Während man (vor allem beim Schachspiel) beide Entitäten lange Zeit nur als Konkurrenten angesehen hat, haben sich im Laufe der Computerevolution ganz neue Formen der Zusammenarbeit ergeben. Wie gut die Symbiose von Menschen und Computern funktionieren kann, wird anhand einiger Beispiele erläutert werden. Dabei wird es darauf ankommen, die Stärken beider Partner zu vereinen, die Schwächen aber zu eliminieren.

³ Diese Auffassung bzgl. der kulturgeschichtlichen Koppelung von Gesellschaft und Technologie entstammt einem medientheoretischen Seminar von H. Winkler.

Kapitel 2

Vorüberlegungen und Begriffsbestimmungen

2.1 Maschinen in der Gebrauchspraxis

Für die Analyse des praktischen Gebrauchs von (Schach-)Maschinen kommt dem Fachgebiet der *Mensch-Computer-Interaktion* eine besondere Bedeutung zu. Hier existieren unterschiedliche Definitionen von Begriffen, je nachdem, welche Quelle man auswertet. Um von vornherein Verwechslungen und Unstimmigkeiten auszuschließen, werden an dieser Stelle einige Begriffe erläutert. Wenn möglich, wurde der speziellere Begriff *Computer* durch den allgemeineren Ausdruck *Maschine* ersetzt. Dies geschah aus dem Grund, dass Computer zwar zu einem überwiegenden Teil, jedoch nicht ausnahmslos Gegenstand der Betrachtung sind.

2.1.1 Allgemeines

Abgrenzung Anwender / Benutzer

Ein *Anwender* ist eine Person oder Institution, die eine Maschine zur Erfüllung ihrer Aufgaben einsetzt.

Ein *Benutzer* ist eine Person, die unmittelbar mit einer Maschine arbeitet und sie bedient [vgl. Heinecke (2004), S. 14].

Stapelverarbeitung und Dialogbetrieb

Stapelverarbeitung ist der Betrieb eines Systems, bei dem die Maschine Eingabedaten abarbeitet und die gewünschten Ausgaben erzeugt, ohne dass während dieses Vorgangs menschliche Eingriffe erfolgen.

Ein Betrieb, bei dem ein Wechsel zwischen Aktionen des Benutzers und solchen des Systems erfolgt, wird *Dialogbetrieb* genannt [vgl. Heinecke (2004), S. 15].

Mensch-Computer-Interaktion

Als *interaktiv* wird ein System bezeichnet, bei dem Benutzer durch Bedienhandlungen den Arbeitsablauf des Systems beeinflussen kann.

Für das Zusammenwirken von Mensch und Rechner in interaktiven Rechneranwendungen wird der Begriff *Mensch-Computer-Interaktion* verwendet [vgl. Heinecke (2004), S. 15/16].

2.1.2 Einteilung der Medien zur Interaktion

Medien im Kontext der Informatik

Im Gegensatz zur Medienwissenschaft versteht man in der Informatik unter Medien allgemein Mittel zur Informationsdarstellung und -übermittlung. Um diesen schon stark reduzierten semantischen Raum noch weiter einzuschränken, wird nun folgende Definition benutzt:

Medien sind verschiedene spezifische Darstellungsformen von Informationen für den Benutzer [DIN EN ISO 14915-1].

Statische und Dynamische Medien

Medien lassen sich danach unterscheiden, ob sich die dargestellte oder übermittelte Information im Laufe der Zeit ändert oder nicht. Diese Unterscheidung betrifft vor allem die technischen Mittel zur Darstellung der Information [vgl. Heinecke (2004), S. 22].

Medien, bei denen sich die Darstellung für den Benutzer mit der Zeit ändert, heißen *dynamische Medien* [DIN EN ISO 14915-1].

Medien, bei denen sich die Darstellung für den Benutzer nicht mit der Zeit ändert, heißen *statische Medien* [DIN EN ISO 14915-1].

Bei dynamischen Medien (auch als *kontinuierliche* oder *zeitabhängige* Medien bezeichnet) ist der Darstellungszeitpunkt einer Teilinformation entscheidend für die Richtigkeit der gesamten Information. Beispielsweise leuchtet eine Lampe oder sie leuchtet nicht; dies kann zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Bedeutungen haben.

Statische Medien (auch als *diskrete* oder *zeitunabhängige* Medien bezeichnet) hingegen bleiben in der Regel unverändert, wie z.B. ein Foto oder ein gedruckter Text.

Mediale Perzeption

Die Einteilung der Medien nach der *Perzeption* unterscheidet danach, welcher menschliche Sinn für die Wahrnehmung der Information benutzt wird [Heinecke (2004), S. 22].

Visuell wahrgenommene Medien spielen in dieser Arbeit die wichtigste Rolle, in einzelnen Fällen aber auch auditive und taktile Medien.

Mediale Präsentation

Bezüglich der *Präsentation* unterscheidet man die Medien nach der Art der benutzten Geräte [Heinecke (2004), S. 23].

Dabei geht es um die zur Darstellung der Information benutzte Technik. Man differenziert zwischen *Eingabe*- (wie z.B. Schalter, Knöpfe, Zeige- und Positioniergeräte, Kameras oder Mikrofone) und *Ausgabemedien* (z.B. Lämpchen, Drucker, Displays, Bildschirme oder Lautsprecher). Weiterhin kann unterschieden werden, ob es sich dabei um diskrete oder kontinuierliche Medien handelt.

Mediale Speicherung

Bei der Einteilung der *Speichermedien* wird zunächst nach dem Material unterschieden, auf dem die Information aufbewahrt wird. In zweiter Linie spielt auch das Verfahren der Aufzeichnung eine Rolle [Heinecke (2004), S. 24].

Als Beispiele für Speichermedien seien hier Papier, Magnetbänder, Disketten, CDs, Festplatten und Speicherchips genannt.

Multimedia

Unter *Multimedia* versteht man Kombinationen von statischen und/oder dynamischen Medien, die in einer Anwendung interaktiv gesteuert und gleichzeitig dargestellt werden können [DIN EN ISO 14915-1].

2.1.3 Benutzungsschnittstellen

Allgemeine Definition

Unter der *Benutzungsschnittstelle* versteht man diejenigen Komponenten und Aspekte eines Mensch-Maschine-Systems, mit denen die Benutzer begrifflich oder über ihre Sinne und Motorik in Verbindung kommen. Weiterhin gehören auch das notwendige werkzeugunabhängige Aufgabenwissen und das werkzeugspezifische Wissen des Nutzers zu einer Benutzungsschnittstelle [vgl. Wandmacher (1993), S. 2].

Komponenten einer Benutzungsschnittstelle

Die Benutzungsschnittstelle lässt sich sinnvoll in drei verschiedene Komponenten unterteilen [vgl. Wandmacher (1993), S. 2-4]:

1. Die begriffliche Komponente mit einer Aufgabenebene und einer semantischen Ebene: Die *Aufgabenebene* besteht aus den aufgabenbezogenen Zielen des Benutzers, die er über die Benutzung des Systems erreichen möchte. Auf der *semantischen Ebene* hingegen wird die werkzeugunabhängige Aufgabenebene in die Funktionalität¹ des Systems abgebildet.
2. Die Kommunikationskomponente mit einer syntaktischen Ebene und einer Interaktionsebene: Das notwendige Benutzerwissen über die Auslösung der Systemfunktionen durch Eingaben in das System und über die Bedeutung von Ausgaben und anderer wahrnehmbarer Systemzustände wird von der *syntaktischen Ebene* erfasst. Auf der *Interaktionsebene* werden die physikalischen Ein- und Ausgabeoperationen für Kommandos und Meldungen der Maschine spezifiziert².

¹ Die Funktionalität einer Maschine umfasst die Gesamtheit der verfügbaren Systemfunktionen zur Bearbeitung von Aufgaben.

² Z.B. Umlegen eines Schalter, Tastatur- oder Mauseingaben; Leuchten einer Lampe, Ausgaben auf Drucker oder Monitor.

3. Die physikalische Komponente: Sie umfasst die Gestaltung und räumliche Anordnung des Systems sowie die technischen Eigenschaften, welche für die sensomotorische Interaktion relevant sind³.

Benutzungsoberfläche

Die *Benutzungsoberfläche* ist der für den Benutzer erkennbare bzw. sichtbare Teil einer Benutzungsschnittstelle und umfasst somit alle Einheiten, Formen und Techniken, durch die der Mensch mit der Maschine kommunizieren kann. Die Benutzungsoberfläche ist also eine Teilmenge der Benutzungsschnittstelle.

2.1.4 Mensch-Maschine-Dialog

Begriffsbestimmung

Der *Mensch-Maschine-Dialog* besteht im wechselseitigen Informationsaustausch zwischen Benutzer und System mit dem Ziel der Bearbeitung von Aufgaben. Diesem Austausch liegen Informationsverarbeitungsprozesse beider Dialogpartner zugrunde. Der Dialog ist regelgebunden und mehr oder weniger streng formalisiert [vgl. Wandmacher (1993), S. 4].

Schritte des Dialogs

Der Dialog zwischen Mensch und Maschine kann in mehrere Einzelschritte unterteilt werden [vgl. Heinecke (2004), S. 29/30]:

1. Ein einzelner Schritt bei der Lösung einer Aufgabe wird als *Arbeitsschritt* bezeichnet. Arbeitsschritte, bei denen die Maschine benutzt wird, heißen *Benutzungsschritte*.

³ Beispiele sind die Anordnung von Tasten auf einer Konsole, Beschaffenheit von Gebrauchsmaterial, Größe eines Displays oder Bildschirms, Erkennbarkeit von Zeichen, Position von Kontrollleuchten, akustische Verständlichkeit von Tönen oder Sprachausgabe usw.

2. Für die Ausführung eines Benutzungsschrittes sind oft mehrere *Dialogschritte* nötig. Dialogschritte sorgen dafür, dass alle für diese Teilaufgabe nötigen Daten zur Verfügung stehen, alle nötigen Einstellungen getätigt und die Funktion(en) für die Verarbeitung aufgerufen werden.
3. Dialogschritte erfordern wiederum meist mehrere einzelne *Interaktionsschritte*. Ein Interaktionsschritt umfasst eine einzelne Ein- bzw. Ausgabe für den Dialog.

Mensch-Maschine-Dialog an der Benutzungsschnittstelle

Wo liegt nun der Konnex zwischen den einzelnen Schritten des Dialoges und den verschiedenen Ebenen der Schnittstellenkomponenten? Dieser soll durch Abbildung 2.1 verdeutlicht werden.

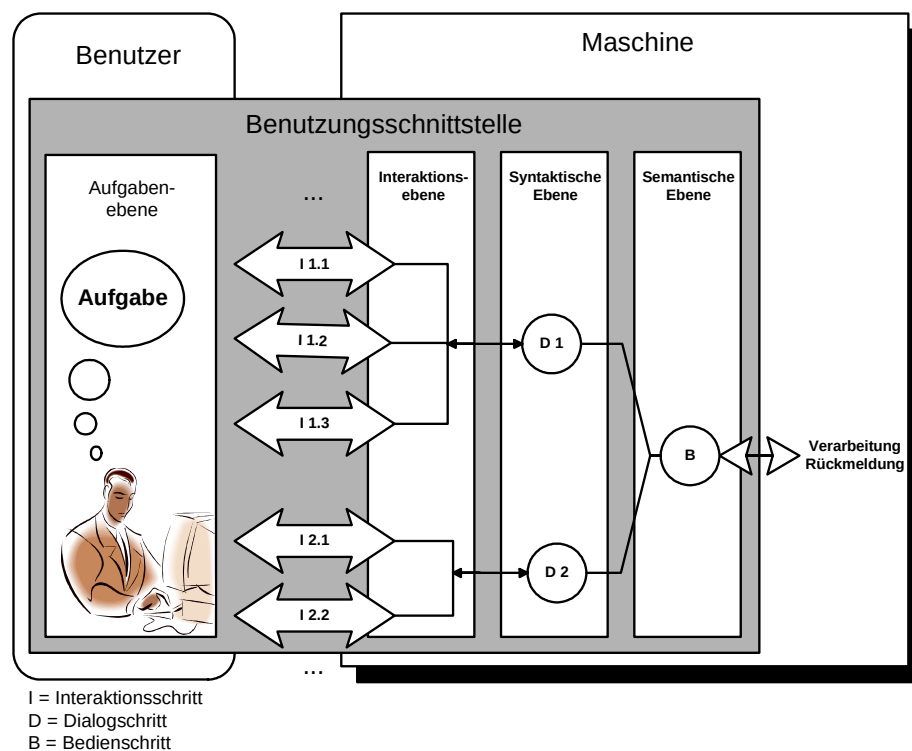


Abbildung 2.1: Mensch-Maschine-Dialog an der Benutzungsschnittstelle

Der Benutzer möchte mit Hilfe der Maschine eine Aufgabe erfüllen. Dazu sind einzelne Benutzungsschritte nötig, einer davon (B) ist in der Abbildung ausführlich dargestellt. Um Zugriff auf die Systemfunktionen zu Benutzungsschritt B zu erhalten, müssen zunächst die Dialogschritte $D1$ und $D2$ abgearbeitet werden. Hierfür sind schließlich die einzelnen Interaktionsschritte ($I\ 1.1 - 1.3$ bzw. $I\ 2.1$ und 2.2) auszuführen.

Um noch einmal den Zusammenhang zu der in Kapitel 1.2 vorgenommenen Trennung der Mensch-Maschine-Interaktion in zwei Komponenten zu verdeutlichen, sei darauf hingewiesen, dass die Aufgabenebene in den sozialen Bereich fällt, während man die anderen aufgeführten Ebenen dem praktischen Sektor zuordnen sollte.

2.2 Computerschach

Es gibt einige Fachausdrücke und Begriffe, die für den semantischen Raum *Computerschach* besondere Bedeutung haben. Viele stammen ursprünglich aus anderen Bereichen, was eine Klärung und Abgrenzung dieser Begrifflichkeiten unerlässlich macht. Andere sind direkt aus den Entwicklungen des Computerschachs hervorgegangen und werden ggf. am Ort ihres Auftretens erläutert. In dieser Arbeit werden meine eigenen Begriffsbestimmungen verwendet. Diese weichen möglicherweise von andernorts üblichen Definitionen ab. Zum besseren Verständnis der Zusammenhänge zwischen den Begriffen sei die Betrachtung von Abbildung A.4 empfohlen.

2.2.1 Maschine

In dieser Arbeit werden oft verschiedene Begriffe für das Wort *Maschine* verwendet: *Gerät*, *Apparat* oder *System*. Diese Ausdrücke bezeichnen nichts anderes als das Wort Maschine oder benennen nur einen bestimmten Teil einer Maschine. Im spezielleren Fall ist von einem *Computer* die Rede, alternativ wird auch der Ausdruck *Rechner* gebraucht.

2.2.2 Schachautomat

Der Begriff *Schachautomat* (oder alternativ *Schachmaschine*) stellt die Obermenge aller Apparate dar, die in der Lage sind, Schach zu spielen. Viele der in dieser Arbeit verwendeten Begriffe sind Teilmengen und gehören damit zur Klasse der Schachautomaten.

2.2.3 Schachprogramm

Schachprogramme stellen allgemein betrachtet eine Folge von Anweisungen dar, die es ermöglichen, eine Schachpartie zu spielen, wenn sie in einer vorgeschriebenen Reihenfolge abgearbeitet werden. Welche Art von Entität diese Instruktionen ausführen soll, ist dabei nicht von Bedeutung. Die Anweisungsfolge sollte in einer wohldefinierten Form abgefasst sein, im Idealfall sogar in einer vom Computer lesbaren Programmiersprache. Ein Schachprogramm kann noch weitere Eigenschaften aufweisen oder Komponenten beinhalten, diese sind aber im Gegensatz zu der oben beschriebenen basalen Forderung nicht zwingend.

2.2.4 Benutzungsschnittstelle und -oberfläche

Eine *Benutzungsschnittstelle* ist der Teil eines Schachautomaten, der die Interaktion mit dem Nutzer ermöglicht. Der für den Benutzer erkennbare bzw. sichtbare Teil davon ist die *Benutzungsoberfläche*. Die Oberfläche kann sowohl physischer als auch symbolischer Natur sein: Bei Schachautomaten ohne Bildschirm überwiegt der physische Anteil, während im umgekehrten Fall symbolische Prozesse die größte Rolle spielen.

2.2.5 Schachcomputer

Schachcomputer (oder alternativ *Schachrechner*) sind eigens für den Zweck des Schachspielens geschaffene elektronische Rechner. Die Geräte beinhalten ein Schachprogramm mit integrierter Benutzerschnittstelle.

2.2.6 Grafische Benutzeroberfläche

Die *Grafische Benutzeroberfläche* (oder alternativ *GUI* = *Graphical User Interface*) ist der symbolische Teil einer Benutzungsoberfläche, die bei bildschirmgestützten Schachautomaten zur Anwendung kommt. Die GUI kann neben der Ausgabe von Informationen auch als symbolisches Eingabemedium für den Benutzer dienen.

2.2.7 Schachengine

Eine *Schachengine* (oder kurz *Engine*) ist der Teil eines Schachprogramms, welcher lediglich für die Berechnung der Züge zuständig ist. Die Engine kümmert sich dabei im Gegensatz zu einer Benutzungsschnittstelle nicht um die Interaktion mit dem Benutzer. Es findet lediglich eine für den Nutzer unsichtbare interne Kommunikation zwischen Engine und Benutzungsschnittstelle statt.

2.3 Sonstiges

Anhang B enthält eine Chronik des Computerschachs, welche die wichtigsten Ereignisse aus Kapitel 3 noch einmal in tabellarischer Form zusammenfasst. Das Wertungssystem im Turnierschach, *Elo-System* genannt, wird in Anhang C erläutert.

Kapitel 3

Geschichtliche Entwicklung des Computerschachs

Um den Kontext der Aufgabenstellung dieser Arbeit besser erfassen zu können, ist es wichtig, die historischen Ereignisse des Diskurses zu kennen. Die nachfolgende Abhandlung der computerschachlichen Entwicklungen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wird jedoch ausführlich dargestellt, wo die historischen Wurzeln des Computerschachs liegen und wie seine Genese vor allem im zwanzigsten Jahrhundert weiter verlief. Der Verlauf dieser Evolution hat dabei seit Auftauchen der Mikrocomputer eine fortschreitende Verdichtung erfahren. Dieses Kapitel stellt jedoch vor allem die Zeit *vor* diesem Einschnitt in den Fokus, da bei allen nachfolgenden Kapiteln genau das Gegenteil zutrifft: Dort werden schon allein aus praktischen Gründen eher Mikrocomputer im Vordergrund stehen.

3.1 Die mechanische Ära

3.1.1 Der *Schachtürke*

Schachspielende Maschinen gab es nicht erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts, als die ersten elektronischen Rechenmaschinen auftauchten. Bereits im 18.

Jahrhundert baute der Österreicher Baron Wolfgang von Kempelen den ersten Schachautomaten. Von Kempelen war ein Ingenieur und Erfinder, der am Hofe der österreichischen Kaiserin Maria Theresias arbeitete. Er kannte die neuartigen Automaten seiner Zeit¹ und die Faszination, die von ihnen ausging. Der Baron nahm sich vor, eine einmalige Maschine zu bauen, die alle anderen an Genialität übertreffen würde.

Nachdem er dieses Vorhaben im Jahre 1769 vollmundig vor der Kaiserin und deren Gästen angekündigt hatte, präsentierte er ein Jahr später seinen Schachautomaten. Das herausragend Neue an Kempelens Schachmaschine



Abbildung 3.1: Der Schachautomat des Wolfgang von Kempelen (Rekonstruktion des Heinz Nixdorf Museumsforum, 2004)

war, dass sie nicht etwa wie andere Automaten dieser Zeit sich wiederholende und damit vorhersehbare Handlungen ausführte, sondern ein sehr menschliches Attribut zu besitzen schien: Intelligenz. Schließlich war es dem

¹ Der Flötenspieler und die schwimmende und Körner pickende Ente des Franzosen Vaucanson waren damals berühmte und viel bewunderte Objekte.

Türken nicht nur möglich, bestimmte Schachkunststücke² vorzuführen, sondern ganze Partien zu spielen. Das erfordert aber, sich nach jedem Zug des Gegners auf die neu entstandene Stellung einzustellen und entsprechend zu reagieren. Kein Wunder, dass die Menschen diese neuartige Erfindung des von Kempelen für vernunftbegabt hielten. Trotzdem wurde gerade dieser entscheidende Unterschied zu anderen Automaten nur von wenigen erkannt und klar zum Ausdruck gebracht. Viele Berichterstatter versuchten in erster Linie, einen Betrug nachzuweisen, darunter auch Robert Willis und Edgar Allan Poe [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 28]. Der Erbauer des *Türken* wollte jedoch lediglich seine Mitmenschen unterhalten. Das Publikum sollte die mechanische Meisterleistung bestaunen und über die Funktionsweise rätseln. Ein Betrug war ebenso wenig beabsichtigt wie die spätere Popularität der Maschine³.

Auch wenn es viele Theorien über die Funktionsweise des *Schachtürken* gab, von denen nur wenige recht nahe an der Wahrheit lagen, wurde sein Geheimnis nie öffentlich bekannt. Das blieb auch unter der Obhut des Erfinders Johann Nepomuk Mälzel so, welcher die Maschine nach dem Tod Kempelens erwarb und tausendfach in Europa und Amerika vorführte. Als der *Türke* 1854 im Chinesischen Museum in Philadelphia verbrannte, nahm er scheinbar seine Geheimnisse mit ins Grab. Doch aufgrund einiger Aufzeichnungen⁴ wird heute das Rätsel um den berühmtesten Schachautomaten der Welt als gelöst betrachtet. Es wurden später einige Rekonstruktionen

² Der Automat beherrschte beispielsweise auch den sogenannten Rösselsprung, bei dem der Springer jedes Feld des Schachbretts genau einmal betritt und schließlich wieder an seinem Ausgangsfeld ankommt [vgl. Standage (2002), S. 34]. Diese Aufgabe ist zwar durchaus anspruchsvoll, läuft aber nach einem bestimmten Schema ab. Einmal erfasst, kann man es immer wieder auf die gleiche Weise anwenden. Insofern wäre eine Maschine, die lediglich dieses Kunststück beherrschte, dem *Schachtürken* in seiner scheinbaren Genialität weit unterlegen.

³ Von Kempelen bedauerte sogar, dass das große Interesse der Menschen an dem *Schachtürken* von seinen anderen großen Erfindungen (wie z.B. einer Sprechmaschine, die über 30 Wörter recht deutlich aussprechen konnte) ablenkte.

⁴ Unter anderem erschien 1857 ein detaillierter Bericht von Silas Weir Mitchell, dessen Vater den *Schachtürken* als Letzter besessen hatte. Zusammen mit anderen Dokumenten bot er eine vollständige Erklärung der Geheimnisse des Automaten [vgl. Standage (2002), S. 166].

der Maschine erbaut⁵, die mehr als nur eine Vorstellung davon vermitteln, wie der *Türke* damals ausgesehen haben muss. Tatsächlich war in seinem Inneren ein Mensch versteckt, der die Bewegungen der Figur steuerte. Er musste ein guter Schachspieler sein, denn die ausgeführten Züge entsprangen selbstverständlich seinem Gehirn und nicht der Mechanik des Automaten.

3.1.2 Die Nachfolger des *Schachtürken*

In der Geschichte des 19. Jahrhunderts traten auch einige andere Schachmaschinen auf den Plan, deren Erbauer von der Popularität des *Schachtürken* profitieren wollten. 1807 tauchte einer dieser Automaten in Gestalt eines 6-jährigen Knaben in Nürnberg auf, 1820 ein weiterer in Neuburg an der Donau. Auch in Amerika bekam der *Türke* Konkurrenz: Die Gebrüder Walker stellten im April 1827 in New York den *American Chess Player* vor, der jedoch seinem Vorbild in puncto Spielstärke weit unterlegen war⁶. Weitere bekannt gewordene Schachautomaten waren *Ajeeb* und *Mephisto*. Letzterer gewann 1878 sogar ein Turnier in London, da er von dem starken ungarischen Schachmeister Isidor Gunsberg bedient wurde [vgl. Kishon u. a. (1990), S. 14]. Doch keine dieser Maschinen erregten jemals eine auch nur annähernd gleichgroße Aufmerksamkeit wie der Schachautomat des Wolfgang von Kempelen.

3.1.3 Die erste autarke Schachmaschine

1890 stellte Leonardo Torres y Quevedo den ersten ohne menschliche Eingriffe spielenden Schachautomaten vor, welcher jedoch erst zu Beginn des ersten Weltkrieges durch einen von Henri Vigneron verfassten Artikel in der

⁵ Z.B. stellte John Gaugham im November 1989 in Los Angeles seinen Nachbau vor. Im März 2004 präsentierte das Heinz Nixdorf Forum Paderborn eine originalgetreue Rekonstruktion.

⁶ Offenbar konnten es sich seine Erbauer nicht leisten, einen Schachmeister für die Steuerung des Automaten zu verpflichten. Der *Schachtürke* hingegen wurde stets von starken Spielern bedient (z.B. von dem französischen Meister J. Schlumberger).

Zeitschrift *La Nature* bekannt wurde⁷. Diese Maschine basierte noch immer auf mechanischer Übertragung, allerdings im Zusammenspiel mit einfacher magnetischer Relais-technik. Ihr Erbauer Torres war ein spanischer Ingenieur auf dem Gebiet elektromechanischer Steuerungssysteme. Der Automat beherrschte lediglich einen sehr begrenzten Teilbereich des Schachspiels: das Endspiel König und Turm gegen König⁸. Trotzdem muss man diesen Endspiel-Automaten als einen Meilenstein der Computerschachgeschichte ansehen, da er im Gegensatz zu seinen Vorläufern völlig autark arbeitete.

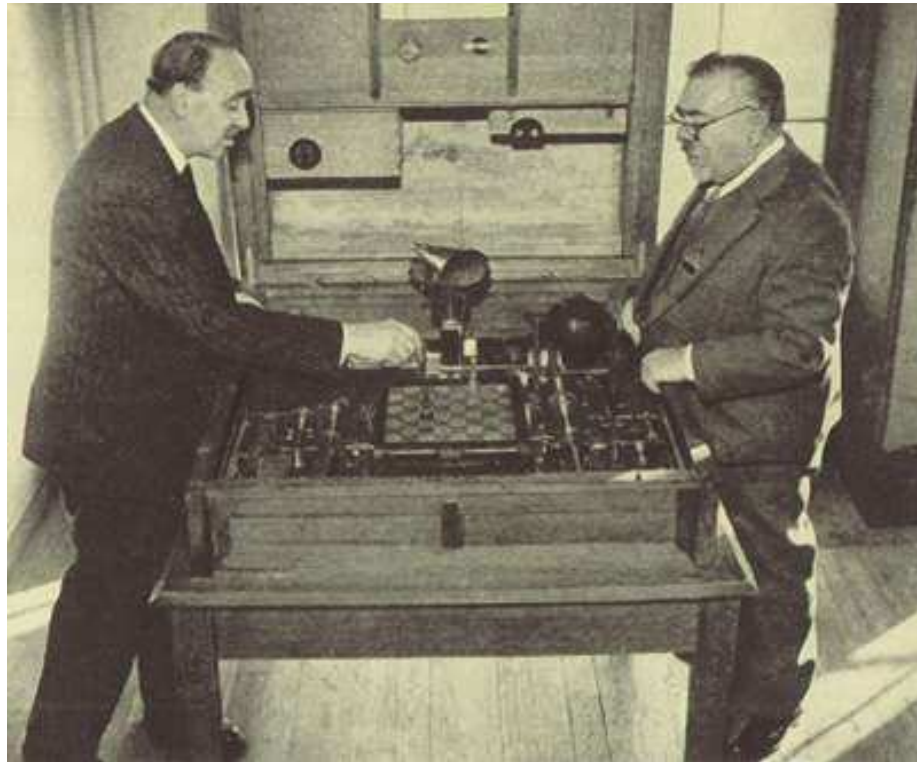


Abbildung 3.2: Torres zweiter Endspiel-Automat

⁷ Vigneron hatte eine zweite, verbesserte Form der Maschine 1914 bei der Weltausstellung in Paris gesehen [vgl. Kishon u. a. (1990), S. 16].

⁸ Die Maschine war in der Lage, dieses einfache Endspiel mit Turm und König gegen den von einem Menschen geführten einzelnen König zu gewinnen. Allerdings brauchte sie dafür mitunter mehr als 50 Züge, was nach den FIDE-Schachregeln remis ist.

3.2 Programme auf Papier

3.2.1 Die Ideen des Charles Babbage

Der begabte englische Mathematiker Charles Babbage stellte sich bereits 1812 die Frage, ob komplexere mathematische Operationen auch mechanisch durchgeführt werden könnten. Der erste konkrete Anwendungsfall war für ihn die Berechnung von Logarithmentafeln, die seiner Meinung nach von einer Maschine durchgeführt werden könnte. Mit diesem Gedanken legte er den Grundstein für die ersten Rechenmaschinen. Nachdem er in Frankreich gesehen hatte, wie eine Gruppe von Mathematikern im großen Stil mathematische Tabellen berechneten⁹, kam ihm die Idee, einen mechanischen Rechenapparat nach dem gleichen Prinzip zu konstruieren.

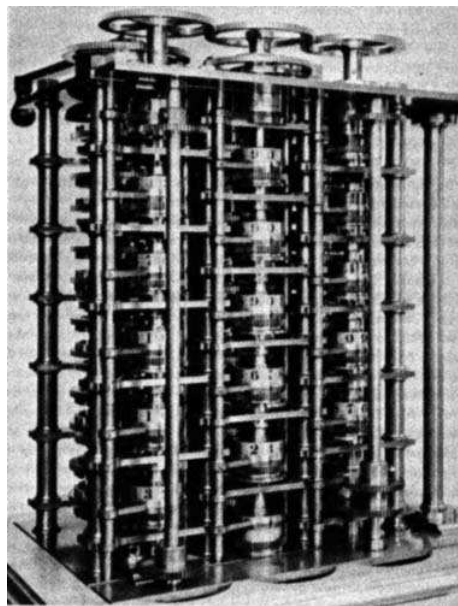


Abbildung 3.3: Die *Analytical Engine*

⁹ Unter der Leitung des französischen Mathematikers Gaspard de Prony sollten im Regierungsauftrag Sinus- und Logarithmentabellen mit hoher Genauigkeit erstellt werden. De Prony zerlegte diese komplexe Aufgabe in Teilprozesse, indem er die Arbeitskräfte in mehrere Gruppen aufteilte. Somit konnten diese repetitiv arbeiten, was zu einer Automatisierung des Rechenprozesses führte [vgl. Standage (2002), S. 123]. Hier kamen also bereits zwei Grundprinzipien des Computers zur Anwendung: die *Wiederholung* und das Verfahren *Divide and Conquer*.

Er begann in den 1820er Jahren mit dem Bau der *Differenzenmaschine*, die beliebige mathematische Tabellen erstellen sollte. Dieses Projekt wurde trotz jahrelanger Arbeit nicht zu Ende geführt, da Babbage währenddessen bereits an einer noch komplizierteren Rechenmaschine arbeitete, der *Analytical Engine*. Dieses Gerät kann möglicherweise als Vorläufer heutiger Digitalrechner bezeichnet werden und enthielt die mechanischen Äquivalente für Prozessor und Speicher eines modernen Computers [vgl. Standage (2002), S. 125]. Auch wenn dieses Projekt ebenfalls nie verwirklicht werden konnte, so nahm Babbage bereits viele Elemente der Informatik mit seinem gedanklichen Konstrukt vorweg. Später gelangte er zu der Ansicht, dass ein Schachprogramm auf seiner *Analytical Engine* implementierbar sei. Babbage verfasste als erster einen einfachen Algorithmus, der in jeder Stellung auf dem Schachbrett sieben Fragen stellen und je nach Antwort entsprechend handeln sollte [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 31].

3.2.2 Schach und Programmiersprachen

Einen großen Beitrag zur Entwicklung der heutigen Informatik leistete der deutsche Ingenieur Konrad Zuse. Während die in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre von ihm entwickelte Rechenmaschine Z1 noch auf mechanischer Basis arbeitete, kam die 1941 fertig gestellte Z3 einer revolutionären Entwicklung gleich: Sie war der erste funktionsfähige programmgesteuerte Rechner der Welt¹⁰. Nach Ende des zweiten Weltkrieges entwickelte Zuse dann die erste algorithmische Sprache für programmgesteuerte Rechenmaschinen, den sogenannten *Plankalkül* [vgl. Steinwender (1990)]. Damit schuf er einen Vorläufer der heutigen Programmiersprachen.

Zuse hatte schon viel früher entdeckt, dass *Rechnen* viel mehr bedeutet als reine „Zahlenfresserei“. Rechnen hieß für ihn, aus gegebenen Angaben nach einer Vorschrift neue Angaben bilden [Zuse (1986), S. 91]. Als er begann,

¹⁰ Die Z3 beherrschte mit ihren ca. 2000 elektromagnetischen Relais die vier Grundrechenarten sowie das Quadratwurzelziehen und einige Hilfsfunktionen. Die Speicherkapazität belief sich auf 64 Worte zu je 22 Bit.

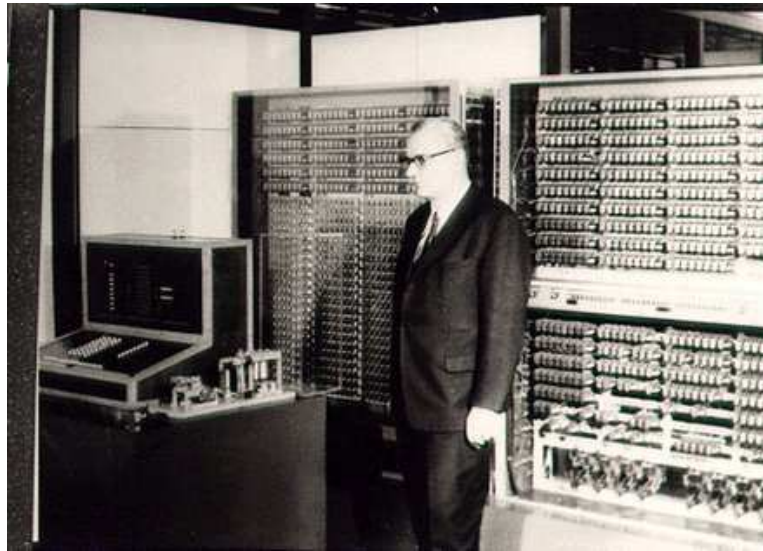


Abbildung 3.4: Konrad Zuse mit seiner Z3

Rechenprobleme unter zu Hilfenahme mathematischer Formeln anzugehen, wurde ihm klar, dass es auch im Schach in höchst konzentrierter Form sehr komplizierte Datenstrukturen gibt. Anhand des Schachspiels konnte man seiner Meinung nach auf geringem Raum und mit wenigen Elementen eine komplexe Verflechtung von Bedingungen, Fallunterscheidungen und anderen Dingen studieren [vgl. Zuse (1986), S. 51]. Deshalb würde man auch in der Lage sein, die Schachregeln zu formalisieren und Schachprogramme zu entwickeln. Folglich orientierte sich Zuse beim Erstellen des *Plankalküls* daran, dass die Sprache so universell sein sollte, dass man damit Regeln und Programme für Schach verfassen könne. Schach war also ein exzellenter Prüfstein für seine algorithmische Sprache, die zum Ziel hatte, jedes berechenbare Problem formulieren zu können [vgl. van den Herik (1990)].

3.2.3 Alan Turing und die *Papiermaschine*

Die erste umfangreichere und in sich beinahe schlüssige *Schachengine* schrieb der englische Mathematiker Alan Turing. Turing hatte bereits 1936 in seinem Artikel *On Computable Numbers* die Idee formuliert, dass jedes Denken, das klaren Vorschriften folgt, mechanisch nachvollzogen werden kann.

Sobald eine Operation also eindeutig definiert und in einer kontextfreien, formalen Sprache beschrieben ist, kann sie von einer Maschine ausgeführt werden. Dieses gedankliche Experiment brachte Turing auf den Einfall zur Konstruktion einer universalen Maschine [vgl. Strouhal (1996), S. 150]. Seit Beginn des zweiten Weltkrieges war er zusammen mit vielen anderen Mathematikern, Linguisten und Elektroingenieuren ein Teil des streng geheimen Projekts *Ultra*. Dafür hatte die englische *Government Code and Cipher School* etwa 80 km nördlich von London ein unauffälliges Landhaus inklusive Grundstück erstanden — Bletchley Park [vgl. Schulz (2004b)]. Dort leisteten Turing und seine Kollegen, zu denen im Übrigen auch einige sehr starke Schachspieler gehörten, kriegsentscheidende Arbeiten auf dem Gebiet der Entschlüsselungstechnik¹¹. Gegen Ende des Krieges kam auch der von Turing mitentwickelte Schnellrechner *Colossus* in Bletchley zum Einsatz, so dass erstmals auch die geeignete Hardware zur Erprobung des Modells einer Universalmaschine zu Verfügung stand [vgl. Strouhal (1996), S. 151].

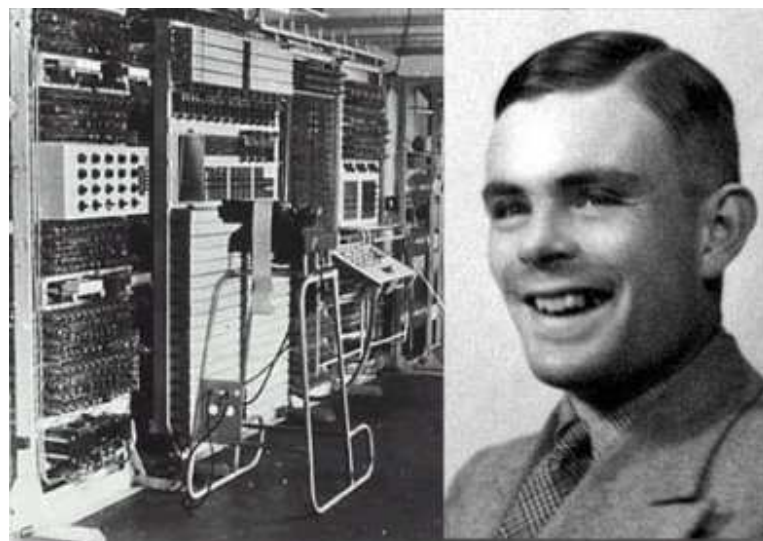


Abbildung 3.5: *Colossus* und Alan Turing

¹¹ Den sog. *Codebreakers* gelang es bereits bald nach dem Ausbruch des Krieges, beinahe alle deutschen Funkprüche entschlüsseln zu können, da die Funktionsweise der von der deutschen Wehrmacht eingesetzte Codiermaschine *Enigma* den Engländern bekannt war.

Schon früher hatte Alan Turing sich mit dem Gedanken beschäftigt, ob man menschliche Denkprozesse maschinell simuliert werden könnten. Ein angemessenes Anwendungsgebiet war für ihn das Schachspiel¹². 1946 begann er damit, ein Schachprogramm zu schreiben, welches 6 Jahre später fertig gestellt wurde. Es bestand aus einer Reihe von Befehlen, die wie bei heutigen Programmen nacheinander abgearbeitet wurden, um zu entscheiden, welcher Antwortzug in einer bestimmten Stellung auf dem Schachbrett ausgeführt werden sollte [vgl. Standage (2002), S. 192].

Da jedoch nicht die entsprechende Hardware zur Verfügung stand, auf der das Programm laufen sollte, musste ein Mensch diese Arbeit übernehmen¹³: Die auf Papier niedergeschriebenen Befehle und die damit verbundenen Rechenoperationen, welche schließlich in einer Zugauswahl mündeten, führte Turing bei der ersten Partie dieser *Papiermaschine* selbst aus. Ihr Gegner war Turings Kollege Alick Glennie, der die Partie nach beiderseitig fehlerbehafteten Spiel gewann. Auch wenn kein Computer beteiligt war, fand hier wohl die erste Schachpartie zwischen einem Menschen und einem Schachprogramm statt.

3.2.4 Shannons Suchstrategien

Der amerikanische Mathematiker Claude E. Shannon hatte in den 1940er Jahren unabhängig von Turing über ein Schachprogramm nachgedacht. In einem 1949 von ihm gehaltenen Vortrag, der ein Jahr später im *Philosophical Magazine* veröffentlicht wurde, erörtert Shannon die Möglichkeit, einen Rechner für das Schachspiel zu programmieren [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 36]. Auch wenn er dieser Aufgabe keine praktische Bedeutung beimaß, hielt er sie aus theoretischen Gründen für äußerst bedeutsam:

¹² Eine schachspielende Maschine war wohl aus seiner Sicht dem menschlichen Gehirn ähnlicher als eine Rechenmaschine, deren Aufgabe lediglich im Addieren von Zahlen besteht [vgl. Schulz (2004b)]

¹³ Der Mensch musste also die Universalmaschine simulieren, die ursprünglich nach dem Vorbild menschlicher Denkprozess erdacht worden war. In gewissem Sinne ist ein Mensch also eine allgemeinere Universalmaschine.

«[...] and it is hoped that a satisfactory solution of this problem will act as a wedge in attacking other problems of a similar nature and of greater significance. Some possibilities in this direction are:

1. Machines for designing filters, equalizers, etc.
2. Machines for designing relay and switching circuits.
3. Machines which will handle routing of telephone calls based on the individual circumstances rather than by fixed patterns.
4. Machines for performing symbolic (non-numerical) mathematical operations.
5. Machines capable of translating from one language to another.
6. Machines for making strategic decisions in simplified military operations.
7. Machines capable of orchestrating a melody.
8. Machines capable of logical deduction.

It is believed that all of these and many other devices of a similar nature are possible developments in the immediate future. The techniques developed for modern electronic and relay type computers make them not only theoretical possibilities, but in several cases worthy of serious consideration from the economic point of view» [vgl. Shannon (1950)].

Wichtig war in diesem Zusammenhang, dass nach Shannons Meinung eine schachspielende Maschine für die aufgezählten Aufgabenstellungen einen guten Ausgangspunkt darstellte. Die dabei zu bewältigenden Probleme seien genau definiert; außerdem sei die Aufgabe weder zu trivial noch zu komplex. Weiterhin bestehe die Möglichkeit, eine derartige Maschine gegen einen

Menschen spielen zu lassen und so die Denkleistung beider direkt miteinander zu vergleichen [vgl. Standage (2002), S. 191].

Shannons Artikel beschreibt einige der wichtigsten Ideen, die noch heute in allen *Schachengines* verwendet werden. Dazu zählen die Baumsuche, die Bewertungsfunktion, die speicherinterne Abbildung einer Schachstellung und die Zugauswahl mit dem *Minimax-Algorithmus*. Im Wesentlichen nennt er zwei verschiedene Strategien, nach denen ein Computer bei der Suche nach dem besten Zug vorgehen könne. Bei der *A-Strategie* werden alle legalen Fortsetzungen im Suchbaum bis zu einer festgelegten Suchtiefe untersucht¹⁴, d.h. vom Programm bewertet. Dieses Verfahren hat jedoch gleich mehrere Nachteile: Erstens braucht ein *Typ-A-Programm* zuviel Zeit, um akzeptable Suchtiefen zu erreichen¹⁵. Zweitens bricht ein solches Programm die Baumsuche strikt beim Erreichen der festgelegten Tiefe ab. Die Suche sollte jedoch erst dann aufhören, wenn eine „ruhige Stellung“ entstanden ist¹⁶. Dies erkannte Shannon und formulierte eine zweite Strategie, in der die *Ruhesuche* berücksichtigt wurde. Außerdem beinhaltete Shannons *B-Strategie* noch ein weiteres Kriterium: Die untersuchten Varianten sollten möglichst sinnvoll ausgewählt werden, damit die Rechenzeit nicht für sinnlose Zugfolgen verschwendet würde¹⁷.

Heutige Programme verwenden meistens eine Mischung aus beiden Strategien. Auch daran, dass Shannon bereits weitere Merkmale heutiger Schachprogramme beschrieb (z.B. den Einsatz einer Eröffnungsbibliothek), er-

¹⁴ Dieses Verfahren bezeichnete Shannon als *Brute Force*. Auch über das Computerschach hinaus wird dieser Begriff noch heute verwendet.

¹⁵ Da stets *alle* legalen Zugmöglichkeiten untersucht werden, wächst der Suchbaum exponentiell. Dadurch braucht der Rechner bereits bei geringen Suchtiefen zu lange, um von einer Ebene des Baumes zur nächsten zu gelangen.

¹⁶ Auch dieses Verfahren hat bis heute Gültigkeit und wird als *Ruhesuche* bezeichnet. Die Idee dahinter ist, dass es sinnlos wäre, bei der Voraussuche eine Stellung dann zu bewerten, wenn eine Seite noch Schlagzüge ausführen kann oder gar im Schach steht. Deshalb dringt das Programm noch so lange weiter in den Suchbaum vor, bis eine Stellung entsteht, in der für die momentan am Zug befindliche Seite keine weiteren Schlagzüge oder Schachgebote möglich sind, sondern eine gewisse Stabilität herrscht.

¹⁷ Das Programm sollte also *selektiv* vorgehen und nur möglichst kraftvolle Züge untersuchen, z.B. diejenigen, die die möglichen Antwortzüge des Gegners stark reduzieren (etwa Schachgebote, Mattdrohungen, Schlagzüge oder Angriffe auf wertvolle Figuren).

kennt man seine herausragende Vorstellungskraft. Schließlich waren all seine Erkenntnisse rein theoretischer Natur und konnten damals nicht an einem Computer überprüft werden. Eine weitere Überlegung Shannons (*C-Strategie*) konnte allerdings bis heute nicht zufriedenstellend in einer *Schach-engine* umgesetzt werden: Er schlug vor, ein Programm mit Hilfe von spezifischem Schachwissen wesentlich effizienter und damit leistungsfähiger zu machen [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 38]. Dieses Vorhaben sollte die Maschine näher an die Denkweise menschlicher Schachmeister heranzuführen und noch eine wichtige Rolle auf dem Gebiet des Jahrzehnte später entstandenen Forschungszweiges *Künstliche Intelligenz* spielen.



Abbildung 3.6: Claude E. Shannon bei einem Experiment (links), rechts die nach ihm benannte Trophäe, welche bei der Computerschach Weltmeisterschaft verliehen wird; auf dem Sockel sind die Namen der Sieger in Metallplaketten eingraviert worden

3.3 Die ersten Computer spielen Schach

3.3.1 Das *Los Alamos*-Programm

1946 wurde der aus Ungarn emigrierte Mathematiker John von Neumann in den USA mit der Aufgabe betraut, eine sehr leistungsfähige Rechenmaschine zu entwickeln. Hintergrund für diesen Auftrag war die Notwendigkeit, zeitraubende Berechnungen für militärische Zwecke schneller durchführen zu können. Anfang der 1950er Jahre trug von Neumanns Arbeit schließlich Früchte: Der *MANIAC I* wurde aufgestellt, ein 30 Tonnen schwerer und mit Elektronenröhren bestückter Koloss, der über 10.000 Operationen in der Sekunde ausführen konnte. Neben der für damalige Verhältnisse herausragend hohen Rechenleistung war das wichtigste Merkmal dieser Maschine, dass sie frei programmiert werden konnte¹⁸.

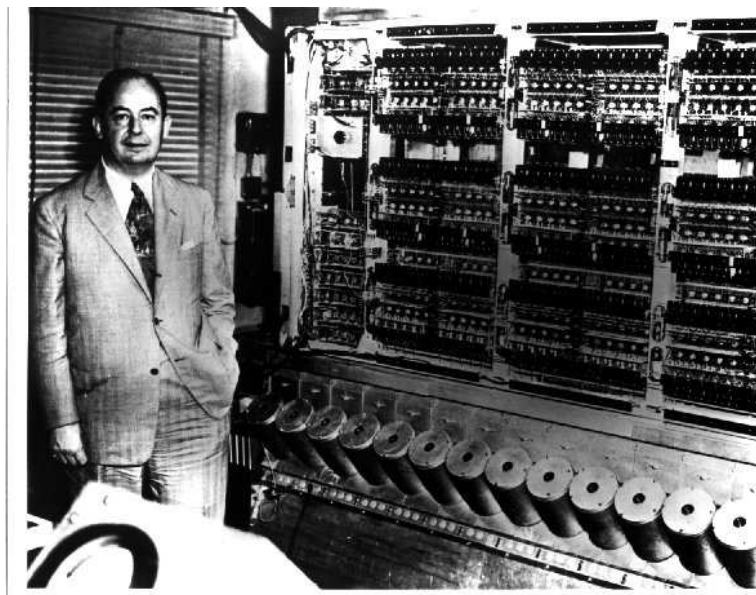


Abbildung 3.7: Der *MANIAC* Computer mit John von Neumann

¹⁸ Vorher war es üblich, dass ein Rechner vor jeder neuen Anwendung geöffnet und umgedrahtet wurde. *MANIAC* war jedoch in der Lage, nicht nur Daten zu verarbeiten, sondern auch Anweisungen in Form von Daten zu empfangen und in seine Berechnungen miteinzubeziehen [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 39].

Mit dieser vielseitigen Maschine war es nun möglich, auch komplexere Programme zu realisieren. 1956 konnten die Wissenschaftler J. Kister, P. Stein, S. Ulam, W. Walden und M. Wells, die vorher dem *Manhattan Projekt*¹⁹ unterstellt waren, zum ersten Mal ein vereinfachtes²⁰ Schachprogramm auf dem *MANIAC* ausführen [vgl. Levy und Newborn (1991), S. 39]. Nach einigen Tests wurde eine Partie gegen eine junge Frau aus dem Forscherteam arrangiert, die erst einige Tage zuvor die Regeln des Schachspiels erlernt hatte. Der Rechner gewann, wodurch unter Wissenschaftlern ein gewaltiger Motivationsschub ausgelöst wurde [vgl. Bauermeister (1996)].

3.3.2 Schach auf einem IBM-Computer



Abbildung 3.8: Alex Bernstein spielt Schach gegen den IBM 704

Das erste regulär spielende Schachprogramm wurde von einem amerikanischen Team um Alex Bernstein implementiert und im Juni 1958 in *Scientific*

¹⁹ Wieder einmal sind militärische Ziele und das Schachspiel eng miteinander verknüpft: Im *Manhattan Projekt* ging es für die Wissenschaftler u.a. darum, Berechnungen für die Entwicklung von Kernwaffen anzustellen.

²⁰ Das Programm war insofern vereinfacht, als dass nur ein 6x6 Schachbrett implementiert wurde, in welchem es keine Läufer gab.

American vorgestellt. Es lief auf einem IBM 704 Computer, welcher bereits 42.000 Operationen pro Sekunde ausführen konnte. Es ging nach der *Shannon B-Strategie* vor, musste jedoch bei jeder Iteration eine Reihe von Fragen beantworten²¹, was einiges an Rechenzeit kostete. Das *Bernstein*-Programm befand sich also noch auf einem sehr niedrigen Niveau und spielte wegen verschiedener Schwierigkeiten nur zwei vollständige Schachpartien [vgl. Bauermeister (1996)].

Computerschach in der Sowjetunion

Nicht nur amerikanische Wissenschaftler waren seit den 1950er Jahren mit Forschungen im Bereich des Computerschachs beschäftigt. Analog wurde diese Thematik auch von sowjetischen Computerpionieren eruiert. 1956 schrieb V.M. Kuroschkin ein Programm zum Lösen von Schachaufgaben. Das erste in der Sowjetunion veröffentlichte reguläre Programm debütierte im Jahr 1961. Es wurde von einer Wissenschaftlergruppe des Mathematischen Instituts Steklov an der Akademie für Wissenschaften (UdSSR) entwickelt und konnte vollständige Partien spielen [vgl. Levy und Newborn (1991), S. 45]. Darüber hinaus beschäftigte sich der Ex-Schachweltmeister Michael Botwinnik seit 1963 bis zu seinem Tod 1995 mit der Schachprogrammierung²².

3.3.3 Das *NSS*-Programm

1955 begannen Alan Newell, John Shaw und Herbert Simon mit der Entwicklung von Computerprogrammen zum Beweisen logischer Theoreme. Dieses Gebiet der *Künstlichen Intelligenz Forschung* ist nicht weit vom Computerschach entfernt, da beide Aufgaben ähnliche Problemklassen zuzuordnen sind: Entwickeln von Heuristiken zum Auswählen aussichtsreicher

²¹ Hier wird eine gewisse Ähnlichkeit zu den Babbage-Ideen deutlich, der bei seinem Algorithmusentwurf vergleichbar vorgeht.

²² Auf das von Botwinnik entwickelte Programm *Pionier*, welches sich stark an der Denkweise eines menschlichen Schachmeisters orientieren sollte, wird in einem späteren Kapitel eingegangen.

Pfade in schnell wachsenden Suchbäumen [vgl. Levy und Newborn (1991), S. 46]. Drei Jahre später stellten die drei Wissenschaftler im *IBM Journal of Research and Development* ein Schachprogramm vor. Sie hatten das *NSS* genannte Programm komplett in einer Programmiersprache geschrieben²³ und benutzten dabei eine ganze Reihe neuer Techniken: Die wohl wichtigste Neuerung war eine Erweiterung der *Minimax*-Suchtechnik, welche für eine drastische Beschneidung des Variantenbaumes sorgt. Dieser *Alpha-Beta* Algorithmus wird noch heute in einer ganzen Reihe von Anwendungen verwendet.

Weiterhin wurden zum ersten Mal Claude Shannons Vorschläge für ein *Typ-C Programm* teilweise umgesetzt. *NSS* war aus mehreren Modulen aufgebaut, die jeweils mit einem bestimmten schachlichen Ziel verknüpft waren (z.B. Königssicherheit, Materialbilanz oder Zentrumskontrolle). Vor jedem Zug setzte sich das Programm gewisse Ziele, um die Zugfolgen aus dem Suchbaum auszuschließen, die nicht zu diesen Zielen führten. Auch die *Ruhe*suche war enthalten, so dass die Suchtiefe nicht starr begrenzt war [vgl. Bauermeister (1996)]. Newells, Shaws und Simons Programm war also ein evolutionärer Schritt in der *KI-Forschung* und im Computerschach gleichermaßen.

3.3.4 Computerschach Ost gegen West

Ein zwischen 1961 und 1962 am *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* entwickelte Schachprogramm von Alan Kotok wurde einige Jahre später von Kotoks Doktorvater Prof. McCarthy verbessert. Als dieser die Leitung der Künstlichen Intelligenz Forschung an der *Stanford University* übernahm, ließ er es 1966 und 1967 gegen das Programm einer sowjetischen Forschergruppe des *Instituts für theoretische und experimentelle Physik (ITEP)* spielen. McCarthys Programm lief auf einem IBM 7090 und war in *FORT-RAN* und *Assembler* geschrieben [vgl. Newborn (1997), S. 35]. Das ITEP-Programm arbeitete auf einem Minsk-20 Computer. Obwohl die amerika-

²³ Bis dahin war es üblich, Maschinensprache zu verwenden.

nische Hardware war der sowjetischen leicht überlegen war, gewann das ITEP-Programm ein 4-Partien-Match mit 3 zu 1 (+2, =2, -0). Während McCarthys Programm die *Shannon-B-Strategie* verfolgte, vertrauten die Sowjets auf reines *Brute Force*. In den beiden unentschiedenen Partien rechnete das Programm der ITEP-Forscher 3 Halbzüge tief, bei den Siegen war es auf 5 Halbzüge Rechentiefe eingestellt [vgl. Bauermeister (1996)]. Bereits hier deutete sich also an, dass größere Rechentiefen zu einer Spielstärkesteigerung führen²⁴. Eine Zeitbegrenzung pro Zug gab es wohl nicht, sonst wäre das Anheben der Rechentiefe unter sonst gleichen Bedingungen nicht möglich gewesen, ohne den Zeitrahmen zu sprengen.

3.4 Die *neue Ära*

3.4.1 Ein Schachprogramm mit Turnierwertung

Wieder war es ein Student des *MIT*, der im Jahre 1967 mit einem Schachprogramm von sich Reden machte. Im Verlauf des Jahres nahm es an mehreren Turnieren teil und erspielte sich eine Wertung, die auf dem Niveau eines durchschnittlichen Hobbyspielers lag. Der Programmautor Richard Greenblatt gab seiner Schöpfung *MacHack VI* einige bahnbrechende Neuerungen mit auf den Weg: Sie besaß eine 5000 Halbzüge umfassende Eröffnungsbibliothek, arbeitete hochselektiv²⁵, verwendete eine komplexe Bewertungsfunktion mit über 50 verschiedenen Kriterien und hatte in einer Tabelle die Bewertungen von 32.000 verschiedenen Schachstellungen gespeichert²⁶, so

²⁴ Während bei diesem Experiment die Partienbasis viel zu gering war, um statistisch relevante Aussagen zu treffen, führte einige Jahre später Ken Thompson eine Versuchsreihe durch, die diese Vermutung bestätigten.

²⁵ Allerdings setzte der Autor zur Vermeidung taktischer Fehler noch ein weiteres Programm ein, das parallel zum ersten arbeitete [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 74]. Dieses bemerkenswerte Konzept war ebenfalls neu und wurde später in anderer Form wieder aufgegriffen.

²⁶ Im Gegensatz zu den in heutigen Schachprogrammen verwendeten dynamischen Hash-Tabellen, war die von *MacHack* verwendete nur eine statische. Trotzdem war R. Greenblatts Idee wohl ausschlaggebend für die weitere Entwicklung und Verwendung von Hashtabellen in Schachprogrammen.

dass bei deren Auftreten die entsprechenden Bewertungen nur noch abgerufen und nicht mehr berechnet werden mussten [vgl. Bauermeister (1996)]. *MacHack* enthielt also erstmals die wichtigsten Elemente heutiger Schachprogramme.

3.4.2 Mensch wettet gegen Maschine

Zu dem ersten *Mensch vs. Computer* Wettkampf mit Preisfond kam es durch eine Wette: Der schottische Meisterspieler David Levy, welcher später auch den Titel des *Internationalen Meisters* errang, wettete im August 1968 bei der jährlich stattfindenden Konferenz des *Machine Intelligence Workshops* vor den Koryphäen des Computerschachs, dass ihn binnen eines Zeitraums von zehn Jahren kein Computer in einem Wettkampf besiegen würde. Mehrere Vertreter der *KI-Forschung* setzten dagegen, so dass es schließlich um die Summe von 1250 englische Pfund ging. In den Jahren darauf besiegte Levy meist in Simultanveranstaltungen verschiedene Rechner recht mühelos. Erst in den Jahren 1977/78 gab es Wettkämpfe über mehrere Partien. Kurz vor dem Ablauf der 10-Jahres-Frist stellte sich David Levy dann dem zu diesem Zeitpunkt besten Schachprogramm *Chess 4.7* in einem 6-Partien-Match in Toronto. Mit seiner Strategie, geschlossene Stellungen anzustreben, in denen der Computer keine taktischen Verwicklungen heraufbeschwören konnte und dadurch keinen Plan fand, gewann er das Match und damit auch das Preisgeld.

Ein Jahr später trat er nochmals gegen eine verbesserte Version des Programms an, diesmal im Rahmen eines Wissenschaftsbeitrages im ZDF. Da die Spielbedingungen sehr spektakulär waren und Levy den Fernsehzuschauern durch seine nun offenere Spielweise eine spannende Partie bot, stieß die Sendung auf großes Interesse. Dies dürfte das erste Mal gewesen sein, dass Computerschach durch das Medium Fernsehen ein Massenpublikum erreichte. Letztlich forderten etwa 100.000 Zuschauer die Partienotation beim ZDF an²⁷ [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 76ff.].

²⁷ Eine solche Resonanz muss man für Schach-Verhältnisse als überragend bezeichnen.

3.4.3 Computerschach organisiert sich

Die 1970 gegründete Vereinigung *Association for Computing Machinery (ACM)* sorgte dafür, dass von diesem Zeitpunkt an in den USA und Kanada die Schachprogrammierung stärker gefördert wurde. Außerdem trug man noch im selben Jahr auf Anregung von Monroe Newborn die Nordamerikanische Meisterschaft aus, gesponsert von der *ACM*. Es siegte *Chess 3.0*²⁸ von Larry Atkin, David Slate und Keith Gorlan. Obwohl zunächst nur sechs Programme teilnahmen, entwickelte sich dieses *ACM-Turnier* zu einer festen Instanz der amerikanischen Computerschachszene und wurde von nun an jährlich veranstaltet.

Auch international gelangte Computerschach zu mehr Beachtung, als 1974 in Stockholm anlässlich eines Kongresses der *International Federation of Information Processing (IFIP)* die erste Computerschach-Weltmeisterschaft veranstaltet wurde. Maßgeblich trugen Benjamin Mittman, Monroe Newborn und David Levy zur Organisation bei. Den ersten Weltmeister-Titel errang jedoch nicht der Favorit *Chess 4.0*, sondern das sowjetische Programm *Kaissa*. Ebenfalls in Toronto wurde die Gründung einer nationenübergreifenden Organisation des Computerschachs beschlossen, welche sich dann 1978 in Gestalt der *ICCA (International Computer Chess Association)*²⁹ manifestierte. Eine Computerschach-WM sollte im 3-Jahres-Rhythmus stattfinden. Die Existenz der *ICCA* und die Akzeptanz derselben durch den Weltschachbund *FIDE* führten auch dazu, dass sich von da an das Computerschach auch in europäischen Ländern stärker entwickelte³⁰ [vgl. Kishon u. a. (1990), S. 20].

²⁸ Dieses Programm trat 8 Jahre später in einer verbesserten Version gegen David Levy an.

²⁹ 2002 wurde die Organisation in *ICGA (International Computer Games Association)* umbenannt, da auch andere Spiele wie Go, Mühle, Amazons, Bridge oder Backgammon aus computerwissenschaftlicher Sicht interessant sind. Diesem Umstand wird bereits seit 1989 durch das regelmäßige Austragen einer Computer-Olympiade für intelligente Spielprogramme Rechnung getragen, welche neben Schach auch andere Disziplinen enthält.

³⁰ 1975 wurde das erste deutsche Computerturnier in Dortmund ausgetragen. Im selben Jahr fand erstmals die bis heute existierende Konferenz *Advances in Computer Chess* in Edinburgh statt, in der es ausschließlich um Schachprogrammierung geht.

3.5 Spezialmaschinen und Supercomputer

Gegen Ende der 1970er Jahre spaltete sich die Geschichte des Computerschachs in zwei Richtungen auf: Auf der einen Seite etablierten sich die ersten schachspielenden Mikrocomputer (siehe Abschnitt 3.6, S. 45). Auf der einen Seite wurde die bisherige Entwicklung fortgesetzt, Schachprogramme für die immer schneller werdenden Großrechner zu schreiben. Bereits 1970 wurde zum ersten Mal ein sog. *Supercomputer* für ein Schachprogramm verwendet (siehe Abbildung 3.9). Diese Rechner standen fast ausschließlich in Universitäten oder Forschungseinrichtungen und der Zugriff auf sie war zumeist stark limitiert³¹ [vgl. Scheidl (1997), 1c].

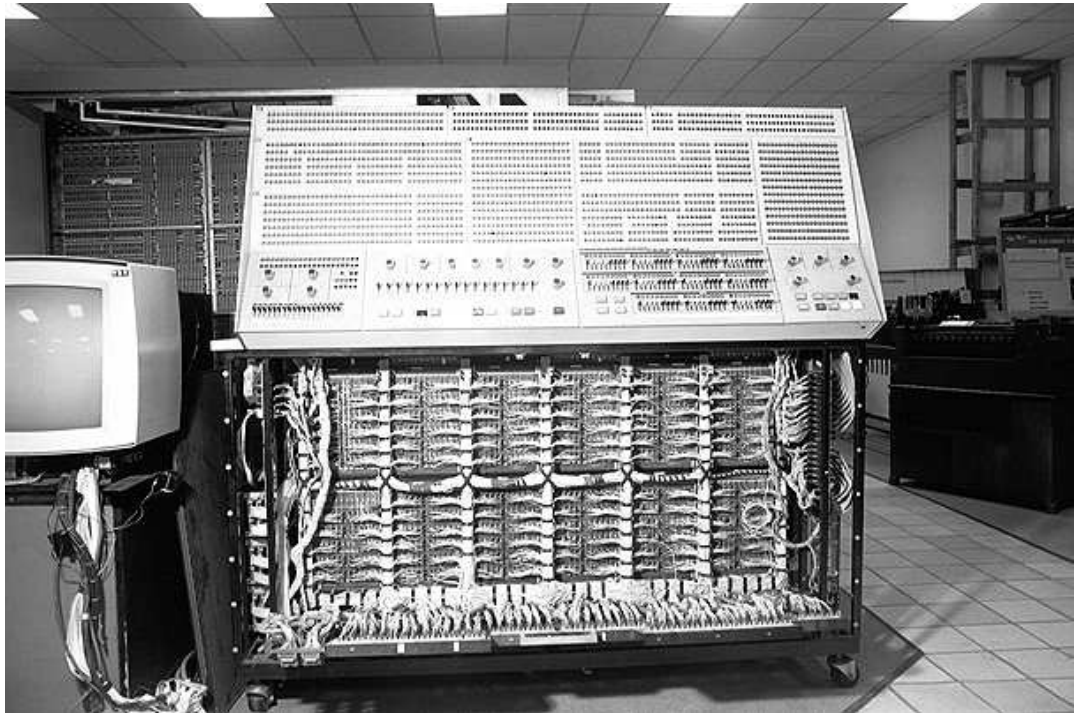


Abbildung 3.9: Ein IBM 360/91, der erste für ein Schachprogramm verwendete Supercomputer

³¹ Später wurde das *time sharing* eingeführt, das den Wissenschaftlern an Universitäten ermöglichte, Rechenzeit zu reservieren. Diese Zeit stand zur freien Verfügung und konnte dann auch für so „nebensächliche“ Forschungen wie Schachprogrammierung genutzt werden.

3.5.1 Schachmaschine *Belle*

Um die Spielstärke von Schachprogrammen weiter zu steigern, brauchte man immer mehr Rechenleistung³². Am Ende der siebziger Jahre hatten die schnellsten Rechner mit den modernsten Programmen zwar schon das schachliche Niveau von Meisterspielern erreicht, doch eine weitere Steigerung schien zunächst nicht in Sicht. Um nicht auf den Leistungssprung zukünftiger Computer warten zu müssen, musste ein anderer Weg beschritten werden: Zwei Wissenschaftler der *Bell Laboratories* in New Jersey, Ken Thompson und Joe Cordon, bauten die Spezialmaschine *Belle*, deren einziger Zweck darin bestand, Schach zu spielen. *Belle* war damit per Definition ein Schachcomputer und bestand aus Bauteilen im Wert von ca. 20.000 US-\$. Dadurch, dass bei dieser Maschine ein viel höherer Grad an Spezialisierung an den Tag gelegt wurde, erreichte sie eine wesentlich höhere Rechengeschwindigkeit beim Schach als die schnellsten Universalrechenanlagen.

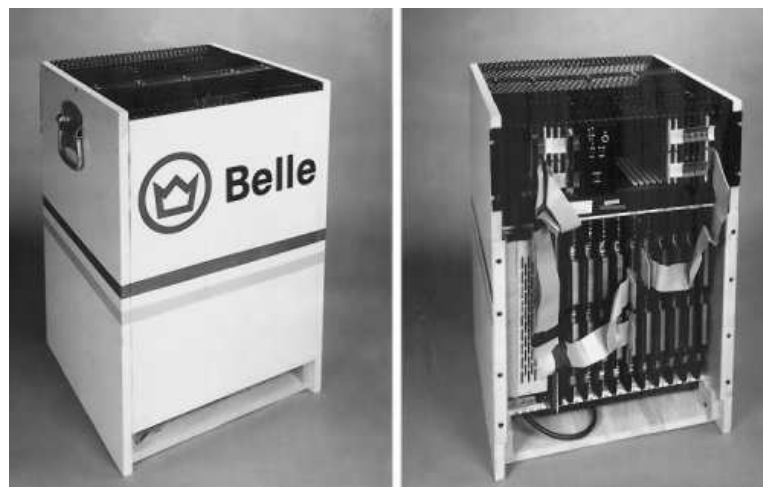


Abbildung 3.10: Ken Thompsons Spezialmaschine *Belle*

Neben der enormen Geschwindigkeit trugen auch andere Merkmale zu *Belles* hoher Spielstärke bei: Ken Thompson hatte in mühsamer Freizeitarbeit eine

³² Damals war in etwa eine 5-fach schnellere Hardware erforderlich, um einen Halbzug tiefer zu rechnen als die vorhergehende Rechnergeneration.

große Eröffnungsbibliothek erschaffen, die später sogar vom Computer geprüft wurde und danach nur noch auf *Belle* abgestimmte Züge enthielt. Zum anderen verwendete die Spezialmaschine einen *Assoziativspeicher*, welcher den heute gebräuchlichen dynamischen *Hashtabellen* entsprach. Dadurch wurde vor allem im Endspiel eine erhebliche Steigerung der Rechentiefe erreicht [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 81ff.]. So war es wenig überraschend, dass *Belle* zwischen 1980 und 1983 alle Computerschach-Turniere gewann, einschließlich der Weltmeisterschaft 1980 in Linz [vgl. Friedel (2000)].

3.5.2 *Cray* und Computerschach

Nicht nur die *Bell Laboratories* profitierten³³ von ihrer Spezialmaschine, die Entwicklungen im Computerschach riefen auch andere Firmen auf den Plan. 1979 wandten sich Robert Hyatt und Al Gower an die Forschungsabteilung von Computerhersteller Cray, um für die Weiterentwicklung ihres Schachprogramms *Blitz* auf einen schnellen Rechner zugreifen zu können. Die Firma stellte ihnen schließlich den damals schnellsten und teuersten Supercomputer, den *Cray I* zur Verfügung.

Doch zunächst kam das Programm auf dieser Maschine nicht über eine Leistung von ca. 3.000 Stellungsberechnungen pro Sekunde hinaus, obwohl der *Cray I* in der Lage war, in der Sekunde 80 Millionen arithmetische Operationen auszuführen. Es war also noch etwas Optimierungsarbeit erforderlich. Dies erledigte u.a. der 1981 in das *Cray Blitz* Team aufgenommene Harry Nelson, welcher einige Routinen des Programms von *FORTRAN* in die Maschinensprache des Superrechners übersetzte [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 91]. Zusätzlich ging man noch einen Schritt weiter und parallelisierte die Suchalgorithmen von *Cray Blitz*, so dass auf dem neuen *Cray X-MP* Computer sogar zwei Prozessoren gleichzeitig genutzt werden

³³ Sie versprachen sich von *Belle* Aufschlüsse über die Programmierung anderer komplexer Anwendungen und nebenbei auch einen Werbeeffect [vgl. Bauermeister (1996)].

konnten³⁴. Mit dieser gewaltigen Rechenkraft errang das Programm bei der Computerschach-WM 1983 erstmalig den Titel und verteidigte ihn 3 Jahre später ein weiteres Mal.



Abbildung 3.11: *Cray X-MP* Supercomputer

3.5.3 *HiTech*

Der Einsatz von schneller Spezialhardware für Schachrechner erreichte 1985 ein neues Level, als eine Gruppe von Absolventen der Carnegie Mellon University unter der Leitung von Prof. Hans Berliner eine neue Schachmaschine bauten: *HiTech*. Sie entwickelten einen Zuggenerator und eine Bewertungseinheit in Hardware³⁵. Mit dieser fortschrittlichen Technologie erreichte die Maschine eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 200 kn/s und konnte noch im selben Jahr das ACM-Turnier gewinnen. Bei der Weltmeisterschaft 1986 verpasste *HiTech* knapp den Sieg und wurde Zweiter hinter *Cray Blitz*.

³⁴ Die Parallelisierung hatte aber bereits vor *Cray Blitz* Einzug in das Computerschach gehalten: 1981 lief das Programm *Ostrich* auf einem Parallelsystem von *Data General* [vgl. Levy und Newborn (1991), S. 201], welches allerdings bei weitem nicht an die Leistung des *Cray X-MP* heran reichte.

³⁵ Dazu verwendete man lediglich 64 VLSI-Chips; ein großer Fortschritt gegenüber *Belle*, wo 1700 Schaltkreise verdrahtet werden mussten.

3.5.4 Das *Deep Blue* Projekt

Ebenfalls an der Carnegie Mellon University wurde die Idee weiterverfolgt, Schachalgorithmen direkt in Hardware zu integrieren: Mehrere Doktoranden, unter ihnen Feng-Hsiung Hsu und Murray Campbell, befassten sich seit 1986 mit dem Bau einer eigenen Schachmaschine. Hsu gelang es schließlich mit Hilfe von VLSI-Technologie, einen kompletten Zuggenerator auf einem einzigen Chip unterzubringen [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 92]. Auch wenn dieser Chip seiner Zeit voraus war und kein Rechner die von ihm erzeugten 2.000.000 Züge pro Sekunde verarbeiten konnte, wurde er in einer Maschine namens *ChipTest* eingesetzt³⁶.

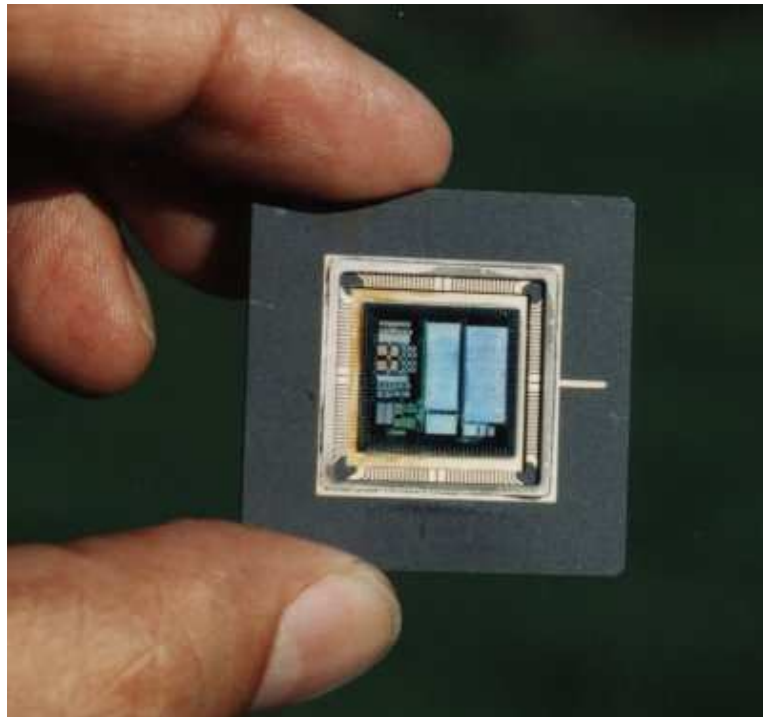


Abbildung 3.12: Chips für Schach: Eine der zentralen Recheneinheiten des späteren *Deep Blue* Rechners

Diese Maschine schnitt bei der Nordamerikanischen Meisterschaft des Jahres 1986 nur mittelmäßig ab, konnte jedoch im Jahr darauf bereits das Turnier

³⁶ Durch Verwendung des Hardware-Zuggenerators verfünffachte sich die Geschwindigkeit des verwendeten Programms.

gewinnen³⁷. Von diesem Ergebnis hochmotiviert, gelangen dem Team weitere Optimierungen: Während eine neue Erweiterung des Suchbaumes³⁸ dazu führte, dass das Programm höhere Suchtiefen erreichte, konnten Verbesserungen auf Mikrocode-Ebene die Geschwindigkeit noch einmal steigern.

1988 wurde das Projekt in *Deep Thought* umgetauft und gewann auch in diesem Jahr das ACM-Turnier. Im Jahr darauf wechselten Hsu und Campbell zu IBM, wo sie zusammen mit dem neuen Teammitglied John Hoane ihre Arbeit an *Deep Thought* fortsetzten. Dort ging man dazu über, die Vorteile von Spezialhardware mit denen von Multiprozessor-Systemen zu vereinen. Die nächste Version der Maschine konnte also nicht nur Züge direkt in Hardware erzeugen und bewerten, sondern auch den Suchbaum parallel abarbeiten [vgl. Levy und Newborn (1991), S. 204]. Bald darauf stellten sich die nächsten großen Erfolge ein: Bei einem Open-Turnier in Long Beach besiegte *Deep Thought* 1989 als erster Computer einen Großmeister unter Turnierbedingungen, außerdem wurde die Maschine in diesem Jahr mit 100% Punktausbeute Computerschach-Weltmeister³⁹. Auch in den darauf folgenden Jahren spielte *Deep Thought* äußerst siegreich.

Angesichts der großen Erfolge machte das IBM-Team um Feng-Hsiung Hsu sich daran, eine bereits früher angekündigte neue Maschine zu bauen: *Deep Blue*. Dieser Rechner sollte alles bisher dagewesene in den Schatten stellen und eine Leistung von 1 Milliarde Stellungsbewertungen pro Sekunde aufweisen⁴⁰. Zu diesem Zweck wurde ein neuer Chip hergestellt, auf dem die gesamte Funktionalität der Schachmaschine untergebracht ist (siehe Abbil-

³⁷ Von anfangs 50 kn/s steigerte man sich 1987 auf 400 kn/s. Für das darauf folgende Jahr wurde eine weiterentwickelte Maschine angekündigt, die erstmals die Grenze von 1.000.000 Stellungen pro Sekunde überschreiten sollte [vgl. Bauermeister (1996)].

³⁸ Hier handelte es sich um die Methode der *Singular Extensions*, die im Suchbaum alle forcierten Wendungen vertieft. Dies stellt eine Erweiterung gegenüber der *Ruhesuche* dar, in welcher nur Schachgebote und Schlagzüge weiterverfolgt wurden.

³⁹ Gegen den damaligen Schachweltmeister Garry Kasparov war *Deep Thought* in einem 2-Partien-Match allerdings noch chancenlos. Trotzdem war schon damals das Ziel des Teams, Kasparov irgendwann bezwingen zu können.

⁴⁰ IBM investierte in dieses Projekt, da man sich eine hohe Werbewirksamkeit davon versprach. Die Rechnung ging bei den 1996 und 97 ausgetragenen Wettkämpfen gegen Garry Kasparov tatsächlich auf: Die IBM-Aktie stieg 1997 nach dem Sieg über den Weltmeister um ca. 15%.

dung 3.12). Während ein einzelner Chip bereits in der Lage war, mehr als 2.000 kn/s zu berechnen, sollte eine Parallelisierung von ca. 1.000 Stück dieser Halbleiterplättchen die erhoffte Gesamtleistung bringen. Eine solche massive parallele Herangehensweise an das Problem brachte jedoch auch seine Schwierigkeiten mit sich. Eine erste Ausbaustufe von *Deep Blue* nahm 1995 an der Computerschach-WM in Hong Kong teil, wurde jedoch von dem auf einem Standard-Pentium-PC laufenden Programm *Fritz* besiegt.



Abbildung 3.13: Der finale *Deep Blue* von 1997

1996 kam es zu der Begegnung zwischen Schachweltmeister Kasparov und der IBM-Maschine, die inzwischen eine Leistung von 100.000 kn/s erreicht hatte. *Deep Blue* konnte die erste Partie zwar gewinnen, unterlag jedoch nach 6 Partien mit einem Gesamtergebnis von 2 zu 4 Punkten. Ein Rückkampf wurde für das Jahr darauf vereinbart. Es gelang den IBM-Ingenieuren, die Maschine weiter zu verbessern: Zwei RS/6000 SP IBM-Server beherbergten zahlreiche Adapterkarten, auf denen die *Deep Blue*-Spezialchips untergebracht waren⁴¹. Die Rechenleistung konnte man bis zum Revanchekampf gegenüber dem Vorjahr verdoppeln. Mit dieser geballten Rechenkraft gelang

⁴¹ Insgesamt wurden ca. 200 Chips eingesetzt.

schließlich ein knapper Gesamtsieg von 3,5:2,5 über Kasparov⁴². Doch anstatt dem menschlichen Weltmeister ebenfalls einen Rückkampf anzubieten, zog die IBM-Geschäftsleitung *Deep Blue* aus dem Verkehr. Offenbar konnte man sich keine weitere Wertsteigerung der Maschine mehr vorstellen oder befürchtete gar eine mögliche Niederlage gegen einen besser vorbereiteten Kasparov.

3.5.5 *Hydra* - ein Hybride

Das letzte in diesem Abschnitt vorgestellte Projekt begann im Jahr 2000. Die Firma *ChessBase*, Europas führender Hersteller von Schachsoftware, erfuhr von der Idee des Unix-Erfinders Ken Thompson, ein Schachprogramm für FPGA-Hardware zu entwickeln. Mit dieser Aufgabe wurde der erfahrene Schachprogrammierer Christian Donninger betraut⁴³. FPGA-Chips (*Field Programmable Gate Array*) entsprechen von der Funktionalität konventionellen, festverdrahteten Halbleiterplättchen.



Abbildung 3.14: Die von *Brutus* verwendete FPGA-Karte

Der Unterschied liegt darin, dass das Schaltungs-Layout des FPGAs veränderbar ist. Mit Hilfe einer *Hardware Description Language* wie VHDL oder Verilog erstellt der Entwickler ein neues Layout und kann dadurch die

⁴² Um dieses Match ranken sich allerlei Spekulationen bzgl. nicht eingehaltener Vereinbarungen seitens IBM bis hin zu Betrugsvorwürfen gegen das *Deep Blue* Team. Mehr zu diesem Match siehe <http://www.research.ibm.com/deepblue/home/html/b.html>.

⁴³ Donninger hatte bereits ein sehr starkes Schachprogramm namens *Nimzo* geschrieben und es über Jahre hinweg weiterentwickelt. Der Softwareentwickler beschäftigt sich bis heute hauptberuflich mit dem Computerschach.

Chip-internen Schaltungen umprogrammieren [vgl. Donninger (2002)]. Der FPGA-Chip ist auf einer PCI-Steckkarte⁴⁴ untergebracht, die in IBM-kompatiblen PCs verwendet werden kann. Durch diese Eigenschaft wird das Programm zum Hybriden⁴⁵: es vereint Spezialhardware mit handelsüblichen Personalcomputern. Das Projekt taufte man *Brutus*. *Brutus*' Arbeitsweise ist der von *Deep Blue* sehr ähnlich: Während der größte Anteil der Suche vom Softwarepart des Programms erledigt wird, arbeitet der Spezial-Chip den unteren (=breitesten) Teil des Suchbaumes ab. Der Vorteil ist unter anderem, dass zusätzliches in die Bewertungsfunktion eingefügtes Schachwissen das Programm fast nicht verlangsamen. Alle Berechnungen werden auf dem Chip parallel ausgeführt, eine Beschränkung besteht lediglich hinsichtlich der Chip-Größe [vgl. Donninger (2002)].

Nach ca. zwei Jahren Entwicklungszeit debütierte das Programm 2002 erstmalig beim Computerschachturnier in Paderborn (*IPCCC*) und belegte einen Platz im Mittelfeld. Bei der Computerschach-WM im selben Jahr erreichte *Brutus* den dritten Platz. Da man bei ChessBase ursprünglich plante, *Brutus* nach 3 Jahren kommerziell werden zu lassen, mussten für das kommende Jahr größere Erfolge errungen werden. Wie sonst sollte man einem potentiellen Käufer den Mehrpreis einer solchen FPGA-Karte plausibel machen, wenn nicht mit einer deutlich höheren Spielleistung gegenüber anderen kommerziellen Programmen? Ende 2002 schloss sich Ulf Lorenz dem *Brutus*-Team an. Lorenz, Mitglied der AG-Monien an der Universität Paderborn und bereits erfahren auf dem Gebiet des Computerschachs⁴⁶, konnte sein Fachwissen auf dem Gebiet des Parallelen Rechnens in das Projekt mit einbringen. Von nun an war es möglich, die Suche auf mehrere CPUs und

⁴⁴ Die Leistungsfähigkeit der für Schach verwendeten Karte lag im Jahr 2004 bei ca. 3.300 kn/s.

⁴⁵ Die Einordnung in die Kategorie „Spezialmaschinen und Supercomputer“ erfolgte noch aufgrund einer weiteren Eigenschaft: Aktuell läuft das Programm auf einem Linux-Cluster, welcher von Zeit zu Zeit Upgrades erhält. Dies klassifiziert das Projekt eher als Spezialmaschine, auch wenn diese aus gewöhnlichen Mikro-PC-Servern plus FPGA-Karten aufgebaut ist.

⁴⁶ Unter anderem war er Leiter des Universitätsprojektes *P.ConNerS*, eines massiv parallel arbeitenden Schachprogramms. Dieses lief auf einem Cluster mit 160 Prozessoren und verwendete anstatt des üblichen Alpha-Beta Algorithmus das *Conspiracy Number Search* Verfahren.

FPGA-Chips zu verteilen und damit die Geschwindigkeit des Programms weiter zu erhöhen [vgl. Donninger (2003)]. Doch im Jahr 2003 war dem hardwaregestärkten Programm gegen andere Computer kein Glück beschieden: Eine 4-fach Version von *Brutus* landete im Frühjahr beim Paderborner Computerschachturnier nur auf dem dritten Rang. Zwar konnte das Programm im August des Jahres seine Überlegenheit gegenüber menschlichen Meisterspielern beim Lippstädter GM-Turnier unter Beweis stellen, doch bei der Ende 2003 ausgespielten Computerschach-WM in Graz landete ein 8 CPU/FPGA *Brutus* lediglich auf Platz 4. Für ChessBase war damit das Projekt beendet, man versprach sich keinen kommerziellen Erfolg davon.

Doch Donninger und Lorenz mussten ihr Geisteskind durch einen glücklichen Zufall nicht aufgeben: Die Firma PAL-Games⁴⁷ aus Abu Dhabi, die bereits in Graz Kontakt zum *Brutus*-Team aufgenommen hatte, entschied sich Anfang 2004, das Projekt weiter zu finanzieren und in *Hydra* umzutaufen. *Hydra* erreichte seitdem deutlich größere Erfolge als sein Vorgänger *Brutus*: Ein erster Platz beim Paderborner Turnier 2004 und 2005, ein recht deutlicher Match-Sieg in Abu Dhabi gegen eines der stärksten kommerziell erhältlichen Programme (*Shredder*) und der Triumph über mehrere menschliche Spitzenspieler prägen eine bislang anhaltende Erfolgsserie.

Inzwischen wurde auch die verwendete Hardware noch einmal aufgestockt: Nach drei weiteren Verdoppelungen läuft *Hydra* momentan (2006) auf einem Cluster mit 64 Prozessoren. Ob *Hydra* in absehbarer Zeit eine Chance erhalten wird, gegen den menschlichen Weltmeister anzutreten, bleibt abzuwarten. Die Chancen, so ein Match zu gewinnen und damit den Erfolg von *Deep Blue* aus dem Jahr 1997 zu wiederholen, stehen recht gut für *Hydra*: Im Oktober 2004 und 2005 setzte sich das Programm erfolgreich gegen drei zur Weltelite zählende Großmeister durch⁴⁸ und konnte im Juni 2005 den englischen Supergroßmeister Michael Adams mit 5,5:0,5 vernichtend schlagen.

⁴⁷ Hinter dieser Firma, die zur PAL Group of Companies gehört, steckt ein wohlhabender Ölscheich aus den Vereinigten Arabischen Emiraten. Dieser interessiert sich sehr für Schach und möchte gern eine unschlagbare Schachmaschine besitzen [vgl. van Reem (2004)].

⁴⁸ Diese Begegnung fand im Rahmen der Mensch-Maschine Mannschaftsweltmeisterschaft statt, siehe auch <http://www.ajedrezbilbao.com/FestivalEN.htm>

Leider ist es im Jahr 2006 eher ruhig um das ehrgeizige Projekt geworden; eventuell erwartet Hydra das gleiche Schicksal wie sein IBM-Vorläufer.



Abbildung 3.15: *Hydras* Ausbaustufe von 2004: Ein Cluster mit 16 CPUs / FPGA-Karten plus 16 GByte RAM

3.6 Schach auf Mikrocomputern

Seitdem der 1969 von Ted Hoff erfundene Mikroprozessor erstmals 1972 von der noch jungen Firma Intel versuchsweise auf den Markt gebracht wurde [vgl. Ketterling (2002)], feierte er einen sensationellen Erfolg: Mikroprozessoren und -computer haben in beinahe allen Bereichen radikale Änderungen herbeigeführt; eine winzige Teilmenge davon ist das Computerschach. Der zweite im vorhergehenden Abschnitt erwähnte Strang der Computerschachgeschichte soll an dieser Stelle näher beleuchtet werden und ist eher von kommerziellen anstatt von Forschungsinteressen geprägt. Seinen Anfang nahm diese Entwicklung zur Jahreswende 1976/77.

3.6.1 Eine neue Geschäftsidee

Mehr oder weniger durch einen Zufall entstand der erste kommerzielle Mikro-Schachcomputer: Sidney Samole, Chef der Firma Fidelity Electronics in Miami, wurde durch eine Folge der berühmten Serie *Star Trek* dazu inspiriert, einen Schachrechner zu bauen. Das Programm dazu lieferte sein Mitarbeiter Ronald Nelson [vgl. Bauermeister (1996)]. So gelang es Fidelity im März 1977, als erster Hersteller einen Schachcomputer auf den Markt zu bringen. Das mit einem 8080AF (2 MHz) Prozessor bestückte Gerät war allerdings wenig ausgereift, sondern mit einigen Mängeln behaftet⁴⁹. Trotzdem war der Grundstein für weitere Entwicklungen auf diesem Gebiet gelegt worden. Noch im selben Jahr führte man eine leicht überarbeitete Version des Gerätes in Europa ein.



Abbildung 3.16: Fidelity *Chess Challenger 3*, der erste in Europa verkaufte Mikro-Schachcomputer

Der Erfolg für diesen mutigen Vorstoß ließ nicht lange auf sich warten: Nachdem Fidelity kurze Zeit später bereits ein verbessertes Modell vorstellte, entwickelten sich die Schachcomputer allmählich zum Verkaufsschlager. Plötzlich war es möglich, dass Menschen, die vorher nie Zugang zu Compu-

⁴⁹ Das Gerät spielte nur auf Anfänger-Niveau, prüfte die Eingaben des Benutzers nicht auf Regelkonformität und war zudem durch Vertauschen der Bezeichnung von Linien und Reihen für erfahrene Schachspieler schwierig zu bedienen.

tern gehabt hatten, für wenig Geld einen elektronischen Spielpartner erstellen konnten.

Weitere Firmen traten auf den Plan und wollten ebenfalls in das lukrativ erscheinende Geschäft einsteigen. Die amerikanische Firma Applied Concepts stellte 1978 ihren ersten Schachcomputer namens *Boris* vor, welcher zwar teurer, jedoch qualitativ hochwertiger war als das Konkurrenzprodukt von Fidelity. Auch Geräte aus Fernost ließen nicht lange auf sich warten: Die Firmen Novag und Scisys (später umbenannt in Saitek) brachten eigene Schachcomputer auf den Markt und waren damit erfolgreich. Bald darauf wurden die ersten Turniere für Mikrocomputer organisiert. Für die frühen Heimcomputer⁵⁰ wurden ebenfalls erste Schachprogramme geschrieben. Erwähnenswert ist vor allem das Programm *Microchess* von Peter Jennings, welches auf Kassette vertrieben wurde und sich über eine Million mal verkaufte [vgl. Levy und Newborn (1991), S. 205]. Auch *Sargon*, das Geisteskind des Ehepaar Spracklen, erlangte große Berühmtheit⁵¹. Im Vergleich zum rasant wachsenden Markt für Schachcomputer war die Bedeutung dieser Programmsparte jedoch relativ gering.

3.6.2 Die Blütezeit der Schachcomputer

Nach dem erfolgreichen Erscheinen der Mikrocomputer auf der Bühne des Computerschachs, hielt die ICCA es bald darauf für notwendig, ihnen eine eigene Weltmeisterschaft zu widmen. Zwar erzielte ein Experimentalgerät Fidelitys namens *Challenger X* beim ACM-Turnier 1980 in Nashville ein respektables Ergebnis⁵², man wollte die Mikrocomputer jedoch nicht den Zufälligkeiten der kurzrunden Großrechnerturniere ausliefern. Da durch

⁵⁰ Hier sind insbesondere der TRS-80, der PET 2001 (ein Vorläufer des legendären C 64) und der Apple II zu nennen.

⁵¹ Das Programm errang einige sehr gute Ergebnisse bei Mikrocomputerturnieren und diente Dan und Kathe Spracklen als Einstieg in die Computerschachszone. Sie arbeiteten kurze Zeit darauf für Fidelity und veröffentlichten den Programmcode von *Sargon* als Buch.

⁵² Der Schachcomputer landete umgeben von Großrechnern und Spezialmaschinen auf dem dritten Platz.

die wachsende kommerzielle Bedeutung der Geräte auch das Bedürfnis nach vergleichenden Tests wuchs, fand seit 1980 jährlich (mit wenigen Ausnahmen) eine Mikro-WM statt [vgl. Bauermeister (1996)]. Problematisch war nur, dass bei einem so entscheidenden Turnier experimentelle und kommerziell erhältliche Geräte in einer Gruppe zusammenspielten. Deshalb wurde für die nächste WM eine Trennung in diese zwei Kategorien vorgenommen. Nachdem eine solche Unterscheidung jedoch mehrmals zu Streitereien unter den Herstellern führte⁵³, nahm der Veranstalter diese Regelung zwischenzeitlich wieder zurück. Mitte der achtziger Jahre begann schließlich die in Schweden gegründete Organisation SSDF, eine Rangliste für die schachliche Spielstärke von Mikrocomputern aufzustellen. Die Liste wurde seitdem ständig durch neue Geräte und Programme erweitert und existiert bis heute. Inzwischen war auch in Deutschland ein neuer Hersteller aufgetaucht, der 1980 mit einem Gerät namens *Mephisto* auf sich aufmerksam machte: Die Münchener Firma Hegener & Glaser etablierte binnen weniger Jahre *Mephisto* als Marke und hatte damit einen sensationellen Erfolg⁵⁴.



Abbildung 3.17: Der erste in Deutschland hergestellte Schachcomputer
Mephisto I

⁵³ Wer kann schon genau prüfen, ob ein bestimmtes Gerät bereits in einigen Geschäften erhältlich ist, wie es manche Hersteller vor Beginn der WM behaupteten?

⁵⁴ Mit der 1982 gestarteten massiven Werbekampagne für *Mephisto*-Schachcomputer errang Hegener & Glaser in den folgenden Jahren die absolute Marktherrschaft in Deutschland.

Deutschland entwickelte sich immer mehr zum weltgrößten Markt für Schachcomputer, die Nachfrage nach den Geräten war teilweise größer als das Angebot. Hegener & Glaser expandierte und erweiterte die eigene Produktpalette stetig mit neuen, originellen Schachcomputern. Auch die anderen Firmen belebten das Geschäft mit immer innovativeren Ideen. Nicht nur die Spielstärke wurde erhöht, sondern auch Bedienkomfort und Funktionsumfang (mehr dazu in Kapitel 4). Manche Geräte lockten mit speziellen Eigenschaften wie Sprachausgabe oder Edeldesign; mit der Zeit war für jeden nur erdenklichen Anlass oder Zielgruppentyp ein Produkt verfügbar. Die Preisspanne reichte dabei von ein paar Hundert für die Einsteiger-Geräte bis hin zu mehreren Tausend DM für die schnellen WM-Maschinen. Seit 1985 dominierten hinsichtlich der Spielstärke die *Mephistos* ihre Konkurrenten: Bis 1991 gewannen ausnahmslos *Mephisto*-Geräte die Mikro-WM. Möglich wurde dies durch die Kombination von immer schnellerer Hardware⁵⁵ und weiterentwickelter Software⁵⁶. In dieser Zeit errangen *Mephisto*-Schachcomputer auch andere Achtungserfolge, beispielsweise einen Sieg gegen *Deep Thought* 1989, eine gewonnene Partie gegen Ex-Weltmeister Karpov bei einem Simultanturnier 1990 und den ersten Partiegewinn eines Mikrocomputers gegen einen menschlichen Großmeister unter Turnierbedingungen. *Mephistos* ärgster Konkurrent *Fidelity* kam schließlich Ende 1989 in finanzielle Schwierigkeiten und wurde von Hegener & Glaser aufgekauft.

3.6.3 Der PC löst den Schachcomputer ab

Parallel zu den Brettschachcomputern wurden auch stets Schachprogramme für Heimcomputer und später auch für PCs entwickelt. Aufgrund von

⁵⁵ Schon 1983 baute man erstmals den 68000 Prozessor von Motorola in die Spitzengeräte ein. Vorher waren Chips der 18xx Reihe üblich. Ab 1984/85 fuhr man zweigleisig: 68000er CPUs für die Spitzengeräte, 6502 Prozessoren für die anderen Preissegmente. 1987 kam im Weltmeistergerät eine 32bit Version des 68000 zum Einsatz, 1989 zum ersten Mal ein 68030 Prozessor.

⁵⁶ Programmierer der Top-Geräte war seit 1985 Richard Lang. Dieser genoss höchste Priorität beim Hersteller und konnte die Software für die schnellste zur Verfügung stehende Hardware entwickeln. Auch die sehr hohen Gagen und Prämien dürften ihn angespornt haben, die Programme für die WM-Geräte stetig weiter zu verbessern.

unterlegener Hardware standen diese jedoch zunächst eher etwas Abseits der Bühne, auf der sich die Brettgeräte die Schlacht lieferten. Außerdem verkauften die Spitzenprogrammierer ihre neuesten und stärksten Programme an die Hersteller von Brettcomputern, da hier die Tantiemen attraktiver waren. Die älteren Versionen wurden dann auf Diskette vertrieben. Trotzdem entwickelte sich zwischen beiden Sparten eine Art Konkurrenzsituation [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 98f.]. Viele der einschneidenden Neuerungen kamen seit Mitte der 80er Jahre aus dem Lager der Heimcomputerprogrammierer, wie z.B. die Entwicklung der ersten elektronischen Schachdatenbank⁵⁷ oder das Ausanalysieren und Komprimieren von bestimmten Wenigsteiner-Endspielen⁵⁸. 1990 setzte man erstmals auch RISC-Prozessoren für Computerschach ein. Zwar war bei Brett-schachcomputern nicht unbedingt Bedarf nach einem neuen Prozessortyp vorhanden, vereinzelt kam er aber auch dort zum Einsatz. Entscheidender war die Möglichkeit, eine RISC-CPU mittels einer Zusatzsteckkarte auch in einem Personal Computer verwenden zu können. Mithilfe dieser Karte konnte man den Rückstand der bis dahin den Brettcomputern unterlegenen PCs aufholen⁵⁹. Der holländische Schachprogrammierer Ed Schröder nutzte als erster die Chance, mit der neuen Hardware einen Vorsprung gegenüber der Konkurrenz zu erlangen. Das Produkt wurde 1991 unter der Bezeichnung *Chessmachine* von der Firma Tasc B.V. zur Marktreife gebracht; es besaß einen ARM2-Prozessor. Im selben Jahr errang Schröder damit den Titel des Mikrocomputer-Weltmeisters, 1992 sogar den des Weltmeisters aller Klassen⁶⁰.

⁵⁷ Der 1985 von Matthias Wüllenweber entwickelte Prototyp dieser Datenbank auf Atari ST führte zur Gründung der Firma ChessBase. Das Programm wurde dann später auf den PC portiert und gedieh schließlich zum Standard in diesem Bereich der Anwendungen. Es wird bis heute weiter entwickelt und ist momentan in der Version 9.0 erhältlich.

⁵⁸ Die erschöpfende Analyse eines 4-Steiner Endspiels (König und Dame gegen König und Turm) gelang Ken Thompson erstmals Anfang der achtziger Jahre auf einem Großrechner.

⁵⁹ Eigentlich handelt es sich hier wie bei *Hydra* (siehe 3.5.5) um einen Hybriden zwischen Spezialhardware und Standard-Mikrocomputer.

⁶⁰ Allerdings fehlten die zu dieser Zeit wohl stärksten Großrechnerprogramme *Deep Thought* und *Cray Blitz* bei dieser WM.

Anfang der neunziger Jahre wurde ein Personal Computer auch für weniger wohlhabende Verbraucher erschwinglich. Mit dem Aufkommen der Intel 80386 und 80486 CPUs brach schließlich auch das einstige Spielstärke-Monopol der Brettcomputer langsam in sich zusammen. Selbst der einsetzende Preisverfall bei den Brettgeräten konnte nicht verhindern, dass immer mehr Schachliebhaber auf den PC umstiegen. Von nun an dominierten die PC-Programme den Computerschach-Zirkus. Auch wenn es *Mephisto* 1993 ein letztes Mal gelang, Weltmeister zu werden, kam Hegener & Glaser in finanzielle Schwierigkeiten und wurde Anfang 1994 schließlich vom einstigen Konkurrenten Saitek aufgekauft.



Abbildung 3.18: Der letzte Weltmeister der Brettgeräte: Das *Mephisto* Genius Modulset (32bit 68030 Prozessor mit 33 MHz) in einem *München* Magnetsensorbrett

Das weitere Bestehen der Marke *Mephisto* war danach zwar erst einmal gesichert, die Nachfrage nach Schachcomputern ließ jedoch in den folgenden Jahren immer mehr nach. Heute sind noch einige Dutzend Brettgeräte im Handel, jedoch erreichen viele davon nicht mehr den einst sehr hohen Qualitätsstandard. Teure Edelprodukte jenseits der 1000 Euro-Grenze sind weitestgehend verschwunden, die meisten Geräte befinden sich im unteren

Preissegment (unter 100 Euro). Inzwischen hat sich jedoch vor allem durch das Internet-Auktionshaus eBay ein Markt für ältere Schachcomputer entwickelt; Liebhaber der Brettgeräte kaufen und bieten hier die im Handel nicht mehr erhältlichen Stücke an. Für besonders seltene Exemplare werden sogar teilweise über dem damaligen Verkaufspreis liegende Beträge erzielt. Insofern werden die meisten Brettcomputer wohl ihren „Lebensabend“ in den Regalen und Vitrinen einiger Sammler verbringen.

3.6.4 PC-Programme erobern die Schachwelt

Mit der Markteinführung des Intel Pentium Prozessors 1993 bekamen PC-Schachprogramme erstmals eine Hardware-Plattform zur Verfügung gestellt, die sie in Richtung Großmeisterstärke katapultierte. Das Programm *Fritz* ließ 1994 in einem Weltklasse-Blitzturnier alle Top-Spieler blass aussehen, lediglich Weltmeister Kasparov landete punktgleich mit der Maschine auf dem ersten Platz und konnte diese im anschließenden Stichtkampf besiegen. Im darauf folgenden Jahr konnte sich das Programm *Chess Genius* in zwei 25min-Partien gegen Kasparov mit 1,5:0,5 durchsetzen. Langsam mussten auch die Spitzenspieler des Schachsports die Vorherrschaft der Maschinen in Partien mit kürzeren Bedenkzeiten akzeptieren. 1995 gelang dem Programm *Fritz* in Hongkong noch eine weitere Sensation: Es wurde Computerschach-Weltmeister aller Klassen, obwohl mehrere Großrechnerprogramme am Start waren (darunter auch *Deep Blue*). Seitdem dominierten die PC-Programme alle darauf folgenden Weltmeisterschaften⁶¹; immer weniger Großrechner nahmen teil. Erst das Auftauchen von *Hydra* (siehe 3.5.5), welche das Konzept eines per Steckkarte hinzugefügten Zusatzprozessors wieder aufnimmt, brachte in letzter Zeit wieder eine Neuerung.

⁶¹ Seit 1996 haben stets die Programme *Shredder* und *Junior* den Computerschach-WM-Titel abwechselnd gewonnen (Ausnahme: Im Jahr 2005 siegte das Amateurprogramm *Zappa*). 2002 hob man schließlich die Trennung zwischen allgemeiner und Mikrocomputer-WM auf und spielt seitdem jedes Jahr eine „normale“ WM aus, an der beliebige Computer teilnehmen dürfen.

In puncto Flexibilität und Funktionsumfang waren die PC-Programme den Brettgeräten schon vorher überlegen. Doch erst seit Mitte der neunziger Jahre erkannte man auch das Potenzial von Schachdatenbanken: Für Spitzenspieler wurde es immer wichtiger, sich mit den Partien der Gegner auseinanderzusetzen, da von nun an immer größere elektronische Partiensammlungen zur Verfügung standen. Als schließlich 1996 mit dem Windows-Programm *Fritz 4* erstmals auch eine Oberfläche bereit stand, die das Multi-Engine-Konzept⁶² umsetzte, war es möglich, Schachpartien mit verschiedenen Analysemodulen zu untersuchen.



Abbildung 3.19: Screenshot der ersten Multi-Engine fähigen Oberfläche: Schachprogramm *Fritz* in der Version 4

Die rasch zunehmende Spielstärke der verschiedenen Engines ließ die PC-Programme zu unverzichtbaren Werkzeugen aller ernsthaften Schachspieler werden, Hobbyspieler und Einsteiger genossen die fortschreitend weiter entwickelten Lern- und Trainingsfunktionen. Mit dem Aufkommen der er-

⁶² Mehr dazu unter 4.5.3.

sten Schachserver im Internet (z.B. *ICC*) wurde es möglich, von zu Hause aus auch gegen menschliche Gegner aus aller Welt zu spielen. Die Firma ChessBase erweiterte schließlich das Konzept ihres Schachservers *schach.de* noch dahingehend, dass z.B. auch Übertragungen von Audio-/Video-Streams möglich wurden. Die Vielfältigkeit der PC-Schachsoftware hat unter der Miteinbeziehung des Internets noch einmal deutlich zugenommen.

Inzwischen hat die einsetzende Parallelisierung, die seit Ende 2005 auch zunehmend den Bereich der privat genutzten Computer erobert, dazu geführt, dass die definitorischen Grenzen zwischen der damals als Großrechner bezeichneten Geräteklasse und den Mikro- bzw. Personalcomputern immer mehr verwischen. Moderne CPUs enthalten zur Zeit zwei Rechenkerne auf einmal, der nächste Meilenstein mit vier Kernen ist bereits für 2007 angekündigt. Auch Schachprogramme profitieren von dieser Entwicklung: Das Prinzip der parallelen Abarbeitung von Suchbäumen hat längst Einzug in viele derzeit erhältliche Schachengines gehalten und führt zu einer erheblichen Steigerung der Rechengeschwindigkeit und damit auch der Spielstärke. Ein weiterer Vorteil ist, dass zwei gleichzeitig laufenden Prozessen⁶³ nun die Rechenzeit einer vollwertigen CPU zur Verfügung steht.

3.6.5 Schach auf Mini-Geräten

Miniaturisierung im Computerschach war bereits seit der Einführungsphase der Brettschachcomputer ein Thema. Während den ersten kleineren Geräten, die von der Größe her klar als portabel einzustufen sind, noch das eigentliche Spielfeld fehlte⁶⁴, kamen die Hersteller bald auf die Idee, sog. Reiseschachcomputer zu produzieren. Diese boten neben Batteriebetrieb auch ein kleines Schachbrett, auf dem der Benutzer ohne weitere Hilfsmittel spielen

⁶³ Beispielsweise kann in einem Rechner mit n Prozessoren auch mit n verschiedenen Schachengines gleichzeitig analysiert werden, ohne dass diese sich die Rechenzeit teilen müssen.

⁶⁴ Gemeint sind hier Geräte wie der *Mephisto I* (siehe Abbildung 3.17) oder die *Novag Chess Champion*-Reihe (siehe z.B. <http://www.schachcomputer.at/novag1.htm>), die zwar recht klein waren, jedoch Benutzereingaben über Tasten verlangten, ohne selbst ein Schachbrett darzustellen.

konnte⁶⁵. Reisegeräte wurden immer wieder in sich ähnelnden Variationen auf den Markt gebracht; außer zunehmender Funktionsvielfalt und steigender Spielstärke gab es keine großen Änderungen.

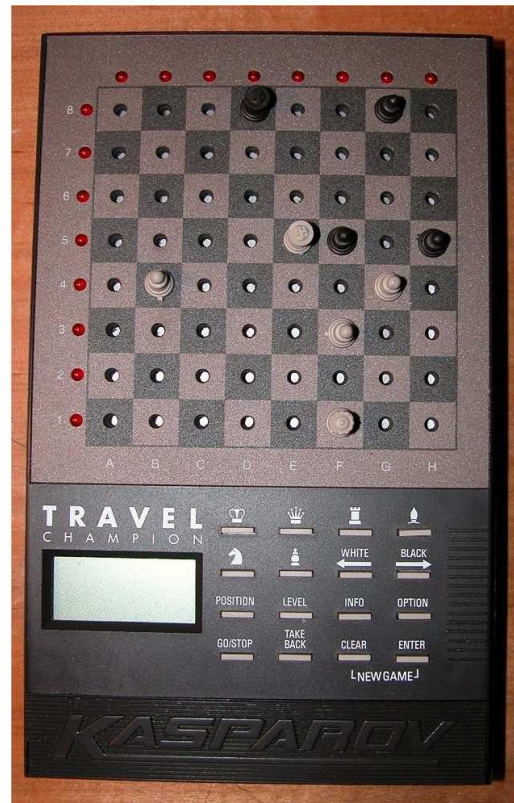


Abbildung 3.20: Der Reiseschachcomputer *Kasparov Travel Champion*

Als um die Jahrtausendwende portable Organizer wie die *Palm*-Serie der Firma 3Com immer beliebter wurden, portierte man auch bald ein Schachprogramm auf diese Plattform: Der erfahrene Schachprogrammierer Richard Lang nutzte die Kompatibilität des im *Palm* verwendeten Prozessors⁶⁶, um sein WM-Programm von 1987 für den PDA umzuschreiben [vgl. Bauermeister (2001)]. Damit war Schach zu einer Anwendung auf portablen Com-

⁶⁵ Der *Novag Micro Chess* von 1978 hatte ein kleines mit Drucksensoren ausgestattetes Steckschachfeld; Zügeingaben über die Tastatur entfielen somit gänzlich.

⁶⁶ Der im *Palm* verwendete *EZ Dragon*-Prozessor von Motorola war zu dem in Schachcomputern verwendeten 68000-Chip der gleichen Firma kompatibel. Der Aufwand einer Programm-Portierung zwischen alter und neuer Plattform sollte sich somit in Grenzen gehalten haben.

putern geworden. Inzwischen waren allerdings auch Hersteller von Schachcomputern zu der Erkenntnis gelangt, dass ein PDA-ähnliches Design für Reisegeräte Sinn macht. Es kamen verschiedene Spielgeräte im Handheld-Format auf den Markt, einige davon beherrschten neben Schach noch weitere Spiele.



Abbildung 3.21: Schach auf einem Siemens-Handy und auf einem PDA-nachempfundenen Spielgerät

Revolutionärer gestaltete sich hingegen in den Jahren 2000/2001 das Auftauchen von Schachprogrammen auf Pocket PCs. Durch leistungsfähigere Hardware und das Betriebssystem *Windows CE* war es möglich, höhere Spielstärken und einen größeren Funktionsumfang zu realisieren. Durch ein an Desktop-PCs angelehntes Look&Feel waren diese Programme auch für schachbegeisterte PDA-Neulinge attraktiv. Interessante Neuerungen bot z.B. das bis heute weiterentwickelte Programm *Pocket Fritz* der Firma ChessBase: Mittels einer per Infrarotschnittstelle verbundenen Handys konnte man erstmals auch von unterwegs Kontakt zu einer externen Datenbank aufnehmen, um sich aktuelles Partiematerial zu besorgen. Usability und Funktionsumfang waren gegenüber dem Standard-PC-Programm *Fritz* zwar

einschränkend verändert worden, an *Fritz* gewöhnte Benutzer mussten sich jedoch kaum umstellen und konnten auch *Pocket Fritz* sofort bedienen.



Abbildung 3.22: Die portable Version eines weltbekannten Schachprogramms: *Pocket Fritz* auf einem Compaq PDA

Inzwischen ist es kaum mehr zu überblicken, auf welchen zahlreichen Geräten das Schachspiel zur Anwendung kommt. Andauernde Miniaturisierung bei gleichzeitiger Steigerung der Chipkapazitäten und immer kostengünstigere Herstellungsprozesse haben dazu geführt, dass immer mehr elektronische Geräte für Spielzwecke genutzt werden. Dabei handelt es sich einerseits um ausschließlich für diesen Zweck gedachte Produkte (wie Spielkonsolen im Taschenformat). Andererseits werden andersgeartete Geräte wie Organizer und Mobiltelefone durch stetige Leistungssteigerungen immer universeller, so dass freie Kapazitäten für zweckfremde Anwendungen (z.B. Schach) genutzt werden können. Dieser Trend dürfte noch weiter andauern, und somit ist zur Zeit nicht abzusehen, wohin sich das Schachspiel auch zukünftig noch ausbreiten wird.

Kapitel 4

Die Benutzungsschnittstellen der (Schach-)Computer

Die erste Ebene, auf der ein Interaktionswandel zwischen Mensch und Maschine genauer untersucht werden soll, fällt in den praktischen Bereich: ein kritischer Blick auf die Benutzungsschnittstellen bzw. -oberflächen der Schachautomaten. Hier geht es in erster Linie darum, welche Veränderungen sich bei der Gebrauchstauglichkeit von Schachmaschinen im Laufe der Zeit vollzogen haben. Der Umgang des Menschen mit der Maschine soll also auf der Ebene der praktischen Handhabung fokussiert werden.

4.1 Allgemeines

4.1.1 Anwender- und Benutzersicht

Im weiteren Verlauf des Kapitels werden Anwender- und Benutzersicht einige Male getrennt voneinander betrachtet. Dies macht jedoch nur so lange Sinn, wie eine klare Trennung zwischen diesen beiden Gruppen vorgenommen werden kann. Spätestens mit Einführung der Mikrocomputer für den Privatgebrauch fallen beide Gruppen jedoch zusammen, da Besitzer des

Computers und Benutzer der Schachprogramme meist identisch sind¹. Ab diesem Zeitpunkt wird nur noch von Benutzern die Rede sein, welche damit gleichzeitig Anwender sind.

4.1.2 Dialogbetrieb

Bis zu einem gewissen Entwicklungszeitpunkt herrschte bei allen Schachautomaten quasi eine Mischung aus Stapelverarbeitung und Dialogbetrieb vor. Während man das wechselseitige Ausführen von Zügen durchaus als Dialogbetrieb zwischen Mensch und Maschine auffassen kann, ist es dem Menschen hingegen während einer laufenden Partie nicht möglich, andere Dialogschritte auszuführen, als genau dann einen Spielzug zu machen, wenn er damit an der Reihe ist². Während die Maschine am Zug ist, sind bei den meisten Automaten alle weiteren Funktionen blockiert: dies folgt dem Prinzip der Stapelverarbeitung.

4.1.3 Interaktivität

Die hier betrachteten Schachautomaten können ausnahmslos per definitionem als *interaktiv* bezeichnet werden, da sie alle das Eingreifen des Benutzers in bestimmte Arbeitsabläufe ermöglichen bzw. voraussetzen. Ein nicht-interaktives System, welches beispielsweise pausenlos Schachpartien gegen sich selbst spielt, ohne dass für den Benutzer auch nur geringe Möglichkeiten zur Intervention bestehen, ist zwar denkbar, erscheint aber wenig sinnvoll.

¹ Für die Mikroschachcomputer, welche seit Ende der 1970er Jahre den Massenmarkt bedienen, gilt dies ohnehin.

² Ausgenommen sicherlich den kompletten Abbruch und Neustart einer Partie, welcher bei allen Schachmaschinen mit mehr oder weniger großem Aufwand zu jedem Zeitpunkt realisierbar ist.

4.1.4 Statik und Dynamik der eingesetzten Medien

Alle untersuchten Schachmaschinen enthalten sowohl statische als auch dynamische Medien und genügen damit schon der in Abschnitt 2.1.2 gegebenen Definition von Multimedia. Während die mechanischen Automaten eher statische Medien zur Informationsdarstellung verwendeten, nutzen Schachprogramme mit Bildschirmausgabe hauptsächlich dynamische Medien. An den Stellen, wo eine Unterscheidung bzw. Klassifizierung Sinn macht, wird noch einmal genauer auf diesen Gesichtspunkt eingegangen.

4.1.5 Sinnliche Wahrnehmung

Während visuelle Perzeption Voraussetzung für den Umgang mit den allermeisten Schachautomaten ist³, werden auch Hör- und Tastsinn des Benutzers in vielen Fällen angesprochen. Während auditive Medien eher eine „nette Beigabe“ sind⁴, ist der Einsatz taktiler Medien höher zu bewerten als auf den ersten Blick angenommen werden kann. Der einfache Grund dafür ist, dass eine Schachpartie zwischen Menschen im Normalfall auf einem real vorhandenen Schachbrett mit realen Figuren stattfindet. Ein Mensch, der es gewohnt ist, auf diese Weise zu spielen, wird es in der Regel zunächst ungewöhnlich finden, seine Züge anders auszuführen oder gar auf die das reale Vorhandensein von Brett und Figuren verzichten zu müssen. Das bedeutet keinesfalls, dass ein vom Idealbild der Spielsituation⁵ abweichendes Konzept für alle Arten des *Anwendungsgebietes* Schach von Nachteil sein muss. Für einen der Hauptanwendungsfälle, das Spielen von Schachpartien

³ Einige Schachprogramme beherrschen die Sprachausgabe von Zügen, wodurch eine Partie Blindschach durchaus vorstellbar ist. Weiterhin wäre es denkbar, dass ein Blinder durch Ertasten von auf dem Schachbrett variierenden Figurenkonstellationen eine Partie gegen einen Automaten spielt, der seine Züge ohne menschliche Hilfe auf dem Brett ausführt.

⁴ Schachpartien können problemlos in völliger Ruhe ablaufen; eine sprachliche Verständigung zwischen zwei Schachspielern ist keine Grundvoraussetzung für das Spiel.

⁵ Dies ist sicherlich eine Partie zwischen zwei Menschen, die sich an einem Tisch gegenüber sitzen. Auf diesem Tisch steht ein angemessen großes, reales Schachbrett mit Figuren und ggf. noch eine Schachuhr.

in relativ langsamer Geschwindigkeit, sollte man dieses Idealbild jedoch als Vergleichsmaßstab heranziehen.

4.1.6 Geschichte der Benutzungsschnittstellen

Will man der Weiterentwicklung von Schachmaschinen in Bezug auf ihre Gebrauchstauglichkeit auf die Spur kommen, empfiehlt es sich, einen Blick auf die historische Entwicklung von Computer-Benutzungsschnittstellen zu werfen. Auch wenn nicht explizit nachgewiesen werden kann, dass alle Meilensteine dieser Entwicklung auch maßgeblichen Einfluss auf Schachautomaten hatten, soll an der entsprechenden Stelle ein recht ausführlicher Exkurs gewagt werden. Sinnvoll ist dies vor allem wegen der recht gut erkennbaren Tendenzen (in puncto Komplexität, Innovation, Flexibilität, Design), die sich über einige Jahrzehnte der Computerentwicklung abzeichneten.

4.2 Mechanische Schachautomaten

4.2.1 Kempelens *Schachtürke*

Auch wenn das Original des von Kempelen gebauten Schachautomaten nicht mehr existiert, lassen sich heute sehr detaillierte Aussagen über dessen Funktionsweise treffen. Obwohl es weder Baupläne noch exakte Beschreibungen von dem legendären *Schachtürken* gibt, ist es inzwischen mehrfach gelungen, nahezu perfekte Nachbauten zu konstruieren. Eine dieser Rekonstruktionen (siehe Abbildung 3.1) steht im Paderborner Computermuseum und funktioniert bis auf marginale Abweichungen wohl genauso wie der echte *Schachtürke*.

Benutzersicht

Aus der Perspektive des Benutzers bzw. des Beobachters ergibt sich bei einem Schachspiel gegen den Türken folgendes Bild: Die Maschine hat die

Form eines im türkischen Stil gekleideten Mannes⁶, der vor einer hölzernen Kommode sitzt. Die Kommode hat mehrere Türen, hinter denen eine komplizierte Mechanik verborgen ist. Auf der Oberseite des Schreins ist ein Schachbrett angebracht. Doch die Maschine allein ist nicht für die Begeisterung ausschlaggebend, die das Publikum bei einer Vorstellung empfindet. Vielmehr ist es die geschickt inszenierte Vorführung des *Schachtürken*, die das Gesamtbild des Betrachters entscheidend beeinflusst.

Der Vorführer öffnet vor der Beginn der Schachpartie nacheinander die Türen des Schrankes und leuchtet von hinten mit einer Kerze hindurch, so dass die Zuschauer die Mechanik des Automaten sehen können. Es entsteht der Eindruck, dass es völlig unmöglich sei, einen Menschen in der Maschine versteckt zu halten. Dann werden die Türen wieder geschlossen und der Automat wie eine Spieluhr mit einem Schlüssel aufgezogen. Nun kann die Schachpartie gegen einen der Zuschauer beginnen.

Der mechanische linke Arm des *Türken* positioniert sich beim Ausführen eines Zuges⁷ exakt über dem entsprechenden Feld, so dass die Figur mit der Greifhand aufgenommen und auf dem Zielfeld wieder abgesetzt werden kann. Der Automat kann den Kopf und die Augen bewegen, wodurch der Eindruck entsteht, er beobachte das Spielgeschehen auf dem Brett. Gegnerische Züge werden ohne das Eingreifen von Außenstehenden erkannt. Nach einiger Zeit wird die Maschine erneut aufgezogen. Wenn der menschliche Spieler einen nicht-regelkonformen Zug macht, schüttelt die Holzfigur mit dem Kopf und stellt die falsch gezogene Figur auf ihr Ausgangsfeld zurück. Das Original war nach einem Umbau sogar in der Lage, mittels einer Sprechmaschine Schachgebote sprachlich zu verkünden. Dieses Feature ist jedoch in dem vom HNF konstruierten Nachbau nicht enthalten.

Legt man als Maßstab für die Beurteilung der Handhabung dieser Maschine den Ablauf einer Schachpartie zwischen zwei menschlichen Spielern zu-

⁶ Dieser Umstand brachte ihm den Namen *Schachtürke* ein.

⁷ Bei dieser Prozedur sind Geräusche zu vernehmen, wie sie beim Betrieb von mechanischen Teilen entstehen (z.B. das Knarren von Zahnrädern oder Schaltgeräusche von Hebeln).

grunde, schneidet der *Schachtürke* in allen Bereichen äußerst positiv ab. Er divergiert durch ein Merkmal sogar von der Masse aller anderen Schachautomaten: Der Benutzer hat durch die vor dem Kasten sitzende Holzfigur den Eindruck, einem Menschen gegenüber zu treten. Die Maschine sieht nicht nur einem menschlichen Gegner ähnlich, sondern verhält sich auch fast äquivalent. Züge werden mit dem Arm bzw. der Hand ausgeführt, es sind hin und wieder rudimentäre mimische sowie sprachliche Äußerungen zu vernehmen, regelwidrige Züge werden reklamiert. Der Funktionsumfang des *Türken* ist hingegen wie bei allen frühen Schachmaschinen relativ gering: Man kann lediglich eine normale Schachpartie gegen ihn spielen, in begrenztem Umfang ist auch das Weiterspielen von bestimmten Vorgabestellungen⁸ oder das Vorführen von Schachkunststücken möglich.

Der größte objektive Nachteil des *Schachtürken* ist freilich, dass für seine Funktionstüchtigkeit ein in der Kommode versteckter Mensch zwingende Voraussetzung ist. Allerdings spielt dieser Umstand nur für den Anwender eine Rolle, nicht jedoch für den Benutzer⁹.

Anwendersicht

Das Besondere an dem *Schachtürken* ist, dass es beim Analysieren seiner praktischen Handhabung durchaus Sinn macht, die Perspektive zu wechseln: Schlüpft man in die Rolle des Bedieners im Innenraum der Maschine, offenbart sich ein anderes Bild als das des externen Benutzers. Wie bereits erwähnt, kamen aufgeweckte Beobachter schon im 18. Jahrhundert zu dem Ergebnis, dass Kempelens Schachautomat von Menschenhand gesteuert und auch die Züge nicht von der Maschine selbst berechnet wurden.

⁸ Vorgabestellungen sind Figurenkonstellationen auf dem Schachbrett, wie sie aus einer regelkonformen Partie heraus hätten entstehen können.

⁹ Ein Anwender ist beispielsweise Wolfgang von Kempelen selbst, der mit der Vorführung des *Türken* Geld verdiente, ihn also für einen wirtschaftlichen Zweck einsetzte. Genau wie heutzutage Institutionen, die Computer zur Erfüllung ihrer Aufgaben verwenden, den für die Maschinen zwingend erforderlichen Strom bezahlen müssen, musste Kempelen damals für den im Inneren verborgenen Bediener des Automaten aufkommen. Für den Benutzer, d.h. einen gegen den *Schachtürken* spielenden Menschen, ist dies hingegen völlig belanglos.

Eine der Hauptaufgaben des Vorführers ebenso wie des Bedieners ist es also, die genaue Funktionsweise des Automaten vor dem Publikum zu verbergen. Dazu werden allerlei Ablenkungsmanöver¹⁰ gestartet, wie z.B. die oben beschriebene Prozedur der anfänglichen Türöffnungen oder das wiederholte Aufziehen der Spielmechanik. Damals ließen sich viele Zuschauer davon hinters Licht führen und glaubten, der *Türke* würde durch Magneten oder unsichtbare Drähte gesteuert.

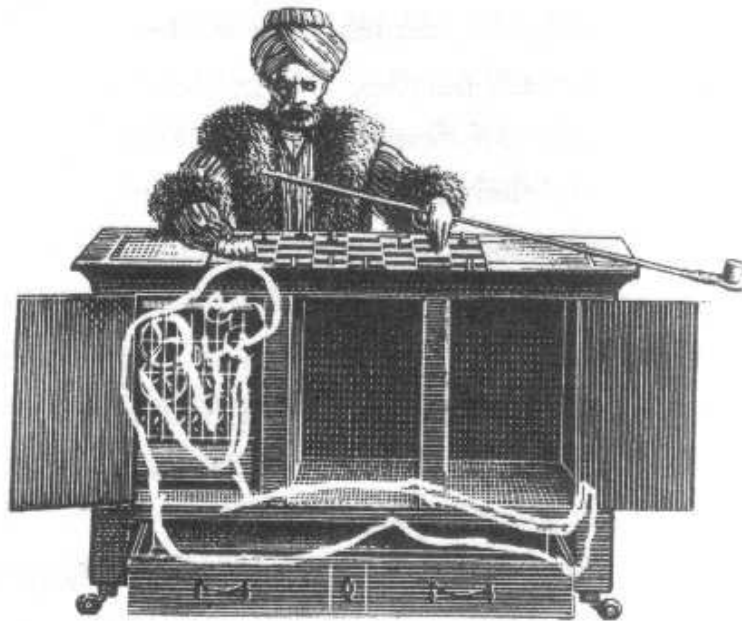


Abbildung 4.1: Sitzposition I des *Schachtürken*-Bedieners

Tatsächlich bietet die ausgefeilte Anordnung der Elemente im Inneren des Automaten einem erwachsenen Menschen genug Platz. Dieser steigt vor dem Eintreffen des Publikums von oben in den Holzkasten und nimmt dort auf einem Sitz Platz, der sich mit Hilfe von eingefetteten Schienen bewegen lässt. Je nachdem, welche Türen der Vorführer vor Beginn der Partie gerade öffnet, muss der Bediener im Inneren seine Sitzposition entsprechend verändern, um nicht entdeckt zu werden (siehe Abbildungen 4.1, 4.2).

¹⁰ Beispielsweise hantierte von Kempelen, der meist einige Meter von dem *Schachtürken* entfernt stand, zwischendurch an einem kleinen Kästchen herum, das er in seiner Hand hielt. Mälzel hingegen bewegte seine Finger in den Hosentaschen.



Abbildung 4.2: Sitzposition II des *Schachtürken*-Bedieners

Nach der anfänglichen Inspektion kann der Bediener dann in Ruhe hinter verschlossenen Türen den Innenraum des Kastens für das eigentliche Spiel herrichten. Für Licht sorgte damals eine anfangs versteckte Kerze, deren Rauch durch ein kaminartiges Rohr zu einer Öffnung an der Oberseite des Turbans geleitet wurde¹¹.

Zentrales Element für den Bediener ist während der Partie ein vor ihm liegendes Schachbrett, dessen Felder jeweils zwei Löcher aufweisen:

«In eines davon wurden die Schachfiguren, die an ihrer Unterseite einen passenden Stift hatten, hineingesteckt, während das zweite dazu benötigt wurde, um mittels eines so genannten Pantographen den Arm des Türken mit großer Präzision zu positionieren. Ein solcher Pantograph, auch Storchenschnabel genannt, ist ein hochkompliziertes Hebelsystem [...]. Mittels eines Metall-

¹¹ Heutzutage verwendet man selbstverständlich eine elektrische Taschenlampe, die neben besserer Lichtausbeute auch Abgasfreiheit zu bieten hat. Trotzdem besitzt der HNF-Nachbau des *Türken* zwecks besseren Luftaustausches noch einen lautlosen Ventilator, seltsamerweise eines Typs, mit dem normalerweise PC-Gehäuse belüftet werden.

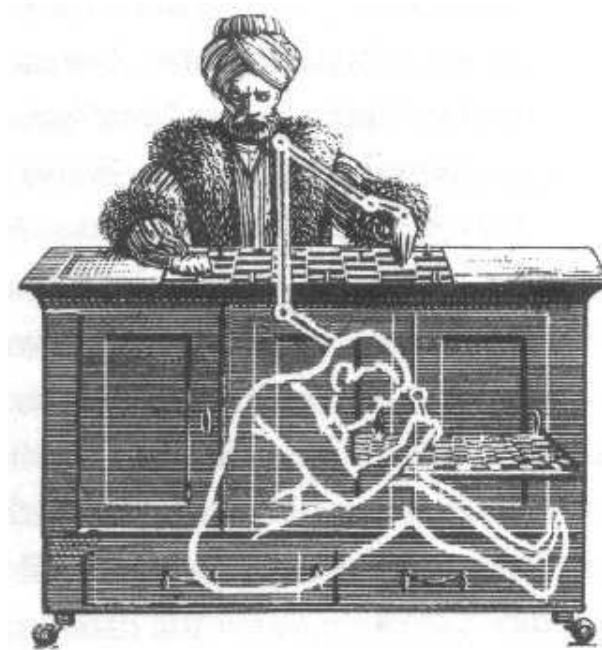


Abbildung 4.3: Sitzhaltung des *Schachtürken*-Bedieners während der Partie

stabs, der sich auf jedes Feld des inneren Schachbrettes bewegen ließ und über ein System von Hebeln mit dem Arm des Türken verbunden war, positionierte der Spieler die linke Hand der Figur genau über dem entsprechenden Feld des oberen Schachbrettes. Durch Auf- und Abbewegen des Stabs konnte er die Hand des Türken heben und senken, und wenn der Stab gedreht wurde, öffneten oder schlossen sich die Finger. Bei jedem Zug stellte der Spieler zuerst seine eigene Schachfigur auf das gewünschte Feld und dirigierte dann den Arm der Figur so, dass dieser dasselbe auf dem oberen Schachbrett wiederholte. Fiel dem Türken die Schachfigur einmal aus der Hand, führte der Spieler den Zug einfach zu Ende und zeigte so dem Präsentator, wo er sie absetzen wollte. Dieser nahm dann die Figur und stellte sie an den richtigen Platz [Standage (2002), S. 169-172].»

Die Züge des Gegners erkennt der Bediener im Kasten durch einen Kunstgriff bei der Präparierung des auf dem Kasten angebrachten Schachbrettes:

«Wie [T.K.: bereits andere] vermutet hatten, enthielten die Figuren des oberen Schachbrettes kleine, aber starke Magnete, und unter jedem Feld befand sich eine kleine Metallscheibe, die an einem feinen, spiralförmig gedrehten Draht hing. Wenn eine Schachfigur auf ein bestimmtes Feld gestellt wurde, zog der Magnet in ihr die Scheibe an und hob sie bis an den Deckel des Kastens; wurde die Figur hingegen weggenommen, fiel die Scheibe wieder nach unten und wackelte noch ein paar Sekunden lang an ihrer Drahtspirale. Der verborgene Spieler brauchte also nur die Unterseite des oberen Schachbrettes zu beobachten, um festzustellen, welche Figur wohin gezogen wurde. Er übertrug dies auf sein eigenes Brett und überlegte sich einen Gegenzug [Standage (2002), S. 172].»

Weiterhin stehen dem Bediener noch einige weitere sinnvolle Vorrichtungen zur Verfügung:

«So gab es beispielsweise ein absichtlich lautes Uhrwerk, das er nach Belieben in Gang setzen konnte, und dessen einzige Funktion in der Erzeugung einer Geräuschkulisse bestand. Wenn der Spieler sich für seinen Zug entschieden hatte, schaltete er es ein, bediente den Pantographen und stellte es danach wieder ab, was beim Publikum die Illusion hervorrief, jenes Räderwerk, das am Anfang der Vorführung zu sehen war, sei tatsächlich für die Bewegungen des Türken verantwortlich. Außerdem konnte der Bediener im Kasten mittels Schnüren und Hebeln den Türken mit dem Kopf nicken, mit den Augen rollen und mit der rechten Hand auf den Tisch schlagen lassen. Neben der Sprechmaschine, die *Échec* sagen konnte, gab es noch ein lärmendes Federwerk, das der Bediener immer dann in Gang setzte, wenn er husten oder niesen musste. [Standage (2002), S. 173].»

Fazit

Aus Benutzersicht stellt der *Schachtürke* eine anregende Illusion da: Erstens entspricht das äußerliche Erscheinungsbild des Automaten am ehesten der realen Situation einer zwischen Menschen ausgetragenen Schachpartie¹² und zweitens wird dem Benutzer nahezu perfekt vorgegaukelt, er spiele tatsächlich gegen eine Maschine. Der Dialogbetrieb zwischen Benutzer und Maschine beschränkt sich auf das Ausspielen der Züge (beide Parteien) und die oben beschriebenen Äußerungen der Maschine.

Aus Anwendersicht ist allerdings ein erheblicher Aufwand nötig, um den reibungslosen Betrieb des *Türken* zu gewährleisten. Trotzdem ließe sich auch heute noch mit öffentlichen Vorführungen eines solchen Schachautomaten Geld verdienen, da die Stückzahl äußerst limitiert ist¹³.

4.2.2 Torres' Endspielautomat

Leider ist über diesen Automaten, *El Ajedrecista* genannt, nicht allzu viel bekannt geworden, obwohl er noch heute in einem Museum in Madrid ausgestellt wird. Leonardo Torres y Quevedo baute sogar zwei Automaten: Die zweite, berühmter gewordene Apparatur ist unter Abbildung 3.2 zu sehen. Torres wollte mit dem Bau dieser Maschine zwei Dinge demonstrieren: Erstens ging es ihm genau wie bei all seinen anderen Erfindungen¹⁴ um das Ausreizen aller technischen Möglichkeiten, um die Leistungsfähigkeit von Maschinen über die bisherigen Grenzen hinaus auszudehnen. Zweitens wollte er zeigen, dass viele Prozesse, die allgemein mit dem Wort *Denken* assoziiert sind, auch von Maschinen erledigt werden können [Randall (1982)].

¹² Eine Klassifizierung der beim Schachtürken eingesetzten Medien macht hingegen genau aus diesem Grund kaum Sinn. Erwähnt werden sollte trotzdem, dass nach der Erweiterung des *Türken* mit dem Sprechapparat bereits alle drei für Schachmaschinen relevante Sinne angesprochen wurden.

¹³ Schätzungsweise existieren weltweit nicht mehr als 10 Exemplare dieser außergewöhnlichen Maschinen.

¹⁴ Beispielsweise ein funkgesteuertes Boot, ein halb-starres Luftschiff oder das noch heute eingesetzte *Aero Car*, eine Art an Drahtseilen hängende Gondel zum Überqueren von unwegsamem Gelände.

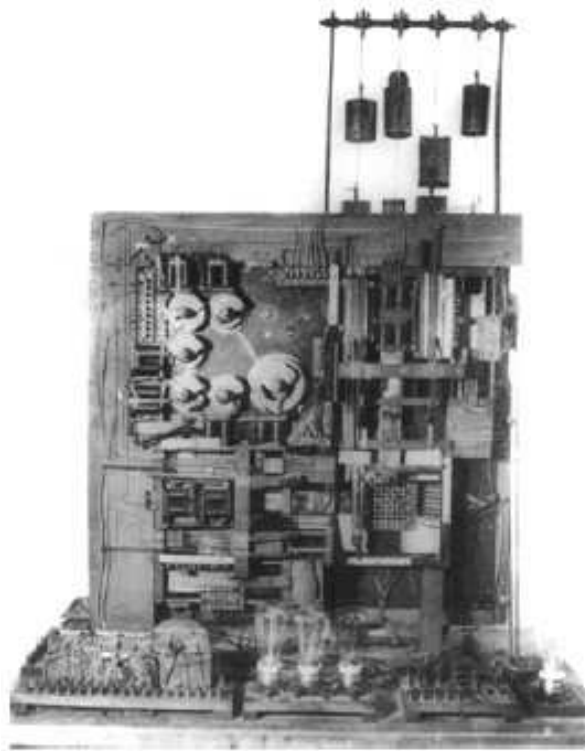


Abbildung 4.4: Torres' Endspiel-Automat Nr.1

Benutzersicht

Da in keiner der untersuchten Quellen genauere Informationen über die Arbeitsweise des Automaten enthalten sind, beschränkt sich dieser Abschnitt auf wenige Hinweise. So soll der erste Automat, ähnlich wie der *Schachtürke*, mit einem mechanischen Arm zur Ausführung seiner Züge ausgestattet gewesen sein, der zweite hingegen verfügt über bewegliche Magneten, die unter dem Schachbrett angebracht sind und die Figuren wie von Geisterhand ziehen lassen. Beide Automaten verfügen über elektrische Sensoren zur Erkennung der Benutzerzüge [vgl. Jiménez (2004)]. Weiterhin ist die zweite Maschine mit einem Grammophon ausgestattet, aus dessen Trichter bei entsprechender Schachmatt-Stellung das Ende des Spiels verkündet wird [vgl. Pias (2002)]. Also werden auch hier bereits alle drei für das Schachspiel wichtigen Sinne des Benutzers angesprochen.

Durch die natürlich Art, eigene Züge auszuführen und ohne eigenes Zutun die Antwortzüge der Maschine auf dem Brett vorzufinden, sind die Spielkonditionen vergleichbar mit einer Partie gegen den *Türken*. Der wichtige Unterschied ist hier jedoch, dass ein besonderer Akzent auf das Ausblenden jedes menschlichen Faktors gesetzt wird: War die Holzfigur des türkisch gekleideten Mannes noch Substitut für einen menschlichen Gegner, spielt man bei Torres' Schachautomat gegen ein rein maschinelles *Etwas*, das kein Gesicht mehr besitzt. Während der mechanische Arm der ersten Maschine zumindest noch dem Funktionsprinzip der menschlichen Zugausführung entspricht, schafft der zweite Automat es, den Benutzer mit einer völlig neuen Art der Spielweise zu verblüffen.

Fazit

Leider ist Torres' Schachmaschine nicht in der Lage, vollständige Partien zu spielen (siehe 3.1.3). Trotzdem handelt es sich bei diesem Automaten um die erste Apparatur, die völlig autark Schach spielen kann¹⁵. Abgesehen von dem beschränkten Funktionsumfang ist der Endspiel-Automat ebenso komfortabel zu bedienen wie der *Schachtürke*. Der Benutzer spielt hier gegen etwas rein Maschinelles und genau auf dieses Detail wurde bei der Konstruktion des Automaten Wert gelegt. Die eigentliche Schnittstelle zwischen beiden Parteien ist fast ausschließlich das Schachbrett selbst, nicht mehr und nicht weniger¹⁶. Aus Anwendersicht (=Torres y Quevedo) war der Herstellungsprozess der Maschine ebenso wie beim *Schachtürken* enorm zeit- und kostenintensiv, der für den Betrieb nötige Aufwand hielt sich hingegen stark in Grenzen.

¹⁵ Das Wort *autark* drückt hier die Unabhängigkeit von menschlichem Eingreifen aus. Eine Stromversorgung hingegen ist selbstverständlich Grundvoraussetzung für den Betrieb des Automaten.

¹⁶ Es ist für die Entstehungszeit des Automaten bemerkenswert, dass dies gewährleistet werden konnte: Der eigentliche Spielvorgang ist für den Benutzer so natürlich wie möglich gehalten worden, obwohl auch andere, weitaus unkomfortablere Möglichkeiten denkbar gewesen wären, die aber vom Konstrukteur hätten einfacher realisiert werden können.

4.3 Exkurs: Vom Großrechner zum Mikrocomputer

An dieser Stelle soll ein größerer Exkurs gewagt werden, um die Entwicklung der Computer und deren Benutzungsschnittstellen besser nachvollziehen zu können. Zwar ist davon auszugehen, dass viele der hier beschriebenen Meilensteine auch für Schachanwendungen relevant waren, doch kann dies nicht im einzelnen (d.h. anhand von Quellen) nachgewiesen werden. Deshalb wird in diesem Abschnitt auch nur selten explizit auf den Anwendungsfall *Schach* hingewiesen. Viel mehr wird es darum gehen, die Interaktionsmöglichkeiten von Mensch und Computer in einem allgemeineren Rahmen zu betrachten.

4.3.1 Wissenschafts- und Militärrechner

Die Anfangszeit

Die ersten für Computerschach relevanten Rechenanlagen (Mitte der 1940er Jahre) waren gigantisch: Tonnenschwere und riesige Räume ausfüllende Kolosse, durch die sich kilometerweise gebündelte Kabelstränge zogen. In der Frühzeit noch mit empfindlichen Vakuumröhren ausgestattet, waren diese ersten Rechner äußerst wartungsintensiv, da sie aus mehreren Hunderttausend Einzelteilen bestanden. Verglichen mit der Rechenleistung eines modernen Taschenrechners waren die damaligen Rechengiganten deutlich langsamer. Der Grundstein der Computerentwicklung war jedoch gelegt: Die von Turing erdachte Universalmaschine existierte nun in Form von elektronischen Rechenanlagen. Programmierung und Dateneingabe mussten zu dem damaligen Zeitpunkt noch völlig voneinander getrennt durchgeführt werden.

Während die Dateneingabe und -ausgabe meist über Lochkarten oder Lochstreifen realisiert wurde, erfolgte die Programmierung der ersten Rechner durch eine sehr umständliche Prozedur: Es mussten zahlreiche Kabelverbindungen umgesteckt werden, um den Rechenspeicher direkt zu manipulieren. Die im Inneren des Rechners wirkende Maschinensprache stellt damit eines

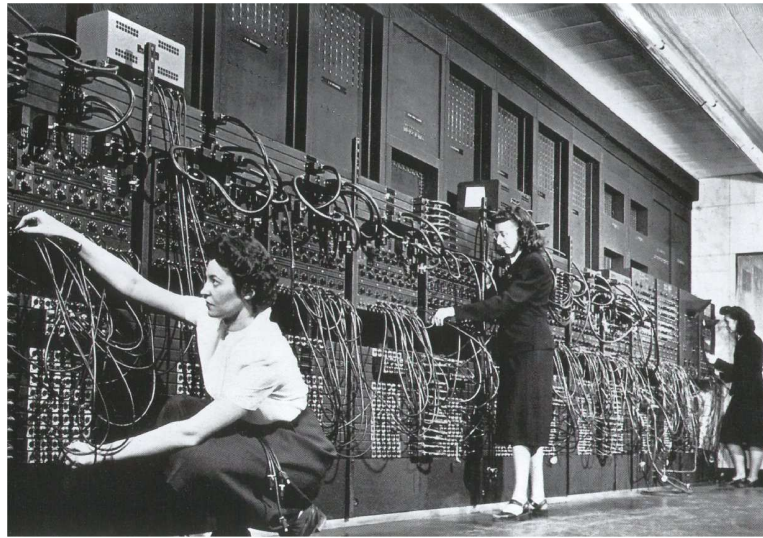


Abbildung 4.5: Umstecken der Kabelverbindungen am ENIAC (1946)

der ältesten Interaktionsmittel zwischen Mensch und Computer dar, und dessen Interna gleichzeitig eine seiner Benutzungsschnittstellen [vgl. Wurster (2002), S. 19]. Das umständliche und fehleranfällige Umstecken der Kabelverbindungen wich kurze Zeit später dem Betätigen einer Vielzahl von Schaltern, die an sog. *Schalterkaskaden* angebracht waren.



Abbildung 4.6: Schalterkaskade zur Programmierung (1949)

Auf diese Weise vereinfachte sich die Programmierung eines Rechners bereits ein wenig. Eine neue Richtung schlug schließlich erstmals der *EDVAC* (für *Electronic Discrete Variable Computer*) ein, mit dem John von Neumann die

Realisierbarkeit einer Wasserstoffbombe rechnerisch prüfen ließ. Hier war es erstmals möglich, das Programm mit Hilfe vorgestanzter Lochkarten in den Rechner einlesen zu lassen. Eine einzelne Lochkarte stellte dabei lediglich eine einzige Zeile des Programms dar.



Abbildung 4.7: IBM26 zum Stanzen von Lochkarten (1949)

Dadurch war man in der Lage, ein Programm in eine vom Computer lesbare Form zu bringen, ohne dass man den Rechner dabei vor Ort in Beschlag nehmen musste. Anders formuliert war es nun gelungen, ein Speichermedium für Programme zu entwerfen, das orts- und zeitunabhängig von dem zu programmierenden Rechner beschrieben werden konnte. Trotzdem blieben die ersten Interaktionsstile damit relativ handwerklich (Stecken, Schalten und Stanzen), der Mensch musste sich bei dieser stark hardwarezentrierten Mensch-Computer-Schnittstelle weitestgehend nach der Arbeitsweise der Maschine richten. Zugang zu den frühen Computern hatten nur hoch spezialisierte Mathematiker und andere Wissenschaftler. Deren Aufgabe war es, die Rechenprogramme zu entwerfen und dem Computer zuzuführen, die Daten vorzubereiten, den Prozess des Rechnens zu überwachen und die Ergebnisse auszuwerten [vgl. Wurster (2002), S. 25].

Weiterentwicklungen

Bahnbrechende Innovationen gelangen schließlich Anfang der 1950er Jahre den Wissenschaftlern des Lincoln Laboratory in Cambridge: Der von



Abbildung 4.8: Eine Partie Schach gegen den *MANIAC* —
Ein- und Ausgabe erfolgen über den Lochstreifenleser

ihnen konstruierte *Whirlwind*-Computer enthielt gleich auf zwei Gebieten wegweisende Neuerungen. Erstens wurden statt der empfindlichen Vakuumröhren zuverlässigere Magnetkernspeicher verwendet. Diese waren kleiner, kostengünstiger und hielten ihre Information, ohne mit elektrischer oder mechanischer Energie versorgt werden zu müssen. Doch der größte Vorteil war sicherlich, dass der Zugriff auf jede einzelne Speicherzelle gleich lang dauerte¹⁷, was das Gesamtsystem deutlich beschleunigte [vgl. Ceruzzi (1998), S. 49].

Zweitens hatten sich die Wissenschaftler genauer mit neuen Technologien zur Informationsdarstellung beschäftigt; der menschliche Faktor innerhalb des Mensch-Computer-Systems bekam nun einen höheren Stellenwert. Dies war nötig, um den Menschen möglichst effizient in einen mechanisierten Kreislauf einzubinden: Im Rahmen des *SAGE*-Programms (*Semi Automatic Ground Environment*) sollten alle Radaranlagen in den USA miteinander verbunden werden, deren Signale analysiert und ggf. umgehend Abwehr-

¹⁷ Hier tauchte zum ersten Mal der Begriff *RAM* für *Random Access Memory* auf.



Abbildung 4.9: SAGE Bedienkonsole mit Lightpen (1955)

maßnahmen gegen Eindringlinge eingeleitet werden. Zu diesem Zweck besaß der *Whirlwind* als erster Computer eine sehr archaische grafische Benutzeroberfläche. Die Daten wurden über eine aus der Radartechnologie stammende Kathodenstrahlröhre angezeigt, welche erstmals sogar grafische Symbole ausgab¹⁸. Mit Hilfe des kurz zuvor entwickelten *Light Pen* konnten die angezeigten Daten markiert und direkt in den Speicher des Rechners geschrieben werden. Hier war es also für den Bediener zum ersten Mal möglich, mittels Grafik in Echtzeit mit einem Computer zu interagieren. Aufgrund dieser benutzerfreundlichen Schnittstelle konnten nun auch weniger spezialisierte Mitarbeiter des *SAGE*-Programms an einem Computerterminal arbeiten.

4.3.2 Kommerzielle Großrechner

Markteinführung

Die Verbreitung elektronischer Computer kam in den Fünfziger Jahren langsam in Gang. J. Presper Eckert und John W. Mauchly, die an der Entwicklung des *ENIAC* beteiligt waren, hatten eine eigene Firma gegründet. Ihr Ziel war es, einen Computer zu entwerfen, herzustellen und diesen dann als

¹⁸ Dadurch wurde quasi als Nebenprodukt die Computergrafik erfunden.

kommerzielles Produkt anzubieten. Bereits damals erkannten sie das Potential dieser Idee und waren davon überzeugt, dass ein solcher Rechner in vielen Bereichen Verwendung finden könnte¹⁹. Ihr bald von der Firma *Remington Rand* aufgekauft Unternehmen konstruierte den *UNIVAC*, welcher 1951 zum ersten Mal ausgeliefert wurde.

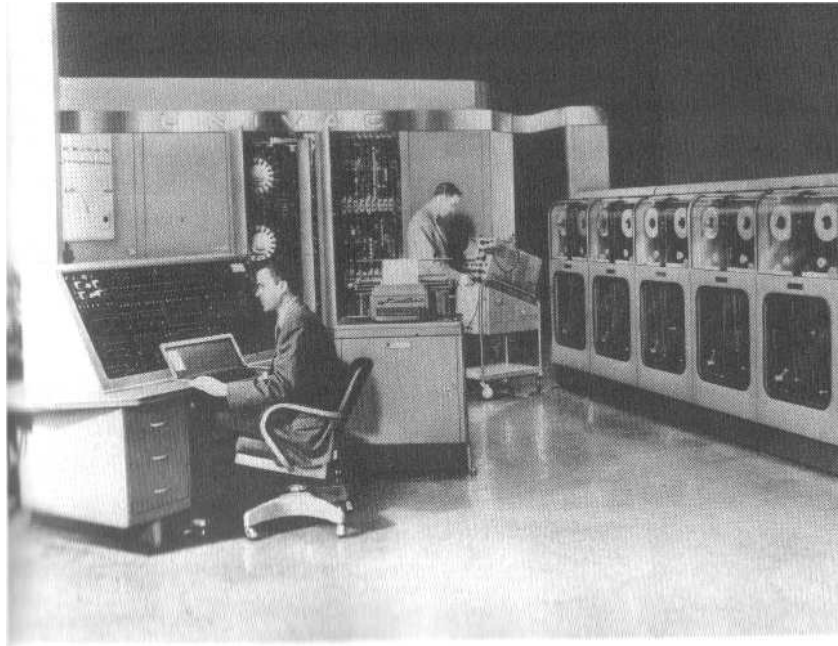


Abbildung 4.10: Der bekannteste kommerzielle Computer in den 50er Jahren: *UNIVAC I* (1954)

Technisch gesehen hatte er einige Neuerungen auf Lager: Er war bereits nach der *von Neumann Architektur* aufgebaut, d.h. Programm und Daten benutzten den selben Speicher²⁰. Der Arbeitsspeicher selbst bestand noch aus Vakuumröhren, jedoch kam zum ersten Mal ein Massenspeicher in Form von Magnetbandgeräten zum Einsatz. Selbst an einen Zwischenspeicher zwischen den langsamen Bandgeräten und den vergleichsweise schnellen Vakuumröhren wurde gedacht. Redundante Komponenten sicherten die Zuverlässigkeit des Gerätes [vgl. Ceruzzi (1998), S. 29].

¹⁹ Sie rechneten mit Aufträgen aus der Wissenschaft, der Regierung, dem Ingenieurwesen und der Wirtschaft.

²⁰ Dieses Prinzip wurde beim *ENIAC* und allen früheren Rechenmaschinen noch nicht verfolgt; es fand erstmals beim *EDVAC* Verwendung.

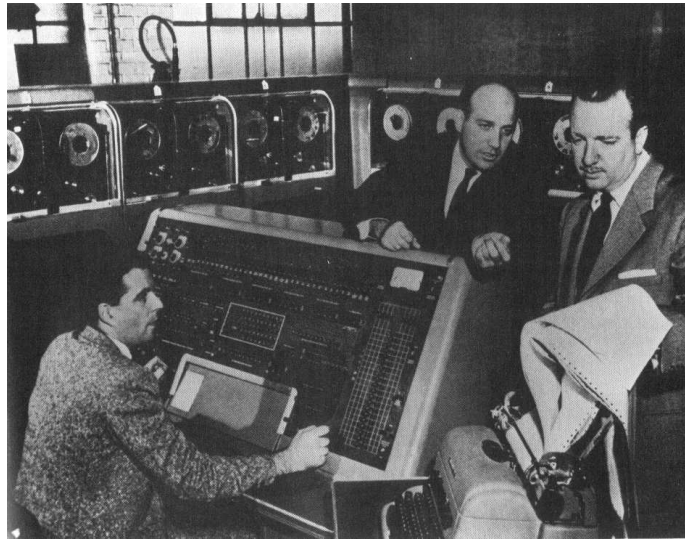


Abbildung 4.11: UNIVAC mit Bedienkonsole, Magnetbänderschrank und schreibmaschinenähnlichem Drucker (1957)

Die Benutzungsschnittstellen bestanden aus der Bedienkonsole zur Überwachung und Steuerung der Rechenvorgänge, einem Lochkartenleser zum Einlesen von Programmen und Daten, einem schreibmaschinenähnlichen Drucker und den Magnetbändereinheiten zum Lesen und Beschreiben des prinzipiell beweglichen Massenspeichers. Die Konsole bestand aus recht vielen Knöpfen, Schaltern und Lämpchen und musste selbstverständlich von einem Spezialisten bedient werden. Da man die Magnetbänder auch an anderen Geräten beschreiben konnte, kam der Lochkartenleser nur hin und wieder zum Einsatz. Der Drucker als Ausgabegerät konnte zunächst nicht mit der Geschwindigkeit der Maschine mithalten (10 Zeichen pro Sekunde), so dass später ein zusätzlicher Hochgeschwindigkeitsdrucker angeboten wurde. Von einer Interaktion zwischen Mensch und Maschine, bei der eine Einflussnahme auf Daten und/oder Programmablauf in Echtzeit möglich ist, kann also zu diesem Zeitpunkt noch nicht die Rede sein. Trotzdem gestaltete sich der Umgang mit dem *UNIVAC* bereits rationeller als bei früheren Rechnern: der Magnetbandspeicher ist effizienter zu handhaben als Massen von Lochkarten. Angestellte, deren Aufgabe es war, Lochkarten von einem Lesegerät zum nächsten zu transportieren, wurden nun nicht mehr gebraucht. Die Informationen auf dem Band sind zwar sequentiell gespei-

chert und daher auch langsamer im Zugriff als spätere Speichertechnologien, ein Bandleseeinheit bietet jedoch immerhin die Möglichkeit, durch Hin- underspulen beliebige Positionen anzusteuern²¹.

Fortschritte der Rechnerarchitektur

Ende der 1950er und Anfang der 60er Jahre hielten einige wichtige Neuerungen Einzug in die Architektur der Großrechner: Während man beim Arbeitsspeicher statt Vakuumröhren und Magnetkernspeicher nun Transistoren einsetzte, stellte IBM zum ersten Mal das Festplattensystem *RAMAC* (*Random Access Method of Accounting and Control*) vor, welches in der Lage war, auf einen beliebigen Datensatz unmittelbar zuzugreifen. *RAMAC* ist damit der technologische Vorreiter heutiger Massenspeichergeräte [vgl. Wurster (2002), S. 47].



Abbildung 4.12: Das weltweit erste Festplattensystem:
IBM's *RAMAC* (1957)

Ein großer Schritt in Richtung Interkompatibilität gelang IBM mit der Einführung des *System/360*: Während alle früheren Rechner zueinander nicht kompatibel waren²², konnten alle einzelnen Komponenten der *System/360*-Familie beliebig zusammengestellt werden. Dieses Baukastenprinzip ermöglichte den Kunden, zwischen verschiedenen Prozessorgeschwindig-

²¹ Im Gegensatz zu Lochkarten oder -streifen stellt die Wiederbeschreibbarkeit von Bändern einen wichtigen Fortschritt dar.

²² Dies bedeutete insbesondere, dass Programme für jeden einzelnen Computertyp neu geschrieben werden mussten.

keiten, Arbeitsspeichergrößen und einzelnen Peripheriegeräten wählen zu können. Die Leistungsskala betrug zunächst 25:1, später sogar 200:1 [vgl. Ceruzzi (1998), S. 148]. Außerdem waren die Rechner auch nachträglich noch aufrüstbar, falls mehr Leistung oder zusätzliche Peripherie benötigt wurde.



Abbildung 4.13: Werbeplakat des IBM System/360 mit den frei kombinierbaren und damit kompatiblen Einzelkomponenten

Hier wurde also zum ersten Mal Wert auf Modularität gelegt, um Kunden eine leichtere Aufrüstbarkeit bzw. Erweiterbarkeit ihres teuren Computersystems anzubieten. Das Konzept war völlig neu und die hohen Entwicklungskosten ein hohes Risiko für IBM, doch letztendlich zahlte sich das Projekt aus: Das *System/360* erreichte eine hohe Marktdurchdringung und lief der Konkurrenz den Rang ab.

Komplexität und Ausmaße

Die Zunahme der Rechenleistung und des Funktionsumfanges der Großrechner ging zunächst mit einem Anstieg der Bedienkomplexität einher: Nicht nur die reinen Ausmaße der Hochgeschwindigkeits-Rechenanlagen nahmen bis Mitte der 1970er Jahre kaum ab, sondern auch die Unübersichtlichkeit der Bedienkonsolen. Fast scheint es so, als wenn sich die zunehmende Komplexität der hinter der Verkleidung verborgenen Hardware nach außen hin in die Benutzungsschnittstellen einschreiben wollte.



Abbildung 4.14: Explosion von Komplexität:

Die Bedienkonsole eines IBM *System/360* Modell 91 (1967)

Für Komplexität, Leistungsaufnahme und Ausmaße schien es zumindest für die als *Supercomputer* bezeichneten Anlagen zunächst keine Grenzen zu geben. Bedient wurden diese Rechner nachwievon von Spezialisten. Außerdem waren die Firmen, die sich einen Millionen Dollar teuren Supercomputer leisten konnten, auch bereit, entsprechende Voraussetzungen dafür zu schaffen: die Maschine musste in einem sehr großen und voll klimatisierten Raum untergebracht werden. Die per Starkstrom versorgten Rechenzentren hatten ungeheure Leistungsaufnahmen; die anfallende Abwärme konnte zum Heizen des Gebäudes verwendet werden [vgl. Wurster (2002), S. 83].



Abbildung 4.15: Rechenzentrum Mitte der siebziger Jahre, ausgestattet mit einem CDC-7600 Supercomputer (1978)

Der schon in den Fünfziger Jahren eingesetzte Kathodenstrahlröhrenbildschirm begann Mitte der 1970er Jahre dann an Bedeutung zu gewinnen. Die Computerentwickler schienen langsam zu begreifen, dass man die Bedienkomplexität nicht maßlos steigern sollte. Nun wurde den Benutzungsoberflächen und damit auch der menschlichen Komponente im System mehr Bedeutung beigemessen. Eine vor einem Bildschirm angebrachte Tastatur etablierte sich mit der Zeit zu einer Art Standard-Schnittstelle.

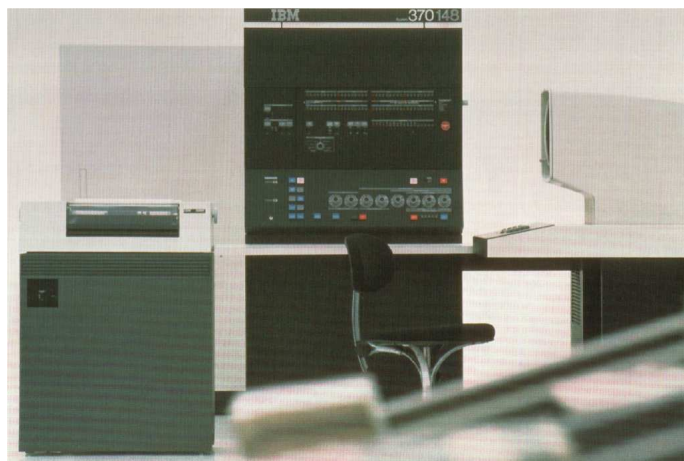


Abbildung 4.16: Das *System/370* zeichnet sich im Gegensatz zum Vorgänger durch eine vereinfachte Bedieneinheit aus (1973)

Die einsetzende Komplexitätsimplosion von außen nach innen kam den Computerbedienern zugute. Sie mussten nun nicht mehr auf Hunderten von Kontrolllämpchen verschiedene Registerzustände ablesen oder an Schaltern, Dreh- und Druckknöpfen komplizierte Einstellungen vornehmen. Auch die Lochkarten als portables Speichermedium wurden nach Einführung der Floppy-Disk langsam verdrängt [vgl. Ceruzzi (1998), S. 158].

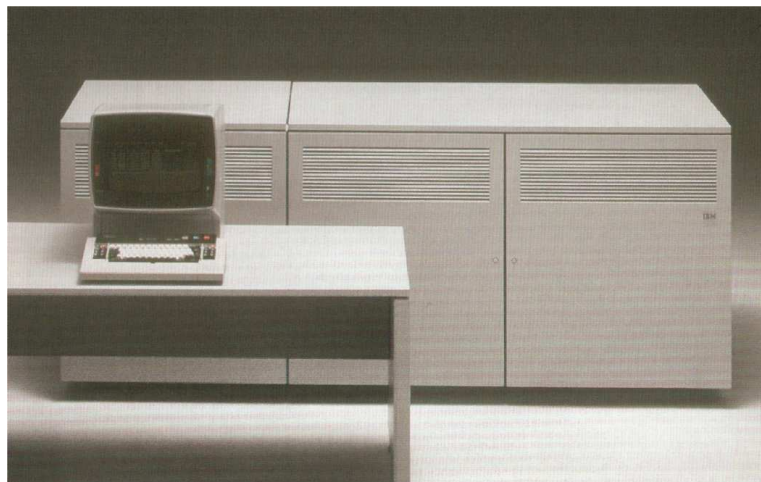


Abbildung 4.17: Nach außen hin präsentiert sich der stark an vordergründiger Komplexität reduzierte Großrechner IBM 4341 nüchtern und puristisch (1979)

Ende der 1980er Jahre setzte der Computerdesigner Danny Hills dieser hinter die Außenverkleidung der Rechner gewanderten Komplexität ein künstlerisches Denkmal: Mit seiner *Connection-Machines* genannten Reihe von Supercomputern konterkariert er auf der einen Seite die nicht mehr aufzuhaltende Mutation von kontrollier- und durchschaubaren Computern hin zu "Black-Boxes", bettet diese aber auf der anderen Seite genau in ein solches Gehäuse ein. Durch diesen Kunstgriff markiert er auf eindrucksvolle Weise den Übergang in ein neues Computerzeitalter. Die innere Aktivität und Komplexität der Rechner ist nicht mehr länger von außen bis ins Detail nachvollziehbar, es gelangt vielmehr nur noch ein kleiner Teil bis an die Oberfläche (=Benutzungsschnittstelle). Für die Bedienung ist immer weniger Fachwissen erforderlich, die Hardware im Inneren hingegen für einen einzelnen Spezialisten nur noch in Teilen begreifbar.

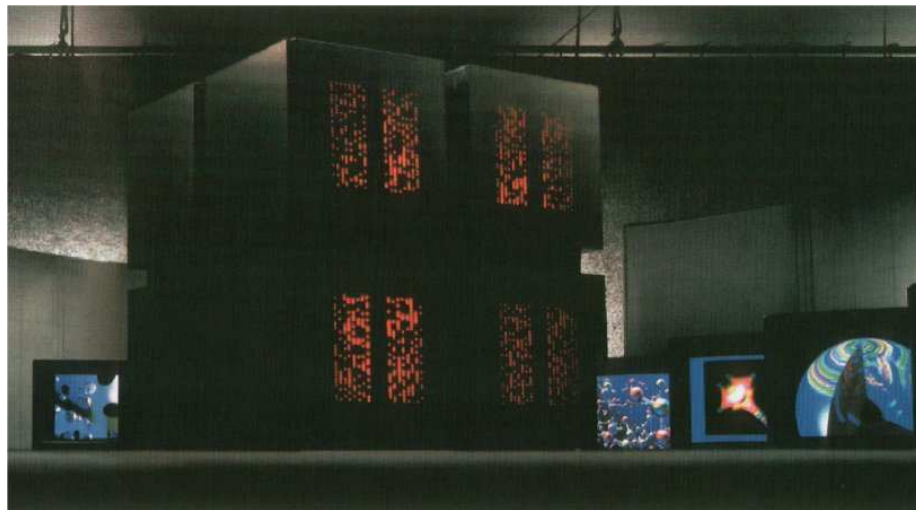


Abbildung 4.18: Kontraste am Ende des Zeitalters der “klassischen“ Großrechner: Flackernde Lämpchen vs. Black-Box - ein *Connection-Machine-2* Cluster von Danny Hills (1987)

4.3.3 Minicomputer

Schon Anfang der 1960er Jahre kristallisierte sich parallel zu den immer komplexer und teurer werdenden Großrechnern eine neue Generation von Maschinen heraus. Diese waren kleiner und vor allem billiger als die Großrechenanlagen, welche sich zentralisiert in speziellen Räumen befanden. Die neuen Minicomputer hingegen konnten dort aufgestellt werden, wo sie gebraucht wurden: unmittelbar am Arbeitsplatz des Benutzers.

Der Vorreiter dieser neuen Generation war der *PDP-1* von der Firma DEC. Zwar wurden seine immer noch recht großen Ausmaße der Bezeichnung *Minicomputer* eigentlich nicht gerecht, seine Funktionsvielfalt und die umfangreichen Benutzungsschnittstellen wiesen jedoch allen Nachfolgeräten den Weg. Als universelle Ein- und Ausgabeschnittstelle für Daten diente ein elektrischer Fernschreiber. Zusätzlich konnte auch ein Monitor angeschlossen werden, der in der Lage war, bis zu 12 Zeichen in einer Reihe anzuzeigen. Als weitere Schnittstellen dienten ein Light Pen, ein Magnetbandleser und eine Bedienkonsole [vgl. Wurster (2002), S. 107].

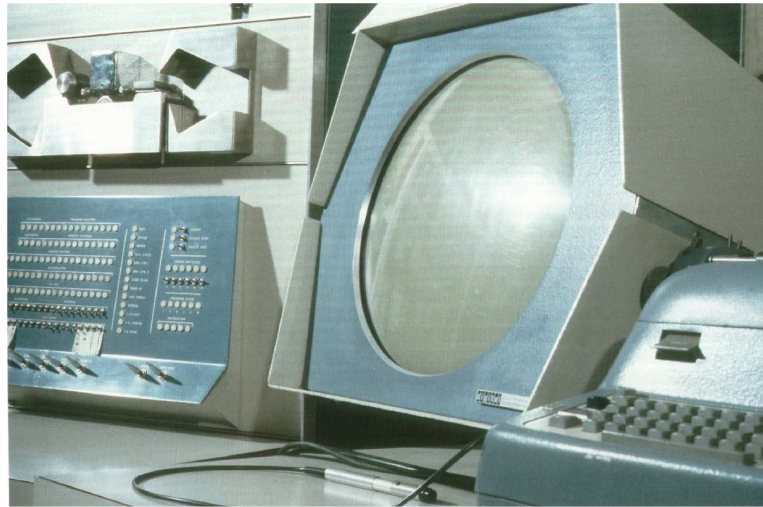


Abbildung 4.19: Der “Prototyp“ des Minicomputers: DEC’s *PDP-1* (1960)

Richtungsweisend war außerdem, dass über den Fernschreiber auch Daten zwischen zwei räumlich getrennten Rechnern ausgetauscht werden konnten, die über das Telefonnetz miteinander verbunden waren. Durch diese langsam einsetzende Vernetzung wurde es möglich, Rechenzeit von großen Computern aus der Ferne anzumieten. Das Time-Sharing-System war geboren worden, welches das Idealbild einer hierarchischen Top-Down-Architektur (zentraler Großrechner vernetzt mit mehreren Terminals) nachhaltig prägte.

Der 1965 auf den Markt gebrachte *PDP-8* gilt als der erste Minicomputer. Er arbeitete bereits auf der Basis von integrierten Schaltkreisen, welche günstiger waren und weniger Abwärme erzeugten. Das ermöglichte einen direkteren und persönlicheren Umgang mit dem Rechner, denn das Gerät konnte dort stehen, wo es gebraucht wurde (z.B. in Forschungslaboren). Der elektrische Fernschreiber *Teletype 33 ASR* etablierte sich gleichzeitig als Universalschnittstelle der Minicomputer-Generation. Zur Eingabe von Programmen und Daten diente die Tastatur oder der integrierte Lochstreifenleser. Ausgegeben wurden die Daten auf Papierseiten oder ebenfalls auf Lochstreifen. Da die *Teletype* nach dem damals gerade festgelegten ASCII-Standard arbeitete, konnte sie mit jedem ASCII-kompatiblen Computer kommunizieren. Sie kombiniert also ein Programmier-Interface mit einer

Tastatur und einem Drucker zu einer recht kompakten Universalschnittstelle [vgl. Wurster (2002), S. 113].



Abbildung 4.20: Die Universalschnittstelle der Minicomputer:
Eine *Teletype 33 ASR* (1965)

Der typische Ablauf eines Programmstarts gestaltete sich in etwa so: Der Benutzer legte den programmtragenden Lochstreifen in die *Teletype* ein und betätigte mehrere Schalter am Frontpanel des *PDP-8*. Nun wurde der Lochstreifen eingezogen und der Rechner begann zu arbeiten, visualisiert durch einige blinkende Lämpchen an der Bedienkonsole. Anschließend druckte der Fernschreiber die Ergebnisse auf einem Blatt Papier wieder aus. Kritisch betrachtet sind die Interaktionsmöglichkeiten dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle noch sehr einseitig.

«Die Ausgabeschnittstelle als eine Art Rückkanal des Computers zum Benutzer ist in Form von gestanzten und gedruckten Datensätzen noch nicht sehr hoch entwickelt» [vgl. Wurster (2002), S. 113].

Trotzdem ließ der direkte Kontakt mit dem Rechner und das sich mit dieser Interaktion einstellende Verständnis für seine Leistungen den Minicomputer zu einem unentbehrlichen Werkzeug für Wissenschaftler und Ingenieure werden.

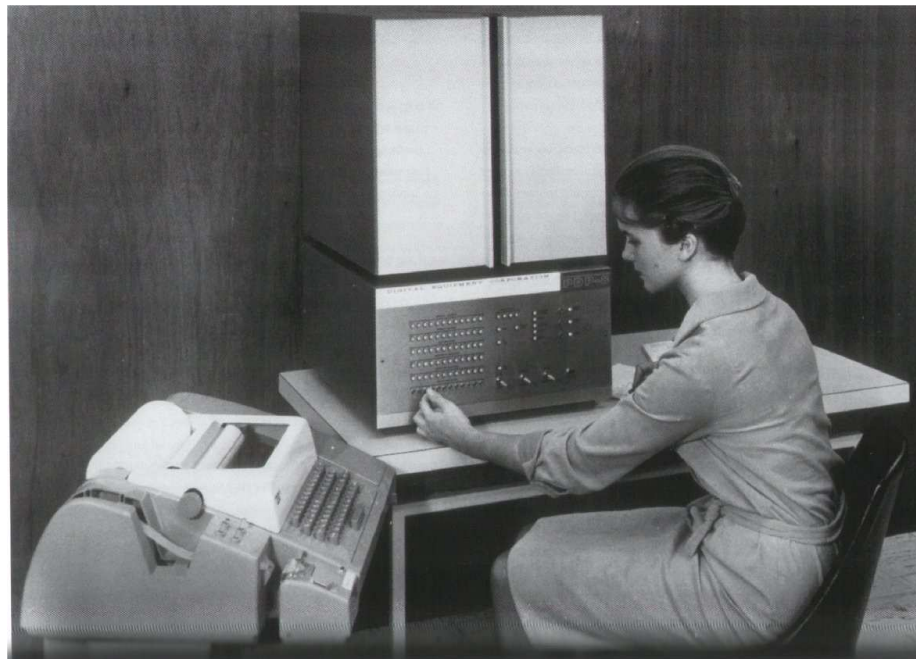


Abbildung 4.21: Die Benutzungsschnittstellen eines *PDP-8*

4.3.4 Mikro-, Heim- und Personalcomputer

Seit Erfindung und Markteinführung des Mikroprozessors Anfang der 70er Jahre nahm die Verbreitung des Computers einen rasanten Lauf. Ein ganz neuer Markt wurde erschlossen, denn erstmals waren Rechner auch für Privatpersonen bezahlbar. Neben dem Preis war auch ein anderes Merkmal der neuen Computergeneration ausschlaggebend: die Größe. Niemals zuvor gab es Rechner, die vergleichsweise klein und kompakt waren²³. Auch wenn die Rechenleistung weit hinter der ihrer großen Brüder zurück lag, überzeugten die Mikrocomputer voll und ganz im Bereich der Usability: Zahlreiche

²³ Gemessen an den Großrechnern oder auch Minicomputern waren die neuen Rechner wahrlich *Mikrocomputer*.

Schnittstellen boten die kleinen Rechner den noch weitgehend computer-unerfahrenen Heimanwendern.

Heimcomputer

Die Eingabeschnittstellen dieser Rechnergeneration bestanden im Wesentlichen aus zwei Komponenten: der Tastatur und einem weiteren Eingabegerät, wie dem Joystick oder dem Trackball. Joysticks wurden sogar zur Standard-Schnittstelle vieler Heimcomputer, was vor allem der zunehmenden Verbreitung von Spielesoftware zugeschrieben werden kann [vgl. Wurster (2002), S. 137]. Die einst so kompliziert anmutenden Schalterpanele der Großrechner und teilweise auch der Minicomputer wichen immer mehr den Tasten der Tastatur.



Abbildung 4.22: Der *Commodore PET 2001* Heimcomputer mit integriertem Bildschirm, Tastatur und Kassettenlaufwerk

Die Ausgabeschnittstellen waren vielfältiger als bei den großen Brüdern der Mikrocomputer: Während viele der Heimcomputer für die (farbige) Bildaus-

gabe lediglich einen Fernseher und keinen teuren Spezialmonitor benötigten, konnten die meisten sogar auch Töne ausgeben. Neben dem Vorhandensein dieser dynamischen Ausgabemedien war es auch möglich, per Drucker etwas Statisches auszugeben. Zur medialen Speicherung dienten meist Kassetten- oder Diskettenlaufwerke.

Auch wenn die Heimcomputer überwiegend zum Spielen²⁴ eingesetzt wurden, boten sie den Nutzern je nach Softwareausstattung und Kenntnisstand auch deutlich mehr. Das Computermagazin *CHIP* schlug 1980 als Aufgabe für die Heimcomputer folgende Anwendungen vor: Schach, Familienspiele, Musik, Modellbau, HiFi, Zeichnen und Grafik, Navigation, Unterricht, Handarbeiten, Programmieren und Schreiben [vgl. Wurster (2002), S. 138].

Portabilität und neue Schnittstellen



Abbildung 4.23: Der *Osborne-1* gilt als erster portabler vollwertiger Computer der Welt

Mit dem Auftauchen der Mikrocomputer wurden nicht nur neue Helfer wie der heutzutage selbstverständliche programmierbare Taschenrechner möglich,

²⁴ In dieser Zeit entstanden auch die ersten Spielkonsolen, welche ausschließlich für diesen Zweck geeignet waren.

sondern Anfang der achtziger Jahre auch der erste tragbare vollwertige Computer, der *Osborne-1*. Das Gerät war für heutige Verhältnisse zwar spartanisch ausgestattet, erfüllte aber seinen Zweck: Der kübelförmige Apparat wurde vorne aufgeklappt, wodurch die Benutzungsschnittstellen zum Vorschein kamen. Diese bestanden aus einer Tastatur, zwei Diskettenlaufwerken und einem 5 Zoll Monitor. Von ausgereifter Ergonomie konnte bei diesem Rechner sicher nicht die Rede gewesen sein, doch stand in erster Linie die Portabilität im Vordergrund. Diese war nun erstmals möglich, das Gerät wog allerdings 12kg und wurde noch über Netzstrom betrieben.

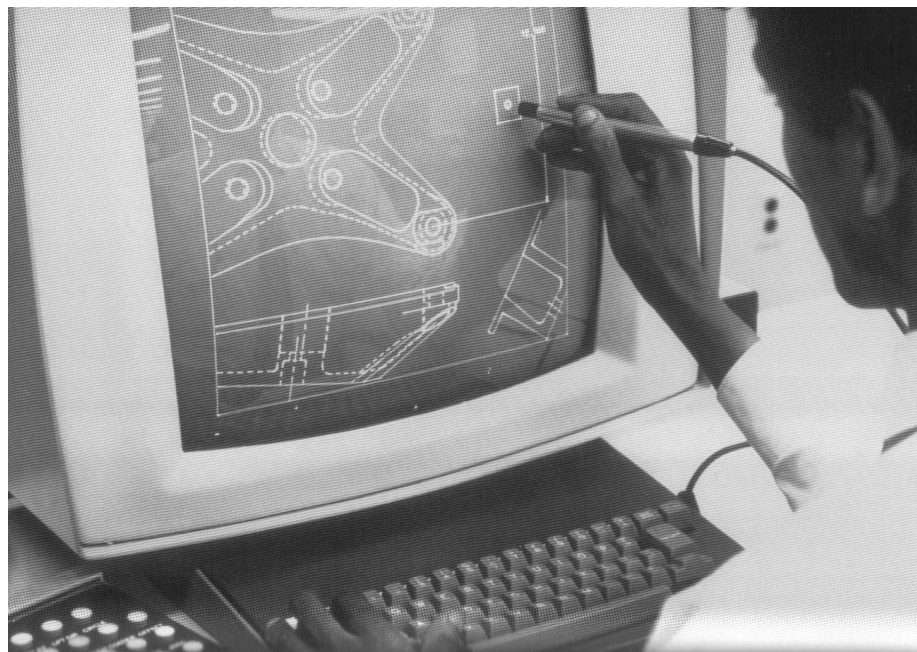


Abbildung 4.24: Der Light Pen wurde vor allem beim computer-gestützten Entwurf verwendet

Unterdessen kamen die Entwickler von Benutzungsschnittstellen noch auf andere Ideen, wie Mensch und Computer sinnvoll interagieren könnten. Erwähnenswert sind hierbei vor allem der *Light Pen* und der *Touchscreen*. Beide haben das selbe Prinzip: Die Benutzereingabe ereignet sich direkt am Ausgabemedium Bildschirm. Der Light Pen dürfte dabei wesentlich präziser sein, der Touchscreen ist hingegen einfacher (d.h. ohne zusätzliche Hilfsmit-

tel) zu handhaben. Beide Schnittstellen haben bis heute ihre Anwendung nicht verloren²⁵.



Abbildung 4.25: Durch den Touchscreen lässt sich der *HP 150* Computer direkt über seinen Bildschirm bedienen

Personalcomputer

Der Übergang vom Heim- zum Personalcomputer geschah nicht sprunghaft, sondern eher fließend. Die Namensgebung hat eher etwas mit der professionelleren Auslegung der Rechner zu tun, nicht so sehr mit anderer Technologie. Die Hersteller der Mikrocomputer wollten das Image des Hobby- und Spielcomputerproduzenten loswerden, um einen neuen Markt zu erschließen: die Büros der kleineren Firmen und Freiberufler. Deshalb kam in dieser Phase der Software immer größere Bedeutung zu. Nur mit sinnvollen

²⁵ Der Light Pen wird in seiner eigentlichen Form wohl eher selten verwendet, jedoch ging aus ihm der Eingabestift des PDA hervor.

und einfach zu bedienenden Anwendungen konnte man die Menschen überzeugen, sich für ihre Arbeit einen Computer zuzulegen. Zunächst dominierte die Firma Apple den Markt der Personalcomputer: Mit dem Apple II Computer bekam man ein ausgereiftes und vergleichsweise günstiges Produkt, für das es bald auch entsprechende Anwendungsprogramme gab²⁶.

Weitere wichtige Meilensteine waren die Einführung der ersten 5,25 Zoll Festplatte im Jahr 1980²⁷ und ein Jahr später vor allem die Markteinführung des ersten IBM-PCs.



Abbildung 4.26: Einer der damals wohl am weitesten verbreitete Computer der Welt: *IBM-PC AT* aus dem Jahr 1984

Das Einzigartige daran war die sehr offene Architektur des Rechners, die es vielen anderen Herstellern ermöglichte, sie zu kopieren. Bald darauf erschienen unzählige Klone dieser Rechnerarchitektur, so dass sich der *IBM*

²⁶ Die erste Tabellenkalkulation *VisiCalc*, sowie das Textverarbeitungsprogramm *WordStar* waren schlagkräftige Verkaufsargumente, denn derart mächtige Werkzeuge für einen Rechner hatte es bis dato nicht gegeben.

²⁷ *Seagate* stellte zum ersten Mal ein Modell vor, das aber mit einem damaligen Preis von 14.000 DM noch unverhältnismäßig teuer war und erst in weiteren zehn Jahren zur Standardbestückung von Personal Computern gehörte.

kompatible Computer bald als neuer Industriestandard etablierte. Der darauf einsetzende Wettbewerb mit Apple führte wiederum zu Preiskämpfen, welche massenhaft günstig zu erwerbende Computer hervorbrachte und Apple fast vom Markt verdrängte.

Ebenfalls zum Standard wurde das Betriebssystem *MS-DOS* für IBM-PC, wodurch eine weitere Erfolgsgeschichte seinen Lauf nahm: Hersteller Microsoft sicherte sich alle Vermarktungsrechte für MS-DOS und erlangte in kurzer Zeit eine Quasi-Monopol Stellung in diesem Sektor. Das kommandozeilenorientierte DOS stellte in puncto Anwenderfreundlichkeit hingegen einen Rückschritt gegenüber dem leichter zugänglichen *BASIC* da, dessen Befehle einprägsamer und einfacher zu erlernen waren [vgl. Wurster (2002), S. 140-145].

Grafische Benutzeroberflächen

Während Computergrafik in der Wissenschaft lange Zeit eher den Status eines Außenseiters einnehmen musste²⁸, wurden im Hintergrund und von der Öffentlichkeit unbemerkt bereits die ersten Benutzungsschnittstellen zum Umgang des Menschen mit einer grafischen Bedienoberfläche entwickelt. Der schon erwähnte Light Pen aus dem Jahr 1962 ließ es zusammen mit dem am Lincoln Laboratory entwickelten Programm *Sketchpad* zu, dass der Benutzer in Echtzeit auf einem Bildschirm Grafik erzeugen konnte. Auch wenn diese Neuerung ein wichtiger Meilenstein²⁹ und praktisch die Geburtsstunde der Computergrafik darstellte, war eine andere Erfindung noch revolutionärer: Der *X-Y-Positionsindikator für ein Bildschirmsystem*, heute nur noch unter dem Spitznamen *Maus* bekannt. Dieses Gerät, auf das der Erfinder Douglas Engelbart im Jahre 1968 Patent anmeldete, machte den Weg frei für ein Bedienkonzept, das ohne die Eingabe von Textkommandos auskommt.

²⁸ Grafik wurde bei den meisten Fachleuten mit Spielesoftware gleichgesetzt und deshalb im wissenschaftlichen Sinne eher gemieden.

²⁹ Auch heute noch lebt dieses Prinzip im *Computer Aided Design (CAD)* weiter.

Zur praktischen Anwendung kam die Maus das erste Mal bei einem vom *Palo Alto Research Center (PARC)* entwickelten Computer. Diesen zeichnete neben der von Engelbart entwickelten Eingabeschnittstelle noch eine weitere Neuerung aus: Statt eines Vektorgrafikbildschirms kam ein Monitor zum Einsatz, der Rastergrafik darstellen konnte³⁰ und außerdem hochformatig³¹ ausgerichtet war. Die auf dem Bildschirm angezeigte Benutzeroberfläche stellte eine Büroumgebung in Tischform dar — zu finden waren dort Dokumente, Ordner, ein Taschenrechner und ein Papierkorb.



Abbildung 4.27: Der im PARC entwickelte *Alto* (1974) hat als erster Computer eine grafische Benutzeroberfläche

Während die Texteingabe, das damals überwiegend gebräuchliche Interaktionsmittel, aus diesem stilisierten Grafikuniversum größtenteils verbannt wurde, substituierte man diese durch verschiedene mit der Maus ausfüh-

³⁰ Der Rastergrafikbildschirm lässt es zu, einzelne Punkte auf dem Monitor anzusprechen und ihnen verschiedene Grau- oder Farbwerte zuzuweisen. Dieses neue Verfahren ermöglichte es erstmalig, Computergrafiken in Foto-Qualität darzustellen.

³¹ Dieses Konzept sollte ein Papierblatt in Hochformat repräsentieren. Letzten Endes setzte sich diese Idee jedoch nicht durch, was wohl mit dem Sehverhalten und der physischen Anordnung der Augen des Menschen zu tun haben dürfte.

bare Gesten: Anklicken, Ziehen und Fallenlassen eines Icons. Jede dieser Gesten löst in Echtzeit eine Handlung des Computers aus. Durch diese neue grafische Benutzungsschnittstelle wurde die Bedienbarkeit des Rechners erheblich erleichtert, da er nunmehr durch Klicken, Bewegen und Loslassen gesteuert werden konnte [vgl. Wurster (2002), S. 225-228].

Neben dem neuen Bedienkonzept des Alto reifte bei den PARC-Wissenschaftlern eine weitere bahnbrechende Idee heran: das WYSIWYG³²-Ideal machte es möglich, dass der Benutzer sein Arbeitsergebnis schon vor der endgültigen Ausgabe auf dem Bildschirm betrachten konnte. Dieses Prinzip wurde bald zu einem neuen Leitbild für die Bedienung von Software und vereinfachte den Umgang mit dem Computer bei gleichzeitiger Steigerung der Arbeitsqualität.

Grafische Revolution auf dem PC-Markt

Nachdem die Grundlagen des neuartigen grafischen Bedienkonzeptes wissenschaftlich erarbeitet worden waren, dauert es ein paar Jahre, bis der erste nach diesem Prinzip arbeitende Computer auf dem Markt erschien. 1979 ließ sich Steve Jobs von Apple bei einem Rundgang durch PARC inspirieren und griff die ihm vorgeführten Ideen für die Modellierung eines neuen Computers auf. Vier Jahre später erschien der Apple *LISA* auf dem Markt, welcher die bei PARC entwickelten Stärken der grafischen Benutzungsschnittstelle konsequent weiterführte³³. Dass der Rechner trotzdem zu einem Flop wurde, ist wohl dem zu hohen Preis von 10.000 Dollar zuzuschreiben.

Ein durchschlagender Erfolg hingegen wurde der 1984 vorgestellte Apple *Macintosh*, welcher günstiger zu kaufen war als sein Vorgänger. Durch seine konsequent objektorientierte Schnittstelle war es nun endlich gelungen, all die den früheren Computern anhaftenden technischen Attribute in den Hin-

³² Diese Abkürzung steht für den Satz „What you see is what you get.“

³³ Die heutzutage basalen Elemente von Desktop-Oberflächen wie eine feste Menüleiste mit Pulldown-Menüs waren bereits bei diesem Computer zu finden.

tergrund zu schieben. Dadurch war es auch Benutzern ohne Computerkenntnisse sofort möglich, mit dem Rechner umzugehen. Dies war ausschließlich der revolutionären grafischen Benutzungsschnittstelle zuzuschreiben, welche mit der Maus als Eingabegerät für Einsteiger ideal bedienbar war.

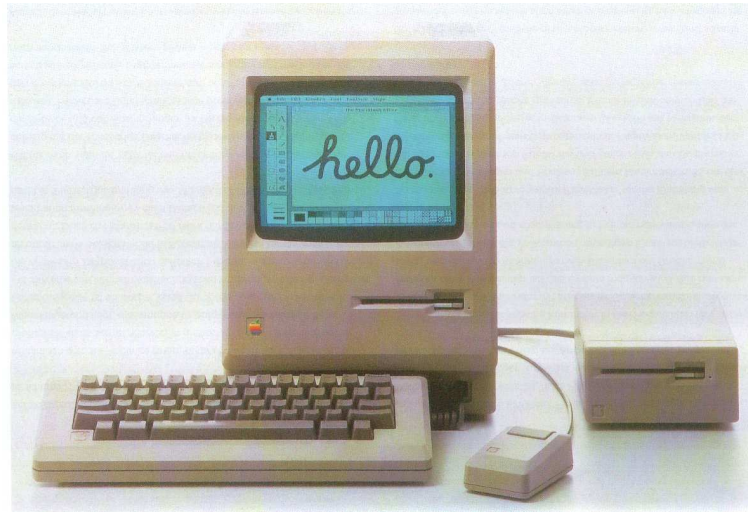


Abbildung 4.28: Mit dem Apple *Macintosh* (1984) kam erstmals ein einsteigerfreundlicher und nicht überteuerter Computer auf den Markt

Apple positionierte sich in den folgenden Jahren in dem wichtigen Nischenmarkt des *Desktop Publishing*, der Medienerzeugung mit dem Computer. Zahlreiche Programme für den Macintosh wie z.B. *Page Maker*, die noch heute Standardsoftware sind, sicherten der Firma das Überleben im Wettbewerb gegen die mächtige Konkurrenz aus dem IBM-Lager.

Denn Microsoft war ebenfalls nicht untätig geblieben und hatte mit seiner grafischen Oberfläche *Windows* und den dazu erhältlichen Anwendungsprogrammen *Word* und *Excel* den Anschluss gefunden. Binnen weniger Jahre schaffte es Microsoft, den Software-Markt der Desktop-Computer zu dominieren, denn die vielen Klonhersteller wollten vom einmal geschaffenen IBM-Standard nicht mehr abrücken [vgl. Wurster (2002), S. 231ff]. In der Folge wichen die zwei Lager immer weiter voneinander ab: Die Apple-Fraktion benutzte die mit Motorola-Prozessoren und Mac OS Betriebssystem ausgestatteten Macintosh-Computer, das *Wintel*-Lager setzte auf IBM-kompatible

PC mit MS-DOS/Windows Betriebssystem und Intel-CPUs. Erst in den letzten Jahren haben sich die vormalig so untrennbar gespaltenen Parteien wieder aufeinander zubewegt³⁴.

Multimedia und Vernetzung

Mit der stetig steigenden Rechen- und Speicherkapazität der Computer wuchsen auch die Möglichkeiten, sie für verschiedenste Zwecke einsetzen zu können. CD-ROM Laufwerke, die Anfang der neunziger Jahre größere Verbreitung auf dem Markt fanden, machten die Rechner im Zusammenspiel mit Tonausgabemöglichkeiten³⁵ immer mehr auch zu Medienmaschinen. Die für damalige Verhältnisse gewaltige Speicherkapazität einer CD-ROM ließ es zu, dass beispielsweise in Lexika oder Spielesoftware auch längere und qualitativ höherwertige Videos integriert werden konnten. Durch diese neuen grafischen und musikalischen Möglichkeiten der Rechner entstand auch der Begriff Multimedia.

Seit Mitte der neunziger Jahre nahm schließlich die dreidimensionale Grafikdarstellung in Computerspielen eine zentrale Rolle ein, die den Markt der Chips für Grafikausgabe stark in Bewegung brachte. Die neuen *GPUs*³⁶ waren in der Lage, nicht nur immer größere Datenmengen zu berechnen und damit auch höhere Auflösungen darstellen zu können, sondern auch 3D-Informationen zu verarbeiten. Der Wechsel von 2D- zu 3D-Darstellungen in Videospielen vollzog sich je nach Genre manchmal schnell oder eher schleppend, doch heutzutage hat sich die Dreidimensionalität genreübergreifend durchgesetzt³⁷.

³⁴ Mit Hilfe von Virtualisierungsprogrammen ist es möglich, Software des jeweils anderen Systems auf dem eigenen zu betreiben. Inzwischen werden Macintosh-Computer sogar mit Intel-Prozessoren ausgeliefert, was einen weiteren deutlichen Schritt in Richtung einer möglichen Fusion bedeutet.

³⁵ Bei IBM kompatiblen PC wurde dies damals noch über eine zusätzliche Steckkarte realisiert, was also weitere Kosten bedeutete.

³⁶ *Graphics Processing Units* dienen zur Berechnung der Grafikinformationen für die Bildschirmausgabe.

³⁷ Prädestiniert für den 3D-Einsatz waren die neu aufgekommenen *Ego-Shooter*, welche dem Spieler eine Darstellung aus der Ich-Perspektive zeigten und Sichtweise sowie Bewegungen in x-, y- und z-Achse zuließen. Eher langsam setzte sich die dritte Dimension



Abbildung 4.29: Ein typischer Desktop-PC von heute mit getrennten Eingabeschnittstellen (Maus, Tastatur), Ausgabeschnittstellen (Monitor, Lautsprecher) und Towergehäuse

Ein weiterer wichtiger Meilenstein ist die fortschreitende Vernetzung der Computer. Die ursprünglich 1960 bei der *Advanced Research Project Agency (ARPA)* entwickelte Idee eines dezentralen Kommunikationsnetzwerkes verteilt sich später auf mehrere Universitäten. Ziel war es, die kostspieligen Großrechner besser zu nutzen, indem man per Netzwerk Datenpakete hin- und herschickt. Anfang der 70er Jahre wurde das ARPAnet vorgestellt, welches die Wissenschaftler überwiegend zu Kommunikationszwecken³⁸ nutzten. 1973 erfand man bei PARC das *Ethernet* und die dazu passenden Protokolle und Netzwerkkarten. Dieses erlaubte eine lokale Vernetzung von bis zu 256 Computern über ein Koaxialkabel.

Kurze Zeit später folgte der entscheidende Schritt, welcher beide Konzepte miteinander verknüpfte: PARC-Wissenschaftler verbanden ihren hauseigenen ARPAnet-Zugang mit dem firmeninternen Ethernet und konnten somit von jedem Arbeitsplatzrechner aus auf das zu damaliger Zeit nach außen hin streng geschlossene Internet zugreifen. Ein Jahr später entwickelte Ted Nel-

hingegen bei Strategiespielen durch, die meist eine Darstellung der Spielwelt aus der Vogelperspektive anzeigten. Hier wurde 3D meist durch die isometrische Darstellung vorgetäuscht - eine drehbare Ansicht, die eine andere Kameraperspektive zeigte, war also nicht möglich.

³⁸ Die *E-Mail*-Funktion war im ursprünglichen Entwurf des ARPAnets gar nicht vorgesehen, entwickelte sich aber in der Praxis als Haupteinsatzgebiet.

son die Idee des Hypertextes, der nicht-sequentielles Lesen und Schreiben ermöglichte. Erst 1989 setzte man am *Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN)* dieses Konzept praxistauglich um — in der Seitenbeschreibungssprache *HTML*. Der Erfinder dieser Sprache, Tim Berners-Lee, dachte sogar noch einen Schritt weiter, indem er vorschlug, die vielen lokalen Netzwerkinseln auf der Welt alle mit dem Hypertext-System *World Wide Web* zu verbinden [vgl. Wurster (2002), S. 256f]. Als dann Mitte der neunziger Jahre die ersten marktreifen *Webbrowser* erschienen, die auf der Schreibtisch-Oberfläche der Rechner nur ein weiteres Fenster unter vielen waren, hatte sich auch für den Rechnernutzer zu Hause das „Fenster zur Welt“ geöffnet: Die stark textlastige Ausrichtung des WWW wich immer mehr einer grafischen Darstellung, da die neuen Browser auch Bilder anzeigen konnten. Beschleunigt wurde der Prozess hin zu multimedialer Präsentation von Webseiten auch dadurch, dass die Datenübertragungsgeschwindigkeit wegen wachsender Bandbreite der *Internetprovider* immer mehr anwuchs. Heutzutage ist die überwiegende Anzahl der Computer in den Industrieländern mit dem Internet verbunden.

4.3.5 Fazit des Exkurses

Die Computer und deren Benutzungsschnittstellen haben sich im Laufe der zurückliegenden sechs Jahrzehnte stark verändert. Die wesentlichen Punkte seien hier noch einmal zusammengefasst:

- Die Größe der Rechner hat entscheidend abgenommen, es gibt einen deutlichen Trend zur fortschreitenden Miniaturisierung.
- Zwar hat die Komplexität der Computer insgesamt zugenommen, jedoch wurde diese so umverteilt, dass es dem Benutzer zugute kam:
 1. Äußere (Hardware-)Komplexität in Form von schwer zugänglichen Benutzungsoberflächen (Beispiel: Schalterkaskaden mit Hunderten von Knöpfen, Tasten und Reglern) hat man zunehmend so verlagert, dass diese in die Software gewandert ist. Dort wurden

viele Prozesse jedoch automatisiert, so dass der Endanwender damit gar nicht mehr in Berührung kommt.

2. Die interne Komplexität hat sich größtenteils in die hochintegrierten Schaltungen der heutigen Mikrochips verlagert. Zwar ist beispielsweise ein Desktop-PC immer noch ein modulares System mit austauschbaren Komponenten. Die Substituierbarkeit einzelner Teile hat aber im Vergleich zu früher stark abgenommen. Damit einhergehend wurden Einzelteile zu größeren Einheiten zusammengefasst (Beispiel: Grafikkarte) und sind nun in ihrer exakten Funktionsweise von einzelnen Spezialisten nicht mehr vollständig nachvollziehbar.
 3. Industrie-Normen erleichtern das Austauschen von Komponenten durch hohe Kompatibilität. Endanwender können problemlos Hardware im und am Computer austauschen.
 4. Software ist kompatibel zu bestimmten Betriebssystemen, welche wiederum auf einer bestimmten Hardware-Klasse von Rechnern arbeitet. Dadurch sind Programme heutzutage viel flexibler einsetzbar und konnten auch beim Funktionsumfang zulegen.
- Die Entwicklung hat eine Vielfalt an Benutzungsschnittstellen hervorgebracht. Dabei haben sich gewisse Standards herauskristallisiert (Eingabe: Tastatur/Maus, Ausgabe: Monitor). Bestimmte Ein- und Ausgabegeräte werden nur in speziellen Umgebungen verwendet, je nach Einsatzgebiet.
 - Aus Benutzersicht wurde es zunehmend einfacher, mit einem Computer zu arbeiten. Neue Bedienkonzepte wie die grafische Benutzeroberfläche erleichterten den Einstieg in den Umgang mit einem Rechner ungemein, da Hard- und Software (Maus und Schreibtischoberfläche auf dem Bildschirm) gekonnt ineinander griffen.
 - Die zunehmende Vernetzung der Rechner über das Internet bringt eine gigantische Anzahl neuer Möglichkeiten hervor. Eine einzelne Einheit

im Netzwerk hat plötzlich Zugriff auf Millionen von Daten externer Computer und kann sich mit ihnen austauschen. Die Implikationen dieser Bewegung sollen an anderer Stelle weiter erläutert werden.

4.3.6 Anwendungsfall Schach

Während in der Frühphase der Rechner (von den Militär- über die Großrechner bis hin zum Minicomputer) die Benutzungsschnittstellen kompliziert und im Vergleich zu heute recht unanschaulich waren, wurde mit dem Aufkommen der Mikrocomputer eine Gegenbewegung eingeleitet: Vorher waren die Schnittstellen eher den technischen Begebenheiten der Computer angepasst, nun näherten sie sich den Bedürfnissen der menschlichen Benutzer an. Dieser Prozess soll anhand von schachbezogenen Beispielen in den nächsten Abschnitten genauer erläutert werden.

Auch wenn der Anwendungsfall Schach bei den Großrechnern früherer Tage eine unbedeutende Rolle spielte, so konnte doch bewiesen werden, dass es möglich war, diese Computer zum Schachspielen zu programmieren. Aus Anwendersicht machte es wenig Sinn, die kostbare Rechenzeit der damals noch unglaublichen teuren Computer für Schach zu verschwenden. Aus Benutzersicht war es reichlich unkomfortabel und abstrakt, gegen die damaligen Maschinen eine Partie Schach zu spielen. Leider kann mangels genauerer Information nicht explizit darauf eingegangen werden, wie dieser Vorgang an einem bestimmten Rechner aus dieser Zeitspanne funktioniert haben könnte. Es ist aber davon auszugehen, dass sowohl die Eingabe von Zügen (durch Lochkarten, Knöpfe, Schalter, Regler und später über die Tastatur eines Fernschreibers) bereits ein komplizierter Vorgang war, welcher gegenüber der normalen Zugausführung an einem realen Brett völlig arbiträr erscheint. Erschwerend hinzu kam die Tatsache, dass wohl kein direktes Feedback des Computers an den Benutzer bei bzw. kurz nach der Zugeingabe erfolgte. Die Zugausgabe hingegen erfolgte zunächst auf Lochstreifen, dann auf dem Papier eines Fernschreibers oder Druckers, sie war

also vornehmlich auf statische Medien begrenzt. Erst später kam das bis heute gebräuchliche dynamische Medium *Bildschirm* hinzu.

Entscheidender war jedoch, dass der Zugaustausch lediglich in Form von Text erfolgte. Das bedeutete für den Benutzer, dass er stets ein Schachbrett als Spielplattform³⁹ dazu nehmen musste, um die vom Rechner ausgegebene Notation in konkrete Züge auf dem Brett zurückzutransferieren. Alles in allem könnte man dies also aus Benutzersicht als einen Rückschritt gegenüber den vorher besprochenen mechanischen Schachautomaten bezeichnen: Bei diesen musste der Benutzer keine Kenntnisse über die Funktionsweise der Maschinen haben, sondern lediglich die Schachregeln beherrschen. Bei den Rechenanlagen vor Einführung der Mikrocomputer sah es hingegen ganz anders aus. Die syntaktische Ebene der Kommunikationskomponente eines älteren Rechners ist um ein Vielfaches umfangreicher und ohne profunde Vorkenntnisse für einen Benutzer nicht zu bewältigen. Auch die physikalische Komponente der damaligen Benutzungsschnittstellen war in keiner Weise an den Anwendungsfall Schach angepasst und eignete sich auch nicht besonders dafür. Die einzelnen Benutzungsschritte dürften viel Zeit in Anspruch genommen haben, da ein Dialogschritt (beispielsweise die Eingabe eines einzelnen Zuges) viele Interaktionsschritte erfordert hat (von Umstecken der Kabel über Schalterumlegen und Lochkarten-Input hin zu noch komplexeren Tasteneingaben).

4.4 (Brett-)Schachcomputer

In diesem Abschnitt wird es um die kommerziellen Schachcomputer der ersten Generation gehen, welche seit 1977 auf dem Markt erhältlich sind (vgl. Kapitel 3). Der Begriff *Brettschachcomputer* trifft genau genommen nicht den Kern der Sache, da es sich bei einigen Geräten lediglich um eine Recheneinheit ohne dazugehöriges Schachbrett handelt. Von diesem Stand-

³⁹ Hier wird von einem durchschnittlichen Schachspieler ausgegangen, der sich die aktuelle Stellung der Figuren auf dem Schachbrett nicht mental vorstellen kann, sondern eine reale Manifestation des Brettes benötigt, um spielen zu können.

punkt aus betrachtet kann man die hier behandelten Schachcomputer in drei Klassen einteilen:

- A. Geräte, für deren Bedienung kein Schachbrett als Bedieneinheit erforderlich ist
- B. Geräte, in denen Recheneinheit und die Bedieneinheit „Schachbrett“ eine unzertrennliche Einheit bilden
- C. Geräte mit modularem Konzept, d.h. Programm- und Bedieneinheit sind trenn- und austauschbar

Die Maschinen unterscheiden sich teilweise erheblich in Funktionsumfang und Bedienkonzept, wobei der Fokus auf letzteres gelegt werden soll.

4.4.1 Geräteklasse A - Textbasiertes Schachspielen

Viele der frühen Modelle lassen sich in diese Geräteklasse einordnen. Die bereits in Kapitel 3 gezeigten Schachcomputer *Fidelity Chess Challenger 3* (siehe Abb. 3.16) und *Mephisto I* (siehe Abb. 3.17) sind zwei Beispiele. Auch wenn es den Anschein hat, dass das integrierte Schachbrett des *Chess Challenger 3* mit zum Bedienkonzept des Gerätes gehört, sorgt in Wahrheit das Druckfeld mit 12 Tasten rechts neben dem Brett für die Eingabe der Züge. Genau wie beim *Mephisto I* wird das Gerät ausschließlich über diese Tastatur bedient. Um einen Zug einzugeben, müssen zuerst die Koordinaten des Ausgangsfeldes, dann die des Zielfeldes eingegeben werden. Die Tasten sind dabei doppelt belegt, damit sowohl ein Feld der Längs- als auch der Querachse des Brettes darauf Platz findet. Um beispielsweise den Zug e2-e4 einzugeben, sind 4 Tastendrucke notwendig: (e/5)-(b/2)-(e/5)-(d/4)⁴⁰. Die restlichen Tasten sind für andere Funktionen zuständig. Für die Ausgabe von Zügen und anderen Informationen ist bei beiden Maschinen eine vier-

⁴⁰ Eventuell wird zusätzlich eine abschließende Bestätigung durch die ENTER-Taste benötigt.

stellige 7-Segment Anzeige zuständig, beim Fidelity-Gerät realisiert durch LEDs⁴¹ und bei Mephisto durch ein LCD.



Abbildung 4.30: Bei Schachcomputern wie dem *Novag Chess Champion MK I* findet der Zugaustausch in Textform statt

Wie ist nun die Bedienung solcher Gerät beim praktischen Spielbetrieb zu beurteilen? Prinzipiell hat sich an der abstrahierten Form des Partieablaufs gegenüber den Großrechnern nicht viel geändert: Nachwievor findet die Kommunikation zwischen Computer und Benutzer in Textform⁴² statt. Die Ein- und Ausgabe dieser Textzeichen wurde allerdings auf das Wesentliche reduziert, so dass der Benutzer sich nicht mehr um die nun automatisierten Rechenvorgänge des Computers kümmern muss. Die Anzahl der benötigten Interaktionsschritte für den Dialogschritt *Zugeingabe* wurde also im Vergleich zu der Ära vor den Mikrocomputern weiter verringert. Der Austausch zwischen Mensch und Maschine beschränkt sich weitestgehend auf die Notation der Schachzüge, welche dem einigermaßen geübten Spieler meist vertraut ist⁴³. Ein Schachbrett als eigentliche Spielplattform ist für den Spieler weiterhin notwendige Voraussetzung, für die Bedieneinheit des

⁴¹ Zusätzlich gibt es zwei Lämpchen, die Schachgebote und den Verlust der Maschine ankündigen.

⁴² Diese ist selbstverständlich auch nur eine Transkription von Maschinensprache in eine für den Benutzer leichter zugängliche Diktion, also eine Vereinfachung auf einer tieferen Ebene.

⁴³ Bei sogenannten *Fernschachpartien*, in denen sich die Spieler an zwei räumlich getrennten Orten befinden, ist es üblich, dem Gegner die Züge in Form der hier verwendeten Schachnotation mitzuteilen. Dieser Spielvorgang läuft also ähnlich ab wie eine Partie gegen die Schachcomputer der Klasse A.

Computers ist dieses aber ohne Belang. Das Spielen einer Partie bleibt also aus Benutzersicht weiterhin eine Art Übersetzungsprozess, da die Züge aus der Notation auf das Brett übertragen werden müssen und umgekehrt. Diese zusätzlichen Interaktionsschritte müssen beim Bedienen des Rechners praktisch hinzugerechnet werden. Das Ablesen von anderen Informationen wie z.B. der Bedenkzeit gestaltet sich allerdings wieder recht natürlich und damit nahe an der Normalsituation.

Eine Besonderheit in dieser Gerätekategorie stellen die Schachcomputer dar, welche mit einem LCD zur Brettanzeige ausgestattet sind. In der Anfangszeit waren solche Geräte nur vereinzelt zu finden, heutzutage begegnet man ihnen häufiger. Für die damaligen Maschinen war ein zusätzliches LCD-Schachbrett eher ein Zusatzfeature, welches dem Benutzer eine Schachpartie ohne externes Spielbrett erlaubte.



Abbildung 4.31: LCD-Schachbrett früher und heute: *Novag CC SS III* und *Kasparov Chess Shadow*

Bei dem links abgebildeten Novag Schachcomputer von 1979 ist das sog. *Electronic-LCD-Schachbrett* ein als Erweiterung gedachtes Zusatzgerät; das Grundgerät, welches auch die Recheneinheit beherbergt, kommt auch ohne das Display aus [vgl. Ketterling u. a. (1983), S. 176]. Die Zügeingabe erfolgt weiterhin ausschließlich textuell über die mit Buchstaben und Zahlen

versehenen Tasten des Grundgerätes. Die Ausgabe von Zügen bietet der Computer aber nun sowohl über das Brettdisplay, als auch über die Textanzeige an.

Das rechts abgebildete Gerät aus dem Jahr 1991 verhält sich hingegen völlig anders — hier kommt ein ganz neues Bedienkonzept zum Tragen⁴⁴: Zugein- und Ausgabe erfolgen direkt über die Symbole des Schachbrettdisplays, wobei der Benutzer diese Symbole mittels der unterhalb angebrachten Tasten steuert. Ein ähnliches Prinzip kommt bei praktisch allen grafikbasierten Schachprogrammen für Heim- und Personalcomputern zum Einsatz und wird in einem späteren Abschnitt seine Erläuterung finden. Interessant ist jedoch, dass sich das Bedienkonzept einer ganz anderen Plattform bei diesem Schachcomputer praktisch in die Hardware eingeschrieben hat⁴⁵.

4.4.2 Geräteklasse B - Natürliche Zugeingabe

Ein vollkommenen anderes Bedienkonzept als die Geräteklasse A bieten Schachcomputer, die das eigentliche Spielgeschehen zum Ort der Mensch-Computer-Schnittstelle machen: das Spielfeld. Dieser Schritt von der textbasierten hin zur bewegungsbasierten Kommunikation kann nur als vollkommen konsequent bezeichnet werden. Das Gerät passt sich dabei dem für den Menschen natürlich wirkenden Spielablauf an und nicht umgekehrt.

Sowohl die Kommunikationskomponente, als auch die physikalische Komponente der Benutzungsschnittstelle harmonisiert nun in einer Weise mit den Gegebenheiten der schachlichen Idealsituation, wie es das in der Zeit nach den mechanischen Schachautomaten nicht mehr gegeben hatte. Auch wenn diese Art von Schachcomputer mechanisch aufwändiger gebaut und damit auch fehleranfälliger waren, stellte diese Konstruktion für das eigent-

⁴⁴ Der hier aufgeführte *Kasparov Chess Shadow* war jedoch nicht das erste Gerät mit diesem Bedienkonzept.

⁴⁵ Bei dem vorgestellten *Chess Shadow* könnte man tatsächlich auf den Gedanken kommen, dass zunächst das Bedienkonzept vorhanden war und anschließend ein passendes Gerät dafür entworfen wurde, welches die entsprechenden Usability-Richtlinien konsequent umsetzt.

liche Schachprogramm keine große Änderung gegenüber der Geräteklasse A dar⁴⁶. Anhand einiger Beispiele sollen nun verschiedene voneinander abweichende Ein- und Ausgabekonzepte vorgestellt werden.

Drucksensoren

Das wohl am häufigsten anzutreffende Zugeingabekonzept ist das der Drucksensoren. Wenn der Bediener eine bestimmte Figur ziehen möchte, tippt er auf das Ausgangsfeld und anschließend auf das gewünschte Zielfeld. Der auszuübende Druck ist von Gerät zu Gerät unterschiedlich (vom leichten Antippen bis zum deutlichen Herunterdrücken), doch das Prinzip bleibt gleich. Die Art und Weise dieser Zugeingabe kommt dem spieltechnischen Ideal schon recht nahe, da kein Übersetzungsprozess zwischen realem Brett und textuellem In- und Output mehr erfolgen muss. Die Anzahl der Interaktionsschritte gegenüber der Texteingabe wurde also drastisch reduziert. Wenn die Druckpunkte der Eingabefelder optimal abgestimmt sind, fällt der im Vergleich zur Idealsituation gegebene Mehraufwand der Zugausführung eher gering aus und kann vom Benutzer schnell adaptiert werden.

Meistens ist dieses Eingabekonzept begleitet vom Ausgabekonzept der 16 Randleuchtdioden. Sie zeigen an, welche Figur der Computer ziehen möchte, in dem sie die Koordinaten des Ausgangs- bzw. Zielfeldes melden. Leuchten beispielsweise die Diode der 2. Reihe in Kombination mit der e-Linien-Diode, dann ist das Feld e2 gemeint. Um den Zug des Computers nun ausführen zu können, ist der gleiche Vorgang nötig wie bei der Eingabe des Benutzerzuges. Der Unterschied liegt lediglich darin, dass der Computer nur seinen gewünschten Zug akzeptiert, während der Benutzer bei seinen Zügen selbstverständlich die freie Wahl aus allen legalen, d.h. regelkonformen Zügen hat.

⁴⁶ Schließlich ist es für ein Computerprogramm kaum ein Unterschied, ob es seine Eingaben hauptsächlich über Tasten oder über die Spielfelder eines Schachbrettes erhält.

Zusätzlich zur Zug- oder Stellungseingabe⁴⁷ wird das Spielfeld bei vielen Geräten auch zur Ein- und Ausgabe von anderen Funktionen genutzt wie z.B. dem Einstellen der gewünschten Spielstufe.

Magnetsensoren

Am Nächsten kommen dem Ideal einer Schachspielsituation die Geräte mit Magnetsensoren unter den einzelnen Feldern des Spielfeldes. Diese ermöglichen es, dass der Computer das Versetzen der Schachfiguren durch den Bediener ohne weitere Eingaben registriert. Der Druck auf Ausgangs- und Zielfeld wie beim vorgenannten Konzept entfallen also; pro Zug sind zwei Interaktionsschritte weniger notwendig als bei Drucksensoren. Zwar muss der Benutzer trotzdem einige kleinere Details beachten, um einen reibungslosen Ablauf der Zugeingabe zu gewährleisten, dies fällt jedoch nicht so sehr ins Gewicht: Die Figuren dürfen nicht auf dem Feld schleifend verschoben werden, sondern müssen abgehoben und wieder abgesetzt werden, damit die empfindliche Sensorik die Züge korrekt erkennt. Der Gewöhnungseffekt auf seiten des Bedieners tritt allerdings sehr schnell ein, so dass dieser bald keinen Unterschied mehr zum Setzen einer Schachfigur in der idealen Spielsituation erkennen wird.

Bei der Ausgabe verwenden Geräte mit Magnetsensoren häufig LEDs auf jedem einzelnen Spielfeld, so dass keine Koordinaten mehr abgelesen werden müssen und das vom Computer bezeichnete Feld sofort erkennbar ist. In seltenen Fällen sind auch um jedes einzelne Feld des Schachbrettes vier kleine Leuchtdioden angebracht (insgesamt also 81 Dioden für das ganze Brett), welche das bezeichnete Feld noch auffälliger hervorheben sollen. Hier ist aber eher der Geschmack des Benutzers ausschlaggebend, welches Zugausgabekonzept er am übersichtlichsten findet. Gegenüber der Koordinatentechnik

⁴⁷ Fast ausnahmslos sind alle Schachcomputer in der Lage, eine Schachpartie nicht nur von der Ausgangsstellung aus zu beginnen, sondern auch ab einer vom Benutzer eingegebenen regelgerechten Stellung der Figuren. Diese Stellung muss der Benutzer jedoch in einer mehr oder minder aufwändigen Eingabeprozedur dem Computer mitteilen. Das Bedienkonzept der Drucksensoren kommt dieser Prozedur entgegen, da es weniger einzelne Eingaben erfordert als beispielsweise die textuelle Stellungseingabe via Tasten, also bei Geräteklasse A.

mit den 16 Randleuchten sind aber beide hier vorgestellten Konzepte wohl angenehmer für den Bediener.

Als Ergänzung verfügen die meisten Magnetsensorgeräte und auch einige Drucksensorgeräte noch über ein zusätzliches Display, auf dem ebenfalls die Züge und auch weitergehende Informationen wie Bedenkzeiten, Spielstufen etc. angezeigt werden können. Diese Kombination von Ausgabe auf dem Spielfeld und auf einem beigefügten Display erweist sich in der Praxis als besonders benutzerfreundlich, da erstens eine gewisse Redundanz der Ausgabeinformation vorhanden ist und zweitens die Darstellungsweise bestimmter Sachverhalte mal bei der einen und mal bei der anderen Ausgabeschnittstelle besser lesbar ist.

Weitergehende Ideen bei Ein- und Ausgabe

Das Zugeingabekonzept der Magnetsensoren noch weiter zu verbessern, ist bei näherer Betrachtungsweise fast unmöglich. Ein kleiner, aber durchaus komfortabler Schritt in diese Richtung gelang der niederländischen Firma *Tasc* mit dem *Smartboard* als auch dem deutschen Hersteller *Mephisto* mit dem *Bavaria*-Brett: Hier wurden unterschiedliche Magneten in die einzelnen Figuren eingearbeitet, so dass der Computer deren Kennung auslesen kann. Das Feature nennt sich *vollautomatische Figurenerkennung* und kommt am vorteilhaftesten dann zum Tragen, wenn eine vom Benutzer gewünschte Schachstellung aufgebaut werden soll. Dafür müssen lediglich die Figuren auf die entsprechenden Felder gestellt werden, ohne dass dem Computer noch mittels zusätzlicher Eingabe mitgeteilt werden muss, um welchen Figurentyp es sich im einzelnen handelt. Das Konzept ist für diesen Zweck bis heute unübertroffen in puncto Bedienerfreundlichkeit, da es eine weitere Zeitersparnis in der Interaktionsebene ermöglichte.

Für die Steuerung von Funktionen außerhalb des Spielfeldes waren die Entwickler von Schachcomputern ebenfalls sehr kreativ, wenn es darum ging, neue Bedienkonzepte zu entwickeln. Von vielen einzelnen Druckknöpfen bis

hin zu wenigen, dafür aber mehrfach belegten Tasten, ist beinahe alles zu finden. Ein paar Beispiele sind im folgenden bildhaft aufgeführt:

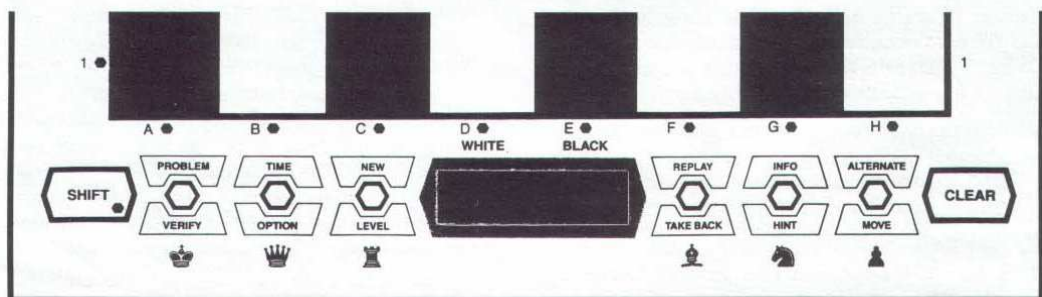


Abbildung 4.32: Ein recht typisches Eingabefeld bei einem Schachcomputer

Diese Funktionstasten finden sich bei sehr vielen Geräten, nur die Anordnung variiert mitunter sehr stark. Auch wenn dieses Beispiel eine der besseren Anordnungen zeigt, ist das Konzept an sich verbesserungswürdig. Einen benutzerfreundlicheren Ansatz zeigt das folgende Beispiel.

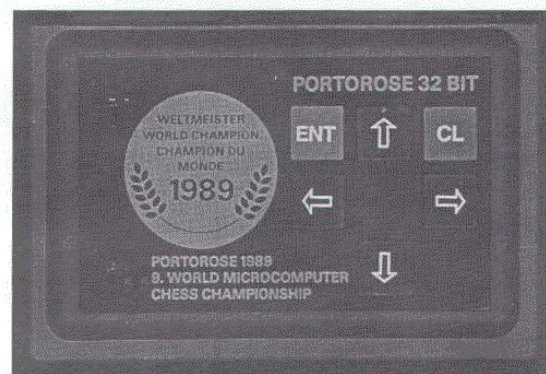


Abbildung 4.33: Cursorgesteuerte Bedienung

Hier ist ein völlig anderes Bedienkonzept zugrunde gelegt, das dem eines universellen Computer ähnelt. Hier werden keine Tasten für einzelne Funktionsaufrufe bereit gestellt, sondern der Benutzer gelangt über einen Dialog mit Menüstruktur an die gewünschten Funktionen. Dieser Dialog wird mit 4 Cursortasten, einer Enter- sowie einer Clear-Taste gesteuert. Das nebenstehende Display bildet mit dieser Minitastatur eine funktionelle Einheit, da

es zur unmittelbaren Rückkopplung der Benutzereingaben dient. Der große Vorteil bei diesem Prinzip ist, dass sich der Benutzer nicht mehr merken muss, welche Taste zu welchem Funktionsaufruf führt, denn die Tastatur ist quasi selbsterklärend. Über die auf dem Display abgebildete Menüstruktur gelangt man zu seinem Ziel. Für den Entwickler stellt sich nun lediglich die Frage nach einer optimalen Usability der Menüstruktur, nicht mehr jedoch für die Anordnung und Funktionsbelegung der Tasten. Auch wenn der Aufruf einzelner Funktionen hier mehr Interaktionsschritte benötigt als bei dem vorigen Konzept, ist die syntaktische Ebene der Schnittstelle für den Benutzer aus oben genannten Gründen leichter zugänglich. Hier wurde also mehr Wert darauf gelegt, die Bedienung des Computers intuitiver zu gestalten als die Anzahl der einzelnen Eingaben zu minimieren.

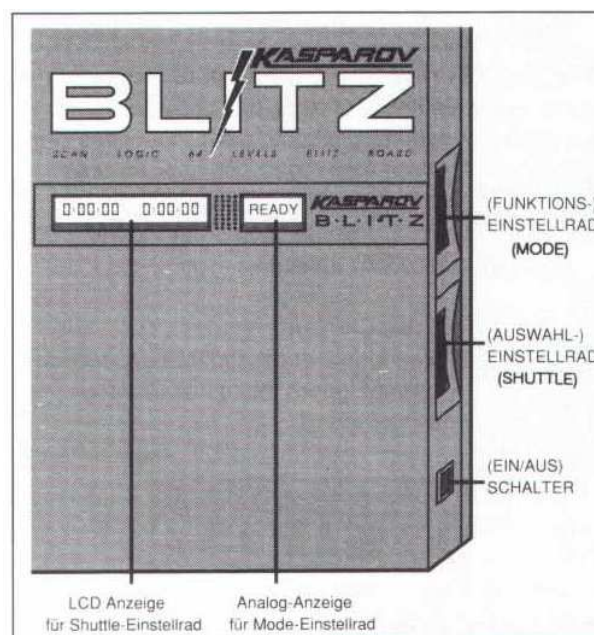


Abbildung 4.34: Das Scan-Logik Kommandosystem: Die Menüstruktur wird über zwei Einstellräder gesteuert

Auch völlig neuartige Ideen zur Steuerung einer im Gerät hinterlegten Menüstruktur finden sich hin und wieder bei Schachcomputern. Bei diesem Beispiel (Abb. 4.34) dienen lediglich zwei Einstellräder in Kombination mit zwei getrennten Displays zur Kontrolle des Gerätes. Hier wurde also die

Anzahl der zur Eingabe dienenden Einzelschnittstellen noch weiter reduziert, allerdings wohl auf ein zu geringes Maß. Das Konzept hat sich nicht weiter durchsetzen können.

Bei der Ausgabe von Computerzügen gab es auch ungewöhnliche Konzepte, die alle ein bestimmtes Übel beim Spiel des Menschen gegen den Computer am Gerät selbst beseitigen wollten: Das Versetzen der vom Rechner gewünschten Figur musste stets durch den Bediener vorgenommen werden. Was läge also näher als diesen Vorgang zu automatisieren, um somit der idealen Spielsituation, in der schließlich der Gegner die Züge selbst ausführt, noch ein Stückchen näher zu kommen? Insgesamt drei unterschiedliche Lösungsansätze für dieses Problem fanden sich schließlich in kommerziellen Brettschachcomputern wieder.



Abbildung 4.35: Der erste kommerzielle Schachroboter der Welt:
Boris Handroid (1980)

Der erste *Schachroboter* dieser Art ist der *Boris Handroid* von 1980, welcher seine Züge mittels eines von 3 Servomotoren gesteuerten und etwas klobig wirkenden Greifarms selbst ausführen konnte. Geschlagene Figuren lässt das

Gerät in das rechts oberhalb angebrachte Ablagefach gleiten, was zur Folge hat, dass zumindest nach einer gespielten Partie der menschliche Bediener wieder die Ausgangsstellung aufzubauen hat. Da der Computer auch über Magnetsensorfelder verfügte, war die Idealsituation einer Schachpartie nahezu gewährleistet. Aus unbekannten Gründen existieren nur sehr wenige Exemplare dieses Gerätes, vielleicht lag es an der hohen Fehleranfälligkeit der Technik.

Ein ähnliches Konzept folgte 1982 mit dem *Novag Chess Robot Adversary*, welcher ebenfalls über einen Greifarm verfügt. Dieser hat jedoch ein schlankeres Äußeres und ist durch diverse Kupplungen beweglicher als der des Handroids.

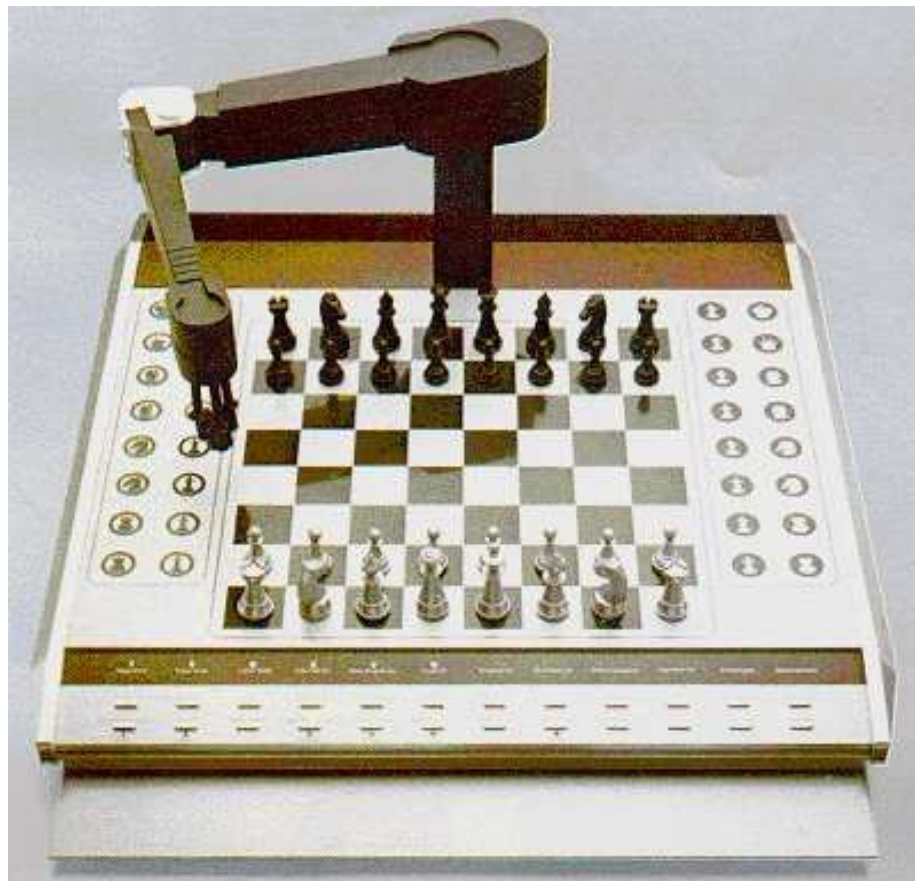


Abbildung 4.36: Der *Novag Chess Robot* beim Ausführen eines Zuges

Die entscheidende Verbesserung ist jedoch darin zu sehen, dass der Arm die geschlagenen Figuren an vordefinierten Feldern links und rechts des Brettes abstellt. Dies hat zur Folge, dass das Gerät bei einer neuen Partie die Figuren selbst wieder aufbauen oder aber bei einer Zugzurücknahme ohne Eingreifen des Benutzers wieder den alten Zustand herstellen kann. Insgesamt erinnert das fast komplett aus Aluminium bestehende Gerät noch am deutlichsten an einen Roboter, was ihm 1983 den Governor's Award⁴⁸ einbrachte [vgl. Bauermeister (1994)]. Aufgrund seiner großen Wartungs- und Reparaturanfälligkeit wurde die Produktion nach ca. 2000 gebauten Exemplaren wieder eingestellt.

Einen gänzlich anderen Weg ging der amerikanische Spielwarenhersteller *Milton Bradley* 1983 bei dem Schachcomputer *Grandmaster*: Hier wurde auf einen Roboterarm ganz verzichtet, doch das Gerät konnte trotzdem selbsttätig seine Züge ausführen.



Abbildung 4.37: Die Figuren ziehen wie von Geisterhand bewegt:
Der *Milton Bradley*

Von außen hat der menschliche Betrachter den Eindruck, dass die Figuren wie von Geisterhand bewegt über das Brett gleiten. Geschlagene Figuren

⁴⁸ Dies ist ein Preis der Hongkonger Industrie für herausragendes Design und technische Leistungen.

werden am Spielfeldrand abgesetzt, eventuell im Weg stehende andere Figuren machen dabei Platz und rücken zur Seite. Technisch verbirgt sich dahinter folgendes: Jede Figur enthält einen Permanentmagneten. Unter dem Spielfeld bewegen sich zwei Schienen, die eine Spule unter jedes beliebige Feld des Brettes positionieren können. Das Prinzip gleicht dem eines Plotters. Wenn nun diese Spule unter dem entsprechenden Feld angekommen ist, wird sie unter Strom gesetzt und erzeugt ein Magnetfeld. Dieses wirkt auf den Magneten in der darüber stehenden Figur, welche bis zum Zielfeld mitgezogen und dort wieder losgelassen wird [vgl. Reelitz (1983)]. Diese weniger anfällige Technik wurde später auch von anderen Herstellern adaptiert, so dass bis in die späten 90er Jahre noch Geräte erhältlich waren, die nach dem gleichen Prinzip arbeiteten.

4.4.3 Geräteklasse C - Modulare Konzepte

Das nun vorgestellte Konzept der Modularität hat weniger mit Neuerungen in der Bedienbarkeit von Schachcomputern zu tun, sondern mehr mit der Erweiterbarkeit, Kompatibilität und Austauschbarkeit von verschiedenen Schachcomputerkomponenten. Schon 1979 erkannte der Hersteller *Novag*, dass es sinnvoll sein könnte, ein Gerät in funktionelle Einheiten zu zergliedern. An das in Abb. 4.31 gezeigte *Super System III* konnte man neben dem abgebildeten zusätzlichen LCD-Brett noch einen Drucker zur Ausgabe von Partien auf Papier anschließen. Diese Miteinbeziehung von statischen Medien blieb im Minikosmos der Schachcomputer jedoch auf wenige Ausnahmen beschränkt. Der Vorteil der Zergliederung lag auf der Hand: Der Verbraucher konnte das Gerät auf seine individuellen Wünsche zuschneiden und musste auch nicht von vorn herein den Kaufpreis eines voll ausgestatteten Systems zahlen. Der Grund dafür, dass sich diese Art der erweiterbaren Schachcomputer jedoch nicht durchsetzen konnte⁴⁹, liegt im rasanten technischen Fortschritt des Hard- und Softwarebereiches. Zu schnell veraltet

⁴⁹ Auch wenn das hier vorgestellte *Super System III* oft verkauft wurde, fand das Konzept an sich nur wenige Nachahmer.

war ein Grundgerät, welches nicht nur das Schachprogramm inklusive eines gewissen Funktionsumfanges, sondern auch ein bestimmtes Bedienkonzept beinhaltete. Mindestens im Jahresrhythmus erschienen neue Geräte, die vom Funktionsumfang, der Spielstärke und der Usability meist spürbar verbessert worden waren. Der Wunsch des Besitzers eines solchen erweiterbaren Gerätes richtete sich also eher nach den vorgenannten Verbesserungen anstatt nach zusätzlichen Komponenten aus. Hinzu kam, dass die Hersteller die Auf- bzw. Abwärtskompatibilität stark vernachlässigten, so dass die einmal angeschafften Zusatzkomponenten eventuell an den Nachfolger des Basisgerätes nicht mehr anschließbar waren.

Dieser Problematik nahm sich die Firma *Hegener&Glaser* an und stellte 1983 mit *Mephisto MMI* ein modulares Konzept vor. Das Gesamtsystem besteht aus einem Spielbrett mit Magnetsensoren, welches an der Vorderseite eine Andockstelle für drei Module besitzt und den austauschbaren Modulen selbst. Diese wiederum unterteilten sich in ein Rechen- bzw. Steuerungsmodul, ein Anzeigemodul mit LCD und in ein optionales Modul, welches verschiedene Funktionen übernehmen konnte⁵⁰.

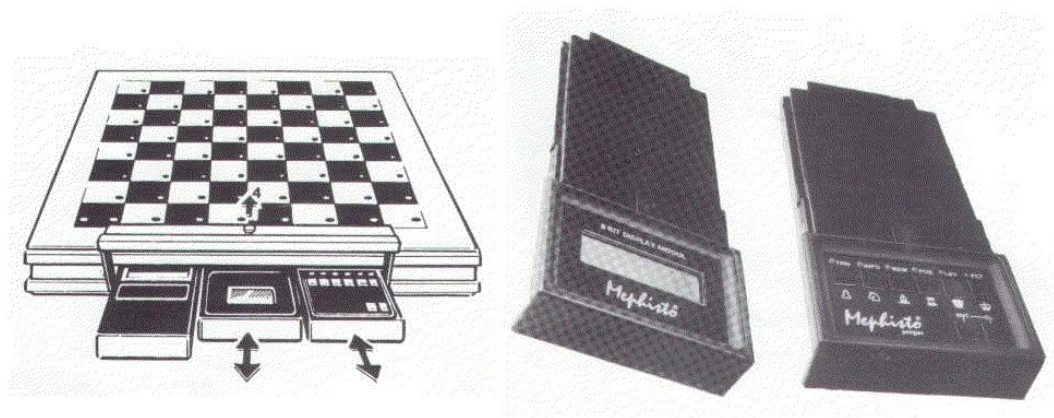


Abbildung 4.38: Ein sehr durchdachtes Konzept von Modularität:
Mephistos getrennte Bedien- und Recheneinheit

⁵⁰ Es gab beispielsweise Module für eine erweiterte Eröffnungsbibliothek oder aber ein für manche Recheneinheiten zwingend vorausgesetztes Modul für zusätzliche Stromversorgung.

Das Spielbrett gibt es je nach Preisklasse in verschiedenen Ausführungen⁵¹, die sich in Größe und Material unterscheiden. Der große Vorteil des Konzeptes ist nun, dass ein einmal angeschafftes Spielbrett mit allen später erscheinenden Modulen kompatibel bleibt. Dies hat sich von damals bis heute nicht geändert — auch die zur Zeit noch neu erhältlichen *Mephisto Magellan*- oder *Senatormodule* lassen sich in einem vor 20 Jahren angeschafften Brett der vorgestellten Serie verwenden. Auch die Anzeigemodule waren kompatibel zu mehreren verschiedenen Recheneinheiten, so dass auch diese nicht immer ausgewechselt werden mussten. Andere Hersteller brachten zwar Geräte mit ähnlichen Konzepten auf den Markt, doch nichts überdauerte die Ära der Schachcomputer so wie das modulare System von *Mephisto*.

Andere Ideen von Modularität gehen eher in Richtung Aufteilung verschiedener Funktionen auf spezifische Einzelkomponenten. Hier wäre zunächst einmal die Trennung von Spielfeld und Recheneinheit zu nennen, wie sie beispielsweise beim *Tasc R30* zu finden ist:



Abbildung 4.39: *Tasc R30* trennt Spielbrett und Rechen-/Steuereinheit

Das Magnetsensorschachbrett ist hier von dem per Kabel verbundenen Schachcomputer (links in Abb. 4.39) räumlich getrennt. Die Rechen-/Steuereinheit ist dabei potenziell autark und kann auch ohne das Brett verwendet werden.

⁵¹ *Modular*: Kunststoffbrett, *Exclusive*: Holzbrett, *München*: größeres Holzbrett, *Bavaria*: größeres Holzbrett mit Figurenerkennung.

Das Bedienkonzept ist ein Cursorsystem mit größerer Anzeige; gleichzeitig dient das Gerät als Schachuhr. Gleichfalls kann auch das Brett als sog. *Smartboard* an einen PC angeschlossen werden, um es als Eingabeschnittstelle für Schachzüge zu verwenden.

Auch weiterführende Konzepte zum Thema Modularität und Aufteilung in verschiedene funktionale Bereiche waren vereinzelt vorhanden. Zu nennen wäre hier vor allem das ausbaufähige *Novag Super System* (siehe Abb. 4.40), welches in seiner finalen Stufe eine multiple Konnektivität besitzen sollte. Verschiedene Schachbretter, eine Ausgabe am Fernseher und sogar Anschluss an den Personal Computer waren die angepriesenen Features des ehrgeizig wirkenden Projektes. So interessant und sinnvoll diese Erweiterungsmöglichkeiten auch sein mochten, das vorgenannte Problem mit der „Aufrüstsackgasse“ des Hauptgerätes blieb vorhanden, weshalb solchen Konzepten auch der Markterfolg⁵² verwehrt blieb.

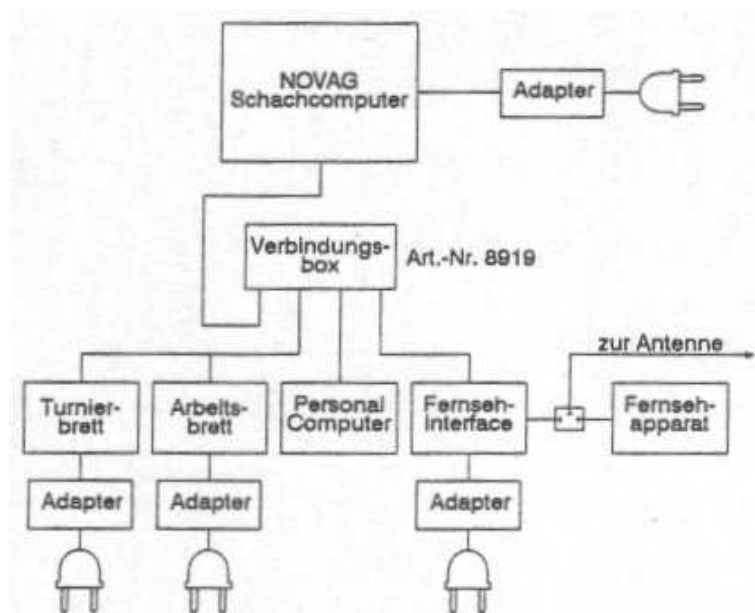


Abbildung 4.40: Multiple Konnektivität auf dem Papier:
Das *Novag Super System*

⁵² Ob diese Systeme auch wie beschrieben umgesetzt wurden oder nur ein Marketinggag blieben, entzieht sich leider meiner Kenntnis.

4.4.4 Fazit Schachcomputer

Auch wenn der Markt für Schachcomputer sich heutzutage nicht nur abgekühlt, sondern nach und nach sogar zu verschwinden droht, sind und bleiben diese Geräte ein wichtiger Meilenstein der Entwicklungsgeschichte von schachspielenden Maschinen. Zunächst einmal ist festzuhalten, dass erst mit der Markteinführung dieser Geräte das computerbasierte Schachspiel⁵³ für einen breiten Anwenderkreis zugänglich wurde. Völlig neue Bedienkonzepte machten es zudem möglich, dass auch computerunerfahrene Benutzer mit den Geräten schnell zurecht kamen.

Verantwortlich dafür waren verbesserte Benutzungsschnittstellen: Die syntaktische Ebene der Kommunikationskomponente wurde leichter zugänglich, die an das Schachbrett angepasste physikalische Komponente bewirkte eine deutliche Verringerung der erforderlichen Interaktionsschritte. Oft orientierte sich die Usability dabei an der Idealsituation einer Schachpartie zwischen Menschen und eiferte dabei im Extremfall sogar dem Vorbild des *Schachtürken* nach (siehe → Schachroboter). Hierbei stieß jedoch nicht nur die Technik manchmal an die Grenzen ihrer Möglichkeiten, sondern es musste auch die Frage aufgeworfen werden, ob dadurch nicht die Breite der Anwendungsgebiete eventuell eingeschränkt wurde. Denn mit zunehmender Stärke und neu hinzukommenden Features der in den Schachcomputer enthaltenen Programme diversifizierten sich auch die Wünsche der Anwender bezüglich des Einsatzes der Schachcomputer — sie waren fortan nicht mehr nur als Spielpartner, sondern auch als Analysewerkzeug⁵⁴ zu gebrauchen. Der größte Zugewinn der in diesem Abschnitt vorgestellten Schachcomputer gegenüber den Großrechnern und Minicomputern dürfte der Einsatz taktischer

⁵³ Gemeint ist hier nicht nur das Spiel „Mensch gegen Computer“, denn durch den vielfältigen Funktionsumfang der Schachcomputer wurden zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten erschlossen, z.B. das Analysieren von Schachpartien mit Hilfe des Computers.

⁵⁴ In diesem Fall kommt es darauf an, möglichst schnell Züge eingeben und vielfältige Informationen abfragen zu können, wie z.B. die Hauptvariante. Dafür sind die oben vorgestellten Schachroboter denkbar ungeeignet, bei ihnen liegt der Fokus klar auf dem Einsatz in einer praktischen Partie.

Medien⁵⁵ bei der Zugeingabe sein, welche der textuellen Eingabe überlegen ist. Auch wenn die meisten dieser Geräte obendrein auditive Ausgabemedien besitzen, ist deren Bedeutung eher gering⁵⁶.

4.5 Schach am Heim- und Personalcomputer

Mit dem Aufkommen der Heimcomputer entstand zunächst keine wirkliche Konkurrenz zum Markt der im letzten Abschnitt behandelten Brettschachcomputer. Die ersten Schachprogramme für Heimcomputer waren ihnen gegenüber eher ein Rückschritt, was Spielstärke und Bedienbarkeit betraf. Zwei entscheidende Vorteile gab es allerdings von vornherein: Ein Schachprogramm kostet deutlich weniger als ein Brettschachcomputer. Wenn man also ohnehin im Besitz eines Heimcomputers war, konnte man sich im Gegenwert für ein Brettgerät eine Menge Schachsoftware zulegen. Der zweite Vorteil war zunächst nicht so offensichtlich, da er erst später ausgereizt wurde: Heimcomputer waren flexibler, was ihre Benutzungsschnittstellen anging (Ein- und Ausgabe, Speichermedien). Wie bereits in 4.3.4 erörtert, war der Übergang vom Heim- zum Personalcomputer eher fließend, deshalb soll an dieser Stelle nicht noch einmal explizit auf die Unterscheidung eingegangen werden. Wichtiger ist es, die entscheidenden Übergangspunkte zu markieren, an denen sich in Bezug auf den Anwendungsfall Schach die Dinge positiv verändert haben. Während die Spielstärke über die Zeit proportional zu der kontinuierlich steigenden Rechenleistung und RAM-Kapazität zunahm, änderten vor allem die Einführung neuer Bedienkonzepte die Usability von Schachprogrammen sprunghaft. Der erste Sprung ist bereits darin zu sehen,

⁵⁵ Gemeint ist hier eine spezielle Form taktiler Medien: die Figuren bzw. Sensoren der in diesem Abschnitt vorgestellten Brettcomputer. Während Druckknöpfe, Schalter und Tasten ebenfalls prinzipiell den Tastsinn ansprechen, erscheinen sie jedoch gegenüber den vorgenannten eher abstrakt und vor allem willkürlich, wenn man sie in Relation zum Anwendungsfall Schach betrachtet.

⁵⁶ Der Einsatz eines Signaltons als Aufforderung, den Computerzug auf dem Brett auszuführen, erscheint noch sinnvoll, ebenso bestätigende bzw. warnende Pieptöne nach Benutzereingaben. Die akustische Ausgabe von Zügen oder sogar Kommentare zum Spielverlauf sind dagegen für den Dauerbetrieb eher lästig und sollten unbedingt abschaltbar sein.

dass im Gegensatz zu früheren Computergenerationen bei Schachprogrammen für Heimcomputer die grafische Bildschirmdarstellung zum Standard wurde. Zwar war einerseits die Bildschirmausgabe keine wirkliche Innovation mehr und andererseits gab es auch Heimcomputer-Schachprogramme im Textmodus, doch schon bald etablierte sich der Grafikmodus als neue Norm zur Repräsentation des Schachbrettes auf dem Monitor. Dies stellt am Ende der achtziger bzw. Anfang der neunziger Jahre einen Umbruch dar und kennzeichnete den Übergang in ein neues Kapitel der Computerschachentwicklung.



Abbildung 4.41: Ein typischer Heimcomputer Mitte der achtziger Jahre: Der *Commodore 64* mit Joystick und Floppy

4.5.1 Rudimentäre Oberflächen und Eingabegeräte

Repräsentation des Schachbrettes

Die typische Ausstattung eines Heimcomputers sah seit 1985 in etwa so aus wie in Abbildung 4.41: Tastatur und Joystick (Eingabe), Bildschirm und ggf. Drucker (Ausgabe), Kassetten- und / oder Diskettenlaufwerk (permanente Speichermöglichkeit). Während die neuartigen Ein- und Ausgabeschnittstellen auf der einen Seite flexibler waren als bei den im letzten Abschnitt vorgestellten (Brett-)Schachcomputern, stellten sie die Nutzer andererseits auch vor neue Hürden. Die Darstellung eines Schachbrettes auf dem Bildschirm ist für die meisten computerunerfahrenen Schachspieler äußerst gewöhnungsbedürftig; ein real dreidimensionales Objekt muss mit möglichst einfachen grafischen Mitteln auf einer zweidimensionalen Fläche (=Monitor) abgebildet werden. Wer nur das Spiel an einem realen Schachbrett gewohnt ist, dem bereitete der Umstieg auf die virtuelle Repräsentation des Spielfeldes einige Mühe. Zwar kannten beleseene Spieler die 2D-Darstellung aus in Büchern und Zeitschriften verwendeten Schachdiagrammen, doch diese dienten nur als grafische Stellungenbeschreibung, nicht jedoch als eigentlicher Ereignisraum des Spielgeschehens.

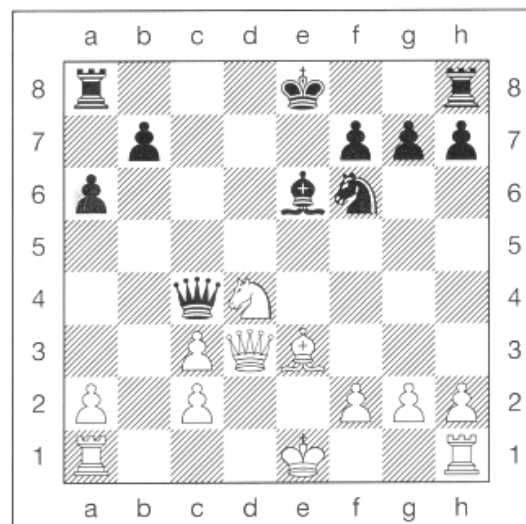


Abbildung 4.42: Diagrammdarstellung des Schachbrettes in Zeitschriften

Erweiterte Ausgabemöglichkeiten

Schon früh kamen Entwickler deshalb auf den Gedanken, ihre Schachprogramme auch mit einer alternativen Anzeige des Brettes auszustatten, die es dreidimensional erscheinen lassen sollte. Zu diesem Zweck wurde eine isometrische Darstellung gewählt, die Dreidimensionalität vortäuschen soll. Diese Pseudo 3D-Repräsentation des Spielfeldes war jedoch statisch, man konnte also Blickwinkel und -abstand nicht verändern. Trotzdem stellte dieses Feature eine sinnvolle Hilfe für alle Nutzer dar, um den Übergang zur virtuellen Brettdarstellung zu erleichtern.

Ein weiteres Problem war die Unterbringung von Zusatzfunktionen: Da auf den universell angelegten Eingabeschnittstellen des Heimcomputers keine schachspezifischen Funktionstasten angebracht waren, musste der Zugang zu den Sonderfunktionen ebenfalls auf die Bildschirmfläche verlagert werden, um umständliches Auswendiglernen von Tastenkombinationen zu umgehen. Es setzte sich wie bei anderen Anwendungen ein Auswahlménü am oberen Bildschirmrand durch, welches mit angezeigten Tastatureingaben gesteuert werden konnte. Hier offenbarte sich gleichzeitig ein großer Vorteil der Heimcomputer-Schachprogramme: Neue Funktionen konnten jederzeit hinzugefügt werden, ohne dass es hardwareseitig ein Re-Design geben musste — ein genereller Trumpf von universelleren gegenüber höher spezialisierten Computern. Mit der Zeit etablierten sich gewisse Standards in der Menübedienung und bei den zur Verfügung stehenden Funktionen, so dass erfahrene Benutzer die Bedienung eines anderen Schachprogramms nicht neu erlernen mussten, sondern auf ihr vorher erworbenes Wissen zurückgreifen konnten.

In Abbildung 4.43 ist das Schachprogramm *Psion Chess* dargestellt, welches die schon angesprochenen Repräsentationselemente enthält. Die Oberfläche nutzt die grafischen Fähigkeiten eines Heimcomputers nur rudimentär; sie erinnert noch zum Teil an die textuelle Darstellung älterer Computergenerationen und kann deshalb wohl eher als semigrafisch bezeichnet werden. Alternativ zu der diagrammartigen 2D-Brettrepräsentation kann auch eine isometrische 3D-Darstellung gewählt werden (unterer Teil der Abbildung).



Abbildung 4.43: *Psion Chess* mit semigrafischer Oberfläche und isometrischer 3D-Darstellung

Positiv hervorzuheben ist der hohe Informationsgehalt⁵⁷ des Bildschirmausschnittes, welcher trotzdem noch recht übersichtlich bleibt. Trotzdem wird es Nutzern mit wenig Computererfahrung eher schwer gefallen sein, ein solches Programm zu bedienen, da sie möglicherweise mit den umfangreichen Funktionen überfordert und von der hohen Informationsdichte zu stark von Reizen überflutet werden. Die semigrafische Oberfläche wirkt zudem noch etwas abstrakt und verliert durch ihren stark textdurchgezogenen Charakter ein wenig an Bezug zur praktischen Spielsituation.

Wesentlich einsteigerfreundlicher zeigt sich die farbige Oberfläche des Schachprogramms *Zarkov* (Abb. 4.44), welche sich auf das Wesentliche beschränkt und die Brettdarstellung in den Vordergrund rückt.

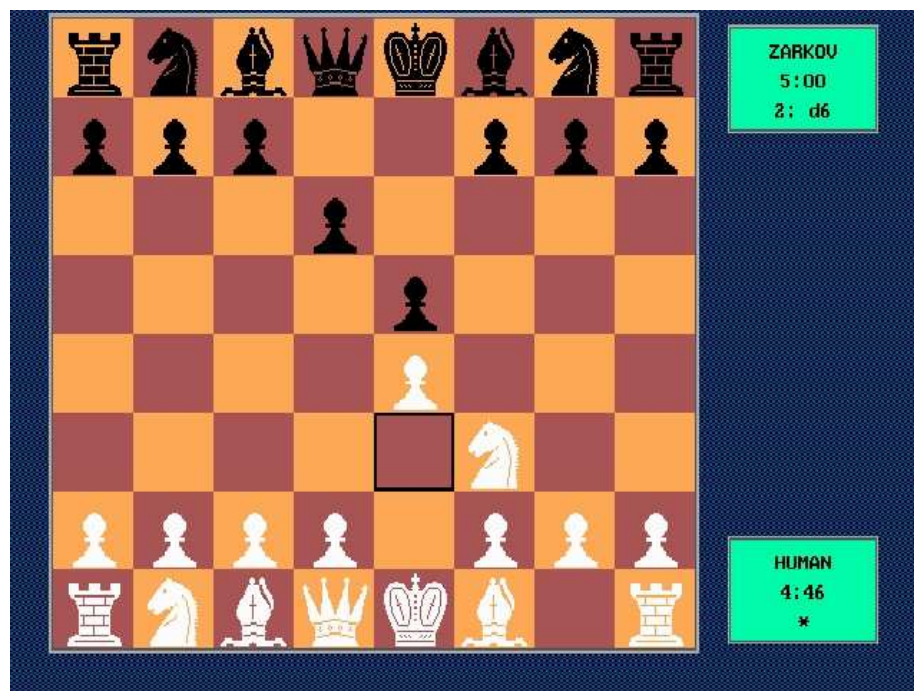


Abbildung 4.44: Beschränkung auf das Wesentliche: Die Oberfläche des Schachprogramms *Zarkov*

⁵⁷ Neben dem Funktionsmenü am oberen Bildschirmrand und der 2D-Brettrepräsentation auf der rechten Bildhälfte, finden sich links noch die Bedenkzeiten, die Zugnotation und die gewählte Spielstufe. Eine derartige auf einen Blick darstellbare Informationsvielfalt konnten die (Brett-)Schachcomputer nicht bieten — hier mussten die erwünschten Angaben sequentiell durch einzelne Interaktionsschritte abgefragt werden.

Sperrige Zugeingabe

Die Zugeingabe bei dieser Generation von Schachprogrammen gestaltete sich nicht so komfortabel wie z.B. bei Schachcomputern mit Magnetsensoren: Mit dem Joystick oder den Pfeiltasten wurde ein Cursor gesteuert, mit dem man zunächst das Ausgangs- und anschließend das Zielfeld markierte, jeweils gefolgt von einem bestätigenden Tastendruck. Der Cursor wurde meistens durch ein Quadrat repräsentiert, welches ein Feld des Schachbrettes umrandet⁵⁸. Dieses musste dann Feld für Feld umherbewegt werden, um die gewünschten Züge einzugeben. Zugeingaben dieser Art erforderten also unter Umständen einige Interaktionsschritte mehr als bei einem Brettschachcomputer oder bei der textuellen Eingabe⁵⁹: Je nachdem, wie weit Ausgangs- und Zielfeld auseinander lagen, mussten entsprechend viele Einzeleingaben erfolgen, da der Cursor im Gegensatz zum menschlichen Arm nicht übergangslos bewegt werden konnte, sondern nur schrittweise. Auch wenn dieses Eingabekonzept vielleicht etwas umständlicher war als die natürliche Zugausführung auf einem realen Brett, so erforderte es jedoch keine Kenntnisse über Feldkoordinaten bzw. den schon angesprochenen „Übersetzungsprozess“ der textuellen Zugeingabe. Noch heute kommt das Konzept zum Einsatz, z.B. bei Schachprogrammen für Mobiltelefone. Hier erweist es sich sogar als notwendig, dieses Konzept zu verwenden, da die Tasten eines Handys meistens mehrfach belegt sind und eine textuelle Eingabe deshalb nicht praktikabel wäre. Moderne Mobiltelefone sind hingegen mit einer unter dem Display angeordneten Steuerungseinheit⁶⁰ ausgestattet, die der Funktionsweise eines Joysticks stark ähnelt. Da auch der Platz auf dem Display stark eingeschränkt ist und oftmals vollständig von der Brettdarstellung ausgefüllt wird, bietet sich nur die Feld-für-Feld-Cursorsteuerung an, da der User hier für jeden einzelnen Interaktionsschritt ein Feedback erhält (=Feldumrandung bewegt sich einen Schritt weiter).

⁵⁸ In Abbildung 4.44 ist dieser Cursor auf dem Feld *e3* zu sehen, repräsentiert durch eine schwarze Umrandung des Feldes.

⁵⁹ Diese wurde als zusätzliche Eingabemöglichkeit von einigen Programmen angeboten.

⁶⁰ Diese Funktionstaste kann in vier Richtungen bewegt werden und ist für die Bedienung mit dem Daumen ausgelegt, siehe Abb. 3.21.

4.5.2 PC-Programme mit neuen Funktionen

In diesem Abschnitt soll der Entwicklungsfortschritt von Schachsoftware für Personalcomputer betrachtet werden. Wie schon mehrfach angesprochen kann kein wirklicher Übergangspunkt vom Heim- zum Personalcomputer markiert werden. Deshalb wird an dieser Stelle festgelegt, dass die hier mit PC bezeichneten Rechner folgende Ausstattungsmerkmale aufweisen müssen: Einen hochauflösenden Monitor zur Ausgabe von Computergrafik und die Eingabeschnittstellen Tastatur und Maus. Als Speichermedien sollte eine Festplatte und mindestens eine Schnittstelle für leicht transportable Datenträger (Diskette, CD/DVD-ROM, USB-Speicherstick o.ä.) vorhanden sein. Zeitlich ist eine solche Ausstattung seit dem Anfang der neunziger Jahre zum Standard für Personalcomputer geworden.

Die Maus als ideale Eingabeschnittstelle

Mit der Maus als Positioniergerät wurde die ideale Eingabeschnittstelle für Schachprogramme kreiert, da sie eine stufenlose Steuerung des Cursors erlaubt: Der auf dem Bildschirm frei bewegliche Mauscursor wird einfach innerhalb der Begrenzung des Ausgangsfeldes abgesetzt und es erfolgt ein bestätigender Druck auf eine der Maustasten. Als zweiter Schritt erfolgt der Transfer des Cursors zum Zielfeld, ebenfalls mit einem abschließenden Mausklick — schon macht die entsprechende Figur den gewünschten Zug. Das Verfahren könnte man als ein auf die Bildschirmoberfläche abgebildetes Drucksensor-Eingabekonzept⁶¹ aus der Welt der Schachcomputer sehen. Es unterliegt nicht den Beschränkungen der schrittweisen Cursorsteuerung einer Joystickeingabe, sondern ahmt in gewisser Weise die fließende Bewegung des menschlichen Armes nach, der nach einer Figur greifen und diese an einem anderen Platz wieder absetzen möchte. Anwender, die Erfahrungen mit der Maussteuerung besitzen, können auf diese Weise Partien sehr schnell durchspielen. Auch das Navigieren durch die einzelnen Züge einer Partie geht leichter als je zuvor: Entweder man benutzt die in die mei-

⁶¹ Auch hier musste jeweils ein Druck auf das Ausgangs- und Zielfeld erfolgen, siehe 4.4.2

sten Oberflächen integrierten *Nachspielpfeile* (per Maussteuerung) oder die Pfeiltasten auf der Tastatur⁶². Mit der Maus gestaltet sich schließlich auch das Aufbauen einer neuen Stellung auf dem virtuellen Schachbrett sehr benutzerfreundlich: Aus einer Auswahlpalette mit allen Figursymbolen wählt man den gewünschten Spielstein aus und platziert ihn einfach an der entsprechenden Stelle des Spielfeldes — dies kommt einem Magnetsensorbrett mit Figurenerkennung gleich.

Raumaufteilung

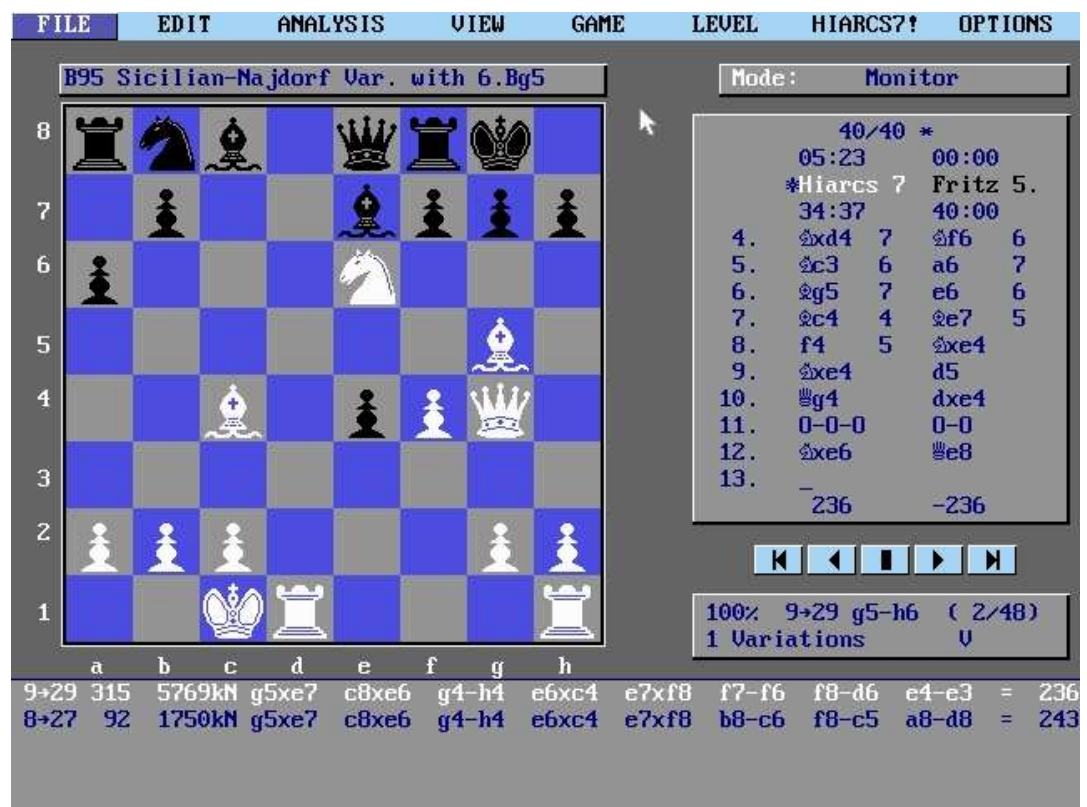


Abbildung 4.45: Das Schachprogramm *HiarcS* für MS-DOS

⁶² Die Nachspielpfeile sind in Abb. 4.45 in der rechten Bildhälfte unter der Partienotation zu sehen. Um einzelne Züge vor- oder zurückzuspielen, eignen sich die Pfeiltasten der Tastatur jedoch besser, da hierzu weniger Interaktionsschritte benötigt werden (Platzieren des Mauscursors über dem entsprechenden Pfeil-Button entfällt).

Das in Abbildung 4.45 gezeigte Schachprogramm beinhaltet bereits eine Raumaufteilung der einzelnen Ausgabeelemente: Am oberen Bildschirmrand befindet sich eine Menüleiste zur Steuerung der verschiedenen Funktionen des Programms. Die linke Bildhälfte wird vom eigentlichen Schachbrett ausgefüllt, die rechte Hälfte enthält die Zugnotation, Nachspielpfeile und zwei weitere Statusanzeigen. Am unteren Rand kann der Benutzer die Recheninformationen des Programms ablesen (Suchtiefe, besuchte Knoten, Hauptvariante). Diese Aufteilung nach funktionalen Bereichen setzte sich bei beinahe allen Schachprogrammen durch — sogar die räumliche Anordnung wurde meistens nach genau diesem Schema vorgenommen. Dadurch war sichergestellt, dass den Benutzer bei nahezu jedem Programm ein in Grundzügen vertrautes Bild erwartete. Dieser Umstand führte zu einer besseren Usability unter erfahrenen Anwendern, da sie den Ort von bestimmten Ausgabeinformationen bzw. Funktionsaufrufen nicht jedes Mal neu suchen mussten, wenn ein anderes Programm zum Einsatz kam. Die gezeigte Aufteilung fördert auch die Übersichtlichkeit auf dem Bildschirm; die wichtigen Elemente sind prägnanter in Szene gesetzt als die weniger wichtigen⁶³.

Datenbanken

Zwar gab es auch bei Heimcomputern schon prinzipiell die Möglichkeit, Schachpartien auf Kassette / Diskette zu speichern, doch machten möglicherweise wegen des langsamen Datenträgerzugriffs davon nur wenige Programme Gebrauch. Die Festplatte eines Personalcomputers bietet jedoch genügend Platz und schnellen Lese-/Schreibzugriff, so dass nicht nur einzelne am Computer gespielte Partien abgespeichert, sondern sogar Partien aus ganz anderen Kontexten eingegeben und zwecks Aufbewahrung auf der Festplatte abgelegt wurden. Dies wurde selbstverständlich auch durch die neue und äußerst effektive Art der Mauseingabe ermöglicht — ein geübter Benutzer kann eine Partie damit in ungefähr zwei Minuten eingeben. So entstanden mit der Zeit anwachsende Partiedatenbanken, die mittels Da-

⁶³ Dies gilt allerdings eher für die Benutzer, deren Schriftsprache von links nach rechts bzw. oben nach unten gelesen wird.

tenträger auch unter den Benutzern ausgetauscht werden konnten. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber den (Brett-)Schachcomputern: Diese konnten zwar auch Partien in ihrem Speicher halten, doch erstens war die Kapazität im Gegensatz zur Festplatte äußerst gering und zweitens fehlte eine Vervielfältigungsmöglichkeit für den Austausch von Daten.

Die Speicherschnittstellen der Personalcomputer waren also flexibler und führten sogar dazu, dass heutzutage schachbezogenes Material überwiegend elektronisch aufbewahrt, vervielfältigt und ausgetauscht wird (siehe 5.2.1 im nächsten Kapitel). Maßgeblich trug das Datenbankverwaltungsprogramm *ChessBase* zu dieser Entwicklung bei, aber auch die Standardisierung gewisser Dateiformate wie das freie PGN (*Portable Game Notation*).

4.5.3 Analyse neuer grafischer Benutzeroberflächen

Durch die Verbreitung von Betriebssystemen mit grafischer Benutzeroberfläche etablierten sich auch neue Designrichtlinien für Schachprogramme. Es wundert wenig, dass sich diese an den schon vorher üblichen Bildschirmaufteilungen (s.o.) orientierten. Eine Neuerung war allerdings, dass sich die Eingriffsmöglichkeiten des Benutzers auf die Raumaufteilung und das Design erweiterten. Viel entscheidender noch als die äußere Aufteilung des Bildschirminhaltes ist die innere Trennung von Programmelementen, die vor allem mit dem Betriebssystem *MS Windows* Einzug in die Schachsoftware hielt.

Modulares Konzept

Ähnlich wie schon bei den Schachcomputern (siehe Abschnitt 4.4.3) gelangten die Programmentwickler von Schachsoftware zu der Erkenntnis, dass eine modulare Aufteilung in einzelne funktionale Bestandteile ein großer Vorteil für Schachprogramme sein würde: Die Trennung von Benutzeroberfläche und Engine war zwar schon 1991 von Mathias Feist erfunden und in das Programm *Fritz* implementiert worden, doch setzte sich das Konzept

erst seit Mitte der neunziger Jahre durch, als auch mehrere verschiedene Engines für die damals dominierenden Oberflächen *ChessBase/Fritz* (kommerziell) und *Winboard*⁶⁴ (kostenlos) zur Verfügung standen. ChessBase benutzte dabei ein eigenes, geschütztes Protokoll zur Kommunikation zwischen Engine und GUI, während das Winboard-Protokoll frei zugänglich war. Im Jahr 2000 veröffentlichten Stefan Meyer-Kahlen und Rudolf Huber die Spezifikationen ihres ebenfalls ohne Lizenzgebühren nutzbaren UCI-Protokolls (*Universal Chess Interface*), welches die Konfiguration der Engineparameter über GUI-Befehle erlaubt und deshalb benutzerfreundlicher ist als Winboard⁶⁵. Mit der steigenden Anzahl an Engines, die Winboard oder UCI unterstützen, sahen sich die Entwickler kommerzieller Schach-GUIs gezwungen, diese Protokolle ebenfalls in ihre Programme mit aufzunehmen. Der Vorteil des „Multi-Engine-Konzeptes“ liegt auf der Hand: Ein Benutzer kann stets mit der von ihm bevorzugten Oberfläche arbeiten, über die er Zugriff auf seine Eröffnungs-, Endspiel- und Partiedatenbanken⁶⁶ hat. Für Analysen, Gegnervielfalt oder Vergleichstests kann er verschiedene Schachengines als Module in die GUI einbinden, ohne die Oberfläche verlassen oder wechseln zu müssen.

Funktionale Gliederung

Die Aufteilung in funktionale Bereiche gestaltet sich in einer auf Fenster basierenden Betriebssystem-Oberfläche äußerst praktikabel. Der Nutzer hat die Möglichkeit, die einzelnen Komponenten in ihrer Größe, Form und Positionierung zu verändern. Werden bestimmte Komponenten nicht gebraucht, kann das entsprechende „Fenster“ einfach geschlossen oder minimiert werden. In den Abbildungen A.5 und A.6 sind die Screenshots⁶⁷ von zwei mo-

⁶⁴ Diese Oberfläche wurde ursprünglich für Unix-/Linux-Betriebssysteme unter dem Namen *XBoard* entwickelt; *Winboard* ist die Portierung des Programms auf die MS Windows Plattform.

⁶⁵ Hier musste die Konfiguration in einer separaten Datei vor dem Starten der Engine erfolgen, was unerfahrene Benutzer abschreckt.

⁶⁶ Eine genauere Erläuterung zu diesen Begriffen erfolgt in 5.2.1.

⁶⁷ Um auch Details erkennen zu können, wurden die Bilder um 90 Grad gedreht, damit der Platz auf einer DIN A4 Seite besser ausgenutzt wird.

dernen Schach-GUIs zu sehen; bei beiden ist die Raumaufteilung der einzelnen Ausgabeelemente deutlich erkennbar. Die ChessBase Oberfläche gliedert sich in folgende Bereiche:

1. Schachbrett in zweidimensionaler Darstellung (1)
2. Menüleiste mit Pulldown-Menü (2a) und Symbolleiste (2b)
3. Notationsfenster (3a), Bewertungsprofil (3b), Bedenkzeiten (3c) und Eröffnungsbaum (3d)
4. Hauptenginefenster (4a) und zugeschaltete Kiebitzengines (4b)

Außer der Menüleiste können alle einzelnen Komponenten verschoben und in Größe und Form verändert werden, sogar das „Ausklinken“ der Bereiche aus dem Gesamtkomplex ist möglich⁶⁸. Es folgt eine Erläuterung zu den aufgeführten Komponenten:

- Auf dem Schachbrett wird die aktuelle Stellung angezeigt. Es ist gleichzeitig Eingabeschnittstelle für neue Züge des Benutzers und Ausgabeschnittstelle für Züge des Computer bzw. beim Nachspielen von Partien. Den verschiedenen Eingabemodalitäten ist der nächste Unterabschnitt gewidmet.
- Das Pulldown-Menü beherbergt nahezu alle Funktionen der Oberfläche, daher ist dies die platzsparendste Lösung. Die meistgebrauchten Funktionsaufrufe lassen sich bequem über die schneller zugängliche Symbolleiste erreichen; es genügt ein Mausklick auf das entsprechende Icon.
- Im Notationsfenster sind alle Züge der aktuellen Partie aufgelistet, außerdem alle Varianten und Kommentierungen. Ein Variantenbaum

⁶⁸ In diesem Fall erhält der Benutzer ein separates Fenster, das frei auf der Oberfläche bewegt werden kann. So ist z.B. möglich, mehrere Komponenten übereinander zu lagern oder auf einen zweiten Bildschirm zu verschieben.

wird durch das Zurückspringen an eine vor dem Ende der Partie liegende Stelle und anschließendem Eingeben eines neuen Zuges erzeugt: Es erscheint eine Abfrage, ob eine neue (Haupt-)Variante erzeugt oder die restlichen Partiezüge mit dem neuen Zug überschrieben werden sollen. Durch den Variantenbaum lässt sich bequem navigieren, indem man einfach einen beliebigen dort notierten Zug anklickt — das Schachbrett zeigt nun die zu diesem Zeitpunkt aktuelle Stellung. Jetzt können entweder neue Züge eingegeben werden oder die bereits vorhandenen Züge nachgespielt werden.

- Das Bewertungsprofil ist nur bei Partien sinnvoll, an denen eine Engine beteiligt war und die jeweilige Stellungsbewertung beim Ausführen ihrer Züge mit abgespeichert hat. In diesem Fall werden die Bewertungen über ein Balkendiagramm dargestellt, den Zeitverbrauch pro Zug zeigen zwei Kurvenverläufe an. Auch hier kann der Benutzer mit einem Klick auf einen bestimmten x-Achsenabschnitt des Diagramms bewirken, dass die Brett- und Notationsanzeige an die entsprechende Stelle der Partie springt.
- Die Uhren zeigen für jede Seite sowohl die verbliebene Restzeit (oben) zur nächsten Zeitkontrolle an, als auch den Zeitverbrauch für den aktuellen Zug (unten).
- Das Buchfenster stellt alle Züge dar, die in der momentan geladenen Eröffnungsbibliothek enthalten sind und auf die aktuelle Brettposition folgen. Zusätzlich werden Statistiken wie Häufigkeit und Erfolgswahrscheinlichkeit des Zuges mit angegeben.
- Das Hauptenginefenster gibt einen Einblick in den Rechengang der geladenen Engine, wie z.B. die aktuelle Stellungsbewertung, die ermittelte Hauptvariante und die Suchtiefe. Auf dem nebenstehenden kleineren Variantenbrett kann der Benutzer mit Hilfe der Nachspielpfeile die Hauptvariante vor- und zurückspielen — es fungiert also als Gedächtnisstütze zur besseren Visualisierung der textuellen Anzeige.

- Zusätzliche Engines können als *Kiebitze* hinzugeschaltet werden und lassen sich unabhängig von der Hauptengine steuern: Im Beispiel rechnet die Engine *Shredder 8* im 3-best-Modus⁶⁹, während die anderen beiden Engines nur die jeweils beste Variante anzeigen.

Perfektionierte Zugeingabe

Wie die Zugeingabe bei modernen Schach-GUIs funktioniert, soll anhand des Programms *Shredder Classic 2* erläutert werden. Neben der schon unter 4.5.2 erwähnten Methode ist es möglich, auf eine sehr natürlich wirkende Art und Weise Züge auf dem virtuellen Schachbrett einzugeben: Hierbei wird zunächst der Mauscursor über die gewünschte Figur geführt, dann die linke Maustaste gedrückt und gehalten — dies entspricht der Zugausführung auf dem realen Brett, bei der ein Mensch den Arm bzw. die Hand über eine Figur bewegt, zugreift und dann die Figur festhält. In diesem Moment markiert die Oberfläche alle Felder, auf die diese Figur den Regeln entsprechend ziehen kann⁷⁰ (siehe Abb. A.1, links). Nun wird die Figur mit dem Cursor auf das gewünschte Feld gezogen, während der Benutzer noch immer die Maustaste drückt — ihm wird dabei suggeriert, dass er die Figur in seiner Hand hält. Hat der Cursor das Feld erreicht (Abb. A.1, rechts), kann die Maustaste losgelassen werden. Die Oberfläche setzt dann die Figur auf dem Feld ab und nimmt dem Benutzer dabei ggf. weitere Manöver ab:

- Bei Schlagzügen wird die geschlagene Figur automatisch entfernt.
- Bei einer Rochade muss nur der Königszug vom Benutzer eingegeben werden, der Turmzug wird vom Computer ausgeführt.
- Bei Bauernumwandlungen wird dem Benutzer sofort ein Eingabedialog eingeblendet, in welchem er die gewünschte Figur auswählen kann.

⁶⁹ Der k-best-Modus bedeutet, dass die k besten Züge (bzw. deren Hauptvarianten) in der momentan untersuchten Stellung angezeigt werden.

⁷⁰ Felder mit Schlagzügen werden rot dargestellt, bedrohte Felder in gelb und alle restlichen Felder in grün.

Zusätzlich zu diesem sehr natürlichen Eingabekonzept können die Züge auch auf eine andere Weise eingegeben werden, um die Interaktionsschritte auf ein Minimum zu reduzieren. Landet der Mauscursor über einem Feld, auf das nur eine einzige Figur ziehen kann, wird eine kleine '1' in seiner Pfeilspitze angezeigt und die entsprechende Figur kann mittels eines Mausklicks sofort dort hinbewegt werden (siehe Abb. A.2, links — nur der Läufer von g2 kann auf das Feld e4 ziehen). Befindet sich der Cursor über einem Feld, auf das mehrere Figuren ziehen können und drückt der Benutzer die linke Maustaste, dann werden alle Figuren markiert, die auf das Feld ziehen können (Abb. A.2, rechts — auf das Feld f3 können fünf Figuren ziehen). Bewegt man den Mauspfel dann bei immer noch gehaltener Maustaste auf eines dieser markierten Felder und lässt die Taste los, zieht die entsprechende Figur.

Die hier beschriebenen Vereinfachungen haben dazu geführt, dass für eine auf modernen Schach-GUIs ausgetragene Partie weniger Interaktionsschritte notwendig sind als beim Spiel an einem realen Schachbrett. Anders ausgedrückt nimmt die Zugausführung in der virtuellen Umgebung für geübte Benutzer weniger Zeit in Anspruch als in der am Anfang des Kapitels definierten Idealsituation einer Schachpartie. Welche Konsequenzen dieser Umstand auf das Schachspiel hatte, wird im nächsten Kapitel erläutert (siehe 5.3.2).

Neue audiovisuelle Effekte

Der Benutzer hat bei modernen GUIs jederzeit die Möglichkeit, Größe und Design der Oberfläche zu verändern. Insbesondere bei der Darstellung des Schachbrettes gibt es viele Alternativen: Von bildschirmfüllender Größe bis Briefmarkenformat, verschiedene Felderfarben und Figurensätze, Einblendung von Koordinaten und Nachspielpfeilen, Uhren mit digitaler oder analoger Anzeige — der Geschmack des Benutzers entscheidet. Die grafischen Kapazitäten der heutigen Personalcomputer lassen es ohne weiteres zu, auch aufwändige Berechnungen für die Darstellung der Benutzeroberfläche anzu-

stellen. Grafikkarten mit 3D-Beschleunigung erlauben eine dreidimensionale Darstellung des Schachbrettes, bei der man Blickwinkel und -abstand verändern kann. Zusätzlich werden optische Raffinessen wie Schatten- und Spiegeleffekte dargestellt. Einen guten Eindruck vermittelt Abbildung A.5, auch wenn der Figuresatz nicht unbedingt dem gängigen Turnierstandard⁷¹ entspricht. Sogar ganzheitliche virtuelle Umgebungen wurden erschaffen, um dem Benutzer das Gefühl zu geben, in einem anderen Raum Schach spielen zu können. Durch Vollbilddarstellung dieser Umgebung wird die 2D-Oberfläche verlassen und gegen eine virtuelle Raumkonstruktion ersetzt, wie sie in modernen Ego-Shootern üblich ist. Der Gegner erscheint in Form eines räumlichen Avatars, um die Spielsituation realistisch wirken zu lassen.



Abbildung 4.46: Der moderne *Schachtürke* existiert nurmehr in der virtuellen Umgebung eines Schachprogramms

⁷¹ Bei Turnieren wird die sogenannte *Stauntonform* für Figuren verwendet.

Auch vor der Tonausgabe hat der Fortschritt nicht Halt gemacht: Neben den zum Standard gewordenen Brettgeräuschen⁷² bieten manche Oberflächen auch die sprachliche Ansage der ausgespielten Züge an. Seltener ist die Ausgabe von Sprüchen, die den Spielverlauf kommentieren. Neben einem generellen auditiven Feedback für Zugein- und -ausgaben soll dem Benutzer das Spiel mit dem Programm dadurch kurzweiliger gestaltet werden und zu seiner Unterhaltung beitragen.

Interessant ist nun die Frage, wie die in den letzten Abschnitten erläuterten technischen Neuerungen von den Benutzern wirklich angenommen werden. Um dieser Angelegenheit auf den Grund zu gehen, habe ich eine Umfrage unter Anwendern von Schachsoftware vorgenommen. Auch wenn sich leider nur 20 Personen an der Umfrage beteiligten und deshalb keinerlei statistische Aussagekraft daraus ableiten lässt, kann sie in kleinerem Rahmen durchaus als relativ repräsentativ bezeichnet werden: Die Hälfte der Befragten bestand aus erfahrenen Anwendern mit schachlichem Hintergrund, die andere Hälfte eher aus Einsteigern mit wenig Schachbezug. Das Urteil der schachversierten Benutzer fällt in Bezug auf technische Neuerungen wie 3D-Brett, bunte Designs oder Spruchausgabe einstimmig aus: Alle benutzen ausschließlich eine zweidimensionale Brettdarstellung mit einem üblichen Figurensatz und möglichst unauffälligen Farben (einige sogar nur schwarz/weiß). Bei der Tonausgabe benutzen sie lediglich die Brettgeräusche, 30% auch zusätzlich die sprachliche Zugansage. 75% der Einsteiger fühlen sich hingegen von einem 3D-Brett angezogen und wählen im Vergleich zur anderen Gruppe buntere Darstellungen. Alle befragten Benutzer verwenden lediglich die Maus als Eingabeschnittstelle (zur Variantennavigation unterstützend die Tastatur). Nur 15% empfinden diese Art der Eingabe und Darstellung als eher unnatürlich und benutzen lieber ein an den Rechner angeschlossenes elektronisches Schachbrett zum Spielen von längeren Partien.

⁷² Diese entsprechen der Funktion des bestätigenden Pieptons bei Schachcomputern, um dem Benutzer ein zusätzliches akustisches Feedback zu Ein- und Ausgaben zu liefern: Das Ziehen einer Figur macht sich hier durch ein (meistens einstellbares) Soundsample bemerkbar.

Kapitel 5

Das Schachspiel im Wandel der Medien

Die zweite Ebene des Interaktionswandels von Mensch und Maschine sind die sozialen Implikationen, welche sich seit dem Auftauchen der neuen (vor allem digitalen) Medien für das Schachspiel ergeben haben. Computer nahmen entscheidenden Einfluss auf den schachlichen Umgang der Menschen miteinander, aber auch auf das Spiel an sich. Neue Möglichkeiten und Herangehensweisen wurden ebenso eröffnet wie an anderer Stelle Verdrängungseffekte eingesetzt haben. Ebenen die Computer neue Wege für das Schach oder zerstören sie es irgendwann aufgrund ihrer wachsenden Einflussnahme? Diese und andere Fragen sollen im Laufe der folgenden zwei Kapitel diskutiert werden.

5.1 Einfluss analoger Medien

5.1.1 Revolution Buchdruck

Die Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern Mitte des 15. Jahrhunderts durch Johannes Gutenberg zog weite Kreise — auch für das Schachspiel. Ein Haupteffekt dieses revolutionären Durchbruchs in der Medienland-

schaft war die Verbreitung von Wissen auf umfassender Basis. Schach gewann dadurch in besonderer Weise, da das Spiel rational und relativ zufallsunabhängig ist. Es tendiert also in seinem Wesen zur Wissenschaft und ist deshalb auch der Publikation würdig [vgl. Petzold (1986), S. 156]. Über keine andere Sport- oder Spielart sind mehr Bücher und Zeitschriften erschienen, dies führte wiederum zu einer Weiterentwicklung der Schachspielkunst. An dieser Stelle wird der Zusammenhang mit dem technischen Fortschritt besonders deutlich. Das über die Jahre stetig gestiegene Spielniveau ist vor allem den in gedruckter Form vorliegenden Erfahrungen der Vorgängergenerationen zu verdanken, von denen ihre Nachfolger in erheblichem Maße profitierten.

Nicht nur die Meisterspieler konnten auf das in Buchform vorliegende Wissen zurückgreifen und ihre Fähigkeiten dadurch stetig verbessern. Auch für Schachanfänger wurde es mit der Zeit immer leichter, einen Einstieg in das königliche Spiel zu finden. Lehrbücher über Schach machen heute einen großen Teil der zu diesem Thema erhältlichen Literatur aus. Auch wenn die meisten Anfänger durch andere Menschen zum Schachspiel finden¹, bietet das gedruckte Wort eine hervorragende Grundlage zur Vertiefung der Kenntnisse.

Die technische Reproduzierbarkeit von Schrift, dem vielleicht wichtigsten Medium der Neuzeit, erfuhr mit der Erfindung Gutenbergs eine ungeheure Beschleunigung und leitete in vielen Bereichen eine erste und wichtige Phase der Demokratisierung von Wissen ein. Dieser Vorgang machte auch vor dem Schachspiel nicht halt, denn der Zugang zu dem Erfahrungsschatz anderer Spieler sowie zu neuem Partienmaterial wurde erst durch den Buchdruck auf breiter Basis ermöglicht. Weiterhin darf nicht vergessen werden, dass das Spiel selbst populärer wurde, als Zeitungen über schachliche Ereignisse berichteten und damit die Aufmerksamkeit neuer Schachinteressenten auf sich lenken konnten.

¹ Der Großteil aller Schachanfänger empfindet es als angenehmer, sich die grundsätzlichen Regeln des Spiels von einem Menschen erklären zu lassen. Erst danach setzen sich die meisten für weitere Studien der Feinheiten mit einem Schachbuch auseinander.

5.1.2 Fernsehen und Schach - eine Dissonanz?

Sport ist für das Medium Fernsehen attraktiv — doch es muss eine massentaugliche Sportart sein, sonst bleiben die Einschaltquoten aus. Ein Massenmedium ist nun einmal den Interessenschwerpunkten seiner Rezipienten verpflichtet und muss sich nebenbei noch gewissen anderen Verbindlichkeiten stellen². Was zeichnet nun eine Sportart aus, die für eine Fernsehübertragung besonders geeignet erscheint, also eine große Anzahl von Zuschauern anspricht? Grundvoraussetzung ist erst einmal, dass die Spielregeln größtenteils bekannt sind. Ein weiteres Argument betrifft die zeitliche Länge des Wettkampfes bzw. einer einzelnen Partie. Und schließlich hat die Attraktivität einer Sportart auch mit dem zu tun, was man eigentlich zu sehen bekommt: Werden viele abwechslungsreiche Bilder bzw. Bildfolgen gezeigt, die möglichst noch eine Bewegung beinhalten, dann ist das Gebotene für die meisten Rezipienten spektakulärer. Letztendlich hängt dieser Sachverhalt stark mit der im Spiel gebotenen Dramatik zusammen, wie sich diese auch immer manifestieren mag.

Diese Aufstellung macht bereits deutlich, dass Schach als Sport im Fernsehen nicht besonders attraktiv erscheint, ebenso wie die meisten anderen Denksportarten³. Erstens sind die Schachregeln einem großen Teil des Massenpublikums nicht oder nur unvollständig bekannt, zweitens dauert eine Schachpartie bei Turnierbedenkzeit in der Regel vier bis sechs Stunden und drittens sind die von den Akteuren gezeigten Aktionen bildtechnisch zu unattraktiv, da einfach nicht genug passiert bzw. die Abfolge der einzelnen Aktionen zu langwierig ist. Hinzu kommt noch, dass das eigentliche Geschehen in völliger Stille abläuft, um die Konzentration der Spieler nicht

² Das öffentlich-rechtliche Fernsehen hat den im Landesrundfunkgesetz verankerten Auftrag, den Zuschauern umfassend und ausgewogen Information, Bildung, Kultur und Unterhaltung anzubieten. Bei private Rundfunkanstalten, die sich in der Regel über Werbung finanzieren, steht dagegen eher die Maximierung der Einschaltquote im Mittelpunkt des Interesses.

³ Eine Ausnahme bildet das Pokern, welches zumindest beim Privatsender DSF seit einiger Zeit regelmäßig im Programm ist. Ausschlaggebend dafür scheinen die schnellere Spielabfolge, der Faktor Zufall bei der Kartenverteilung, die augenscheinliche psychologische Seite des Spiels (Bluffen), sowie die Geldeinsätze zu sein.

zu stören. Zwar kann dieses Manko durch Moderation und Kommentierung der Partie abseits des Brettes aufgehoben werden, trotzdem bleibt immer noch zu viel Raum im zeitlichen Ablauf, der gefüllt werden muss. Eine Live-Übertragung bei Turnierschachpartien macht also aus den genannten Gründen wenig Sinn.

Gleichwohl ist in früheren Tagen durchaus Interesse des öffentlich-rechtlichen Fernsehens am Schachspiel vorhanden gewesen. Die Weltmeisterschaftswettkämpfe zwischen Bobby Fischer und Boris Spassky sowie vor allem jene zwischen Anatoly Karpov und Garry Kasparov zogen das Medieninteresse auf sich, so dass sich auch das Fernsehen dem Rummel nicht verweigerte. Zu diesen Zeiten gab es 30-40 Schachsendungen im Jahr, neben allen dritten Programmen berichteten auch ZDF und 3Sat über das königliche Spiel. Besonders das 1979 im ZDF gezeigte Mensch-Maschine-Match zwischen David Levy und Chess 4.8 lockte Millionen von Zuschauern vor die Bildschirme (siehe Kapitel 3.4.2). Exemplarisch hervorzuheben ist sicherlich das Engagement des Westdeutschen Rundfunks, welcher 22 Jahre lang Schachsendungen ausstrahlte und erst 2005 seine Aktivitäten auf diesem Sektor einstellte⁴. Neben Sonderberichten zu besonders wichtigen Ereignissen wie Weltmeisterschaften, Schacholympiaden oder den Dortmunder Schachtagen gab es die jährliche Sendung *Schach der Großmeister*, in welcher zwei bekannte Meisterspieler eine Live-Partie austrugen. Der Gewinner erhielt den deutschen Fernsehschachpreis. Während der laufenden Partie, die in einer schalldichten Kabine gespielt wurde, kommentierten und analysierten die Großmeister Pflieger und Hort. Außerdem waren immer wieder Gäste eingeladen, die für ein schachbezogenes Rahmenprogramm sorgten. Die Bedenkzeit der Spieler wurde gegenüber einer Turnierpartie erheblich reduziert, damit eine Sendezeit von ca. zwei Stunden eingehalten werden konnte. Seit der letzten Ausgabe von *Schach der Großmeister* im August 2005 gibt es keine Schachsendungen im deutschen Fernsehen mehr.

⁴ Grund dafür ist die Pensionierung des Kulturredakteur Dr. Claus Spahn beim WDR, welcher diese Sendungen von Anfang an leitete. Die Einschaltquoten hingegen waren zum Ende hin zwar rückläufig, aber immer noch vergleichsweise hoch.

5.1.3 Zusammenfassung

Während Printmedien damals wie heute von entscheidender Bedeutung für Schach waren bzw. sind, interessierte sich das Fernsehen nur über einen gewissen Zeitraum für das königliche Spiel. Ein Grund dafür ist die unterschiedliche Funktionsweise beider Medien: Der gedruckte Text als statisches Medium eignet sich zum Darstellen und Nachvollziehen von Schachpartien generell besser als ein kontinuierliches Medium wie das Fernsehen. Dieses ist nicht in der Lage, die Nachteile von Zeitabhängigkeit, relativer Ortsgebundenheit und schneller Verflüchtigung der Informationen aufzuheben. Ein Sportereignis wie z.B. ein Fußballspiel, welches von der schnellen Bewegung, dem dynamischen Agieren der Spieler und der Atmosphäre des Spielortes lebt, lässt sich wiederum kaum schriftlich darstellen.

5.2 Computer verändern die Schachlandschaft

Auch wenn die Pioniere der Schachprogrammierung stets das Kräftemessen zwischen Mensch und Maschine im Hinterkopf hatten — Computer haben inzwischen eine vielschichtigere Bedeutung im Schach erlangt als nur als bloßer Spielpartner zu dienen. Diesen Umstand verdanken wir vor allem der rasanten Entwicklung der Mikrocomputer bis hin zum heutigen PC, welcher in seiner universellen Einsatzfähigkeit vor allem drei für Schach relevante Aufgaben übernimmt. Er dient als

- Speichermedium, d.h. zur Archivierung schachbezogener Inhalte.
- Rechner, d.h. zur (Voraus-)Berechnung von Schachzügen.
- Vermittler, d.h. zur Kommunikation zwischen Menschen zwecks des Austausches von Informationen.

Wie sich diese Aufgaben real ausgestalten, soll nachfolgend erörtert werden. Welche Auswirkungen dies auf Schach als Spiel und als (Profi-)Sport hatte und hat, damit befasst sich Abschnitt 5.4.

5.2.1 Datenbanken

Partiedatenbanken

Früher war es unumgänglich, dass ernsthafte Partien handschriftlich festgehalten und später gegebenenfalls in gedruckter Form archiviert bzw. veröffentlicht wurden, z.B. im sogenannten Schachinformatör⁵. Während die handschriftliche Notation noch heute üblich und bei offiziellen Turnieren verpflichtend ist⁶, wird die Archivierung der Partien heutzutage elektronisch vorgenommen. Die Veröffentlichung erfolgt ebenfalls in Gestalt von computerlesbaren Daten, in geringerem Maße jedoch auch noch parallel dazu in gedruckter Form. Die Idee, ein Datenbanksystem für Schachpartien zu erstellen, entstand Mitte der achtziger Jahre und wurde von Matthias Wüllenweber das erste Mal programmtechnisch umgesetzt und vermarktet. Mit seinem Programm *ChessBase* war man in der Lage, Partien mit Varianten und Kommentaren einzugeben, zu speichern und den Datensatz später gezielt nach einzelnen Kriterien wieder zu durchsuchen. Dieses Konzept war derart erfolgreich, dass eine gleichnamige Firma gegründet wurde und sich die stetig weiterentwickelte Programmserie ChessBase zum Standard in diesem Marktsegment etablierte. Die Überlegenheit der elektronischen Archivierung liegt auf der Hand: Die Suche nach bestimmten Partien geht erheblich schneller als bei den früher üblichen Karteikarten, verschiedenartige Attribute erleichtern dabei das Finden von bestimmten Partieklassen innerhalb des Datensatzes. Ein weiterer Vorteil ist die einfache Reproduzierbarkeit, da ein verlustfreies Kopieren der Daten problemlos möglich ist. Dies trägt wiederum zur schnellen Verbreitung der Inhalte bei.

⁵ Diese seit 1966 international erhältliche Zeitschrift enthält pro Ausgabe rund 700 meist kommentierte Meisterpartien und erscheint 2-3mal pro Jahr. Das Besondere daran ist die Klassifikation der einzelnen Partien nach sogenannten ECO-Codes (Encyclopedia of Chess Openings), die das Ordnungssystem des Informators darstellen. Auch eine neue Symbolik zur nonverbalen Kommentierung wurde eingeführt, um Sprachbarrieren zu umgehen. Damit wurde der Schachinformatör zum Vorgänger der heutigen computergestützten Datenbanken.

⁶ Möglicherweise wird das Mitschreiben der Partie auf einem Partieformular in Zukunft abgelöst durch das Eingeben der Züge in ein PDA-ähnliches Gerät wie den *Personal Chess Manager* - siehe http://www.monroi.com/products_personal.html

Eröffnungsbibliotheken

Da Schachengines in der Eröffnungsphase oft wenig abwechslungsreich und teilweise recht schwach spielen, kam man schon früh auf die Idee, eine elektronische Bibliothek mit Eröffnungszügen anzulegen. Auf diese sogenannten *Eröffnungsbücher*, die aus Partiedatenbanken generiert werden und als Datenstruktur *Baum* abgelegt sind, hat ein Schachprogramm in den ersten 10-20 Zügen einer Partie Zugriff und muss keine eigenen Berechnungen anstellen. In GUIs wie *ChessBase* oder *ShredderClassic* hat auch der Nutzer Zugriff auf den Eröffnungsbaum: Er kann ihn einsehen, bearbeiten oder auf der Grundlage einer bestimmten Partiedatenbank selbst einen neuen Baum generieren.

Endspieldatenbanken

Eine Innovation, die wirklich erst durch das Auftauchen von Rechnern mit einer gewissen Speicherkapazität möglich wurde, ist die Endspieldatenbank. Sie enthält alle legalen Stellungen eines Endspiels mit einer bestimmten Materialkonstellation und kann auf eine Liste mit den besten Zügen zurückgreifen. Die Endspieldatenbanken enthalten das durch ein retroanalytisches Verfahren gewonnene perfekte Wissen über eine bestimmte Schachstellung mit geringer Figurenanzahl. Während das Wissen über alle Endspiele mit lediglich drei Spielsteinen auf dem Brett auch von jedem Amateurschachspieler noch überblickt werden kann, warfen bereits bestimmte Viersteinerendspiele, die in den achtziger Jahren generiert wurden, Probleme für Meisterspieler auf. Zur Zeit existieren alle Endspiele mit drei bis sechs Steinen im heute gebräuchlichen Nalimov-Format⁷.

⁷ Der Namensgeber Eugene Nalimov kreierte diesen Standard 1999, indem er die Datenbanken und deren Zugriffscodes kostenlos zur Verfügung stellte. Ein Jahr zuvor hatte er die Arbeit von Steven J. Edwards übernommen und dessen Indexschema verbessert, so dass seine *Tablebases* kompakter wurden [vgl. Conrady (2001), S. 17]. Die Dateien wachsen trotz Komprimierung mit zunehmender Spielsteinanzahl rapide an: Während alle 3- und 4-Steiner Endspiele nur ca. 30 Megabyte belegen, nehmen schon die Fünfsteiner über 7 Gigabyte in Anspruch. Die kürzlich fertig gestellten Sechsteiner füllen ca. 1,2 Terabyte an Volumen aus.

In der Praxis gestaltet sich der Zugriff auf die Endspieldatenbanken sehr einfach: Bei Verfügbarkeit aller Dateien mit n Figuren⁸ spielt ein Schachprogramm, welches Zugriff auf die Datenbanken hat, ab einer Stellung mit nur noch n Figuren auf dem Brett absolut perfektes Schach. Zusätzlich ist es für Schachengines möglich, schon in der Baumsuche das in den Datenbanken enthaltene Wissen zu nutzen. Kommt der Suchalgorithmus an irgendeiner Stelle zu einer Stellung mit nur noch n Figuren auf dem Brett, so muss er für diese Position keine eigene Stellungsbewertung mehr generieren, sondern kann diese direkt aus der Datenbank ablesen. Der abgelesene Funktionswert kann dabei lediglich drei Zustände annehmen — gewonnen für Weiß, gewonnen für Schwarz, Remis. Diese exakten und deshalb wertvollen Informationen kommen der Suche einer Schachengine zugute, bringen aber aus einem anderen Grund auch Nachteile mit sich. Da das Datenvolumen ab Endspielen mit fünf Steinen zu groß ist, um es im schnellen Arbeitsspeicher des Computers ablegen zu können, verbleiben die Datenbanken in der Regel auf der Festplatte. Die Zugriffszeit erhöht sich dadurch astronomisch, auch wenn das Auslagern häufig gelesener Teile in den Cache der Festplatte oder des Betriebssystems diesen Effekt ein wenig abfedern. Trotzdem verlangsamt sich insgesamt die Suchgeschwindigkeit einer Engine. Die bis heute ungeklärte Frage ist, ob dieser Bremsfaktor in praktischen Partien den positiven Nutzen des perfekten Endspielwissens aufwiegt oder ob einer der beiden Effekte überwiegt.

5.2.2 Analysewerkzeug Schachprogramm

Neben den schon beschriebenen Zugriffen auf Partie-, Eröffnungs- und Endspieldatenbanken bietet ein Schachprogramm selbstverständlich auch die Möglichkeit, eine Schachstellung oder -partie ohne Datenbankunterstützung zu analysieren. Es ist problemlos möglich, einen *Variantenbaum* zu erzeugen, mit dessen Hilfe eine umfassende Auswertung realisiert werden kann.

⁸ Dies setzt auch das Vorhandensein der Unterendspiele mit $n-1$, $n-2$, ... Figuren voraus, da vor dem endgültigen Spielausgang eventuell noch weitere Figuren vom Brett verschwinden können.

Eine besondere Aufgabe kommt hierbei dem Einsatz von Schachengines zu. Viele GUIs bieten über ein standardisiertes Kommunikationsprotokoll⁹ den Zugriff auf verschiedene Engines an. Der Benutzer kann also an jeder Stelle im Variantenbaum beliebig viele Engines starten und sich die n besten Züge berechnen lassen. Die maschinell ermittelten Varianten samt ermittelten Stellungsbewertungen können dann wiederum in den bestehenden Variantenbaum eingefügt werden. Einige Engines bieten auch die Möglichkeit einer effektiven Rückwärtsanalyse von Varianten, was durch persistente Hashtabellen erreicht wird. Anstatt die Zwischenwerte in den Tabellen beim Vor- und Zurückspielen von Zügen jedes Mal zu löschen, werden die Bewertungen einfach beibehalten. Auf diese Weise kann eine Engine auch viel weiter vorne im Suchbaum schon erkennen, dass eine bestimmte Variante gut oder schlecht ist — wenn man ihr die Konsequenzen dieser Variante durch einfaches Vorspielen erst einmal gezeigt hat. Dieser Vorgang hilft dabei, bestimmte Züge bei der Analyse manuell in die Computerberechnung mit hinein zu nehmen oder aber diese auszuschließen¹⁰.

5.3 Das Internet schafft neue Wege

5.3.1 Informationsaustausch

Mit der Verbreitung von Internetzugängen nahm auch der Informationsaustausch von schachlichen Inhalten noch einmal rapide zu. Was früher entweder in gedruckter Form oder auf Disketten/CD-ROMs erworben werden musste, war nun oftmals zum kostenlosen Download freigegeben. Vor allem der Zugang zu neuem Partiematerial gestaltete sich plötzlich viel einfacher und aktueller: Während man vorher einige Monate warten musste,

⁹ Die am weitesten verbreiteten Protokolle sind das in den neunziger Jahren erschaffene *XBoard*-Protokoll, sowie das neuere *Universal Chess Interface (UCI)* aus dem Jahr 2000. Näheres dazu unter 4.5.3.

¹⁰ Die neueste Version des Schachprogramms *Shredder Classic* erlaubt genau dieses Ein- bzw. Ausschlussverfahren auf noch einfachere Weise: Hier kann man sogar einer bestimmten Stellung manuell einen Wert zuordnen.

bis Meisterpartien aus bestimmten Turnieren in Zeitschriften oder kommerziellen Datenbanken zur Verfügung standen, war es nun möglich, diese nach Abschluss des Turniers oder sogar tagesaktuell herunterzuladen. Ende der neunziger Jahre entstand die Webseite *TWIC (The Week In Chess)*, welche alle wichtigen Partien einer Kalenderwoche sammelte und diese Zusammenstellung dann wöchentlich aktuell zum Download freigab. Diesen Service muss man als eine zweite Phase der Demokratisierung von Schachinformation sehen, denn die Tür zu wichtigem Material war von nun an jedem Menschen mit Internetzugang geöffnet, ohne dass weitere Kosten entstanden oder erheblicher Aufwand vonnöten war.

Nicht nur die kostenlose Verbreitung von Partien nahm über das Internet seinen Lauf, sondern auch der meist kostenlose Zugang zu Turnierberichten, Studiensammlungen, Analysen etc. wurde durch das weltweite Netz gepflegt. Schachinteressierte konnten sich über Foren und Newsgroups austauschen und damit die räumlichen Grenzen ihrer näheren Umgebung überwinden. Besonders das Computerschach profitierte von diesem Austausch: Programmierer tauschten Ideen für ihre Programme miteinander aus, Tester stellten ihre Ergebnisse, Erfahrungen und Partien zur Verfügung. Erst durch das Internet etablierte sich eine Freeware-Szene bei Schachprogrammen im größeren Stil, da die Verbreitung der Software und entsprechendes Feedback der Anwender problemlos möglich wurde. Doch auch die kommerziellen Programme erhielten durch das *World Wide Web* einen Aufschwung: Auf der einen Seite nahm der Bekanntheitsgrad etablierter Produkte zu und es wurde leichter, ein neues Produkt publik zu machen. Auf der anderen Seite eröffnete sich ein völlig neuer Vertriebskanal, der für den Kunden und den Produzenten gleichermaßen attraktiv war. Der Produzent hat weniger Aufwand beim Vertrieb¹¹ und kann seine Ware deshalb günstiger anbieten. Der Kunde freut sich über den geringeren Preis gegenüber dem datenträgergebundenen Produkt, über die oft schnellere Verfügbarkeit und den bequemereren Zugang. Inzwischen gibt es auf dem Markt der Schachsoftware

¹¹ Inhalte auf physischen Datenträgern zu verkaufen ist nicht nur aufwändiger, sondern auch teurer als die Software zum kostenpflichtigen Download anzubieten.

sogar kleinere Anbieter, die ihre neuesten Programme ausschließlich über das Internet anbieten.

5.3.2 Spielplattform

Schon Anfang der neunziger Jahre kam man auf den Gedanken, einen Spielserver für Schach zu gründen, auf welchem sich Spieler aus aller Welt registrieren und gegeneinander Partien austragen konnten. 1995 war die Zahl der Benutzer auf dem Server des *Internet Chess Club (ICC)* bereits auf über Zehntausend gestiegen, wodurch sich das Unternehmen seine Führungsposition in diesem Marktsegment sichern konnte. Vorrangig werden auf dem Server nur Partien mit kurzer Bedenkzeit ausgetragen, sogar kürzere als es beim Spiel am realen Brett üblich ist¹². Dies hängt mit dem in Abschnitt 4.5.3 beschriebenen Bediensystem zusammen, bei welchem die Zugausführung für geübte Benutzer insgesamt weniger Zeit in Anspruch nimmt als beim realen Spiel. Die Uhr wird vom Computer automatisch gesteuert und muss nicht vom Spieler bedient werden. Registrierte Benutzer können neben der Verabredung zu einer Partie, welche über eine Liste mit Herausforderungen ermöglicht wird, auch miteinander chatten, bei Partien zuschauen und Informationen über andere Spieler abrufen. Inzwischen organisieren sich auch Vereine auf Schachservern und es werden sogar ganze Turniere über diese Spielplattform ausgetragen.

5.3.3 Übertragungskanal

Neben der ursprünglich angedachten Funktion, als Spielplattform zu dienen, entwickeln sich die Schachserver immer mehr zu einem Schauplatz für andere Aktivitäten: Das, was im Fernsehen unattraktiv erschien und deshalb nicht gesendet wurde, hat inzwischen den Weg zu den Interessenten gefun-

¹² Die Standard-Bedenkzeit beim sogenannten *Blitz* beträgt 5 Minuten pro Seite für die gesamte Partie. Auf Internetservern ist es dagegen üblich, auch deutlich kürzere Zeitkontrollen zu wählen. Für Bedenkzeiten unter 2 Minuten wurde sogar ein eigener Begriff kreiert: *Bullet*.

den — Live-Übertragungen von den weltweit wichtigsten Turnieren. Über ein an das Internet angebundene Client-Programm hat der Benutzer nun die Möglichkeit, alle wichtigen Partien in Echtzeit mitzuverfolgen. Die von den Spielern am Turnierort ausgeführten Züge und deren Bedenkzeiten werden von computerüberwachten Brettern und Uhren erfasst und an einen zentralen Rechner weitergeleitet. Dieser verarbeitet alle wichtigen Daten und leitet diese an bestimmte Knotenpunkte weiter, so dass die Partien über das Internet gesendet werden und Benutzer eines Schachservers diese am Bildschirm beobachten können. Im Gegensatz zu einer Fernsehübertragung ist der Anzahl an Partien, die gleichzeitig verfolgt werden, kein Limit gesetzt, da die Benutzer eine Auswahl treffen und sich den am Monitor dargestellten Inhalt selbst gestalten können.

Mit zunehmender Bandbreite und den damit einhergehenden Geschwindigkeitssteigerungen in der Datentransferrate erweiterten sich auch die Möglichkeiten der Schachserver. Wurden früher nur die Partien und eventuelle Stellungnahmen dazu in Textform dargestellt, war man ein paar Jahre später in der Lage, parallel auch Audiokommentare live zu übertragen. Diese Moderation gestaltete sich einfacher als bei einer Fernsehübertragung, da der Kommentator von jedem beliebigen Rechner mit Audiofunktionen und Internetanschluss aus zugeschaltet werden konnte. Seit 2003 gibt es auch regelmäßige Sendungen zum Thema Schach auf dem Server von ChessBase: Zunächst beschränkte sich dies auf Audioübertragungen mit dem Namen *Radio ChessBase*, ein Jahr später wurde dann auf *TV ChessBase* umgestellt. Neben der wöchentlichen Freitagssendung aus ihrem Hamburger Studio überträgt TV ChessBase auch Sondersendungen bei wichtigen Schach-events direkt vom Ort des Geschehens. Im frei zugänglichen Online-Archiv befinden sich alle bislang produzierten Sendungen, welche man sich gegen eine geringe Gebühr auch nachträglich jederzeit wieder ansehen kann.

Eine weitere Möglichkeit, Schachserver zu nutzen, besteht darin, einem größeren Publikum Trainingseinheiten anzubieten. Der Schachlehrer führt dabei seine Lektionen am Schachbrett seiner lokalen Benutzeroberfläche vor und kann via Audiostream kommentieren, während die Zuschauer diesen

Vortrag am heimischen Rechner mitverfolgen. Zwischenfragen können im gleichzeitig geöffneten Chat gestellt werden, die Kommunikation ist also in beide Richtungen möglich. Mit Hilfe zahlreicher grafischer Hervorhebungen ist eine schachliche Lehrstunde am Computerbildschirm gut nachzuvollziehen und weist kaum noch Nachteile gegenüber einem realen „Vor-Ort-Vortrag“ auf¹³.



Abbildung 5.1: Grafische Möglichkeiten der ChessBase Oberfläche beim Online-Vortrag

¹³ Für Zwischenfragen kann der Lehrer sogar die exklusive Brettkontrolle einige Zeit abgeben, damit ein Schüler eine bestimmte Zugfolge vorspielen und zur Analyse freigeben kann.

5.4 Auswirkungen auf das Schachspiel

Die Auswirkungen der durch Computer eingeführten technischen Innovationen im Schach sind vielfältig und oftmals gar nicht mehr so einfach nachzuvollziehen, da sie fest in der heutigen Realität verankert sind. Wo an einer Stelle die Koexistenz von herkömmlicher Herangehensweise und technischem Ansatz vorherrscht, haben an anderer Stelle bereits Verdrängungseffekte zugunsten des computerorientierten Umgangs mit einem schachbezogenen Problem eingesetzt.

5.4.1 Zuwachs und Beschleunigung von Information

In Zeiten vor der elektronischen Speicherung von Schachdaten, insbesondere von Meisterpartien, war es üblich, diese Informationen aus Büchern und Zeitschriften zu beziehen. Die Zeit bis zur öffentlichen Verfügbarkeit neuen Materials war gemessen an heutigen Maßstäben sehr lang, das Beschaffen, Durchsehen und Archivieren desselben war teuer und zeitaufwändig. Nur Spielern mit entsprechender Kapitalausstattung war es vorbehalten, ein Team von Leuten zu unterhalten, das sich um diese Aufgaben kümmerte und den Spieler dann mit den wichtigsten Informationen versorgte. Heute ist das Beschaffen neuer Informationen mit Hilfe des Internets kein großartiger Aufwand mehr und die Archivierung bzw. der spätere Suchvorgang wird erheblich durch eine Datenbank erleichtert. Ex-Weltmeister Garry Kasparov bezeichnete die elektronische Schachdatenbank in seiner Autobiografie gar als *«die wichtigste technische Neuerung im Bereich der Schachforschung seit der Erfindung des Buchdrucks»* [vgl. Kasparov (1987)].

Während auf der einen Seite das Schachwissen nun für jeden frei zugänglich wurde, nahm auf der anderen Seite aber auch die Masse an Information enorm zu. Immer mehr Partien waren von nun an verfügbar und mussten von jedem ernsthaften Schachspieler wahrgenommen werden, um in der Eröffnungstheorie auf dem Laufenden zu bleiben. Jedem ambitionierten Schachspieler sind über zwei Millionen Partien zugänglich, Tendenz stei-

gend. Eine neue Eröffnungsidee konnte früher von einem Spieler mehrfach angewandt werden — es vergingen oft Monate, bis sich die Informationen verbreitet hatten. Heute dispergieren diese binnen Stunden im Internet und fließen unentwegt in Datenbanken ein [vgl. Schulz (2002), S.19]. Eine Neuerung in der Eröffnung ist nur genau einmal als wirkliche Überraschung verwendbar, danach muss man damit rechnen, dass diese bereits über das Internet weitergegeben und von der Schachwelt zur Kenntnis genommen wurde. Meisterspieler überlegen sich deshalb sehr genau, wann sie ihre wertvollen neuen Ideen einsetzen, um nicht unnötig früh ihr Pulver zu verschießen¹⁴.

5.4.2 Computeranalysen

Während Schachprogramme früher für ernsthafte Spieler zwecks Analyse von Zügen kaum zu gebrauchen waren, herrscht heute ein anderes Bild vor: Mit zunehmender Spielstärke der Maschinen (ungefähr seit Mitte der neunziger Jahre) wuchs das Interesse der Menschen an Computeranalysen. Die Kombination aus schneller Hardware und stark verbesserter Software führte dazu, dass vom Computer errechnete Züge für die Partievorbereitung an Wert gewannen. In komplizierten taktischen Stellungen wurde es mit der Zeit unerlässlich, eine Schachengine zu befragen — hier lag schließlich schon immer die Domäne der „elektronischen Rechenknechte“.

Zunächst ging es nur darum, die Programme als *Blundercheck* in besonders heiklen Situationen einzusetzen, in denen ein Mensch schnell die Übersicht verlieren könnte. Nach weiteren Spielstärkezuwächsen ließ man den Computer jedoch in jeder Position mitrechnen. Besonders hilfreich sind dabei mehrere Analyseengines, denn je mehr unterschiedliche „Meinungen“ ein Spieler sich einholen kann, desto besser. Zusätzlich hilft die Funktion der *Multivarianten-Analyse*, bei der ein Programm die errechneten n besten

¹⁴ Gerade bei den Profispielern beobachtet man zunehmend die Tendenz, Neuerungen nur in wichtigen Matchphasen einsetzen zu wollen — beispielsweise um einen Punkterückstand aufzuholen oder den entscheidenden Vorsprung zu erlangen. Zusätzlich spielt auch die Bedeutung des Wettkampfes eine Rolle: Je wichtiger das Turnier, desto eher ist man bereit, neue Ideen preiszugeben.

Züge anzeigt. Anders als bei Vorausberechnungen von Zügen bis zu einer nicht-spielentscheidenden Position¹⁵ liefern die schon erwähnten Endspieldatenbanken perfektes Wissen. Diese unfehlbaren Informationen können von keinem Profischachspieler ignoriert werden, denn etliche als gängige Endspieltheorie geltende Thesen haben sich mit Hilfe der Endspieldatenbanken als falsch herausgestellt¹⁶. Trotzdem können auch sehr starke Großmeister nicht immer etwas mit dem perfekten Datenbankwissen anfangen: Wenn kein plausibles Schema erkennbar ist, wie man ein bestimmtes Endspiel zu behandeln hat, sind Menschen nicht in der Lage, die Informationen aus den Endspieldatenbanken anzuwenden. Das menschliche Gehirn kann die Fülle an verfügbaren Daten nicht aufnehmen, sondern muss den abstrakten Plan von einem Spielverhalten speichern, um ihn dann auf eine konkrete Situation in der praktischen Partie anwenden zu können. In einigen Endspielsituationen konnte dies mit Hilfe der Datenbanken gelingen, in anderen wiederum nicht.

5.4.3 Cheating

Eine unerfreuliche Randerscheinung im Schach ist der unerlaubte Einsatz von Computern in menschlichen Partien. Zum ersten Mal passierte dies wahrscheinlich Ende 1998 beim internationalen Open in Böblingen. Auch wenn der verdächtige Clemens Allwermann nicht überführt werden konnte, wird aufgrund der Indizien vermutet, dass er sich während seiner Par-

¹⁵ Sofern der Computer eine Stellung nicht bis zu einem forcierten Gewinn, Verlust oder Remis durchgerechnet hat, bieten seine Ausgaben (=Stellungsbewertungen) nur eine Einschätzung der Position an: Weiß und Schwarz stehen ungefähr gleich gut oder eine Seite einen hat Vorteil. Auch wenn man sich auf diese Einschätzung bei starken Programmen der Gegenwart häufig verlassen kann, handelt es sich hierbei keinesfalls um die endgültige Wahrheit. Der Computer kann aufgrund seines beschränkten Suchhorizontes oder wegen ungenauer Kriterien in der Bewertungsfunktion mit seiner Einschätzung der Lage durchaus daneben liegen.

¹⁶ Ein berühmtes Beispiel ist die seit 1851 bekannte Kling-und-Horwitz-Stellung aus dem Endspiel mit zwei Läufern und König gegen einen Springer und König. Hier bewies erst Ken Thompson Mitte der achtziger Jahre mit seiner kurz zuvor generierten Endspieldatenbank, dass die gängige Lehrmeinung inkorrekt war. Die Theorie musste umgeschrieben werden [vgl. Friedel (1985), S. 23].

tien mit Hilfe eines Komplizen und einer miniaturisierten Funkanlage die vom Schachprogramm *Fritz* errechneten Züge durchgeben ließ. Der Amateur mit einer damaligen Wertungszahl von nur 1925 schlug bei diesem Turnier plötzlich Gegner mit Großmeisterstärke und erreichte eine sagenhafte Turnierleistung von 2630 Elopunkten — eine Steigerung, wie sie noch niemals zuvor beobachtet wurde. Zu allem Überfluss verkündete Allwermann in seiner letzten Partie, bei der er den Turniersieg perfekt machte, ein 8-zügiges Matt in hochkomplizierter Stellung. Experten waren sich einig, dass kein Mensch hier eine solch verlässliche Mattansage hätte tätigen können. Weitere Überprüfungen ergaben exakte Übereinstimmungen der von Allwermann gespielten Züge mit den von *Fritz* vorgeschlagenen. Offenbar hat größtenteils das Programm gespielt und der Mensch nur die ihm eingesagten Züge ausgeführt.

Seit der Verfügbarkeit von spielstarken Programmen für Handheld-Computer ist eine noch einfachere Möglichkeit entstanden, sich Computerhilfe zu verschaffen: Ein mit zur Toilette genommener bzw. dort versteckter PDA wird einfach zur aktuellen Stellung befragt¹⁷. Genau das geschah vier Jahre nach dem Allwermann-Vorfall beim Lampertheimer Open. Diesmal wurde der Betrüger jedoch auf frischer Tat ertappt und sofort disqualifiziert. Auch aufgrund solcher Vorfälle wurde wohl das Handyverbot auf Schachturnieren eingeführt.

Bei Schachturnieren, die im Internet ausgetragen werden, ist die Versuchung für die Spieler noch größer, sich unerlaubte Computerhilfe zu holen. Denn auf den ersten Blick erscheint es schwierig, jemanden aus der Ferne des Cheatings zu überführen. Auf Schachservern gibt es aber inzwischen Mechanismen, die genau dies leisten sollen. André Schulz von der Firma ChessBase erläutert diesen Vorgang so:

«Bei Turnieren auf dem Fritz-Server wird eine automatische Überwachungssoftware eingesetzt, die aus verschiedenen Parametern einen „kybernetischen Fingerabdruck“ einer Partie er-

¹⁷ Voraussetzung dafür ist natürlich, dass der Spieler sich die aktuelle Brettstellung exakt merken kann.

mittelt und mit normalen, gesicherten Werten statistisch vergleicht. In den Partien zwischen Spitzengroßmeistern kann es eine Reihe von Übereinstimmungen mit Enginezügen geben, aber es gibt immer auch einen großen Unterschied zu Partien, die von Engines gespielt werden. Aufgrund des kybernetischen Fingerabdrucks kann in praktisch allen Fällen zweifelsfrei ermittelt werden, ob jemand gecheatet hat oder nicht. Die Anzahl von Zweifelsfällen wird sich mit der wachsenden Anzahl von Serverturnieren zunehmend verringern, wenn immer mehr statistisches Vergleichsmaterial zu Verfügung steht [Schulz (2004a)].»

Ob diese Überwachungssoftware jeglichen Betrug ausschließen kann, muss jedoch kritisch hinterfragt werden. Ebenso unsicher ist, ob zuweilen nicht auch Unschuldige des Cheatings beschuldigt werden — schließlich ist bei Entscheidungen auf Basis von statistischen Kriterien eine gewisse Fehlerquote unvermeidbar. Die Problematik muss also weiter ernst genommen werden, denn letztendlich steht vor allem im Profisport viel auf dem Spiel. Wenn jemand öffentlich des Cheatings beschuldigt wird, leidet sein Ruf enorm darunter. Ob dies zurecht geschieht, sollte besser nicht nur in die Hände einer automatischen Überwachungssoftware gelegt werden.

5.4.4 Lernen am Computer

Schach kann man am Computer lernen — vor einigen Jahren wäre dies noch eine kühne Aussage gewesen. Es war unabdingbar, das Schachspiel von einem Menschen erklärt zu bekommen oder aber es sich unter Zuhilfenahme eines Buches anzueignen. Die Kombination von menschlichem Trainer und inhaltsvertiefenden Büchern wird auch heute noch als der beste Weg zum Erlernen und Verbessern des königlichen Spiels angesehen. Trotzdem ist es auch möglich, auf diese „Hilfsmittel“ komplett zu verzichten und stattdessen nur Computerprogramme einzusetzen. Prinzipiell stellen diese Programme eine Konvergenz der beiden oben genannten Lehrmittel dar, man könnte sie als eine Art interaktives Schachlehrbuch sehen. Während Bücher ledig-

lich textuelle und statische Bildinformationen in Form von Diagrammen anbieten können und das menschliche Training zwar interaktive, jedoch der Verflüchtigung ausgesetzte Inhalte¹⁸ anbietet, führt eine Lernsoftware erst einmal die Vorteile aus beiden Welten zusammen: Inhalte sind jederzeit erneut abrufbar, haben aber einen lebendigeren Charakter als der Text eines Buches. Eine gewisse Interaktivität ist durch Übungsaufgaben mit Echtzeitkontrolle ebenfalls vorhanden, konkrete Fragen können jedoch meist nicht gestellt werden.

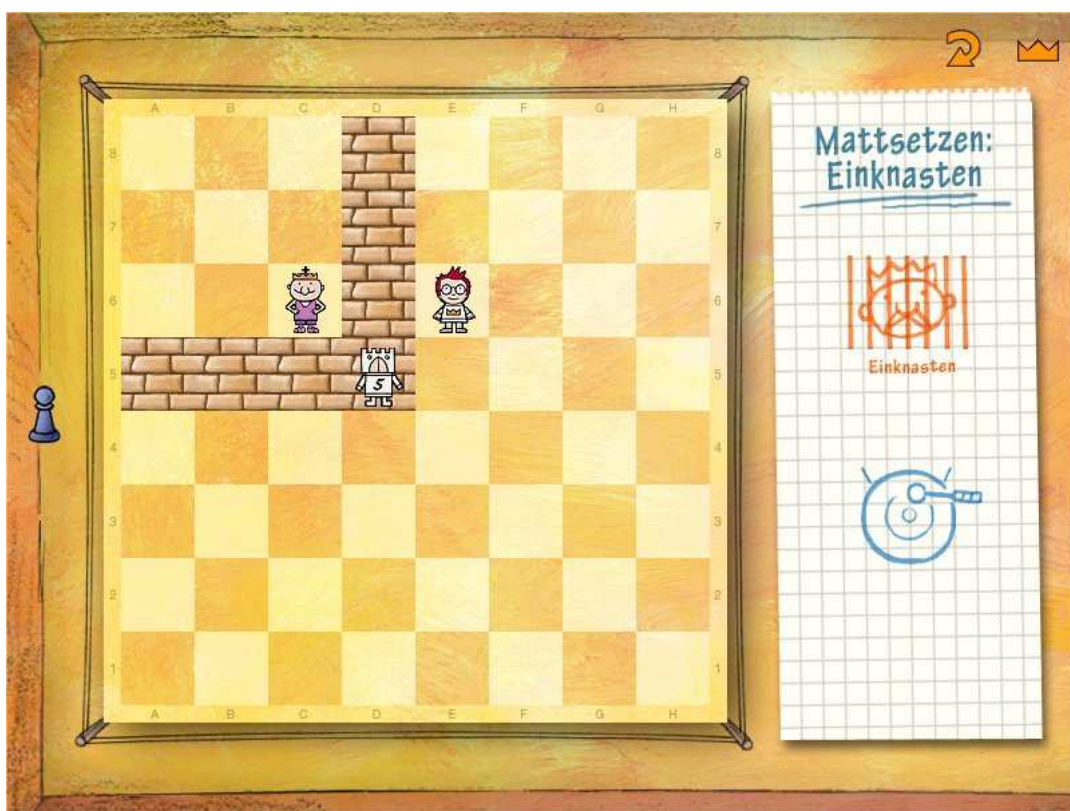


Abbildung 5.2: Bei *Fritz&Fertig* wird der Benutzer spielerisch an Schachprobleme herangeführt

Inzwischen gibt es sogar Programme, die den Anwender spielerisch an die Regeln und Feinheiten des Schachs heranzuführen, z.B. *Fritz&Fertig*. In eine

¹⁸ Der Vortrag eines Menschen wird in der Regel mündlich gehalten. Wenn nebenbei auf dem Schachbrett analysiert wird, bleiben die Ergebnisse nicht erhalten. Der Schüler ist also gezwungen, sich Notizen zu machen, wenn er nicht alle Inhalte im Gedächtnis behalten kann.

Rahmenhandlung eingebettet ist es das Ziel des Spiels, dass der Benutzer Schach erlernt und sich eine gewissen Spielstärke antrainiert. Die Zielgruppe besteht hier vor allem aus Kindern, eignet sich jedoch auch für experimentierfreudige Erwachsene [vgl. Klaustermeyer (2002), S. 506].

5.5 Zusammenfassung

Die beschriebenen, durch Computer hervorgerufenen Innovationen haben in der Schachwelt tiefgreifende Änderungen hinterlassen, wie es sie seit der Erfindung des Buchdrucks nicht mehr gegeben hat. Bei der Vorbereitung auf eine ernsthafte Partie in der Turnierpraxis ist es inzwischen zur Normalität geworden, Computer einzusetzen. Im Profischach kann sich dem niemand mehr entziehen. Neben den schon angesprochenen Vorteilen ergeben sich auch einige Nachteile aus dieser neuen Realität: Durch die immens gestiegene Anzahl an verfügbaren Informationen (Partien, Analysen), die in der Meisterpraxis berücksichtigt werden müssen um konkurrenzfähig zu bleiben, wird die Zeit für neue und kreative Ideen immer knapper. Es werden lediglich kleine Verbesserungen in vorhandenen Spielvarianten gesucht — mit Hilfe des Computers. Dieser Vorgang führt sogar nach Meinung einiger Großmeister soweit, dass die Ideen bzw. die konkreten Varianten nur noch von der Analyseengine stammen, während der Mensch diese nur noch nachspielt und auf Tauglichkeit überprüft [vgl. Evgeny Bareev in Friedel (2001), S.55]. Aussagen wie diese lassen die Vermutung aufkommen, der Mensch habe seinen Part als Schöpfer kreativer Ideen im Schach an den Computer verloren. Doch es gibt auch andere Meinungen: Der Spitzengroßmeister Viswanathan Anand hält die Rolle des Menschen nachwievor für sehr wichtig und erachtet es für sinnvoll, den Rechner ab und an auszuschalten und auf einem normalen Schachbrett zu analysieren. Seiner Ansicht nach muss man den Computer bei der Analyse vernünftig und gezielt anwenden, außerdem gelinge es nicht immer, Computerideen während einer Partie am Brett umzusetzen [vgl. van Reem (2001), S. 44].

Die Kehrseite der durch digitale Medien in Gang gebrachten Demokratisierung des Wissens ist die praktische Bewältigung der neuen Informationsflut. Im Spitzenschach bleiben Sekundanten trotz der einfacheren Beschaffung der Daten weiterhin unerlässlich, um das verfügbare Material durchzusehen, auf das Wichtigste zu reduzieren und es dem Spieler in komprimierter Form zu präsentieren. Der Spieler selbst muss sich im Vergleich zu früher viel mehr merken, da die Eröffnungstheorie wesentlich umfangreicher geworden ist. In gewisser Weise wird jeder Spieler selbst ein Stück weit zu einer Datenbank, in der die Informationen quasi in veredelter Form vorliegen.

Ein weiteres Manko ergibt sich durch das schon beschriebene Cheating, bei dem Computer in unerlaubter Weise eingesetzt werden. Dass Computer und Internet insgesamt zur Popularisierung des Schachs beigetragen hat, steht außer Frage. Bedenklich könnte es jedoch an der Stelle werden, wenn Menschen das Schachspiel zunehmend von zu Hause aus betreiben — mit dem Computer als Spielpartner oder als Vermittler zu dem vernetzten Pool anderer Spieler. Anfänger können wie bereits aufgezeigt das Spiel komplett am Rechner erlernen und vertiefen. Über einen Spieleserver finden sie dann genügend Gegner zu jeder Zeit und an jedem Ort der Welt. Diese Vorzüge kann kein Schachverein bieten. Man wird abwarten müssen, ob diese Entwicklung zu einem Rückgang der Vereinsmitgliedschaften führen wird, letztendlich vielleicht sogar zu einer Verschiebung der Austragungsgepflogenheiten des Spiels von der realen hin zur virtuellen Welt.

Kapitel 6

Entstehung neuer Spielvarianten durch den Computer

Die Verbreitung von Computern hat neben den im letzten Kapitel beschriebenen Änderungen in der Schachwelt auch neue Varianten des Spiels hervorgebracht. Gemeint ist weniger eine Modifikation der Schachregeln¹ selbst, sondern das Miteinbeziehen des Rechners in den Spielbetrieb. Erwähnt wurde bereits die Rolle des Computers als Spielplattform und damit als Vermittler zwischen den Menschen. In diesem Abschnitt sollen nun weitere Formen des Spielbetriebes betrachtet werden, die erst mit dem Auftritt der Schachautomaten auf der Bühne des königlichen Spiels möglich wurden und dieses nachhaltig geprägt haben.

¹ Auch so etwas hat es selbstverständlich von Zeit zu Zeit gegeben. Die berühmteste Schachvariante ist das 1996 von Großmeister Bobby Fischer vorgestellte *Fischer Random Chess*, wegen seiner 960 verschiedenen Startmöglichkeiten auch *Chess960* genannt. Der Hintergrund war die Entwicklung einer Spielvariante, die mehr Gewicht auf das Talent und die Kreativität des Spielers legte, als auf das Auswendiglernen und Analysieren von Eröffnungen. Dies wird mit zufällig ermittelten Eröffnungsstellungen erreicht, die ein umfassendes Studium von Eröffnungstheorie ad absurdum führt [vgl. Scharnagl (2004)]. An dem Werdegang von Chess960 dürfte der Computer indirekt mitgewirkt haben, da dieser, wie im vorigen Abschnitt erörtert wurde, der Hauptgrund für das rasante Wachstum des Theoriegebäudes ist.

6.1 Computer vs. Computer

Schon früh kamen die Schöpfer der schachspielenden Programme auf den Gedanken, ihre Geisteskinder gegeneinander antreten zu lassen. Der Wettkampf gegen menschliche Schachspieler verlief zu diesem Zeitpunkt (Anfang der 1960er Jahre) noch äußerst frustrierend aus Sicht der Maschinen. Was lag da näher als einen anderen Computer als Gegner für einen Computer zu suchen? Zunächst beschränkte sich dies auf wenige Partien zwischen Programmen verschiedener Universitäten, hatte also eher Experimentcharakter. Die Forscher mussten einander per Telefon die Züge übermitteln und sie direkt am Großrechner vor Ort eingeben. Nachdem sich erste Organisationsbestrebungen in der Computerschachwelt gezeigt hatten (siehe Abschnitt 3.4.3, S. 34), erhielten die Maschinenwettkämpfe jedoch ein anderes Format, das einem Schachturnier unter Menschen stark ähnelte und sich bis heute gehalten hat: Zwei Computerbediener sitzen sich an einem Schachbrett gegenüber und führen dort die Züge aus, die ihr Programm spielen möchte. Während in der Anfangszeit dieser Begegnungen die Züge häufig noch telefonisch vom und zum ortsfernen Rechner übertragen werden mussten, setzten sich später Eingabeterminals durch, über die man auf die externen Computer zugreifen konnte. Erst mit dem Auftauchen der Mikrocomputer wurde es möglich, die schachspielende Maschine direkt zum Turnierort mitzubringen und lokal zu bedienen. Dadurch wurden Fehlerquellen (z.B. Schwierigkeiten mit der Verbindung) verringert und eine eventuelle Problembehebung vor Ort ermöglicht. Nur noch Spezialmaschinen, deren Transport zu aufwändig war, nutzten den Terminal/Server Aufbau. In letzter Zeit führten allerdings mehrere Faktoren dazu, dass diese Konfiguration wieder verstärkt zum Einsatz kommt:

- Die zunehmende Verbreitung, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Internetzugängen schuf ein geeignetes Kommunikationsmittel zwischen Computern.

- Mit Hilfe von Standardsoftware kann inzwischen ein Rechner ohne viel Aufwand und spezielle Vorkenntnisse in einem Netzwerk ferngesteuert werden, z.B. mit der Remotedesktopverbindung von *Microsoft Windows* ab Version 2000.
- Immer kostengünstigere Mehrprozessormaschinen machen ihren Einsatz auch für weniger finanzkräftige Turnierteilnehmer attraktiv.
- Client-Rechner, die zum Fernsteuern der externen Computer geeignet sind, werden häufig vom Turnierorganisator gestellt oder von den Teilnehmern in Form von leicht transportablen Notebooks mitgebracht.

6.1.1 Die Rolle des Menschen

Auch wenn die Menschen bei dieser Praktik erst einmal zum Handlanger der Maschinen degradiert zu sein scheinen, besteht der besondere Reiz dieser Spielform darin, während der laufenden Partie frei kommunizieren zu können. Während bei Partien unter Menschen absolute Ruhe vorausgesetzt wird, kann bei Computerbegegnungen mit dem gegnerischen Bediener oder mit Zuschauern über die Partie diskutiert werden. Hilfreich sind dabei die Informationen, welche die Maschinen während des Rechengangs zur Verfügung stellen. Neben der aktuellen Stellungsbewertung, der Hauptvariante und dem aktuell untersuchten Zug können je nach Programm auch weiterführende zur Laufzeit variable Angaben abgelesen werden². Es kann also durchaus interessant sein, den Computern beim Rechnen quasi „ins Hirn“ zu schauen und die Vorgänge in den unterschiedlichen Programmen miteinander zu vergleichen. Neben Veranstaltungen³, bei denen die Schöpfer der

² Die Entscheidung über die Ausgabe dieser Spezialinformationen, wie z.B. Verzweigungsfaktor des Suchbaumes, besuchte Knoten pro Sekunde, Füllgrad und Trefferquote der Hashtabellen etc., obliegt selbstverständlich dem Programmierer. Auf den heutzutage meist verwendeten, kommerziellen grafischen Oberflächen werden diese spezifischen Informationen nicht angezeigt, da sie für den durchschnittlichen Anwender irrelevant sind.

³ Die ICGA Computerschach-WM, das International Paderborn Computer Chess Championship, die offene Computerschachmeisterschaft der Niederlande in Leiden, die Chess960-Weltmeisterschaft in Mainz, sowie diverse andere Landesmeisterschaften.

Schachprogramme selbst oder von ihnen autorisierte Bediener teilnehmen, gibt es auch regelmäßig von und für Anwender ausgerichtete Computerturniere⁴. Die Teilnehmer dieser Anwenderturniere haben sich inzwischen in dem Ende 2005 gegründeten *Deutschen Computerschachclub (DCSC)* organisiert.

6.1.2 Der menschliche Faktor

Auch wenn der Einfluss des Menschen bei den Partien zwischen Computern scheinbar gegen Null konvergiert, zeigen sich bei genauerer Betrachtungsweise doch Auswirkungen menschlichen Zutuns. Der Zeitverbrauch im Spiel wird von einer normalen Schachuhr gemessen, welche für die Partie ausschlaggebend ist — diese Uhr ist jedoch unabhängig von den Computern, die ihre Zeitverwaltung programmintern regeln. Die Bediener dürfen während der laufenden Partie nur Züge in den Computer eingeben oder bei Erlaubnis des Turnierdirektors die programminterne Uhr korrigieren, andere Modifikationen am Programm sind nicht erlaubt. Die Uhrenkorrektur hat folgenden Hintergrund: Der Mensch verbraucht für das Übertragen des Computerzuges auf das Brett stets ein paar Sekunden und darf den Schachregeln entsprechend erst dann die externe Uhr betätigen, wenn der Zug vollständig ausgeführt wurde. Die interne Uhr des Programms stoppt jedoch in dem Moment, wenn der Rechner seinen ausgespielten Zug bekannt gibt. Umgekehrt braucht auch der andere Bediener ein paar Sekunden, um den vom Gegner auf dem Brett ausgeführten Zug in seine Maschine einzugeben. In dieser Zeit läuft bereits seine externe Uhr, die programminterne Uhr jedoch erst nach Eingabe des Zuges. Auch wenn der Bediener einen Fehler macht, z.B. einen falschen Zug ausführt oder eingibt, geht dies in der Regel auf Kosten der extern gemessenen Bedenkzeit. Hierdurch ergibt sich im Partieverlauf zwingend eine zunehmende Differenz zwischen externer und interner Uhr. Sobald eine längere Partie an das Zeitlimit der externen

⁴ Die Computerturniere von Thüringen und Bernburg, sowie das D.A.CH-Kaufbeuren Oldie-Turnier für Brettschachcomputer.

Uhr heranreicht, droht einem Programm mit größerer Uhrendiskrepanz die Zeitüberschreitung, da es sich eventuell für einen Zug mehr Zeit nimmt⁵, als es nach Bestimmung der externen Uhr zulässig wäre. Um dies zu vermeiden geben sich die Benutzer bei Turnieren „Bedienerzeit“, welche von vornherein oder durch nachträgliche Korrektur der internen Uhr vom Zeitreservoir der Programme abgezogen wird. Durch einen schnellen und konzentrierten Bediener hat ein Programm also Vorteile; weniger Bedienerzeit bedeutet mehr wirklich nutzbare Bedenkzeit. Dies mag sich bei Partien mit Turnierbedenkzeit nur unwesentlich auswirken, in *Blitzwettbewerben* mit einer externen Gesamtbedenkzeit von nur fünf bis zehn Minuten fällt dieser Faktor allerdings erheblich ins Gewicht: Jede durch schnelles Bedienen eingesparte Sekunde ist wertvoll, Uhrenkorrekturen sind in diesem speziellen Fall verboten und ein falsch auf dem Brett ausgeführter Zug bedeutet sofort den Verlust der Partie. Der Mensch hat hier also entscheidenden Einfluss auf den Ausgang der Partie.

Weitere Möglichkeiten der menschlichen Einflussnahme spielen sich vor dem Beginn der Partie ab: Der Bediener konfiguriert sein Schachprogramm so, dass es optimal auf den Gegner eingestellt ist: Einerseits können die enginespezifischen Parameter⁶ modifiziert werden, andererseits werden meistens auch Veränderungen an der Eröffnungsbibliothek des Programms vorgenommen. Am Ende der Partie entscheidet zunächst der Bediener, ob er für sein Programm Remis anbieten oder aufgeben möchte. Dieses Gesuch wird vom Turnierdirektor geprüft und je nach Stellung abgelehnt oder genehmigt. Bei dieser Turnierform haben Menschen also noch gewisse Einflussmöglichkeiten und Entscheidungskompetenzen, auch wenn die eigentlichen Akteure natürlich die Maschinen sind.

⁵ Das Programm weiß schließlich nichts von der externen Uhr und hält seine interne Zeitverwaltung für die einzig maßgebliche Beschränkung.

⁶ Z.B. Größe der Hashtabellen, Zu- oder Abschalten bestimmter Suchheuristiken und Endspieldatenbanken, Änderungen an den Bewertungskriterien. Bei den letztgenannten kann vor allem der *Geringschätzungsfaktor* ausschlaggebend sein: Je nach Einstellung strebt ein Programm dann vorzugsweise Remisvarianten an oder weicht ihnen aus — dies eignet sich bei Partien gegen spielstärkemäßig stark abweichende Gegner.

6.1.3 Maschinen unter sich

Auf der anderen Seite gibt es auch Schachengine-Wettkämpfe, bei denen die menschlichen Eingriffe auf ein Mindestmaß reduziert werden. Wenn vor allem Spielstärkevergleiche der Programme untereinander im Fokus des Experimentes stehen, empfiehlt es sich, den Einfluss des Menschen weitestgehend auszuklammern. Für diesen Zweck bietet es sich an, nur die Computer miteinander kommunizieren zu lassen. Durch einen Zufall entstand 1995 ein standardisiertes Protokoll zum Austausch von Zügen und anderen schachspezifischen Informationen (z.B. Aufgabe der Partie, Remisangebot), mit dem zwei Rechner automatisch Partien gegeneinander spielen konnten [vgl. Donninger (1996), S. 58].

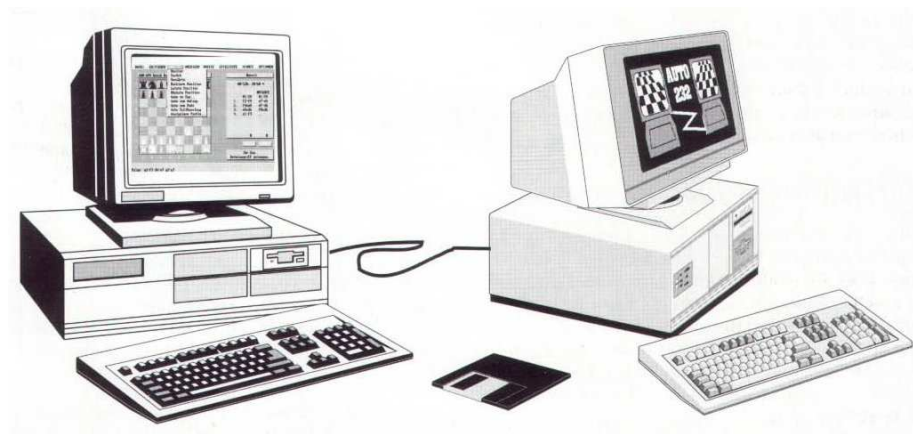


Abbildung 6.1: Das *Auto232-Protokoll* ermöglicht das automatische Austragen von Partien zweier Computer

Dieses Ereignis führte dazu, dass fortan Experimente mit Schachengines einfacherer und vor allem weniger aufwändig durchgeführt werden konnten — schließlich wurde kein Mensch mehr für das Übertragen der Züge zwischen den Rechnern benötigt. Computerschachinteressierte führten ab diesem Zeitpunkt ganze Reihen von Testdurchläufen durch, erstellten Ranglisten der verschiedenen Schachprogramme und untersuchten die Einflüsse verschiedener Faktoren (Eröffnungs- und Endspieldatenbanken, verschiedene Engineparameter etc.) auf die Spielstärke. Auch half dies den Entwicklern der Schachengines, denn sie konnten Fortschritte ihrer Programmversionen

von nun an genauer und weniger zeitraubend messen. Nach der Umsetzung des Multi-Engine-Konzepts in verschiedenen Schachprogrammen war es dann auch möglich, diese Enginematches auf nur einem Computer durchzuführen⁷. Inzwischen können Wettkämpfe dieser Art auch auf Schachservern durchgeführt werden; die Programme spielen dann eine Partie automatisch über das Internet gegeneinander und sind sogar in der Lage, einander selbständig zu einem Spiel herauszufordern. Ein Tester hat somit die Möglichkeit, seine individuell zusammengestellte Maschine gegen eine andere antreten zu lassen⁸.

Trotz der automatischen Spielweise der Maschinen bleiben dem Menschen immer noch einige Eingriffsmöglichkeiten, z.B. das Bestimmen über Partieende (manuelle Aufgabe oder Remisangebot) und die oben beschriebene individuelle Hard- und Softwarekonfiguration. Wenn das Ziel des Testers darin liegt, einen möglichst objektiven Spielstärkevergleich der Programme durchzuführen, sollten einheitliche Bedingungen hergestellt und menschliche Einflüsse vollkommen vermieden werden. Hierfür ist es erforderlich, alle Programme auf gleicher Hardware, gleicher Softwareumgebung und mit gleichen Einstellungen (Hashtabellengröße, Eröffnungs- und Endspieldatenbanken) spielen zu lassen. Über den Partieausgang entscheiden allein die Programme, welche durchaus in der Lage sind, den Partieausgang (Matt, Remis) regelkonform festzustellen oder auch selbsttätig aufzugeben bzw. Remisangebote zu unterbreiten. Bis ins Extrem wurden diese Vorgaben in einem 1994 durchgeführten Experiment eingehalten: Bei dem an einem Londoner

⁷ Dies geschah allerdings mit der Einschränkung, dass sich die Engines die Rechenzeit entweder teilen mussten oder aber auf *Permanent Brain* verzichtet werden musste: Normalerweise denkt beim Schach auch die Seite nach, welche nicht am Zug ist. Der wahrscheinlichste Zug des Gegners wird als Grundlage für weitere Vorausberechnungen genutzt. Macht der Gegner tatsächlich diesen Zug, kann in der Regel schneller darauf reagiert werden. Dieser Vorgang, im Computerschach *Pondern* genannt, muss auf Einprozessormaschinen abgeschaltet werden, wenn eine Engine am Zug die volle Rechenzeit erhalten soll.

⁸ Der Reiz liegt darin, ein optimal abgestimmtes System zu erschaffen, das sich im Vergleich zu Gegnern von überall auf der Welt als konkurrenzfähig erweist. Dabei reicht das Spektrum der Maschinenkonfiguration von einer möglichst schnellen Hardware über den Einsatz einer bestimmten Engine bis hin zu ganz spezifischen Einstellungen (Engineparameter, Eröffnungsbuch).

College ausgespielt „Unified Platform“ Turnier spielten 16 Programme insgesamt 240 Partien vollautomatisch gegeneinander:



Abbildung 6.2: Computerschach der Zukunft?

«Uniform Platform ist das Stichwort und bedeutet, dass Schachprogramme auf gleicher Hardware - also unter gleicher Voraussetzung - gegeneinander antreten. [...] Ausschlaggebend für den Erfolg blieb also einzig und allein der Einfallsreichtum der Programmierer. Der beste Algorithmus, und nicht die Rechenleistung der Hardware sollte den Ausschlag geben. [...] Die schachspielenden PCs waren mit einem Netzwerk verbunden und an computergesteuerte Stromversorgungen angeschlossen. Weitere Rechner, die ebenfalls an das Netz angeschlossen waren, übernahmen die Überwachung der Veranstaltung. Diese Steuerungsrechner ermittelten die Spielpaarungen, entdeckten das Ende

von Partien, schalteten die PCs paarweise ab, erzeugten neue Startbatches und schalteten sie wieder ein. Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass alle Programme auf einer sauberen, neu gebooteten Maschine liefen. Die Anwesenheit von Menschen an den Bildschirmen war nicht erforderlich. [...] Weder die Programmatoren noch irgendwelche Betreuer waren anwesend. Bedient wurden die Computer von Computern!» [Friedel (1994), S. 15]

6.2 Mensch gegen Maschine

Das Duell Mensch gegen Maschine stand von Anfang an im Fokus der Schachprogramm-Entwickler. Nichts schien so reizvoll zu sein wie das Kräftemessen zwischen natürlicher und künstlicher Intelligenz. Das Ziel der computerschachlichen Evolution war lange Zeit, die menschliche Vorherrschaft auf dem Gebiet eines intellektuellen Spiels auszuhebeln und irgendwann den menschlichen Weltmeister mit einer Schachmaschine zu besiegen. Wie im Kapitel über die historische Entwicklung bereits erläutert wurde, haben die Wissenschaftler dieses Ziel bereits 1997 mit dem Sieg von *Deep Blue* über Garry Kasparov erreicht. Doch nach der Verweigerung des Rematches durch IBM sind einige Fragen offen geblieben: Spielen die Computer wirklich besser als Menschen oder nur ganz anders? Wie stark hängt das Ergebnis von den Spielbedingungen und den beiden Kontrahenten ab? Besitzen Computer nun Intelligenz, weil sie auf Großmeisterniveau Schach spielen?

6.2.1 Der Mythos einer intelligenten Maschine

Computerschach war in seiner Anfangszeit das Aushängeschild des Forschungszweiges der Künstlichen Intelligenz. Man hatte scheinbar das ideale Testscenario entdeckt, um menschliches Denken mit dem Computer zu simulieren: Schach ist weder zu komplex noch zu trivial, Fortschritte sind anhand von eindeutigen Ergebnissen leicht messbar und Gegner verschiedener Leistungsklassen gibt es massenhaft. Damals gingen die KI-Forscher

davon aus, dass der beste und vielleicht auch einzige Weg, die Spielstärke von Computern auf das Niveau eines Meisters zu bringen, die Nachahmung der menschlichen Herangehensweise an das Schachspiel sei. Während ein Anfänger, ähnlich wie die allerersten Computer, mit einer sehr flachen, aber recht breiten Suche im Trüben fischt, geht ein hochklassiger Spieler ganz anders vor: Mit Hilfe von tausenden erlernten Schemata und einer ausgefeilten Mustererkennung beschränkt er seine Vorausberechnungen auf ganz wenige Züge, verfolgt dann allerdings vielversprechende Varianten mitunter sehr tief [vgl. de Groot und Gobet (1996), Kap. 1]. Er dringt also höchst selektiv in den Suchbaum vor, die Kriterien für die Aussortierung von schlechten Zügen sind allerdings oftmals diffus und schwierig in eindeutige Regeln zu pressen. Trotzdem waren die Computerpioniere überzeugt, diese Probleme lösen zu können und innerhalb weniger Jahre den Schachweltmeister zu schlagen. Man erhoffte sich durch die zu erwartenden Erkenntnisse auch Fortschritte auf anderen Gebieten der KI — zum Ende des 20. Jahrhunderts sollten intelligente Computer natürliche Sprachen beherrschen (d.h. verstehen und sich darin äußern können), lernfähig sein und dem Menschen auch in anderen geistigen Betätigungsfeldern die Arbeit abnehmen (d.h. ihnen gleichwertig oder sogar überlegen sein). Computerschach sollte also die Frontlinie in einem Forschungszweig darstellen, dessen Ziel es war, die Grundbausteine des menschlichen Geistes zu erforschen und in einem Computer nachzubilden.

6.2.2 Die Realität

Ein anderer Ansatz führt zum Erfolg

Mit der Zeit stellte sich heraus, dass es eine schwierige Angelegenheit war, die menschliche Denkweise beim Schach in konkreten Programmcode umzuwandeln. Ein simpler Brute Force Algorithmus brachte zudem die besseren Ergebnisse als die ersten Versuche, einschlägige KI-Ansätze in ein Schachprogramm zu implementieren. Die seit Anfang der 1970er Jahre durchgeführten Computerturniere und besonders die Entstehung der kommer-

ziellen Computerschachszene seit 1980 förderten diese Bewegung noch: Die Programmierer richteten sich nicht mehr nach den ursprünglichen Zielen der KI-Forscher, sondern verfolgten die Methoden, welche die besten Resultate in Form von messbaren Spielstärkefortschritten erbrachten. Schließlich wollte man bei dem nächsten Turnier oder im nächsten offiziellen Test lieber gute Ergebnisse mit „dummen“ Algorithmen erzielen als mit KI-Ansätzen besonders „intelligent“ zu verlieren [vgl. Donn timer (1999), S. 51]. Darüber hinaus endeten alle Anläufe, menschliche Denkstrukturen in Form von planmäßigem Spiel, schlanken und hochselektiven Suchbäumen, sowie mit Mustererkennung und -erlernbarkeit nachzubilden, in einem Fiasko — allen voran das von Ex-Weltmeister Botwinnik entwickelte Programm *Pionier*. Hier sollte ein zielorientierter Ansatz zum Tragen kommen, bei dem die Programmroutinen zunächst bestimmen, was in einer bestimmten Stellung erreicht werden soll und dann prüfen, ob eines dieser Ziele verwirklicht werden kann [vgl. Hirsch (1995)]. So einzigartig diese Idee auch war, erwies sie sich doch als zu ehrgeizig. Botwinnik konnte bis zu seinem Tod 1995 keine spielfähige Version präsentieren, sondern nur Teststellungen mit den dazugehörigen Suchbäumen des Programms. Diese waren wahrscheinlich von Menschenhand nachbearbeitet und stellten deshalb keinen Beweis für die Leistungsfähigkeit Pioniers dar [vgl. Berliner (1995), S. 40].

Statt dessen schlug die Entwicklung im Computerschach eine eher praktisch-ingenieurmäßige Richtung ein, bei der oftmals das Motto „anything that works“ zur Anwendung kam. Alles, was zu besseren Resultaten führte, wurde auch versucht — und das war und ist in erster Linie eine Steigerung der Suchtiefe. Im Laufe der Zeit haben sich die Entwickler einiges einfallen lassen, um an höhere Suchtiefen zu gelangen:

- Verwendung von Spezialhardware zur Steigerung der Rechengeschwindigkeit, wie z.B. bei *Belle*, *Deep Blue* oder *Hydra*
- Implementierung immer ausgefeilterer Techniken zur Verkleinerung des Suchbaumes, wie der *Alpha-Beta* Algorithmus, die *Nullmove* Heu-

ristik oder erst kürzlich entwickelte Methoden zur Vorwärtsabschneidung wie das *History Pruning*

- Parallelisierung der Suchroutinen einer Schachengine

All das hat mit den ursprünglichen KI-Ansätzen nichts mehr gemeinsam, denn es hat sich gezeigt, dass Techniken wie KI-Programmiersprachen oder Methoden zur Wissensrepräsentation zu langsam für Echtzeit- bzw. Hochgeschwindigkeitsanwendungen wie Schachprogramme sind [vgl. Schaeffer u. a. (1991), S. 155].

Das Kräftemessen zwischen Mensch und Maschine

Der schachliche Wettkampf von Mensch und Computer wurde auch deshalb immer interessanter, weil die Vorgehensweise der beiden Kontrahenten immer weiter auseinander wich: Nachdem die KI-Ansätze weitestgehend über Bord geworfen worden waren, ging es den Programmentwicklern vornehmlich um höhere Rechentiefen. Seit Mitte der neunziger Jahre erreichen Schachengines auf schneller Hardware ein taktisches Niveau in offenen Stellungen, das die Fähigkeiten aller menschlichen Spieler in den Schatten stellt. Die Menschen verlassen sich nachwievor auf ihre Mustererkennung und ihre höchst selektive Zugauswahl, versuchen jedoch bei einer Partie gegen den Computer, deren Stärken zu umschiffen: Offene Stellungen werden vermieden, geschlossene Positionen angestrebt, so dass die taktische Schlagkraft der Schachprogramme ins Leere laufen soll. Ist eine solche Situation auf dem Brett erreicht, kann der Mensch strategisch langfristige Pläne schmieden und verwirklichen, eine Fähigkeit, die den Maschinen fehlt⁹.

⁹ Trotzdem hat man oft genug den Eindruck, der Computer würde einen Plan verfolgen — dies resultiert allerdings meistens aus besonders tiefen Berechnungen. Es gibt jedoch Stellungen, in denen bestimmte Engines weniger materialistisch vorgehen als andere. Dann wird eventuell aufgrund einer auf dynamisches Spiel ausgerichteten Bewertungsfunktion Material geopfert, ohne einen konkreten Rückgewinn des Materials im Suchhorizont zu sehen. Das geschieht, wenn eine Engine die resultierende Stellung so einschätzt, dass genügend Kompensation in Form von aktiveren Figuren oder erhöhter Kontrolle von Schlüsselfeldern entsteht.

So einfach dies in der Theorie klingt, so schwierig gestaltet es sich inzwischen in der Praxis. Die Eröffnungsbibliotheken der Schachprogramme verhindern meist das Zustandekommen von typischen „Anti-Computer-Stellungen“ und wenn doch geschlossene Positionen entstehen, verhalten sich die Engines auch nicht mehr so stupide wie früher. Wird die Stellung plötzlich geöffnet, ist es oft der Computer, der mit einem Vorteil zurückbleibt — der Mensch kann die vielen taktischen Verwicklungen dann kaum noch überblicken. Hier ist also ein vorsichtiges und höchst wachsames Verhalten des Menschen gefragt, schon ein einziger Fehler bedeutet meistens das Aus gegen einen Computer. Umgekehrt ist es für den Menschen schwierig, einen Stellungsvorteil wirklich in einen Sieg umzumünzen, da eine Schachengine immer wieder neue Verteidigungszüge findet, um den Verlust möglichst weit hinauszuzögern. Im Endspiel helfen ihr dabei zusätzlich die mit perfektem Wissen ausgestatteten Endspieldatenbanken.

Qualitäten, die ein Mensch besitzen muss

Aus diesen Erkenntnissen ergeben sich einige interessante psychologische und physiologische Implikationen für die Beschaffenheit eines menschlichen Spielers, der ein Match gegen einen modernen Schachautomaten spielen will. Zunächst einmal muss der Mensch physisch in der Lage sein, sich bis zum Ende einer Partie voll konzentrieren zu können, um selbst keine taktischen Fehler zu begehen — eine gute gesundheitliche Verfassung und Kondition stehen also für den menschlichen Spieler an erster Stelle. Er muss sich auf seinen Computergegner auch psychisch anders einstellen als auf einen anderen Menschen: Während man bei einem anderen Menschen auf die gleichen einem selbst anhaftenden Schwächen und damit auf ein schwankendes Leistungsniveau hoffen kann, wird eine Maschine nach langer Spieldauer niemals müde und nicht nervös in komplizierten Stellungen, sie strauchelt nicht in Zeitnot oder verliert den Mut in hoffnungslosen Situationen. Einer der größten Vorteile des Computers ist die Abwesenheit jeglicher Gefühlsregung und damit auch seine Ahnungslosigkeit um die Spiel- oder Wettkampfsitua-

tion selbst. Nur ein Mensch mit extremer psychischer Belastbarkeit wird einem solchen Gegner gewachsen sein. Vor allem muss er in vorteilhaften Positionen hartnäckig bleiben und sich nicht von den Defensivqualitäten des Computers einschüchtern lassen. Auch die Vorbereitung sollte ebenso gründlich erfolgen wie bei einem Match gegen einen anderen Menschen. Beim Studium der Partien des Computergegners können eventuell Schwächen aufgedeckt werden, die im Wettkampf ausnutzbar sind. Ein Schachprogramm reproduziert Fehler in bestimmten Stellungstypen häufig¹⁰, wenn die Programmierer am entsprechenden Code keine Änderungen vornehmen.

Wettkampfbedingungen

Die genauen Konditionen für eine schachliche Auseinandersetzung zwischen Mensch und Maschine entscheiden nicht selten über Sieg oder Niederlage, haben aber in jedem Fall einen großen Einfluss auf die Chancenverteilung. Während es beinahe alle menschlichen Meisterspieler inzwischen ablehnen, bei einem normalen Menschenturnier gegen einen Computer anzutreten¹¹, sind einige Spieler nicht selten wegen des oft hohen Preisgeldes bereit, sich der maschinellen Herausforderung in einem Match über mehrere Partien zu stellen. Folgende Vorbedingungen sind zu klären:

- Bedenkzeit — längere Partien ermüden zwar den menschlichen Spieler stärker, doch sind bei kürzeren Zeitkontrollen die Computer inzwischen überlegen. Turnierbedenkzeit (z.B. 2 Stunden für 40 Züge, eine weitere Stunde für den Rest) stellt wohl für den Menschen die beste Wahl dar.

¹⁰ Bei parallelisierten Suchroutinen ist dies aufgrund ihrer nicht-deterministischen Eigenschaften nicht immer der Fall, auch Lernfunktionen können das Auswahlverfahren der Züge beeinflussen.

¹¹ Obwohl die Teilnahme eines Schachprogramms für mögliche Sponsoren aufgrund des hohen Öffentlichkeitsinteresses attraktiv ist, haben einige Ereignisse in der Vergangenheit dazu geführt, dass keine Computer mehr bei Menschenturnieren zugelassen werden. Vereinzelte Ausnahmen wie das *Republica Argentina Chess Masters* sind noch zu finden. Andere Beispiele führten zu negativer Publicity, da einige Turnierteilnehmer ihre Partie gegen den Computer verweigerten, wie z.B. bei der holländischen Meisterschaft im Jahr 2000.

- Umfang des Matches — bei zu vielen Partien setzen bei dem Menschen Ermüdungserscheinungen ein, bei zu wenigen Partien leidet die Aussagekraft des Wettkampfes. Ideal ist eine Anzahl zwischen 6 und 10 Partien. Für den menschlichen Spieler sollte es mindestens einen Tag Pause zwischen den Partien geben, zu bestimmten Zeitpunkten ggf. auch länger („Time-outs“).
- Bekanntgabe von Details über die Maschine (Hardware, Schachprogramm, verwendete Eröffnungs- und Endspieldatenbanken) und Verfügbarkeit von gespielten Partien

Gerade über den letzten Punkt ist in der jüngeren Vergangenheit oft diskutiert worden, da hier erhebliche Variationen zwischen keinen und vollständigen Angaben denkbar sind. Bei Garry Kasparovs Matches gegen *Deep Blue* 1996/97 wurden seitens IBM kaum Informationen an Kasparovs Team weitergegeben — nicht einmal Partien der zum Einsatz kommenden Version von *Deep Blue* wurden zur Verfügung gestellt. Kasparov musste also gegen einen fast unbekannten Gegner antreten, denn die veröffentlichten Partien der älteren Programmversionen waren nur von geringem Wert. Das andere Extrem zeigen die Regeln für das für Ende 2006 geplante Match Kramnik gegen *Deep Fritz* auf, hier ist eher der Computer benachteiligt: Die fertige Version des Programms muss zwei Monate vor Matchbeginn an das Kramnik-Team übergeben werden und darf danach nicht mehr verändert werden¹². Da auch genaue Angaben über die Hardware gemacht werden müssen, kann Vladimir Kramnik eine identische Maschine konstruieren lassen, mit der in der Lage ist, seinen Gegner nach Belieben zu studieren. Die Eröffnungsbibliothek des Programms erhält Kramnik zwar nicht, doch wird er während der Partie Einsicht in diese nehmen können¹³. Nach Matchstart ist es lediglich erlaubt, geringe Veränderungen am Eröffnungsbuch vorzunehmen. Endspieldatenbanken dürfen erst zum Einsatz kommen, wenn eine

¹² Eine Ausnahme stellen Bugfixes dar, die aber detailliert gemeldet werden müssen.

¹³ Solange *Deep Fritz* noch Züge aus dem Eröffnungsbuch spielt, sieht Kramnik auf einem separaten Monitor das Buchfenster des Programms. Hier kann er für die aktuelle Brettposition alle Züge und deren Statistiken erkennen.

Position mit höchstens fünf Steinen auf dem Brett erreicht sind, obwohl *Deep Fritz* prinzipiell auch Tablebase-Abfragen in Stellungen mit mehr als fünf Steinen beherrscht.

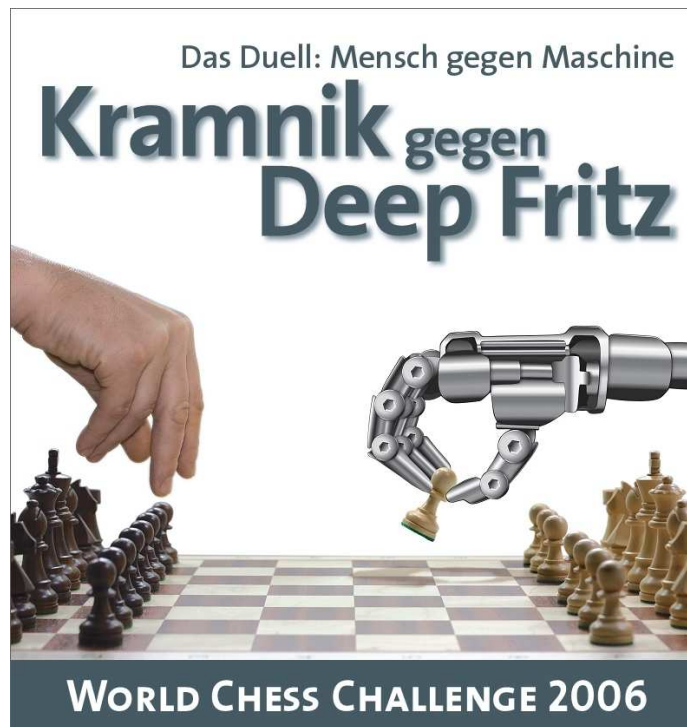


Abbildung 6.3: Ausschnitt aus dem offiziellen Plakat zum Mensch-Maschine Match des Jahres 2006

Faire Wettkampfbedingungen wären wohl eher ein Kompromiss zwischen beiden Standpunkten, z.B. die Abgabe der fertigen Programmversion an einen Unparteiischen einige Zeit vor dem Match. Diese Version wird zwar nicht an den menschlichen Gegner weitergegeben, dafür jedoch eine bestimmte Anzahl an Partien, die dieses Programm auf der Wettkampfhardware gespielt hat. Dies käme der Vorbereitung auf einen menschlichen Gegner am nächsten; sowohl die Betreuer des Spielers als auch die des Computers hätten dann eine identische Ausgangslage, um sich zu präparieren.

6.2.3 Zukunftsvision

Wie wird sich diese Facette des Schachspiels zukünftig entwickeln? Trotz des prognostizierten Ende des Öffentlichkeitsinteresses nach Kasparovs Niederlage gegen Deep Blue erfreuen sich Mensch-Maschine-Vergleiche im Schach nachwievor großer Beliebtheit. Auch wenn die Computer langsam die Oberhand gewinnen und die Menschen in den letzten Jahren nicht über einen unentschiedenen Matchausgang (im besten Fall) hinauskamen, bleiben diese Wettkämpfe ein attraktives Kräftermessen. Nicht nur die Maschinen (sowohl Hard-, also auch Software) werden stetig verbessert, auch die Menschen entwickeln ihre Fähigkeiten weiter. Vielleicht werden die menschlichen Spieler nicht unbedingt objektiv stärker, aber sie lernen dazu: Mit der Zeit erfahren sie immer mehr über ihre siliziumbasierenden Gegner und können deren Stärken und Schwächen besser abschätzen. Dabei helfen ihnen selbstverständlich die Computer selbst, auf die sie bei ihren heimischen Analysen immer stärker vertrauen. Wettkämpfe zwischen Mensch und Maschine im Schach werden erst dann wirklich uninteressant werden, wenn die Menschen keinerlei Chancen mehr haben, wenigstens ein Unentschieden zu erzielen. Dieser Zeitpunkt ist aber einigen Experten zufolge noch lange nicht in Sicht — wenn ein starker menschlicher Großmeister nur auf ein Remis spielt, ist es für ein Schachprogramm äußerst schwierig, die Partie zu gewinnen. Nur wenn der Mensch unbedingt gewinnen möchte und die dafür nötigen Risiken auf sich nimmt, unterlaufen ihm von den heutigen Computern ausnutzbare Fehler. Die klassische Form eines solchen Matches wird also wohl noch eine Zeit lang für Zuschauer, Sponsoren und Spieler seinen Reiz behalten. Dies liegt unter anderem daran, dass das Publikum meist geschlossen hinter dem Vertreter ihrer Rasse steht, während die Maschine als etwas Fremdartiges angesehen wird, das die intellektuelle Überlegenheit des Menschen zu brechen trachtet. Dass auch der Computer nur auf menschliche Leistungen zurückzuführen ist, wird oft übersehen.

Eine mögliche Ausgestaltung von zukünftigen Mensch-Maschine-Wettkämpfen könnte auch vorsehen, den Menschen mit gewissen technischen Hilfs-

mitteln auszustatten, um seine Chancen zu verbessern. So schlug Michael Schmidt am 26.08.2006 im CSS-Forum vor¹⁴, den menschlichen Spieler

1. ein eigenes Eröffnungsbuch bzw. eine unkommentierte Partiensammlung
2. Endspielbücher und -datenbanken
3. ein elektronisches Analysebrett zur besseren Visualisierung und Memorisierung der während der Partie erstellten Analysen (z.B. irgendeine Schach-GUI, ohne laufende Engine)

verwenden zu lassen. Ein Aufbau dieser Art würde einen Vergleich zwischen den reinen „Recheneinheiten“ beider Entitäten zulassen, da dem Menschen die gleichen Bestandteile eines Schachprogramms zur Verfügung stünden, auf die auch eine (separat davon zu betrachtende) Engine zugreifen kann. Weiterführende Möglichkeiten einer stärkeren Eingliederung des Computers in das Schachspiel werden im nächsten Abschnitt erläutert.

6.3 Mensch-Computer Kombinationen

Schachspieler sind heutzutage an den Einsatz von Computern zur Vor- und Nachbereitung einer Partie gewöhnt. Nur während des Spielbetriebes war und ist in der normalen Turnierpraxis die Befragung eines Computers strikt verboten. Was läge da näher, als neue Varianten für das Spiel zu ersinnen, die eine Benutzung von Schachmaschinen mit einbeziehen?

6.3.1 3-Hirn und Ableger

Bereits 1985 kam Ingo Althöfer auf die Idee, dass eine Kombination aus Mensch und Computer beim Schach gute Ergebnisse erzielen könnte. Ihm schwebte dabei folgender Aufbau vor: Ein Mensch, Koordinator genannt,

¹⁴ Siehe unter <http://f23.parsimony.net/forum50826/messages/151336.htm>

gibt die aktuelle Brettstellung in zwei Schachcomputer ein und lässt diese rechnen. Wenn sie sich für unterschiedliche Züge entschieden haben, hat der Koordinator die Wahl zwischen den beiden Zügen, falls ein einziger Zug von beiden Geräten favorisiert wird, muss er diesen ausführen. Das Gesamtkonstrukt nannte er 3-Hirn, da drei unabhängige Entitäten an der Zugentscheidung beteiligt sind.

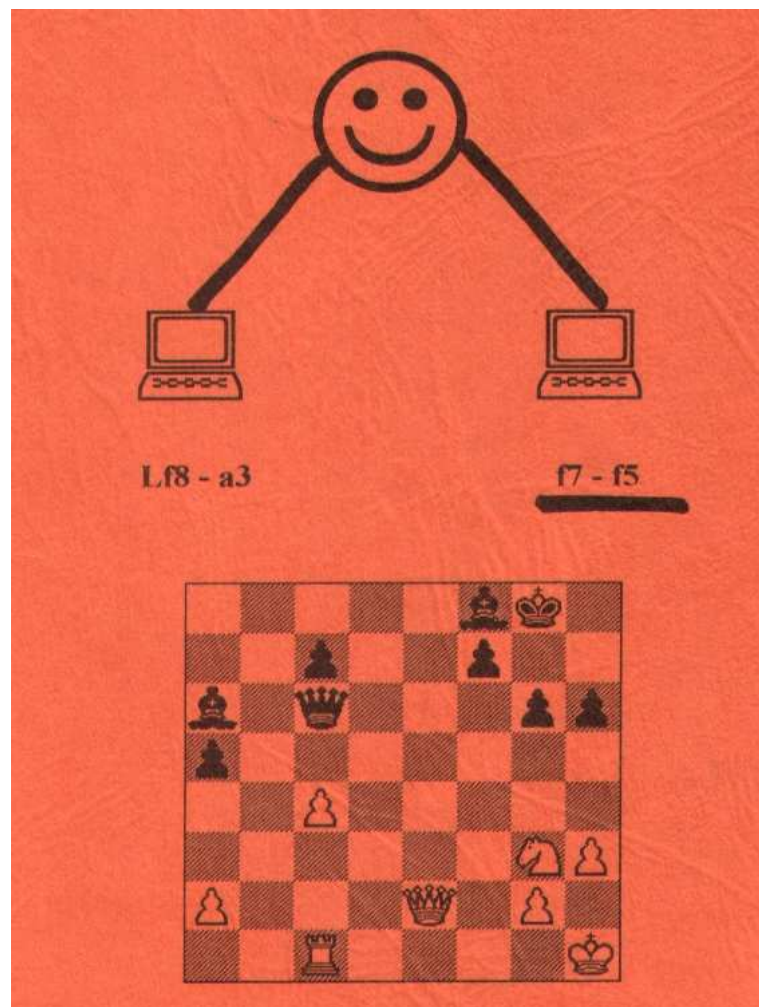


Abbildung 6.4: Das 3-Hirn Prinzip: Zwei Computer und ein menschlicher Koordinator

Dieses 3-Hirn sollte nun gegen menschliche Schachspieler verschiedener Stärke antreten. Althöfer vermutete, dass sich bei diesem Szenario eine Steigerung der Spielstärke gegenüber der Leistung der Einzelgeräte ergeben würde. Man

muss bedenken, dass zu diesem Zeitpunkt die Schachcomputer noch eine relativ geringe Spielstärke aufwiesen. Bei einem ersten Experiment erzielte das 3-Hirn eine Leistung von ca. 1730 Wertungspunkten, was gegenüber der Spielstärke der eingesetzten Computer (1500) eine deutliche Steigerung war, jedoch unter der Stärke des Koordinators (1900) angesiedelt war [vgl. Althöfer (1998), S. 42]. Später wurden die Spielbedingungen etwas modifiziert, um den Ablauf und die Möglichkeiten des Koordinators flexibler zu gestalten: Die Computer rechnen im Modus *Daueranalyse*, der Koordinator beobachtet dabei ständig die angezeigten Hauptvarianten und Stellungsbewertungen der Programme. Zu einem Zeitpunkt seiner Wahl stoppt nun der Koordinator die Geräte und führt dann einen zu diesem Zeitpunkt favorisierten Zug aus. Dadurch ist er nicht an die Zeitverwaltung der beteiligten Computer gebunden, die zu einem von ihnen bestimmten Zeitpunkt einen Zug ausspielen wollen. Statt dessen kann der Mensch hier die Einteilung seiner Bedenkzeit selbst vornehmen, indem er die Computer in komplexen Stellungen länger rechnen lässt bzw. bei offensichtlichen Zügen schneller reagiert als es die Maschinen von sich aus täten.

Mit zunehmender Spielstärke der Computer machte das 3-Hirn-Konzept ebenfalls einen deutlichen Leistungssprung. Zu der Zeit, als die Geräte in etwa das Leistungsniveau des Koordinators hatten, war der Zugewinn an Spielstärke am deutlichsten und es zeichnete sich klar der Trend¹⁵ ab, dass ein 3-Hirn stärker spielen kann als jede seiner drei Komponenten allein. Die heutigen Schachprogramme spielen auf zeitgemäßer Hardware jedoch auf einem Niveau, das über dem von fast jedem menschlichen Schachspieler liegt. Ein Mensch, der mindestens 300 Elo schwächer spielt als die am 3-Hirn beteiligten Maschinen kann oftmals gar nicht mehr vernünftig entscheiden, welcher Zug der bessere ist. Die Zugauswahl basiert dann eher auf persönlichen Vorlieben als auf eindeutigen Wissen um das bessere Positionsverständnis. Aber auch ein von der Spielstärke deutlich unterlegener

¹⁵ Leider ist das verfügbare Datenmaterial zu klein, um statistisch aussagekräftige Schlüsse zu ziehen. Bsp.: Gegen den deutschen Meisterspieler Helmut Reefschräger erzielte das 3-Hirn 1989 in einem 8-Partien-Match eine Leistung von ca. 2200 Wertungspunkten, etwa 300 Punkte über den Einzelstärken der 3-Hirn-Komponenten.

Koordinator kann das Spiel der einzelnen Programme noch verbessern, wie sich im weiteren Verlauf von Althöfers 3-Hirn-Experimenten zeigte. Nachdem weitere Varianten der Mensch-Maschine-Kooperation¹⁶ erdacht worden waren, erreichte er in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre sogar Match-siege gegen starke Großmeister.

Automatisiertes Mehrhirn



Abbildung 6.5: Das *Triple Brain* automatisiert das 3-Hirn-Prinzip

¹⁶ Da viele Schachprogramme den Mehrvarianten-Modus anbieten, ergab sich folgende interessante Möglichkeit: Man lässt ein Programm im 2-Variantenmodus rechnen und wählt als Koordinator einen der beiden angezeigten besten Züge. Der Vorteil liegt darin, dass man stets zwei Alternativen zur Verfügung hat, während es beim klassischen 3-Hirn oft vorkommt, dass beide Programme den selben Zug favorisieren. Wenig später erfand Althöfer das *Listen-3-Hirn*: Hier werden zwei Programme im Mehrvarianten-Modus betrieben, wobei sich der Koordinator jeweils die n besten Züge anzeigen lässt. Somit stehen $n \leq \text{Züge} \leq 2n$ zur Auswahl, was die Handlungsfreiheit des Koordinators erweitert.

Schon kurz nach seinen ersten Experimenten mit dem 3-Hirn fasste Ingo Althöfer ins Auge, den menschlichen Koordinator durch eine automatisierte Programmroutine zu ersetzen. Aus verschiedenen Gründen wurde dieser Ansatz jedoch zunächst nicht weiterverfolgt. Stefan Meyer-Kahlen, Autor des Schachprogramms *Shredder*, beschäftigte sich im Rahmen seiner Dissertation wieder mit diesem Thema und stellte im Rahmen seiner Schach-GUI *ShredderClassic* auch eine erste implementierte Version eines automatischen 3-Hirns vor, das *Triple Brain*. Auch wenn nicht genau bekannt ist, nach welchen Kriterien der programmgesteuerte Koordinator seine Zugentscheidung trifft, steht fest, dass diese nur aus den Informationen abgeleitet werden kann, welche von den beiden Engines während des Rechengangs ausgegeben werden (z.B. Bewertung bzw. deren Verlauf, Hauptvariante, Rechentiefe). Ein eigenes *Schachverständnis* besitzt das Entscheidungsmodul hingegen nicht.

Auch andere Ansätze für automatische Mehrhirne wurden in den letzten Jahren entwickelt:

- Im Programm *Fritz* der Versionen 4 und 5 war eine von Mathias Feist entwickelte Programmroutine enthalten, die eine vorgegebene Stellung in weniger als einer Sekunde klassifizierte — taktisch, positionell oder Endspielstellung. Für jeden dieser drei Stellungstypen kann der Benutzer vorher festlegen, welche Engine zum Einsatz kommen soll [vgl. Althöfer (1998), S. 303].
- Das Projekt *Gecko* von Helmut Weigel hat sich zum Ziel gesetzt, die Stärken drei verschiedener Engines zu bündeln. Der Autor beschreibt das Konzept als eine Mischung aus Tabellenkalkulation und Chatprogramm. Über das Chatprogramm „unterhalten“ sich die beteiligten Schachengines miteinander (=es werden Züge im Netzwerk hin- und hergeschickt), während die Tabellenkalkulation den günstigsten Zug auswählt. Die Gecko-Routine versucht dabei, menschliche Denkstrukturen zu berücksichtigen, indem sie zunächst die Auswahl auf wenige spielbare Züge beschränkt, um diese dann genauer zu untersuchen.

Weigel, der sich schon ebenso lange wie Ingo Althöfer mit der Idee des Mehrhirns im Schach beschäftigt, setzt dabei auf eine Endausbaustufe von 12 vernetzten Rechnern, die sich an der Überprüfung von Zügen beteiligen. Die erste Testphase mit einer Simulation von Gecko auf nur vier Computern brachte eindrucksvolle Ergebnisse hervor¹⁷.

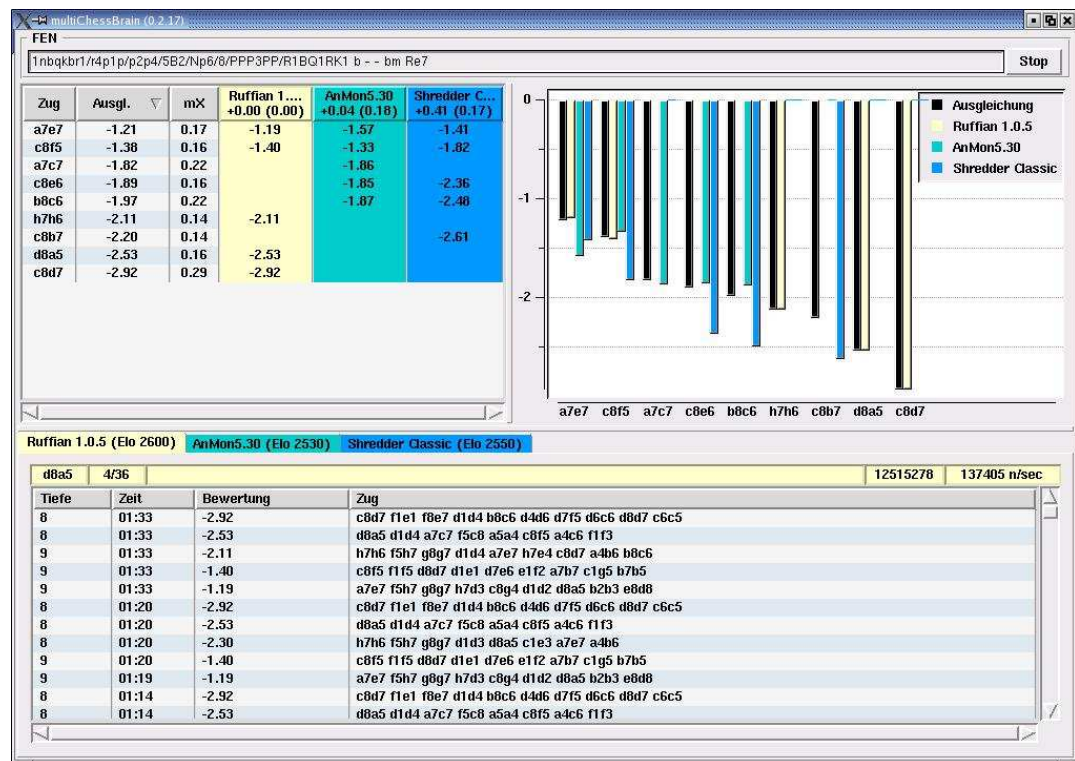


Abbildung 6.6: Das *MultiChessBrain* in Aktion

- MultiChessBrain nennt sich der vielversprechende Ansatz von Bernhard Wallner, ein intelligentes Mehrhirn mit austauschbaren Komponenten zu erschaffen. Auch hier soll aus den Vorschlägen verschiedener Schachprogramme der beste heraus gesucht werden. Zum Einsatz kommen beliebig viele Engines im Multivarianten-Modus, deren Rechenergebnisse intern aufgefangen und mathematisch in einem Ausgleichsystem ausgewertet werden. Der Autor empfiehlt, die Engines

¹⁷ Weitere Informationen sowie Partien und Bilder kann man abrufen unter <http://members.chello.at/geckochess/>

auf verschiedene Rechner zu verteilen und via Netzwerk mittels seines Programms *netChess* einzubinden, um jedem Schachprogramm genügend Rechenzeit zur Verfügung zu stellen¹⁸.

Psychologische Aspekte

Sobald ein Mensch maßgeblichen Einfluss auf Ereignisse hat, kommt Psychologie ins Spiel. Beim Schach kann dies mehr ausmachen, als auf den ersten Blick erkennbar ist. Erfahrenere Schachspieler sind sich der Bedeutung psychologischer Aspekte in einer ernsthaften Partie bewusst und setzen hin und wieder Tricks ein¹⁹. An diesem Punkt sind Menschen mehr oder weniger verwundbar. Hinzu kommen Ermüdungserscheinungen und Phasen mit Konzentrationsschwächen, die verschiedene physische sowie psychische Gründe haben können. In einem Mensch-Computer Kooperationsverhältnis ist der Mensch die angreifbare Komponente. Zwar kann er in einer Partie gegen einen anderen Menschen selbst psychologische Waffen einsetzen, doch das Manko seiner eigenen Anfälligkeit bleibt. Ist der Gegner hingegen ein Computer, wird die Aufgabe des Menschen im System noch schwieriger. Diese Erfahrung musste ich bei einem Experiment machen, in dem ich zunächst ein automatisches 3-Hirn (= *Triple Brain*) bei einem Turnier antreten ließ, um beim nächsten Mal mit den gleichen Programmen selbst als Koordinator aufzutreten. Meine Vermutung war, trotz meiner geringen Spielstärke (ca. 1500) und Erfahrung die Leistung des Triple Brains verbessern zu können. Dies gelang jedoch nicht, ausschlaggebend dafür waren hauptsächlich physiologische und psychische Gründe — ohne antrainierte „Turnierhärte“ bleibt der menschliche Koordinator das anfälligste Glied in der Kette [vgl. Klaustermeyer (2005), S. 6]. Ein 3-Hirn spielt also nicht zwangsläufig besser als jedes seiner Bestandteile. Während die Computerkomponenten relativ konstante Leistungen hervorbringen, ist der Mensch

¹⁸ Webseite: <http://home.arcor.de/bernhard.wallner/multiChessBrain/multiChessBrain.html>

¹⁹ Gemeint sind sowohl spielrelevante Tricks wie die Ausführung eines aggressiven Zuges, als auch das Verwenden von Gestik und Mimik zum Ausstrahlen bestimmter Stimmungen.

das Element, welches über Stärkung oder Schwächung des Gesamtkomplexes entscheidet. Es ist an ihm, die stückwerkhaften Züge der Programme zu einem sinnvollen und langfristigen Plan zusammenzufügen und damit die Stärken des Computers (=Taktik) und des Menschen (=Strategie) zu vereinen.

6.3.2 Advanced und Freestyle Chess

Eine neue Idee

Ein folgerichtiger Schritt in Richtung Mensch-Computer-Kooperation in der Turnierpraxis war die Einführung des *Advanced Chess*. Auch wenn eine ähnliche Idee schon vorher in anderen Köpfen existierte²⁰, brachte erst 1998 Garry Kasparov diese von ihm zwei Jahre zuvor entwickelte Schachvariante in die Öffentlichkeit und spielte in León ein Match über sechs Partien gegen seinen Großmeisterkollegen und heutigen Weltmeister Veselin Topalov.



Abbildung 6.7: Das erste *Advanced Chess* Match in León (1998)

²⁰ Ingo Althöfer hat beispielsweise schon 1993 einen ähnlichen, aber weitergehenden Spielvorschlag veröffentlicht, siehe [Althöfer (1993), S. 52].

Bei einer Advanced Chess Partie steht beiden Spielern jeweils ein Computer mit entsprechender Schachsoftware zur Verfügung. Die Rechner dürfen beliebig oft befragt werden, seien es Datenbankabfragen in der Eröffnungs- oder Endspielphase, Erzeugen von Variantenbäumen und selbstverständlich auch der Einsatz von analysierenden Schachengines. Die Bedenkzeit beträgt in der Regel eine Stunde pro Seite für die gesamte Partie. Das Besondere für die Zuschauer im Turniersaal ist, dass die Vorgänge auf den Bildschirmen der Spieler auf große Leinwände übertragen werden. Das Publikum hat also Einblick in einen Teil der großmeisterlichen Denkvorgänge: Es kann verfolgen, welche Pläne die beiden Spieler während der Partie entwickeln und wie sie diese Ideen mit Hilfe der Schachprogramme testen. Oft sind es aggressive Kombinationen, die von den Engines widerlegt werden — auf dem Brett entscheiden sich die Menschen dann für eine solidere Fortsetzung. Ein Zuschauer ist aber im Gegensatz zu einer klassischen Schachpartie in der Lage nachzuvollziehen, welche aufregenden Varianten einem Weltklassenspieler durch den Kopf gehen, bevor er einen Zug ausführt [vgl. Friedel (1998)]. Die Variantenbäume der Großmeister werden nach jeder Partie gespeichert und stehen damit auch nach dem Turnier allen Nicht-Anwesenden zur Verfügung.

Von 1998 bis 2002 fand jedes Jahr eine Advanced Chess Veranstaltung in León statt, dreimal siegte der als „Computerspezialist“ bekannte indische Großmeister Viswanathan Anand. Leider wurden weitere Turniere mit Top-Spielern seitdem nicht mehr durchgeführt. Es gab allerdings weitere Advanced Chess Experimente, die Ingo Althöfer mit den Großmeistern Jussupov, Lutz und Knaak arrangierte: Im ersten Match (7.-11. Juli 1999) spielten Jussupov und Lutz vier Partien Advanced Chess bei längerer Bedenkzeit; allerdings nicht mit der traditionellen Ausgangsstellung der Figuren, sondern mit jeweils einer ausgelosten Position (*Chess960*), um Eröffnungstheorie-Duelle zu umgehen. Beide durften mit mehreren Engines analysieren und eine 30-minütige Voruntersuchung der ausgelosten Startaufstellung vornehmen, bevor die eigentliche Partie begann [vgl. Althöfer (1999), S. 245]. Ein Jahr später initiierte Althöfer einen asymmetrischen Vergleich: Großmei-

ster Rainer Knaak sollte in einem Advanced Chess Match (wieder unter Chess960-Bedingungen) gegen ein autonomes Schachprogramm antreten. Dem Spitzenspieler stand jedoch im Gegensatz zu seinem elektronischen Gegner nur ein recht langsamer Computer zur Verfügung, auf dem er das Programm *Fritz 6* zum Analysieren²¹ einsetzen durfte. Knaak gewann das Match deutlich mit 5,5 zu 2,5 Punkten.

Alle Experten sind sich darin einig, dass der Einsatz eines Schachprogramms während der Partie die Spielstärke beider Team-Komponenten enorm verbessert; der Grad der Steigerung hängt allerdings auch stark von den Programmkenntnissen und der Fähigkeit der Spieler ab, den Rechner schnell und sinnvoll zu verwenden²². Weiteres Beispiel: An den Computerturnieren in Bernburg und Thüringen nimmt der ca. 2000 Elo starke Hans Tauber regelmäßig als Advanced Chess Spieler teil und erzielt mit unterdurchschnittlich schwachen Schachengines stets überdurchschnittlich gute Ergebnisse.

Schach im Freistil

Beim *Freestyle Chess* geht es genau wie im Advanced Chess um die Kooperation von Mensch und Maschine, nur sind hier die Regeln etwas weiter gefasst: Zunächst einmal ist die Spielplattform eine andere, denn diese Art von Schach wird auf Servern im Internet ausgetragen. Den Spielern ist es erlaubt, auch mehr als einen Menschen und einen Computer einzusetzen. Bei einem Freestyle Turnier werden also keine einzelnen Menschen, sondern *Teams* gemeldet. Der Teamleiter agiert unter seinem Nicknamen auf dem

²¹ Knaak nutzte das Schachprogramm, um erstens die seinen eigenen Ideen entsprungenen Varianten auf Korrektheit zu überprüfen, zweitens um Zugvorschläge für ihn selbst zu bekommen und drittens um Kandidatenzüge für den Gegner zu erhalten [vgl. Althöfer (2000), S. 256].

²² Diese Fähigkeit wird insbesondere Anand zugesprochen, der sich beim Advanced Chess Match 1999 mit 5 zu 1 klar gegen den computerunerfahrenen Anatoly Karpov durchsetzte, welcher zu diesem Zeitpunkt FIDE-Weltmeister war. Ein ähnlich hoher Sieg im klassischen Schach ohne Computerhilfe wäre dem Inder wahrscheinlich nicht gelungen. Karpov nutzte seinen Rechner während der Partien nur unzureichend; das Match hatte eher den Charakter eines Kampfes zwischen Mensch gegen Mensch plus Maschine.

Schachserver, die genaue Teamzusammensetzung muss jedoch nicht öffentlich gemacht werden. Denkbare Teamstrukturen könnten sein:

1. Eine vollautomatisch spielende Engine; der Teamleiter nimmt lediglich vor Beginn der Partie die entsprechenden Konfigurationen an der Eröffnungsbibliothek und den Programmparametern vor.
2. Eine Engine im Dauernalysemodus; der Mensch bestimmt lediglich die Eröffnungszüge und übernimmt danach nur die Zeitverwaltung: Es wird stets der von der Engine favorisierte Zug ausgespielt, der Teamleiter entscheidet den Zeitpunkt der Ausführung.
3. Mehrhirn-Ansätze: Der Teamleiter lässt sich von verschiedenen Schachengines beraten²³ und wählt den seiner Meinung nach besten Zug.
4. Der Teamleiter erzeugt Variantenbäume während der Partie, nutzt also das Instrument der Vorwärtsanalyse.
5. Mehrere menschliche Spieler beraten über den nächsten Zug, der Teamleiter trifft die endgültige Entscheidung. Die einzelnen Teammitglieder können dabei vor Ort, oder aber über Telefon / Chat zugeschaltet sein.
6. Eine beliebig gestrickte Kombination aus den Punkten 2 bis 5.

Die Idee für diese Spielvariante wurde Mitte 2004 von Ingo Althöfer und mir aus der Taufe gehoben. Im August jenes Jahres starteten wir ein erstes Experimental-Turnier, weitere zwei Events fanden im Januar 2005 statt. Bei diesen Versuchen wollten wir die Bedenkzeit gegenüber dem Advanced Chess dramatisch reduzieren, um die Auswirkungen auf das Mensch-Maschine Kooperationsverhältnis zu testen. Die unter dem Namen *Freistil-Blitz* ausgetragenen Experimente brachten unterschiedliche Ergebnisse hervor: Zunächst siegte eine autark agierende Engine, beim zweiten Mal ein auf Fidemeister-Niveau spielender Akteur, der sich von zwei Engines auf einem Rechner

²³ Diese analysieren entweder im Ein- oder Mehrvariantenmodus. Es kann auch jederzeit zwischen den einzelnen Modi gewechselt werden. Ob die Engines auf einem einzigen Rechner laufen oder über Netzwerk auf verschiedene Computer verteilt werden, bleibt dem Geschmack bzw. der Hardwareausstattung des Teams überlassen.

beraten ließ, jedoch auch viele eigene Ideen einbrachte. Beim dritten Anlauf mit leicht erhöhter Bedenkzeit war ein Teilnehmer erfolgreich, der mit Hilfe von zwei Rechnern in einer Art *Listen-3-Hirn* Modus spielte. Auch wenn die Datenmenge aufgrund der geringen Teilnehmerzahlen zu klein war, zeichnete sich doch der Trend ab, dass autark agierende Engines bei kurzen Bedenkzeiten noch gut mithalten können und ein Team mit starker menschlicher Beteiligung nicht unbedingt erfolgreicher ist²⁴. Im Freistil-Blitzen müssen die Menschen ihre Fähigkeiten so einsetzen, dass sie die Engines nicht ausbremsen. Für ausführliche Vorwärtsanalysen blieb den Spielern bei den getesteten Zeitkontrollen (7 Minuten plus 2 Sekunden pro Zug bzw. 12m+5s) jedenfalls nicht genug Freiraum.

Die Freistil-Idee nahm die *PAL Group* aus Abu Dhabi in Kooperation mit dem Fachmagazin *CSS-Online* wieder auf: Unter dem Begriff *Freestyle Chess* fanden seit Mai 2005 bereits drei Turniere statt, ein viertes ist bereits in Planung. Außer einer längeren Bedenkzeit (60m+15s) und einem deutlich erhöhten Preisgeld sind die Regeln gegenüber dem Ursprungskonzept gleich geblieben. Die für ein Online-Turnier beachtlichen Gewinnprämien lockten bereits einige starke Spieler an, doch auch ein Großmeistertitel ist beim Freestyle Chess keine Erfolgsgarantie. Genau wie die autark agierenden Engines diesmal schwächer abschnitten, konnten sich auch computerunerfahrene Spitzenspieler nicht durchsetzen. Das erste Turnier gewann ein Team aus zwei Amateurschachspielern, die umfangreiche statistische Datenbankauswertungen vor dem Turnier vorgenommen hatten und eröffnungsstechnisch wohl am besten vorbereitet waren. Sie setzten drei Rechner und maximal vier verschiedene Engines ein und ergänzten sich gegenseitig. Dies war der erste Beweis, dass auch ein Team aus mehr als einem Computerschachspezialisten mit relativ geringer Spielstärke beim Freistil-Schach erfolgreich sein kann. Beim zweiten Turnier war das Team siegreich, welches die größte Rechenkraft hinter sich vereinen konnte: Der Hardwareriese *Hydra* empfahl

²⁴ Das Team mit dem spielstärksten Teamleiter landete nur auf einem der hinteren Ränge, da sich dieser nur unzureichend mit der Schachsoftware auskannte und einen veralteten Rechner einsetzte.

offenbar die stärksten Züge, agierte aber nicht autonom²⁵. Ein Team aus drei starken Spielern (ein Großmeister, zwei Internationale Meister) konnte sich schließlich im dritten Freestyle Chess Turnier durchsetzen und damit belegen, dass auch eine koordinierte Gruppe von Menschen und Computern den Ton angeben kann. Teamleiter war der Programmautor der z.Zt. stärksten kommerziellen Engine *Rybka* und damit prädestiniert für ein gutes Abschneiden — schließlich sollte er die Spielweise seines Programms am besten kennen. Diese Fähigkeit ist generell eine Grundvoraussetzung für den Erfolg im Freestyle Chess: Nur wer um die Stärken und Schwächen seiner Teammitglieder (Menschen und Computer) Bescheid weiß, kann diese auch gezielt einsetzen bzw. vermeiden.

6.3.3 Fernschach

Die intensivste Form von Mensch-Maschine Zusammenarbeit wird zweifellos im Fernschach praktiziert. Hier spielt der Zeitfaktor keine so große Rolle wie beim Freestyle Chess, deshalb können alle Register gezogen werden, die sich einem Schachspieler bieten. Neben Nachschlagen in diversen Büchern, ausführlichen Absprachen mit anderen Spielern und Analysen an diversen (auch realen) Variantenbrettern steht natürlich das gesamte Arsenal an computerschachlichen Möglichkeiten zur Verfügung: Alle lokalen und im Internet verfügbaren Partiedatenbanken können befragt, große Variantenbäume erzeugt und vor allem diverse Analyseengines konsultiert werden. Letzteres wird unter den Spitzenspielern im Fernschach sogar so extensiv betrieben, dass mehrere Computer über viele Stunden an kritischen Stellungen herumrechnen. Zwar gibt der Mensch in der Regel immer noch die Marschrichtung vor und setzt die Schachengines nur auf vielversprechende Varianten einer bestimmten Stellung an, doch sind es zunehmend dann die Maschinen, welche den entscheidenden Zug finden.

Interessant ist in diesem Zusammenhang das von Oktober 2003 bis Januar 2005 ausgetragene Match zwischen Fernschach-Großmeister Arno Nickel

²⁵ Ein derartiger Versuch hatte beim Turnier zuvor keine guten Resultate hervorgebracht.

und sechs verschiedenen Schachprogrammen. Die Programme bzw. deren Bediener spielten dabei unter den Decknamen *Venus*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturn*, *Neptun* und *Pluto*, um ihre Identität sowie die der jeweilig eingesetzten Engine²⁶ zu verschleiern. Nickel durfte für seine Analysen beliebige (Computer-)Hilfen einsetzen. Die Programmbediener mussten jeweils den von ihrer Engine favorisierten Zug ausspielen, nur in der Eröffnungsphase war es ihnen gestattet, beliebige Züge aus einer eigenen Eröffnungsbibliothek zu wählen. Ansonsten kam ihnen eher die Rolle des Zeitmanagements zu — eine durchschnittliche Rechenzeit von 2-3 Tagen pro Zug wurde vereinbart, letztlich lag dies jedoch im Ermessen der Bediener. Vorwärtsanalyse oder ähnliches war den „Planeten“ nicht erlaubt. Vor dem Match rechneten Experten mit einem klaren Sieg für Arno Nickel, er selbst ging von einem Gesamtergebnis von 4,5-1,5 zu seinen Gunsten aus. Diese Einschätzung resultierte unter anderem aus der Annahme, dass es bei zunehmender Bedenkzeit einen abnehmenden Grenznutzen für die kalkulierten Züge geben könnte²⁷. Im Fernschach, so folgerte man weiter, mache es also keinen großen Unterschied, ob ein Schachprogramm für ein paar Stunden oder für mehrere Tage an einer Stellung rechnet²⁸. Das Hauptargument für einen Sieg des Fernschach-GMs war jedoch, dass diesem ganz andere Mittel in der Partie zur Verfügung standen: Durch interaktive und gezielte Vorwärtsanalysen mit verschiedenen Programmen war er in der Lage, sein eigenes Schachverständnis viel besser zur Geltung zu bringen als es die Engine-Bediener vermochten. Außerdem rechnete man damit, dass es für Nickel einfach sein würde, die gegnerische Engine zu identifizieren und somit ihre Züge bereits in einer frühen Partiephase mit großer Genauigkeit vorherzusehen.

²⁶ Zum Einsatz kamen die Engines *Chess Tiger*, *Fritz*, *Hiarcs*, *Junior*, *Shredder* und *The King* — jeweils in der aktuellsten Version. Die benutzte GUI blieb den Bedienern überlassen, es mussten jedoch Logdateien von der Engineausgabe angelegt werden. Die Programme spielten jeweils auf zeitgemäßen PCs. Hard- und Software durften im Einverständnis mit der Turnierleitung zu gewissen Zeitpunkten ein Upgrade erfahren.

²⁷ Die Überlegenheit von Zügen höherer gegenüber geringeren Suchtiefen reduziert sich also ab einem gewissen Punkt immer weiter. Diese Vermutung geht auf ein 1982 von Ken Thompson durchgeführtes Experiment zurück, welches allerdings keine eindeutigen Schlüsse zuließ [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 249].

²⁸ Die Situation, in der ein zusätzlicher Halbzug an Suchtiefe Rechenzeiten von mehreren Stunden erfordert, ist recht schnell erreicht.

Überraschend gewannen jedoch die „Planeten“ das Match mit 3,5 zu 2,5 Punkten, bei zwei Siegen, einer Niederlage und drei Remisen. Das Ergebnis löste eine große Diskussion über die Zukunft des Fernschachs aus, schließlich legt das Resultat des Experimentes zunächst die Vermutung nahe, ein relativ unerfahrener Fernschachspieler könne im offiziellen Turnierbetrieb schon weit vorne landen, indem er auf eigenes Spiel verzichtet und lediglich seine Computer bedient. Welche Eigenschaften ein solcher *Postman*²⁹ jedoch besitzen müsse, um wirklich erfolgreich zu sein, blieb offen. Nickel selbst nannte verschiedene Gründe für den starken Auftritt der „Planeten“ und den unerwarteten Ausgang des Versuchs [vgl. Nickel (2004), Nickel (2005)]:

- Das Regelwerk ließ ein größeres Engagement der Programmbediener zu als es eigentlich beabsichtigt war: Die Zeiteinteilung konnte völlig flexibel gehandhabt werden, so dass für eine kritische Stellung durchaus mehrere Tage Rechenzeit investiert wurden, für einfache oder erzwungene Züge hingegen nur wenige Stunden. Hier zahlt sich ein kluges Vorgehen der menschlichen Betreuer aus, denn sie können im Mehrvariantenmodus erkennen, ob sich mehrere ähnlich gut bewertete Züge anbieten und gegebenenfalls so lange rechnen lassen, bis der gewünschte Zug an Platz eins steht³⁰. Ein schachlich unerfahrener Bediener kann hingegen kaum entscheiden, an welchen Stellen sich eine intensivere Zugberechnung lohnt.
- Matchpsychologie spielte eine entscheidende Rolle, da sich der Großmeister mit seinem angestrebten und angekündigten Sieg selbst unter Druck setzte und dabei schon in der Eröffnung nachteilige Stellungstypen zuließ, um Remistendenzen zu vermeiden. Auch die auf der Spiel-

²⁹ So wurde ein reiner Computerspieler in der Debatte genannt, welcher zwar des Schachspiels kaum mächtig ist, dafür aber eine ganze Reihe von Computern ins Rennen schickt, um bei Fernschachturnieren erfolgreich zu sein.

³⁰ In diesem Zusammenhang scheint es wichtig zu sein, über eine längere Zeit zu beobachten, ob die Bewertung für einen Zug stagniert oder langsam ansteigt. Selbst wenn der Mensch die Auswirkungen des Zuges nicht überblicken kann, ist eine konstant steigende Stellungsbewertung ein guter Hinweis auf eine erfolgsversprechende Fortsetzung in einer kritischen Stellung.

plattform *chessfriend.com* von ihm eingebrachte Livekommentierung der Partien hat den Versuch aus seiner Sicht psychologisch belastet.

- Die Schachengines profitierten von den langen Bedenkzeiten viel deutlicher als von allen Experten erwartet, vor allem ihre Defensivstärken kamen dabei noch besser zur Geltung. Gegenüber der normalen Turnierbedenkzeit³¹ macht dies nach Nickels Einschätzung mehrere Klassenunterschiede aus. Dies lässt eventuell den Rückschluss zu, dass die Hypothese des abnehmenden Grenznutzens höherer Suchtiefen für dieses Experiment nicht bestätigt werden konnte oder sogar generell nicht zutreffend ist.
- Das Anonymisierungskonzept des Versuchs ist aufgegangen, denn es ist dem Fernschach-GM nicht gelungen, die Identität der Programme zu ermitteln. Somit blieb ihm die Möglichkeit verwehrt, die Züge der jeweiligen Gegner durch eigene Analysen zweifelsfrei vorherzusagen.
- Der Arbeitsaufwand für Arno Nickel war ungleich größer als für die „Planeten“: Diese konnten sich voll auf eine einzige Partie konzentrieren und hier die gesamte Rechenzeit investieren. Eine solche Situation entspricht nicht der normalen Fernschachpraxis, in der man durchaus 20-30 Turnierpartien parallel spielen muss.

Letztlich muss man bedenken, dass eine solch geringe Datenbasis (6 Partien) sowieso keine statistisch gesicherten Erkenntnisse zulässt. Festzuhalten bleibt, dass eine Schachengine auf einem zeitgemäßen Computer auch im Fernschach ein ernstzunehmender Gegner ist. Allerdings liegt es auch hier genau wie im Advanced und Freestyle-Chess bei den menschlichen Bedienern, das entscheidende Quäntchen Spielstärke hinzuzufügen (z.B. durch geschickte Einteilung der Bedenkzeit).

³¹ Die bei diesem Experiment angesetzte Durchschnittsbedenkzeit von 2-3 Tagen pro Zug unterscheidet sich von der Turnierbedenkzeit (3 Minuten / Zug) um mehr als den Faktor 1000, was zu einem Zuwachs von 6-10 Tiefenstufen in der Suche führt.

Kapitel 7

Fazit und Ausblick

7.1 Interaktionswandel

Die in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen konnten stichprobenartig aufzeigen, dass in den vergangenen Jahrzehnten ein umfassender Interaktionswandel zwischen Mensch und Computer stattgefunden hat. Dies wurde auf der einen Seite stark von der zunehmenden Leistungsfähigkeit der Maschinen forciert, welche im Laufe der Zeit immer anspruchsvollere Aufgaben übernehmen konnten. Mächtigere Hardware ermöglichte fortgeschrittene Software — umgekehrt führten ehrgeizigere Softwareprojekte dazu, dass die Hardwareentwicklung schneller vorangetrieben wurde, um eine angemessene Rechnerplattform bereitzustellen. Dieser Prozess der gegenseitigen Beeinflussung von Hard- und Softwareevolution trieb die Leistung der Computer in kürzester Zeit in ungeahnte Höhen¹.

Drei andere Faktoren, die den Wandel von Interaktion mitbegründet haben, dürften jedoch noch bedeutsamer sein:

¹ Die fortschreitende Evolution kann mit dem *Mooreschen Gesetz* (*Moore's Law*) anschaulich auf einen Nenner gebracht werden: «Als Mooresches Gesetz wird die Beobachtung bezeichnet, dass sich durch den technischen Fortschritt die Komplexität von integrierten Schaltkreisen etwa alle 24 Monate verdoppelt. Dieser Sachverhalt bildet eine wesentliche Grundlage der digitalen Revolution [vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Moores_Law].»

1. Durch eine stetige Verbesserung des Herstellungsprozesses² konnten die Computer immer kostengünstiger produziert werden. Sinkende Preise führten zu einer großflächigen Verbreitung der elektronischen Rechner.
2. Die Gebrauchstauglichkeit der Benutzungsschnittstellen wurde immer weiter verfeinert, nachdem man den Fokus im Mensch-Maschine-Dialog stärker auf den Menschen gerichtet hatte. Ein Computerbenutzer muss heutzutage kein Spezialist mehr sein, sondern kann auch als Laie schon nach kurzer Zeit mit dem Rechner praktikabel arbeiten.
3. Resultierend aus den ersten beiden Sachverhalten wuchs mit der Zeit die Akzeptanz der Computer in der Gesellschaft. Wurden die Rechner in ihrer Entstehungszeit häufig noch als Fremdkörper betrachtet, sind sie heute allgemein anerkannt: Sie werden nicht nur von ihren Anwendern als nützliche Hilfsmittel geschätzt, sondern sind bereits aus dem Alltag der industrialisierten Welt nicht mehr wegzudenken.

Vor allem die letzten beiden Punkte wurden ausführlich anhand der Computerschachentwicklung im Speziellen bzw. der Computerevolution im Allgemeinen nachgewiesen. Die in dieser Arbeit gewonnen Erkenntnisse gelten also nicht nur für den Mikrokosmos *Schach*, sondern sind auch auf andere computerbezogene Bereiche übertragbar. Nachfolgend soll exemplarisch einigen Aspekten nachgespürt werden.

7.1.1 Universelle und spezielle Maschinen

Wie die Geschichte des Computerschachs gezeigt hat, trennten sich ab einem gewissen Punkt die Wege der Plattformen, auf denen Schach zur Anwendung kam: Auf der einen Seite standen die universellen Computer (z.B. Personalcomputer), die auch bzw. vor allem für andere Aufgaben geeignet sind — auf

² Dies ist vor allem der Entwicklung des Mikrochips zu verdanken. Allgemeiner ausgedrückt hat die zunehmende Miniaturisierung dafür gesorgt, dass Computer günstiger hergestellt werden konnten.

der anderen Seite gab es spezielle Geräte (z.B. Brettschachcomputer), die partikulär für das Einsatzgebiet *Schach* ausgelegt waren. Diese Beobachtung gilt generell für die computerisierte Gegenwart, da neben der heutigen Erscheinungsform von Turings *Universalmaschine* (=Personalcomputer) viele andere Apparate existieren, in denen Mikrochips verbaut sind. Diese verrichten ihre Arbeit vom Benutzer unbemerkt in hochspezialisierter Form, z.B. in Waschmaschinen, Videorekordern, Autos und Digitaluhren. Der universelle Computer ist in der Lage, all diese speziellen Anwendungsfälle zu simulieren, er wird also für die Konzeption und Programmierung der Spezialgeräte benötigt. Sind diese spezielleren Chips allerdings erst einmal entwickelt, eignen sie sich für ihr ganz bestimmtes Aufgabengebiet durchweg besser als ihre universellen Geschwister. Bestimmte Anwendungsfälle setzen sogar spezialisierte Systeme voraus, um eine schnelle Reaktion in kritischen Situationen zu garantieren³.

Neuerdings gibt es auch eine Art *Mischform* zwischen beiden Ansätzen: Geräte wie Handys, Organizer oder Set-Top-Boxen sind zwar für einen speziellen Zweck ausgelegt, können jedoch potentiell auch andere Aufgaben übernehmen, da sie frei programmierbar sind. Der Spezialisierungsgrad hängt also sowohl von der Hard- als auch der Software ab. Ist hardwareseitig eine Schnittstelle zur Umprogrammierung der Maschine vorhanden, wird dem Anwender zumindest die Möglichkeit eingeräumt, sie universeller einzusetzen als es ursprünglich geplant war.

7.1.2 Natürliche und Künstliche Intelligenz

Das menschliche Gehirn arbeitet anders als die zentralen Recheneinheiten eines Computers. Trotzdem können beide ähnliche Ergebnisse hervorbringen, wenn es um die Lösung einer bestimmten Aufgabe geht. Beim Schach spielen die besten Menschen und die besten Computer momentan ungefähr auf

³ Zu nennen wären hier vor allem Umgebungen, in denen erhöhte Sicherheitsvorkehrungen notwendig sind, beispielsweise ABS-Systeme in Autos, Brennstab-Kontrollsysteme in Kernkraftwerken oder medizinische Geräte zur Überwachung der Vitalfunktionen.

dem selben Niveau, auch wenn sie stark voneinander abweichende Methoden anwenden, um dies zu erreichen. Mensch und Maschine kennen nicht die endgültige Lösung für das Schachspiel, sondern besitzen nur unvollständige Informationen darüber. Aufgrund ihrer Fähigkeit, schnell und genau rechnen zu können, werden die Computer auf diesem Gebiet langfristig die Oberhand gewinnen. Sind sie dem Menschen dann intellektuell überlegen?

In Science-Fiction Romanen und Filmen werden Computer häufig als die nächste Stufe der Evolution dargestellt, als die absolute Vernunft und sogar als etwas Göttliches. Trotz ihres hohen Grades an Perfektion tragen sie dennoch systembedingte Fehler in sich, die meist mit dem Umstand erklärt werden, dass ein fehlerbehaftetes Wesen wie der Mensch diese Maschinen erfunden und hergestellt hat [vgl. Klaustermeyer (2001)]. Daniel Dennett brachte 1997 das Argument vor, dass Kurt Gödels *Unvollständigkeitssatz*⁴ auch für Turings Universalmaschine gelten muss: Für jeden Computer, der arithmetische Aussagen widerspruchsfrei beweisen kann, existiert mindestens eine wahre Aussage, die er nicht beweisen kann. Es wird also immer eine Wahrheit geben, die nicht maschinell bewiesen werden kann, selbst wenn ein Computer dafür bis ans Ende der Zeit rechnen würde [vgl. Dennett (1997), S. 221-222]. Letztlich weist auch Ernst Strouhal darauf hin, dass Schach kein hermetisches, sondern ein offenes System ist, da sich die Konventionen des Spiels im Lauf der Jahrhunderte immer wieder geändert haben. Damit ist eine der Grundvoraussetzungen für die vollständige Simulation durch eine Turingmaschine nicht mehr gegeben: die Abgeschlossenheit des Systems. Außerdem können Menschen sich über diese Konventionen hinwegsetzen, während eine Maschine sich aufgrund ihrer Programmierung an diese halten muss [vgl. Strouhal (1996), S. 156]. Verallgemeinert ausgedrückt bedeutet dies, dass der Mensch bestimmte Aufgaben zwar mit weniger Präzision und Geschwindigkeit als eine Maschine erfüllen kann, die

⁴ Der Mathematiker Kurt Gödel wies mit seinem im Jahre 1931 veröffentlichten Unvollständigkeitssatz nach, dass man in Systemen wie der Arithmetik nicht alle Aussagen formal beweisen oder widerlegen kann. Sein Satz besagt: «Jedes hinreichend mächtige formale System ist entweder widersprüchlich oder unvollständig [vgl. *Gödels Satz* auf <http://de.wikipedia.org>].»

Flexibilität des menschlichen Gehirns aber zumindest in einem Punkt überlegen ist: Durch die Fähigkeit, bestimmte Regeln bewusst zu missachten und dabei Fehlschläge in Kauf zu nehmen, schafft es der Mensch, neue Wege zu beschreiten — eine wichtige Prämisse für innovatives Handeln.

Computerschach-Experten wie Stefan Meyer-Kahlen halten einen Computer nicht für intelligent, nur weil er besser Schach spielt als die meisten Menschen. Betrachtet man die Maschine als Black-Box, so entsteht zwar der Eindruck, sie sei denkfähig, da sie gescheiterten Output (=gute Schachzüge) produziert. Wer aber hinter die Kulissen schaut, der weiß, dass die eigentliche intellektuelle Leistung von den Menschen stammt, die den Computer hergestellt und das Schachprogramm geschrieben haben. Die Maschine arbeitet lediglich stupide die einzelnen Programmzeilen ab, wenn auch außerordentlich schnell und akkurat. Lernfähig⁵ ist sie hingegen nur in beschränkter Weise, Innovationsvermögen oder Kreativität fehlen ihr gänzlich. Deshalb ließ sich auch der auf Schachprogramme spezialisierte Softwareentwickler Christian Donninger in einem Radiointerview mit dem Deutschlandfunk zu folgender scherzhaft gemeinten Aussage hinreißen: «Ich glaube, die einzige kreative Maßnahme mit dem Computer ist, dass man ihn ausschaltet.»

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist in der Tatsache zu sehen, dass Computer im Gegensatz zu Menschen stets an Formalsprachen gebunden sind. Aus performativen Gründen muss ein Rechner auf ein Regelsystem zurückgreifen, das seine innere Kohärenz und Leistungskraft auf die Reinheit seiner Konstruktion gründet [vgl. Winkler (2000)]. Natürliche Sprachen sind hingegen in einem langen und unberechenbaren Prozess historisch gewachsen und wurden immer wieder semantisch und syntaktisch modifiziert. Vielleicht wird ein Computerprogramm, das sich an ein derart striktes Set an Regeln halten muss, niemals Intelligenz entwickeln können. Ein erster Hinweis darauf sind die Probleme der KI-Forscher, natürliche Sprachen so zu formalisieren, dass sie für Computer „verständlich“ werden. Es bleibt abzuwarten, ob

⁵ Bei Schachprogrammen gibt es zwar rudimentäre Lernfunktionen, doch diese greifen immer nur in Situationen, in denen ein bestimmter Zug schon einmal für schlecht befunden wurde. Es gibt bislang kein Programm, das konkretes Wissen generalisieren und danach auch in anderen Kontexten einsetzen kann.

weitere Geschwindigkeitssteigerungen der gegenwärtigen Hardware genügen werden, um Probleme dieser Art zu lösen. Möglicherweise wird man ganz neue Technologien brauchen, um eine Maschine zu befähigen, in natürlicher Sprache zu kommunizieren.

7.1.3 Verflechtung von praktischer und sozialer Ebene

«Das Medium ist die Botschaft!» — mit dieser Aussage beschrieb der Medientheoretiker Marshall McLuhan eine seiner wichtigsten Thesen.

«Denn die „Botschaft“ jedes Mediums oder jeder Technik ist die Veränderung des Maßstabs, Tempos oder Schemas, die es der Situation des Menschen bringt [vgl. McLuhan (1996)].»

Ein *Medium* ist für McLuhan jede Ausweitung des menschlichen Körpers⁶ und seiner Sinne⁷. Diese medialen Ausweitungen wirken sich auf den einzelnen Menschen sowie auf die Gesellschaft als Ganzes aus. Unter einer *Botschaft* versteht McLuhan hier die Summe aller Auswirkungen, durch die ein Medium die Situation der Menschen umformt. Dies reicht von der Sinneswahrnehmung über die Psyche bis hin zum sozialen Zusammenleben. Weiterhin stellt McLuhan fest, dass der Inhalt eines jeden Mediums ein weiteres Medium ist. Für ihn hat also nicht der Inhalt des Mediums, sondern das Medium selbst entscheidenden Einfluss auf die Menschheit.

Mit diesem bereits 1964 abgefassten Paradigma bewies McLuhan einen erstaunlichen Weitblick: Tatsächlich haben seitdem die elektronischen Medien⁸, welche zum damaligen Zeitpunkt noch in den Kinderschuhen steckten, das Verhalten der Menschen grundlegend verändert. Dies wurde anhand des „Versuchsobjektes“ *Schachspiel* einige Male besonders deutlich. Außer ein

⁶ McLuhan verwendet einen erweiterten Medienbegriff, da er auch alle Werkzeuge, Maschinen und andere technische Errungenschaften zu den Medien hinzuzählt. Beispiel: Das Rad ist eine Ausweitung des Fußes.

⁷ Beispiel: Das Telefon ist eine Ausweitung des Ohres.

⁸ Hier ist vor allem das Fernsehen und der Computer gemeint.

paar Visionären hat bei der Erfindung des Computers niemand daran gedacht, welche Auswirkungen er einmal auf die Gesellschaft haben wird. Die ersten elektronischen Rechner entstanden zu Kriegszeiten und wurden danach im zivilen Kontext zu ganz anderen Zwecken eingesetzt. In der Kulturgeschichte geschieht derartiges häufig, wie Friedrich Kittler feststellte: Der Krieg bringt immer wieder neue Waffen hervor, die dann im „Zivildienst“ den kulturellen Fortschritt vorantreiben [vgl. Kittler (2001)].

Es ist deutlich erkennbar, dass viele Argumente strikt für die in der Einleitung beschriebene *Henne-Position* sprechen (siehe Kapitel 1.3, S. 4). Gibt es aber auch Nachweise, welche die konträre Position unterstützen würden? Meiner Auffassung nach ist die ansteigende Gebrauchstauglichkeit der Benutzungsschnittstellen ein Beleg dafür, dass gesellschaftliche Prozesse zu Modifikationen in der Technologie geführt haben. Immer, wenn der Fokus im Mensch-Maschine-Dialog stärker auf den Menschen gerichtet wurde, um den Umgang mit der Maschine zu erleichtern, ereignete sich eine Art Transkription: Die Tasten der Tastatur sind anatomisch an den Finger des Menschen angepasst, die Maus orientiert sich an der Form der menschlichen Hand. Sämtliche Dokumente, ob vom lokalen Speicher abgerufen oder dem scheinbar endlosen *World Wide Web* entstammend, treffen sich auf einer einheitlichen Basis — der in sich geschlossenen Bildschirmoberfläche, die als multifunktionale bzw. universelle Buchseite angesehen werden kann [vgl. Klaustermeyer und Späth (2000), S. 10].

Die „Forderungen“ der Gesellschaft nach einem benutzerfreundlichen und universell einsetzbaren Computer haben sich sogar in die symbolischen Prozesse der Maschine eingeschrieben, denn der Hauptteil des Anpassungsprozesses liegt heutzutage bei der Software⁹. Das Textuniversum des Internets weicht immer mehr einem Bilduniversum. Die mögliche nächste Stufe der Evolution sieht sogar ein weltweites Netz vor, das nur noch aus Bildern

⁹ Die Hardware der Benutzerschnittstellen eines Personalcomputers hat sich seit dem Aufkommen der GUI-Betriebssysteme nur noch im Detail verändert.

besteht¹⁰. Ist der Mensch etwa im Begriff, sich ein Abbild seiner Realität auf einer technologischen Plattform zu erstellen? Vieles deutet darauf hin, doch sind noch einige Probleme zu lösen, um dieses ehrgeizige Vorhaben in die Tat umzusetzen. Wahrscheinlich ist eine weitere umfassende Veränderung bzw. Neugestaltung der vorhandenen Benutzungsschnittstellen nötig, damit die nächste Entwicklungsstufe erreicht werden kann. Wie diese aussehen könnten, soll in Abschnitt 7.2.1 kurz erläutert werden.

Die Frage danach, welche der oben erwähnten Positionen nun eher zutreffend ist, kann also mit einem Kompromiss beantwortet werden: Die Verflechtungen von praktisch-technologischer Seite und sozialer Ebene sind so vielfältig, dass man Argumente für beide Positionen finden kann. Wie anhand verschiedener Beispiele erläutert wurde, hat das Auftreten und die Verbreitung der Computer die *Schachwelt* verändert, aber auch die Gesellschaft als Ganzes. Die Menschen mussten ihr Verhalten, ihre Arbeits- und Denkweise an die neuen Umstände anpassen, die durch Computer hervorgerufen wurden. Auf der anderen Seite haben aber auch gesellschaftliche Anforderungen den Computer verändert — die Anpassung der Maschine an die menschliche Anatomie, Geisteshaltung und Verhaltensweise hat sich in die Hard- und Software eingeschrieben.

Der Prozess der gegenseitigen Beeinflussung von Gesellschaft und Technik ist eine Art Perpetuum mobile. Reflektiert man die Kulturgeschichte der letzten 500 Jahre, dann scheint es so, als ob von Zeit zu Zeit neue Technologien auftauchen, die revolutionären Einfluss auf die Menschheit haben (z.B. Buchdruck, elektronische Medien), ohne dass dies vom Erfinder ursprünglich beabsichtigt war. Der gesellschaftliche Veränderungsprozess führt dann zu Anpassungen der Technik oder auch zu gezielten Forschungen an neuen Technologien, deren Folgen wiederum unabsehbar sind. Da zuviele Faktoren gleichzeitig auf diesen Komplex einwirken, sind Prognosen für zukünftige Entwicklungen schwierig zu stellen.

¹⁰ Das von *Microsoft Live Labs* entwickelte *Photosynth* soll alle Fotosammlungen der Internetnutzer zu einer gewaltigen Bilderwelt vernetzen, die auch einen virtuellen „Rundgang“ erlauben wird: <http://labs.live.com/photosynth>

7.2 Ausblick

7.2.1 Neue Ansätze für Benutzungsschnittstellen

Wie der Exkurs (siehe 4.3, S. 71) in die Geschichte der Computer und deren Benutzungsschnittstellen gezeigt hat, wich die anfangs vorherrschende hardwarezentrierte Herangehensweise einer benutzerfreundlicheren Perspektive¹¹ auf den Mensch-Maschine-Dialog. Nicht mehr die Maschine allein, sondern der Umgang des Menschen mit ihr stand fortan im Fokus einer neuen Forschungsrichtung. Exemplarisch seien hier die Faktoren genannt, die Brian Shackel 1990 als entscheidend für die Gebrauchstauglichkeit eines Systems konstatierte [vgl. Shackel (1990)]:

1. Effektivität: Wie schnell kann der Benutzer mit dem System eine Aufgabe lösen?
2. Erlernbarkeit: Wieviel muss ein gelegentlicher Benutzer dazulernen, um gewisse Aufgaben mit dem System bearbeiten zu können?
3. Flexibilität: Erlaubt das System verschiedene Strategien zur Lösung einer Aufgabe?
4. Benutzerakzeptanz: Wie zufrieden ist der Benutzer insgesamt mit dem System?

Jeder dieser Aspekte ist von Relevanz und sollte bei der Beurteilung von Benutzungsschnittstellen berücksichtigt werden — inzwischen wurden in der ISO-Norm weitere Usability-Kriterien festgelegt. Mit der heutigen Form des Desktop-PCs und seiner Ein- bzw. Ausgabeschnittstellen ist man verglichen mit der Anfangszeit der Computer schon recht weit fortgeschritten. In den letzten 15 Jahren haben sich die Entwickler jedoch hauptsächlich um

¹¹ John Kammersgaard unterscheidet vier verschiedene Sichtweisen auf die Mensch-Computer Interaktion: System-Perspektive, Dialogpartner-Perspektive, Werkzeug-Perspektive, Medien-Perspektive [vgl. Kammersgaard (1990)]. Er hebt hervor, dass jeder dieser Blickwinkel notwendig ist, um die Problematik als Ganzes zu erfassen und sie von verschiedenen Seiten anzugehen.

Modifikationen der Software gekümmert; hardwareseitig wurde das System aus *Tastatur-Maus-Bildschirm* strikt beibehalten. Ehrgeizige Pläne wie der von Vannevar Bush erdachte Computer MEMEX, der neben einer Tastatur und Spracheingabe auch eine direkte Verbindung zum Gehirn des Menschen vorsah [vgl. Baecker und Buxton (1990)], werden wohl in nächster Zeit nicht realisiert werden können. Wie aber sehen gegenwärtig die neuen Ansätze für Benutzungsschnittstellen aus?

Die Grenzen einer grafischen Benutzeroberfläche liegen offenbar darin, dass sie fest mit dem Ausgabemedium Bildschirm verbunden ist und dass überwiegend nur ein einzelnes Sinnesorgan (= das Auge) angesprochen wird. Diese Grenzen könnten mit Hilfe des *Ubiquitous Computings* überschritten werden, um die Aufmerksamkeit eines Benutzers stärker zu binden und ihn auf mehreren Sinnesebenen anzusprechen. Drei neue Techniken spielen dabei eine Rolle:

- *Ambient Displays* sind ein Versuch, digitale Informationen auf eine ansprechende und unmittelbare Weise zu repräsentieren. Sie integrieren sich unauffällig in die Umwelt und müssen nicht unmittelbar als Anzeigemedium erkennbar sein. Die dargestellte Information ist dabei stets im ganzen Raum verfügbar.
- *Tangible User Interfaces* sind berührbare Schnittstellen, die in besonderer Weise den Tastsinn ansprechen. Sie stellen nicht nur Informationen dar, sondern verhalten sich interaktiv: Durch Berührung wird eine Aktion ausgelöst, so dass Repräsentation und Interaktion auf einer gemeinsamen physikalischen Ebene stattfinden.
- *Augmented Reality* entsteht, wenn die Sinneswahrnehmung des Benutzers aus der ihm umgebenden Realität mit technischen Informationen ergänzt und angereichert wird. Der Übergang von Realität und Augmentation kann durchaus fließend sein.

Diese vielversprechenden Ansätze werden in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. Eine ausführliche Darstellung dieser Konzepte findet man

unter anderem in L. Lipps Diplomarbeit zum Thema „Interaktion zwischen Mensch und Computer im Ubiquitous Computing“ [vgl. Lipp (2004)].

7.2.2 Computerschach: Praktische Anwendung und zukünftige Entwicklungen

Schach war das erste Spiel, das man codiert und auf einem Computer gespielt hat, es war sogar eines der ersten Computerprogramme überhaupt. Zwar brachte die Entwicklung von Schachprogrammen einige für die Informatik wichtige Erkenntnisse hervor (vor allem in puncto Suchtechniken), doch das ursprüngliche Versprechen der KI-Forscher konnte nicht eingelöst werden — die Denkprozesse des Menschen mit der Maschine nachzubilden. Trotzdem hat man das damals gesteckte Ziel, irgendwann den Schachweltmeister zu besiegen, inzwischen erreicht. Die folgerichtige Frage lautet nun: «Quo vadis, Computerschach?»

Obwohl der Sieg von *Deep Blue* über Garry Kasparov bereits neun Jahre zurückliegt, ist die Computerschach-Evolution nach diesem Ereignis nicht zum Stillstand gekommen. Das Interesse der Entwickler richtet sich seitdem nicht mehr so stark an dem Kampf „Mensch gegen Maschine“ aus, sondern an Computerduellen oder Mensch-Computer-Kooperationen. Wie bereits in Kapitel 5.3 eruiert wurde, hat das Internet die Tür zu neuen Wegen im Computerschach aufgestoßen — als Kommunikationskanal für verschiedenartige Informationen wird es heutzutage in der Schachwelt vielfältig genutzt. Doch auch ambitionierte Pläne wie das im Jahr 2001 gestartete *ChessBrain*¹² Projekt hat die Verbreitung des Internets hervorgebracht. Inspiriert durch das SETI@home¹³ Projekt, entwarfen die ChessBrain-Entwickler eine Webclient-Server-Architektur, mit deren Hilfe sie die Unterstützung ihres Projektes durch Internetnutzer realisierten [vgl. Justiniano und Frayn (2003), S. 133]. Die erste Phase des Konzeptes sah einen zentralen Server und mehrere lose zusammengefasste Client-Rechner vor. In der zweiten Ausbaustufe sollen

¹² Ausführliche Informationen erhält man auf der Webseite <http://www.chessbrain.net>

¹³ <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>

auch ganze Cluster bzw. zu Clustern zusammengefasste Systeme unterstützt werden (siehe Abb. 7.1).

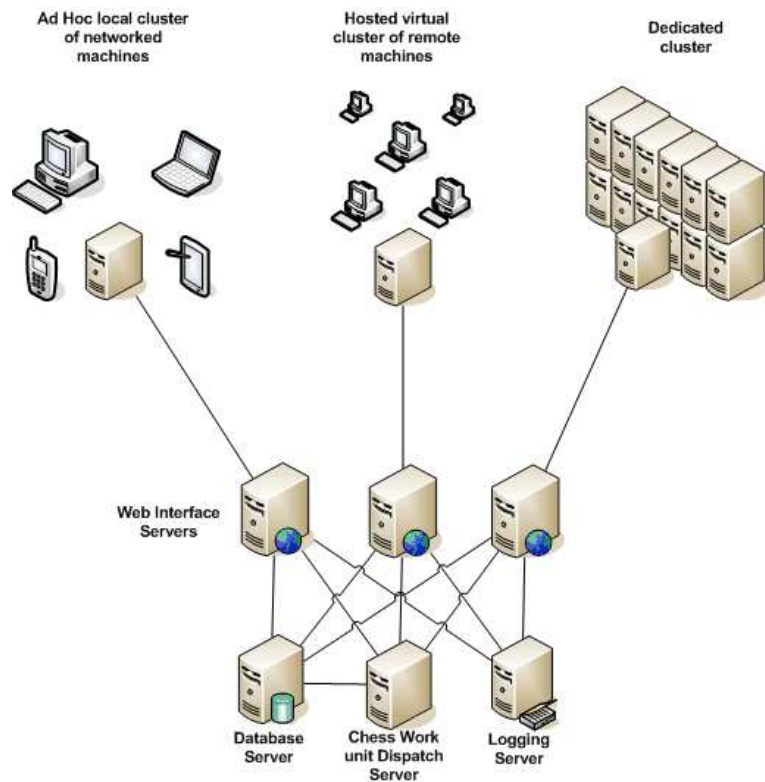


Abbildung 7.1: Die Struktur des *ChessBrain II* Projektes

Das Verfahren¹⁴ funktioniert in etwa so: Ein sog. *SuperNode* fungiert als zentrales Gehirn des Netzwerkes und ist in der Lage, selbständig Schach zu spielen. Wenn es bei seiner Spielbaumsuche auf eine unbekannte Position stößt, führt es zunächst eine kurze Analyse durch, um die möglichen Züge in eine sinnvolle Reihenfolge zu bringen. Anschließend wird eine Prioritätsliste mit allen Blattknoten erstellt. Jeder dieser Blattknoten wird dann zu einer *work unit* zusammengefasst, die an einen über das Netzwerk angeschlossenen Client abgegeben werden kann. Der *SuperNode* sorgt dafür, dass diese *work units* klein genug sind, damit sie von einem einzelnen Computer schnell abgearbeitet werden können. Kompliziertere Pakete werden

¹⁴ Die Arbeitsweise basiert auf der von Mark Brockington entwickelten APHID-Methode für asynchrone parallele Spielbaumsuche [vgl. Brockington (1997)].

den Clients zugewiesen, bei denen das System eine schnellere Antwort erwartet. Auch eine Absicherung gegen verlorene Pakete ist in dem Suchalgorithmus enthalten.

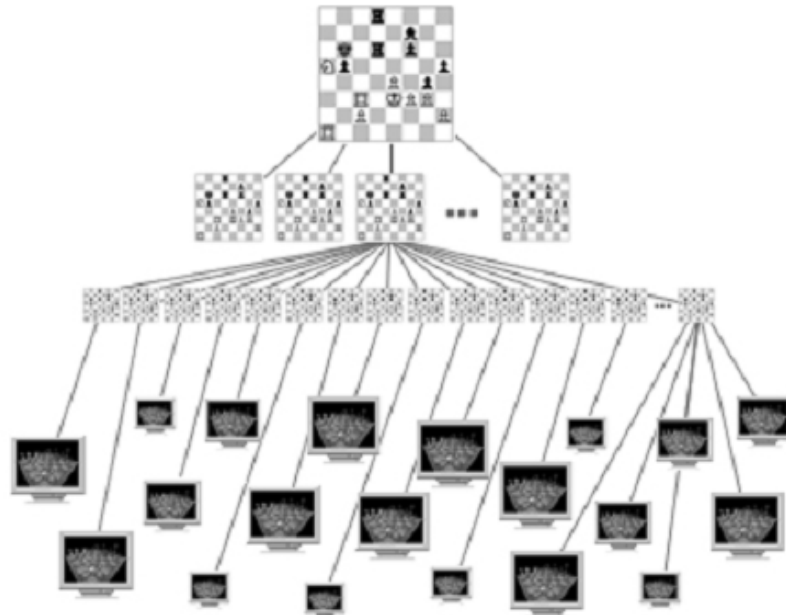


Abbildung 7.2: Asynchrone parallele Spielbaumsuche

Der hier präsentierte Ansatz soll genau wie das in Kapitel 3.5.5 vorgestellte *Hydra-Projekt* auch für andere Aufgaben eingesetzt werden, als nur zum Schachspielen. Denkbar sind beispielsweise Programme zum Vergleich von Fingerabdrücken, Gesichtern oder DNA, bei denen viel Rechenkraft benötigt wird. Hydra-Projektmanager Mohammed Nasir Ali sieht in den oben genannten Anwendungen sinnvolle Einsatzgebiete für diese Art von parallelisierten „Supercomputern“. Aber auch Konzepte wie das 3-Hirn, die ein Mensch-Maschine-Kooperationsverhältnis vorsehen, werden sicherlich ihre Anwendung in der Praxis finden. Als mögliche Einsatzorte nennt Ingo Althöfer z.B. die computerunterstützte Medizin, die Unternehmensforschung (*Operations Research*) oder das symbolische Rechnen in der Mathematik [vgl. Althöfer (1998), S. 328]. Besonders bei Optimierungsproblemen scheint es günstig zu sein, Computer mit menschlicher Koordination heranzuziehen.

7.2.3 Eine neue Herausforderung

Neben Schach gibt es bekanntlich eine ganze Reihe anderer Brettspiele für zwei Spieler. Einige sind trivialer als Schach und bereits zum größten Teil oder sogar vollständig ausanalysiert worden (z.B. *Mühle*, *Dame* oder *Vier gewinnt*). Andere sind wesentlich komplexer als Schach, beispielsweise das Spiel *Go*. Go-Programme sind noch nicht annähernd auf dem Spielstärkeniveau der menschlichen Meister angelangt, da hier die aus dem Computerschach bekannten Suchalgorithmen¹⁵ ins Leere laufen. Man geht davon aus, dass völlig neue Techniken erfunden werden müssen, um bessere Ergebnisse zu erzielen. Viele Experten bezeichnen deshalb das Spiel *Go* als die neue „Drosophila“ der KI-Forschung [vgl. Marsland (1990)].

Universelle Spielprogramme

Ein anderes Konzept bestand darin, ein universelles Spielprogramm zu entwickeln. Dieses muss auf der einen Seite allgemein verwendbare Techniken enthalten, auf der anderen Seite aber auch austauschbare Komponenten, die spezifisch für jedes einzelne Spiel definiert werden. Wie so ein Programm aufgebaut sein könnte, ist in Abbildung 7.3 dargestellt.

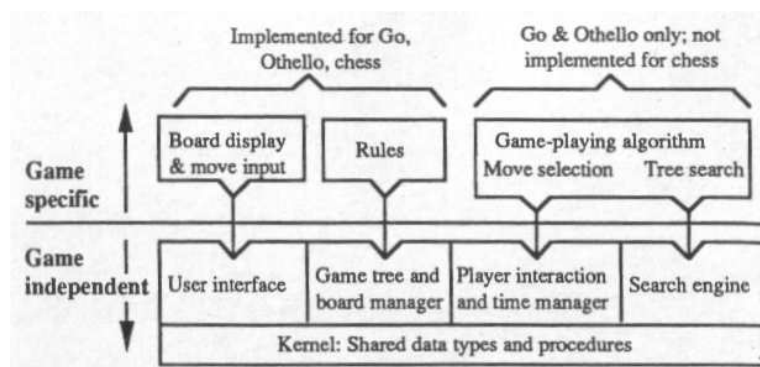


Abbildung 7.3: Aufbau des universellen Spielprogramms
Smart Game Board

¹⁵ Verglichen mit dem Schachspiel gibt es im *Go* viel mehr Zugmöglichkeiten. Dies lässt den Spielbaum sehr breit werden, wodurch nur geringe Suchtiefen erreicht werden können. Außerdem sind die Ziele des Spiels nur mit langfristiger Strategie zu erreichen.

Mittlerweile gibt es das kommerzielle Programm *Zillions of Games*, welches diesen Ansatz konsequent umgesetzt hat. Um ein neues Spiel für diese Plattform zu implementieren, ist es lediglich notwendig, ein Set aus Spielregeln zu definieren. Die Formalsprache für diese Regeln ist recht einfach gehalten, so dass auch weniger erfahrene Programmierer sie schnell erlernen können. Jeden Tag entstehen auf diese Weise Varianten von vorhandenen Spielen oder ganz neue Spiele.

Spiele erfinden mit Computerhilfe

Von der ersten Idee bis zu seiner endgültigen Form muss ein Spiel zwangsläufig eine Art *Reifeprozess* durchlaufen. Dieser setzt zwingend voraus, dass man genug Versuche durchführt, bei denen immer neue Modifikationen der Ursprungsidee ausprobiert werden. Hierbei kann ein universelle Spielprogramm helfen: Es wird zum Experimentieren eingesetzt, um das neue Spiel möglichst ausgewogen und interessant zu gestalten. Hierzu lässt man das Programm ganze Serien von Testspielen gegen sich selbst austragen und wertet die Ergebnisse anschließend statistisch aus. Folgende Kriterien sollten dabei besondere Berücksichtigung finden [vgl. Althöfer (2004)]:

- Chancengleichheit: Haben beide Spieler ähnlich hohe Siegchancen?
- Partielänge: Haben typische Partien eine passende Länge, d.h. eine angemessene Spieldauer?
- Remis-Quote: Wie häufig kommt es zu einem Unentschieden?
- Variabilität: Gibt es oft genug mehr als nur einen guten Zug?
- Leistungsverlust bei hoher Variabilität: Wieviel Leistung verliert das Programm, wenn es variabler spielt?
- Programmtauglichkeit: Wie stark steigert sich das Programm, wenn ihm mehr Bedenkzeit gegeben wird? Falls kein Spielstärkezuwachs verzeichnet werden kann, eignet sich das Programm nicht zum Testen dieses Spiels.

- Späte Chancen: Kann das Spiel auch in einer späten Phase noch zugunsten des zurückliegenden Spielers kippen? Dies sollte in einem interessanten Spiel möglich sein.

Mit Hilfe des Programms erhält man also eine gute Datenbasis, die wichtige Informationen über die Ausgewogenheit des Spiels bereit hält. Letztendlich muss das Spiel auch von menschlichen Testspielern ausprobiert werden, denn nur sie können schließlich darüber Auskunft geben, ob genug Spielspaß in der Idee steckt. Da Menschen jedoch schnell abstumpfen, wenn sie immer wieder ähnliche Mutationen des gleichen Spiels vorgesetzt bekommen, sollte der größte Teil der Testarbeit vom Computer erledigt werden.

Programme schreiben Programme

Um einen Ausblick in eine weitere interessante Richtung zu geben, soll in aller Kürze noch ein letzter Ansatz erwähnt werden: Wenn ein universelles Spielprogramm in der Lage wäre, anhand vorgegebener Regeln und gespielter Partien die Feinheiten eines Spiels selbst zu ergründen, könnten ganz neue Wege beschritten werden, um passable Ergebnisse zu erzielen. Jacques Pitrat begann bereits 1967 die Arbeit an seinem Programm GENEJEU, das selbsttätig die Spiele *Schach*, *Go-Moku* und *Tic-tac-toe* analysierte. Es konstruierte kleine Suchbäume zum Entdecken von Gewinnkombinationen [vgl. Pitrat (1998), S. 149], konnte aber noch keine vollständigen Partien spielen.

30 Jahre später gelang es dem Programm INTROSPECT, ein Konstrukt für ein Go-Programm namens GOGOL in der Programmiersprache *C++* zu entwerfen und eigenständig zu optimieren. Auch wenn die letzten Anpassungen noch von menschlichen Softwareentwicklern vorgenommen wurden, leistete INTROSPECT die meiste Arbeit beim Implementieren von GOGOL. Möglich wurde dies durch *Explanation-Based-Learning (EBL)* Methoden, die es möglich machen sollen, Wissen aus einer konkreten Situation heraus zu generalisieren. EBL könnte bei der Umsetzung eines essentiellen Vorhabens der KI-Forschung helfen: der Realisation eines effizienten universellen Problemlösers.

Anhang A

Schaubilder

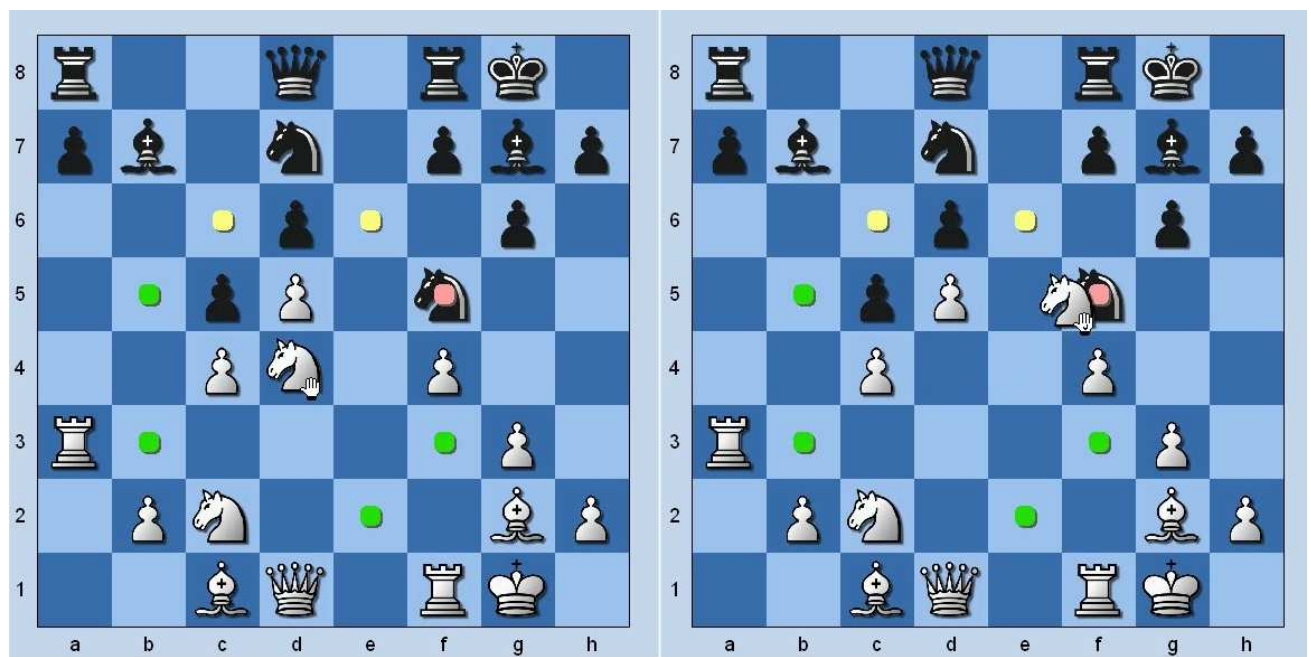


Abbildung A.1: Natürliche Zugeingabe in *Shredder Classic 2*

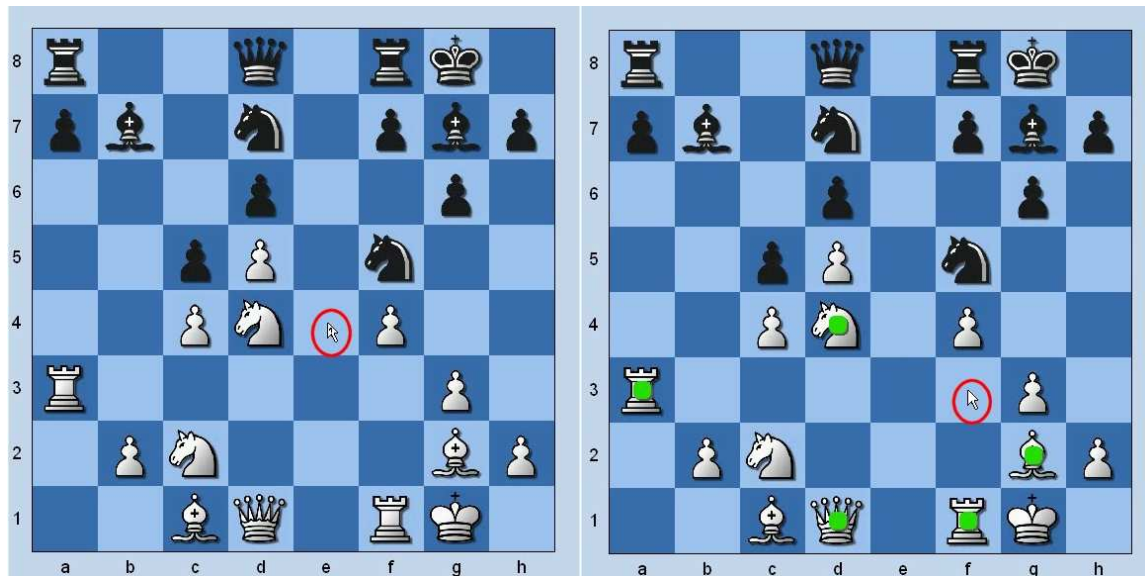


Abbildung A.2: Schnelle Eingabe für Blitzpartien

Abbildung A.3: Zugausgabe bei den GUIs *Shredder Classic 2* (links) und *ChessBase* (rechts)

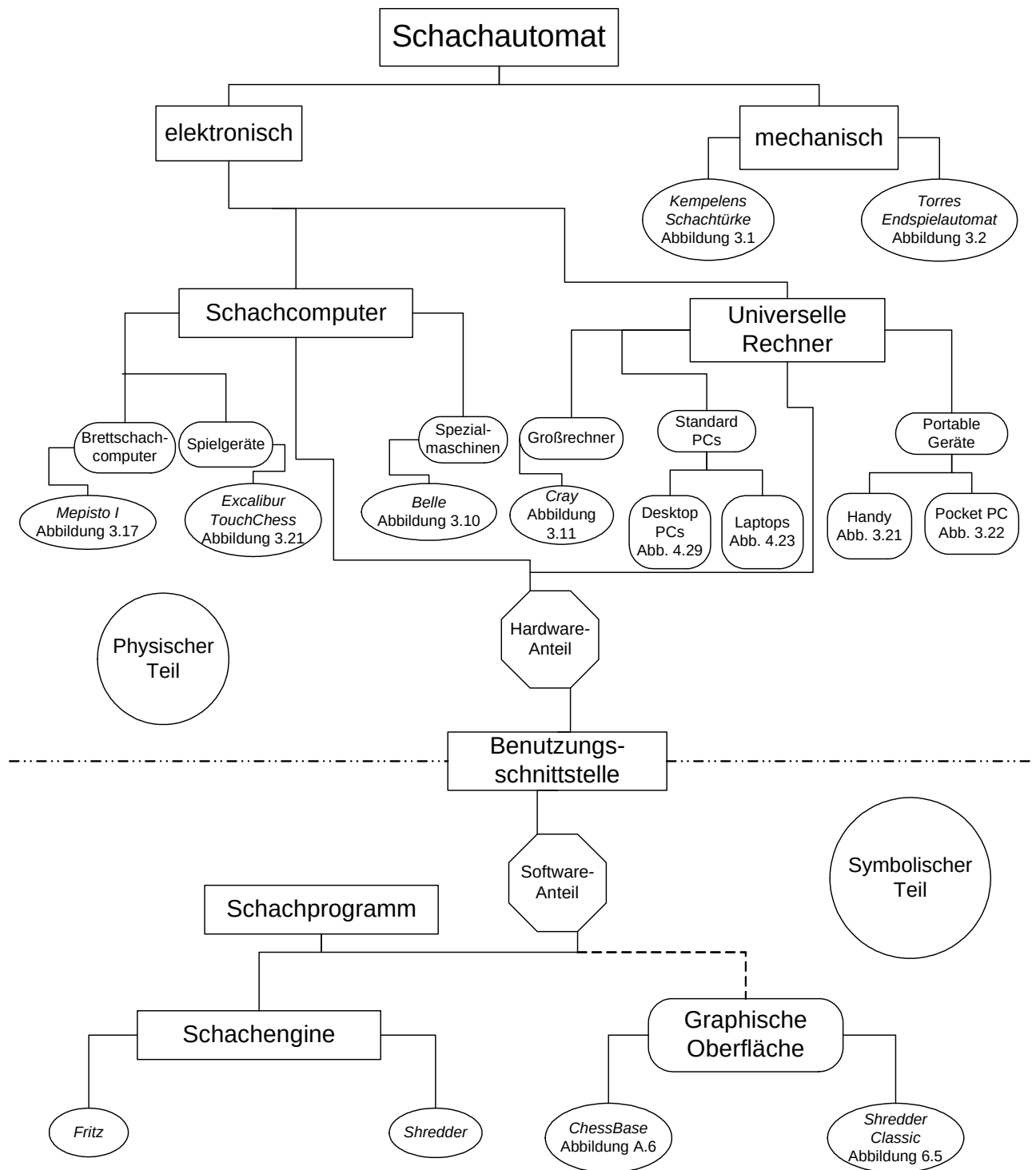


Abbildung A.4: Schaubild zum Zusammenhang computerschachspezifischer Begrifflichkeiten



Abbildung A.5: Die *Chessmaster 9000* Oberfläche unter dem Betriebssystem *Mac OS* mit echter 3D-Darstellung des Schachbrettes und funktionaler Trennung der Bereiche

Anhang B

Chronik des Computerschachs

Nachfolgend wird eine stark verkürzte Chronik der wichtigsten Ereignisse zum Thema *Mensch-Maschine-Schach* aufgeführt sein. Die Markierung eines Ereignisses in der Spalte **P** bedeutet, dass es vor allem auf der praktischen Ebene von Relevanz war. Spalte **S** bezieht sich auf die soziale Ebene — in Ausnahmefällen sind auch beide Ebenen gleichwertig betroffen.

Jahr	P	S	Beschreibung des Ereignisses
1770	x	x	Wolfgang von Kempelen stellt seinen <i>Schachtürken</i> vor
1890	x		Der Endspiel-Automat von Torres y Quevedo wird vollendet
1950	x		C. Shannon formuliert die Grundsätze der Schachprogrammierung
1956	x		Ein vereinfachtes Schachprogramm läuft zum ersten Mal auf einem elektronischen Computer (<i>MANIAC</i>)
1967		x	Erstmalig nimmt ein Schachprogramm an einem Schachturnier für Menschen teil und erspielt sich eine offizielle Wertung
1970		x	Gründung der <i>ACM</i> (<i>Association for Computing Machinery</i>), erste Austragung eines Computerschachturniers
1974		x	Erste Computerschach-Weltmeisterschaft (Stockholm)
1977	x	x	Der weltweit erste kommerzielle Schachcomputer <i>Fidelity Chess Challenger</i> kommt auf den Markt

Jahr	P	S	Beschreibung des Ereignisses
1978		x	Gründung der <i>ICCA</i> (<i>International Computer Chess Association</i>)
1980	x		Schachmaschine <i>Belle</i> wird fertiggestellt und gewinnt in den folgenden drei Jahren alle Computerschachturniere
	x		Ken Thompson erstellt die erste Eröffnungsbibliothek und beginnt mit der Generierung von Endspieldatenbanken
1981		x	Die (Brett-)Schachcomputer von <i>Mephisto</i> beginnen, den Markt in Deutschland zu dominieren
1983	x		Das Programm <i>Blitz</i> läuft auf dem weltgrößten Supercomputer <i>Cray</i> und wird Computerschach-Weltmeister
1985		x	<i>Mephisto</i> Schachcomputer gewinnen in den folgenden 7 Jahren ausnahmslos die Weltmeisterschaften für Mikrocomputer
	x	x	Ingo Althöfer erfindet das <i>3-Hirn</i>
	x	x	Matthias Wüllenweber entwickelt die Schachdatenbank <i>ChessBase</i>
1986	x		Die Arbeit an dem <i>Deep Blue</i> -Vorgänger <i>ChipTest</i> beginnt
1989		x	<i>ChipTest</i> -Nachfolger <i>Deep Thought</i> gewinnt die Computerschach-Weltmeisterschaft und besiegt zum ersten Mal einen Großmeister
1993	x		Mit Einführung des <i>Pentium</i> -Prozessors beginnen die PCs, die (Brett-)Schachcomputer am Markt abzulösen
1994		x	Schachprogramm <i>Fritz</i> landet bei einem Weltklasse-Blitzturnier für Menschen auf einem geteilten ersten Platz
1995		x	<i>Chess Genius</i> schlägt Garry Kasparov beim Schnellschach
1996	x		Das unter IBM-Verantwortung als <i>Deep Blue</i> weitergeführte <i>Deep Thought</i> -Projekt wird fertig gestellt, verliert aber seine erste Begegnung gegen Garry Kasparov
		x	Computeranalysen beginnen stark an Bedeutung zu gewinnen
1997		x	<i>Deep Blue</i> besiegt den menschlichen Schachweltmeister Kasparov
1998		x	Erstes <i>Advanced Chess</i> Turnier in Léon
1999		x	Amateurspieler Clemens Allwermann gewinnt ein Schachturnier vor mehreren Top-Spielern; vermutlich mit der Hilfe von <i>Fritz</i>
2000	x		Die Entwicklung des FPGA-Programms <i>Brutus</i> beginnt
2001	x		Die ersten Schachprogramme für Pocket-PCs sind erhältlich
2002		x	Schachweltmeister Vladimir Kramnik erreicht über 8 Partien ein Unentschieden gegen das Programm <i>Deep Fritz</i>
2003	x		Die Firma PAL-Games übernimmt die Weiterentwicklung von <i>Brutus</i> unter dem Namen <i>Hydra</i>
2004		x	Das erste <i>Freistil-Blitz</i> Turnier wird ausgetragen
2005		x	<i>Hydra</i> schlägt GM Michael Adams vernichtend mit 5,5 : 0,5
		x	Die erste <i>Chess960</i> Computer-WM wird in Mainz ausgetragen
2006		x	<i>Freestyle Chess</i> entwickelt sich zu einer festen Größe

Tabelle B.1: Chronik des Computerschachs

Anhang C

Das Elo-System

%	D	%	D	%	D	%	D	%	D
0	-	20	-240	40	-72	60	72	80	240
1	-677	21	-230	41	-65	61	80	81	251
2	-589	22	-220	42	-57	62	87	82	262
3	-538	23	-211	43	-50	63	95	83	273
4	-501	24	-202	44	-43	64	102	84	284
5	-470	25	-193	45	-36	65	110	85	296
6	-444	26	-184	46	-29	66	117	86	309
7	-422	27	-175	47	-21	67	125	87	322
8	-401	28	-166	48	-14	68	133	88	336
9	-383	29	-158	49	-7	69	141	89	351
10	-366	30	-149	50	0	70	149	90	366
11	-351	31	-141	51	7	71	158	91	383
12	-366	32	-133	52	14	72	166	92	401
13	-322	33	-125	53	21	73	175	93	422
14	-309	34	-117	54	29	74	184	94	444
15	-296	35	-110	55	36	75	193	95	470
16	-284	36	-102	56	43	76	202	96	501
17	-273	37	-95	57	50	77	211	97	538
18	-262	38	-87	58	57	78	220	98	589
19	-251	39	-80	59	65	79	230	99	677

Tabelle C.1: Prozentuale Leistung und Elo-Differenz

Um die Spielstärke von zwei Schachspielern zu vergleichen, erfand der Physiker Arpad E. Elo das nach ihm benannte Elo-System. Dieses wendet Methoden der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung an, um jedem Spieler eine Zahl zuzuordnen, die sich aus den Ergebnissen seiner Turnierpartien errechnet. Die grundlegende Formel dabei lautet:

$$E = E_g + D$$

Die Elozahl eines Spielers (E) errechnet sich demnach aus der Elozahl des Gegners bzw. dem Eloschnitt der Gegner (E_g) und der Differenz D . Diese hängt von der Erfolgsquote, dem prozentualen Verhältnis der erzielten zu den maximal möglichen Punkten ab. Der Zusammenhang von D und der prozentualen Leistung ergibt sich aus Tabelle C.1.

Bei dem Wert E handelt es sich im Grunde genommen um die sog. Turnier-Erfolgszahl. Wenn ein Spieler zum ersten Mal an einem Turnier teilnimmt, ist sie gleichzeitig seine Elozahl. Ansonsten wird seine schon vorhandene Elozahl nicht komplett ersetzt, sondern in Abhängigkeit vom Turnierausgang modifiziert: Erzielt der Spieler ein Ergebnis, das über dem statistischen Erwartungswert liegt, steigt seine Elozahl, im anderen Fall sinkt sie. Damit sorgt das Elo-System dafür, dass sich die Wertungszahl eines Spielers nicht sprunghaft von Turnier zu Turnier verändert — trotzdem wird sich entsprechend seiner erbrachten Leistungen ein langfristiger Trend entwickeln [vgl. Friedel und Steinwender (1995), S. 220-222].

Ein Beispiel soll verdeutlichen, wie die Rechnung funktioniert: Spieler X gewinnt gegen Y, der eine Elozahl von 2250 hat, ein Match mit 12 zu 8 Punkten, erzielt also eine Erfolgsquote von 60%. Aus Tabelle C.1 entnimmt man dazu den Wert für $D = 72$. Also erreicht Spieler X eine Elozahl von $E = 2250 + 72 = 2322$.

Anfänger und Hobbyspieler haben in der Regel eine Elozahl zwischen 800 und 1200, normale Vereinsspieler zwischen 1200 und 2000. Fidemeister (FM) liegen zwischen 2100 und 2300 Elo, Internationale Meister (IM) zwischen 2300 und 2500 Elo, Großmeister (GM) haben gewöhnlich 2500 - 2700 Elo.

Eine weitere, allerdings inoffizielle Kategorie ist die der „Supergroßmeister“, welche eine Elozahl von über 2700 aufweisen. Da die besten Schachprogramme und die besten Menschen momentan in etwa auf gleichem Niveau spielen, liegt die Stärke der modernen Computer also zwischen 2700 und 2850 Elo.

Interessant ist der Vergleich mit einer ca. zehn Jahre alten Grafik. Hieran ist zu erkennen, dass seitdem die Computer, aber auch die Menschen insgesamt an Stärke dazugewonnen haben. Anders ausgelegt könnte dies bedeuten, dass das Elo-System inflationär ist, da z.B. die Anzahl der Supergroßmeister (nach alter Definition ab 2600 Elo) von damals (1995) 68 auf weit über 100 im Jahr 2006 angewachsen ist.

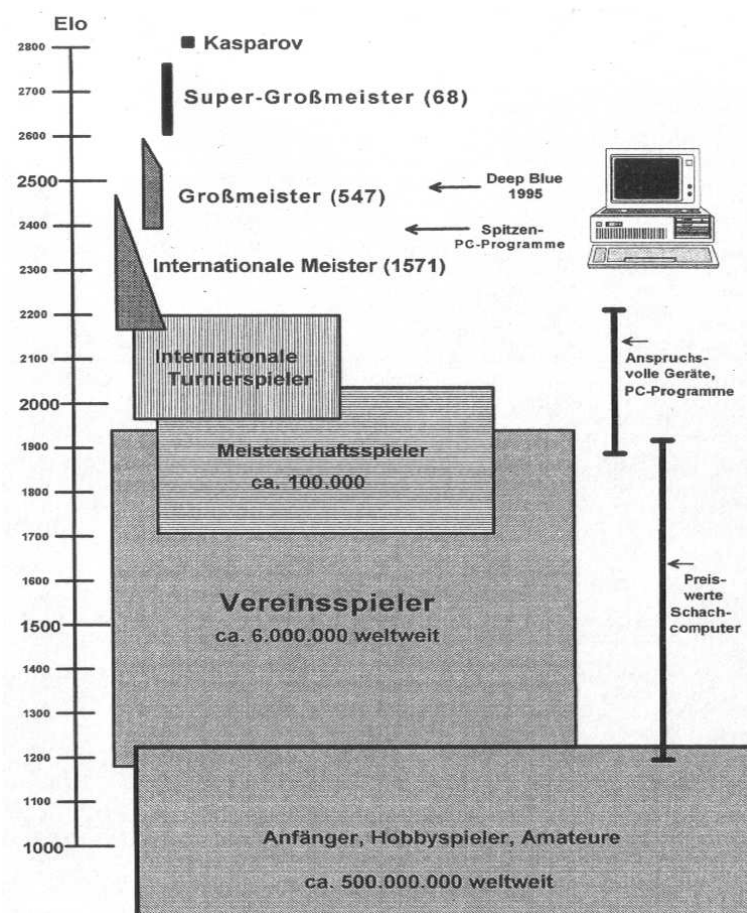


Abbildung C.1: Die Spielstärkepyramide

Literaturverzeichnis

- Althöfer 1993** ALTHÖFER, Ingo: Das Dreihirn - Eine Zwischenbilanz.
In: *Computerschach & Spiele* (1993), Nr. 2, S. 49–52
- Althöfer 1998** ALTHÖFER, Ingo: *13 Jahre 3-Hirn*. Jena : Selbstverlag,
1998
- Althöfer 1999** ALTHÖFER, Ingo: Advanced Shuffle Chess with Technical
Improvements. In: *ICCA Journal* (1999), Nr. 4, S. 245–251
- Althöfer 2000** ALTHÖFER, Ingo: A one-sided Advanced Chess Match
— Part 2: Comments. In: *ICGA Journal* (2000), Nr. 4, S. 254–256
- Althöfer 2004** ALTHÖFER, Ingo: *Spiele erfinden mit Computer-Hilfe*.
2004. – Flyer zum o.g. Thema anlässlich der Games Convention 2004
- Augarten 1985** AUGARTEN, Stan: *Bit by Bit - An Illustrated History
of Computers*. London : Unwin Paperbacks, 1985
- Baecker und Buxton 1990** BAECKER, R.M. ; BUXTON, W.A.S.: An
Historical and Intellectual Perspective. In: PREECE, Jenny (Hrsg.) ; KEL-
LER, Laurie (Hrsg.): *Human-Computer Interaction*. Hertfordshire : Pren-
tice Hall, 1990, S. 3–26
- Bauermeister 1994** BAUERMEISTER, Karsten: Oldies but Goldies: No-
vag Robot. In: *Computerschach & Spiele* (1994), Nr. 5, S. 51–52
- Bauermeister 1996** BAUERMEISTER, Karsten: *Schachcomputer-
Geschichte*. 1996. – <http://www.schachcomputer.at/gesch.htm>

- Bauermeister 2001** BAUERMEISTER, Karsten: Genius auf Reisen - Schachspielen mit dem Palm Pilot. In: *Computerschach & Spiele* (2001), Nr. 1, S. 49–50
- Berliner 1995** BERLINER, Hans J.: Programmieren nach menschlichem Vorbild. In: *Computerschach & Spiele* (1995), Nr. 2, S. 36–41
- Brockington 1997** BROCKINGTON, Mark: *Asynchronous Parallel Game-Tree Search*, University of Alberta, Department of Computing Science, Dissertation, 1997
- Ceruzzi 1998** CERUZZI, Paul E.: *A History of Modern Computing*. Cambridge : The MIT Press, 1998
- Chen u. a. 1990** CHEN, K. ; KIERULF, A. ; MÜLLER, M. ; NIEVERGELT, J.: The Design and Evolution of Go Explorer. In: MARSLAND, T. A. (Hrsg.) ; SCHAEFFER, Jonathan (Hrsg.): *Computers, Chess, and Cognition*. New York; Berlin [u.a.] : Springer, 1990, S. 271–285
- Conrady 2001** CONRADY, Helmut: Jenseits der menschlichen Erkenntnis. In: *Computerschach & Spiele* (2001), Nr. 1, S. 15–21
- Cortada 1993** CORTADA, James W.: *The Computer in the United States*. New York : M.E. Sharpe, 1993
- Dennett 1997** DENNETT, Daniel C.: Can Machines think? Deep Blue and beyond. In: *ICCA Journal* (1997), Nr. 4, S. 215–223
- Donninger 1996** DONNINGER, Christian: Zauberlehrling - Das Auto232-Protokoll im Detail. In: *Computerschach & Spiele* (1996), Nr. 1, S. 57–61
- Donninger 1999** DONNINGER, Christian: Drosophila - Computerschach als Fruchtfliege der Künstlichen Intelligenz. In: *Computerschach & Spiele* (1999), Nr. 3, S. 50–53

- Donninger 2002** DONNINGER, Christian: Flugstunden mit Ken - Dr. Christian Donninger über die Entwicklung von Brutus. In: *Computerschach & Spiele* (2002), Nr. 2, S. 6–10
- Donninger 2003** DONNINGER, Christian: *Belle's Enkel, die Brutus-Entwicklungsgeschichte*. 2003. – <http://www.chessbase.de/spotlight/spotlight2.asp?id=12>
- Friedel 1985** FRIEDEL, Frederic: Das perfekte Endspiel (2). In: *Computerschach & Spiele* (1985), Nr. 4, S. 22–25
- Friedel 1994** FRIEDEL, Frederic: Computer unter sich. In: *Computerschach & Spiele* (1994), Nr. 6, S. 15–17
- Friedel 1998** FRIEDEL, Frederic: Ins Gehirn geschaut. In: *Computerschach & Spiele* (1998), Nr. 4, S. 5
- Friedel 2000** FRIEDEL, Frederic: *A short history of computer chess*. 2000. – <http://www.chessbase.com/columns/column.asp?pid=102>
- Friedel 2001** FRIEDEL, Frederic: «Nur wenn ich am Sterben bin». In: *Computerschach & Spiele* (2001), Nr. 4, S. 54–55
- Friedel und Steinwender 1995** FRIEDEL, Frederik ; STEINWENDER, Dieter: *Schach am PC*. München : Markt&Technik, 1995
- de Groot und Gobet 1996** GROOT, Adrian D. de ; GOBET, Fernand: *Perception and Memory in Chess*. Assen : Van Gorcum, 1996
- Heinecke 2004** HEINECKE, Andreas: *Mensch-Computer-Interaktion*. München : Carl Hanser, 2004
- van den Herik 1990** HERIK, Jaap van den: Vom Rechnen zum Denken - Ein Interview mit Professor Dr. Konrad Zuse [Übersetzung aus dem Original: CSS]. In: *Computerschach & Spiele* (1990), Nr. 5, S. 27–30
- Hirsch 1995** HIRSCH, Marty: Botwinnik und die Schachprogrammierung. In: *Computerschach & Spiele* (1995), Nr. 3, S. 45

- Jiménez 2004** JIMÉNEZ, Ramón: *The Rook Endgame Machine of Torres y Quevedo*. 2004. – www.chessbase.com/newsdetail.asp?newsid=1799
- Justiniano und Frayn 2003** JUSTINIANO, Carlos ; FRAYN, Colin: The ChessBrain Project. A global effort to build the world's largest chess supercomputer. In: *ICGA Journal* (2003), Nr. 2, S. 132–137
- Kammersgaard 1990** KAMMERGAARD, John: For Different Perspectives on Human-Computer Interaction. In: PREECE, Jenny (Hrsg.) ; KELLER, Laurie (Hrsg.): *Human-Computer Interaction*. Hertfordshire : Prentice Hall, 1990, S. 42–63
- Kasparov 1987** KASPAROV, Garry: *Politische Partie*. München : Droemer Knaur, 1987
- Ketterling 2002** KETTERLING, Hans-Peter: *Ein Vierteljahrhundert Mikroschachcomputer*. 2002. – <http://www.schachklubtempelhof.de/computerschach/comp.html>
- Ketterling u. a. 1983** KETTERLING, Hans-Peter ; SCHWENKEL, Frieder ; WEINER, Ossi: *Schach dem Computer*. München : Wilhelm Goldmann, 1983
- Kishon u. a. 1990** KISHON, Ephraim ; PFLEGER, Helmut ; WEINER, Ossi: *Der Schachcomputer - Gegner und Freund*. München : Nymphenburger, 1990
- Kittler 2001** KITTLER, Friedrich: *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*. München : Wilhelm Fink, 2001
- Klaustermeyer 2001** KLAUSTERMEYER, Timo: *2001 - A space odyssey — A view subjective views*. 2001. – Hausarbeit zum Seminar: *Künstliche Menschen und künstliche Wirklichkeit im Kino*, Dozent: Dr. T. Baumgärtel
- Klaustermeyer 2002** KLAUSTERMEYER, Timo: Spielend Schach lernen - nicht nur für Kinder. In: *Schach Magazin 64* (2002), Nr. 18, S. 505–506

- Klaustermeyer 2005** KLAUSTERMEYER, Timo: Eins plus eins gleich drei - TripleBrain in der Praxis. In: *CSS-Online* (2005), Nr. 7/8
- Klaustermeyer und Späth 2000** KLAUSTERMEYER, Timo ; SPÄTH, Jens: *Kultur als Hypertext*. 2000. – Hausarbeit zum Seminar: *Kultur als Hypertext. Kulturwissenschaft und Neue Medien*, Dozent: Dr. J. Berners
- Levy und Newborn 1991** LEVY, David ; NEWBORN, Monty: *How Computers Play Chess*. New York; Oxford : Computer Science Press, 1991
- Lipp 2004** LIPP, Lauritz L.: *Interaktion zwischen Mensch und Computer im Ubiquitous Computing*. Münster : LIT, 2004
- Marsland 1990** MARSLAND, T.A.: A new Drosophila for AI? In: MARSLAND, T. A. (Hrsg.) ; SCHAEFFER, Jonathan (Hrsg.): *Computers, Chess, and Cognition*. New York; Berlin [u.a.] : Springer, 1990, S. 269
- McLuhan 1996** MCLUHAN, Marshall: *Die magischen Kanäle. Understanding Media*. Leipzig : ADMOS Media GmbH, 1996
- Newborn 1997** NEWBORN, Monty: *Kasparov versus Deep Blue*. New York; Berlin; Heidelberg : Springer, 1997
- Nickel 2004** NICKEL, Arno: *Fernschach gegen Schachprogramme — Engine-Forschung, Mensch-Maschine-Matches und Fernschach*. 2004. – <http://www.chessbase.de/nachrichten.asp?newsid=3549>
- Nickel 2005** NICKEL, Arno: Das Fernschach lebt. In: *CSS-Online* (2005), Nr. 1
- Petzold 1986** PETZOLD, Joachim: *Schach - Eine Kulturgeschichte*. Leipzig : Edition Leipzig, 1986
- Pias 2002** PIAS, Claus: *Computer Spiele Welten*. München : sequenzia, 2002

- Pitrat 1998** PITRAT, Jacques: Games: The next challenge. In: *ICCA Journal* (1998), Nr. 3, S. 147–156
- Randall 1982** RANDALL, Brian: *The Contributions of Ludgate, Torres, and Bush*. American Federation of Information Processing Societies. 1982
- Reelitz 1983** REELITZ, Jürgen: Gespenstische Fähigkeiten. In: *Computerschach International* (1983), Nr. 2, S. 5
- van Reem 2001** REEM, Eric van: Freund Fritzzy. In: *Computerschach & Spiele* (2001), Nr. 6, S. 43–45
- van Reem 2004** REEM, Eric van: Monsterscore für Sumpfschlange - Hydra siegte überlegen beim 13. IPCCC Paderborn. In: *Computerschach & Spiele* (2004), Nr. 2, S. 4–9
- Schaeffer u. a. 1991** SCHAEFFER, Jonathan ; LEVINSON, Robert ; HSU, Feng hsiung ; MARSLAND, T. A. ; WILKINS, David E.: The Role of Chess in Artificial Intelligence Research. In: *ICCA Journal* (1991), Nr. 3, S. 153–161
- Scharnagl 2004** SCHARNAGL, Reinhard: *Fischer Random Chess*. 2004.
– <http://de.wikipedia.org/wiki/Fischer-Random-Chess>
- Scheidl 1997** SCHEIDL, Michael: *Schach & Computer - Eine perfekte Kombination*. 1997. – <http://www.computerschach.de/einleit/start.htm>
- Schulz 2002** SCHULZ, André: Das fällige Fazit. In: *Computerschach & Spiele* (2002), Nr. 6, S. 18–20
- Schulz 2004a** SCHULZ, André: *Das ACP Inaugural Tournament*. 2004.
– <http://www.chessbase.de/nachrichten.asp?newsid=3086>
- Schulz 2004b** SCHULZ, André: *Die goldene Gans, die niemals schnattert*. 2004. – <http://www.chessbase.de/nachrichten.asp?newsid=3245>
- Shackel 1990** SHACKEL, Brian: Human Factors and Usability. In: PREECE, Jenny (Hrsg.) ; KELLER, Laurie (Hrsg.): *Human-Computer Interaction*. Hertfordshire : Prentice Hall, 1990, S. 27–41

- Shannon 1950** SHANNON, Claude E.: Programming a Computer for Playing Chess. In: *Philosophical Magazine* 41 (1950), März, Nr. 314
- Standage 2002** STANDAGE, Tom: *Der Türke*. Frankfurt/Main; New York : Campus, 2002
- Steinwender 1990** STEINWENDER, Dieter: Der erste Schachprogrammierer. In: *Computerschach & Spiele* (1990), Nr. 5, S. 5
- Strouhal 1996** STROUHAL, Ernst: *acht x acht - Zur Kunst des Schachspiels*. Wien; New York : Springer, 1996
- Wandmacher 1993** WANDMACHER, Jens: *Software-Ergonomie*. Berlin; New York : Walter de Gruyter, 1993
- Winkler 2000** WINKLER, Hartmut: *How to do things with words, signs, machines. Computer und Performativität*. 2000. – <http://wwwcs.uni-paderborn.de/~winkler/performa.html>
- Wurster 2002** WURSTER, Christian: *Computer - Eine illustrierte Geschichte*. Köln : Taschen, 2002
- Zuse 1986** ZUSE, Konrad: *Der Computer - Mein Lebenswerk*. Nachdr. der 2. Aufl. Berlin; Heidelberg [u.a.] : Springer, 1986