



SPIEGEL-Gespräch über Computer-Entwicklung*: „Die unheimlichen Maschinen werden zu einer Art Person“

Computer als Richter und Arzt?

Hoimar von Dittfurth, Elektronik-Experten und Schachmeister über künstliche Intelligenz

SPIEGEL: Für 149 Mark verkauft das Versandhaus „Quelle“ neuerdings einen sprechenden Kleincomputer, mit dem englische Vokabeln eingepackt werden können. Die Schachcomputer, die in Kaufhäusern und Fachgeschäften zwischen 248 und 898 Mark kosten, sollen schon in wenigen Jahren weit spielstärker sein als heute. Für rund 2000 Mark gibt es Tischcomputer, die nicht nur rechnen und Daten speichern, sondern auch Karteien führen, spielen, zeichnen und musizieren. Dringt der Computer in die Wohnstuben vor, Herr Professor Brunnstein?

BRUNNSTEIN: Davon bin ich überzeugt. Sie erwähnen nur die ersten Ansätze. Der „Quelle“-Computer packt nur 230 Wörter, hat eine schnarrende Stimme und ist wohl noch zu teuer. Die Schachcomputer kosten auch zuviel und spielen schwach, sie könnten schon heute wesentlich besser und billiger sein. Von den gängigsten Tischcomputern gibt es in der Bundesrepublik 10 000 Exemplare, in den USA sind allein im vorigen Jahr etwa 170 000 verkauft worden. Ich nehme an, daß wir hier wie bei jeder anderen

* Im Hamburger SPIEGEL-Haus. Mit (von links, im Uhrzeigersinn) Frederic Friedel (m. Rücken zur Kamera), Frieder Schwenkel, Klaus Brunnstein, Gisbert Jacoby, Robert Hübner, Hoimar von Dittfurth, Horst Soboll, Fritz Küderli, Stenograph Heinz Daenicke, SPIEGEL-Redakteur Werner Harberg.

Die Teilnehmer des Gesprächs

Hoimar von Dittfurth, 57, ist Psychiater und Neurologe. Er war Professor in Würzburg und Heidelberg, arbeitet heute als Wissenschaftspublizist und leitet beim ZDF die populärwissenschaftliche Reihe „Querschnitt“. Er schrieb mehrere Bestseller, darunter „Kinder des Weltalls“, „Im Anfang war der Wasserstoff“ und „Der Geist fiel nicht vom Himmel“, eine Entwicklungsgeschichte des Gehirns.

Robert Hübner, 30, ist promovierter Altphilologe und einer der wenigen Großmeister, die das Schachspiel nicht zum Beruf gemacht haben. Er ist der beste deutsche Schachspieler, steht auf Platz 13 der Rangliste des Weltschachbundes und hat nach Ansicht seiner deutschen Großmeister-Kollegen Pfleger und Unzicker „womöglich das Zeug zum Weltmeister“.

Klaus Brunnstein, 41, ist im Fachbereich Informatik der Universität Hamburg Professor für „Anwendungen der Informatik“. Er arbeitet an einem Buch über Computer im Schulunterricht.

Frieder Schwenkel, 45, lehrte sieben Jahre in den USA, ist heute im selben Fachbereich wie Brunnstein Professor für „Programmierung“ und schrieb zahlreiche Artikel über Computerschach.

Fritz Küderli, 34, ist Maschinenbauer und leitet bei dem Computerhersteller „Control Data Corporation“ (Weltmarktanteil: 6 Prozent, zum Vergleich: IBM-Anteil 60 Prozent) einen der vier deutschen Distrikte mit Sitz in Hamburg.

Horst Soboll, 34, ist promovierter Physiker und leitet bei dem „Control-Data“-Distrikt Nord in Hamburg die Systemberatung.

Frederic Friedel, 33, ist Wissenschaftstheoretiker und ZDF-Mitarbeiter. Zusammen mit Volker Arzt machte er im Februar 1979 den Film „Schach dem Elektronenhirn“, zusammen mit Schwenkel schreibt er ein Buch über Computerschach.

Gisbert Jacoby, 35, war 1975 Hamburger Schachmeister und ist Bundesligatrainer des Hamburger Schachklubs.

Entwicklung zehn Jahre hinter Amerika zurück sind. Dort gibt es Tischcomputer in großer Zahl etwa seit 1975, also wird diese Welle bei uns Anfang der achtziger Jahre kommen.

SPIEGEL: Und wieviel werden die Heimcomputer dann kosten?

BRUNNSTEIN: Der gängigste, „Commodore 2001“, kostet in Amerika 800 Dollar und bei uns 2300 Mark. Der Preis könnte in Deutschland um ein Drittel niedriger sein, und ich nehme an, daß er auch dahin tendieren wird, wenn erst die Konkurrenz größer geworden ist und das Massengeschäft begonnen hat. Es wird florieren, wenn die Leute erfahren, welchen Freizeitwert und sonstigen Nutzen diese Rechner haben.

SPIEGEL: Nennen Sie uns einen besonders überraschenden Nutzen.

BRUNNSTEIN: Der Tischcomputer könnte, ergänzt durch wenig Zusatzelektronik, leicht so programmiert werden, daß er auf das Öffnen von Türen oder Fenstern reagiert, wenn das Haus leer ist, dann die nächste Polizeiwache anruft und meldet: „Im Hause Breite Straße 45 wird gerade eingebrochen, bitte schicken Sie einen Peterwagen.“ Ebensogut kann er bei einem Brand Feueralarm geben.

SPIEGEL: Der Sprach-Lerncomputer „spricht“ so wenig wie ein Tonband, denn er wiederholt immer nur dieselben Wörter. Aber es wird bald Computer geben, die wirklich wie Menschen sprechen und Gesprochenes verstehen können. Das übersteigt die Vorstellungskraft vieler Menschen, Herr Professor Schwenkel, wann wird es soweit sein?

SCHWENKEL: Schon in wenigen Jahren, denn in den Labors amerikanischer Universitäten gibt es den sprechenden Computer heute schon. Hier steht eine unwältzende Entwicklung bevor, die das Image der Computer vollständig ändern wird. Sie werden für viele nicht mehr die unheimlichen Maschinen sein, sondern zu einer Art Person werden.

SPIEGEL: Bereits vor etwa zwölf Jahren erregte ein Computerprogramm „Eliza“ viele Amerikaner, weil es sich mit Menschen über deren Probleme unterhalten konnte. Sein Erfinder Joseph Weizenbaum erlebte es, daß ihn Benutzer aus dem Zimmer schickten, weil sie über ihre Intimsphäre mit dem Computer sozusagen „unter vier Augen“ sprechen wollten.

BRUNNSTEIN: Daran läßt sich ermesen, was uns jetzt bevorsteht. Denn „Eliza“ war ja ein geschriebener Dialog. Auf dem Bildschirm erschienen die Fragen des Computers, die Antworten mußten wie auf einer Schreibmaschine eingetippt werden. Und das stumme Gespräch war primitiv, „Eliza“ nahm nur Wörter aus den Antworten auf und verwandte sie zu neuen Fragen.

SPIEGEL: Weizenbaum selbst nannte „Eliza“ deshalb eine Schauspiel-

**Kurven,
die Ihren
Rücken
gerade
halten.**

In der Lehne des RECARO Idealsitz gibt es nach wissenschaftlichen Erkenntnissen geformte Kurven, die Ihr Rückgrat gerade halten, die für bestmögliche, für natürliche Sitzposition sorgen. Viele Einstellmöglichkeiten an Sitzfläche und Lehne ermöglichen individuell richtiges Sitzen. Und damit sicheres, entspanntes Fahren. Sportfahrer in aller Welt bewältigen Kurven und Langstrecken schon seit langem besser im RECARO

Wann kriegen Sie die Kurve zur gesunden Sitzposition? RECARO – im Zubehörhandel oder ab Werk bei BMW, Ford, Opel, Porsche. Fordern Sie Informationen von RECARO Abt. L 2, Postf. 127, 7312 Kirchheim/T.

Wechseln Sie aus Rück-Sicht. Zum

RECARO



G.E.M.



Sie überlegen wie? Mit Automaten und Systemen für die rationelle Postbearbeitung, Adressierung, Papierverarbeitung von Pitney Bowes. Wir kommen zu Ihnen oder Sie besuchen uns auf der Hannover-Messe, CeBIT-Halle, Stand A 2101/2201. Hier zeigen wir Ihnen Neuheiten sowie Weiterentwicklungen und stellen Ihnen unseren neuen Klein-Kopierer Modell 458 vor. Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

**Postkosten
scharf
beschneiden**
mit  Pitney Bowes

Adrema-Systeme
Postbearbeitungstechnik

Tiergartenstraße 7
6148 Heppenheim
Telefon 06252/708-1

Wir wollen unsere Postkosten scharf beschneiden:
Bitte um Informationsmaterial. Schreiben Sie uns an:

Name _____
Straße _____ Ort _____
Pitney Bowes
Deutscher Geschäftsbereich
6148 Heppenheim
St 7/10



Großcomputer*: Ganz nach Wunsch liberal oder konservativ

lerin, die sich äußern kann, aber selbst nichts zu sagen hat.

SCHWENKEL: Nun aber wird der Computer richtig sprechen, mit einer angenehmen Stimme, und er wird einen echten Dialog führen können, weil er das vom Gesprächspartner Gesagte im tieferen Sinne richtig verstehen kann.

SPIEGEL: Können Sie uns an einem Beispiel sagen, was möglich sein wird?

SCHWENKEL: Nun, Sie werden mit dem Computer so sprechen können wie mit einem Schalterbeamten bei der Bundesbahn. Ein solcher Dialog beginnt damit, daß Sie Ihr Reiseziel nennen, und er endet damit, daß Sie mit der Fahrkarte weggehen. Alles, was dazwischen gesprochen werden muß, wird der Computer sagen können.

SPIEGEL: Geben Sie uns eine Prognose, wie es in acht oder zehn Jahren auf dem Hamburger Hauptbahnhof zugehen wird. Welche Funktionen werden noch von Menschen, welche werden von Computern ausgeübt werden?

SCHWENKEL: Wir werden dann nur noch ein paar Bahnpolizisten brauchen, alles andere werden die Maschinen erledigen.

SPIEGEL: Sie werden auch die Züge abfahren lassen?

SCHWENKEL: Selbstverständlich. Die rote Mütze kommt ins Museum.

SPIEGEL: Aber heute kommt mancher sogar schon mit den Fahrkarten-Automaten nicht zurecht. Was geschieht, wenn eine Oma aus dem Bayerischen Wald auf dem Hamburger Hauptbahnhof dem Computer sagt,

daß sie „an die Elbe“ will und nicht weiß, wie sie fahren soll?

SCHWENKEL: Dann wird der Computer sich ein wenig mit ihr unterhalten, ihr ein paar Fragen stellen und ihr schließlich eine S-Bahn-Karte nach Blankenese verkaufen und ihr natürlich auch noch den Bahnsteig sagen.

SPIEGEL: Welche Aufgaben, die nach Volksmeinung nur Menschen lösen können, werden heute schon Computern übertragen?

KÜDERLI: Ein anschauliches Beispiel ist der Computer im Unterricht. Sogar ein Dialog zwischen dem Computer als Lehrendem und dem Menschen als Lernendem ist keine Utopie



Kleincomputer*: Bei Einbruch Alarm per Telephon

mehr, sondern in Anfängen schon heute Wirklichkeit.

SPIEGEL: Wo, zum Beispiel?

KÜDERLI: Beim „Pauken“ von Lernstoff jeder Art, von simplen Vokabeln bis zu schwierigen mathematischen Aufgaben, kann der Computer den Lehrer sogar ersetzen. Man kann in einem unserer Programme auch schon die chinesische Schrift lernen, ohne daß es noch eines Lehrers bedarf.

SPIEGEL: Der Computer kann auch recht eindrucksvolle Experimente im Physik- oder Chemieunterricht simulieren. Aber kann er auch etwas tun, was ein Lehrer nicht tun kann?

KÜDERLI: Ich glaube nicht, daß ein Lehrer die Atomstruktur oder die Bahn von Satelliten so anschaulich beschreiben oder darstellen kann, wie es einem Computer möglich ist, der auch blitzschnelle Vorgänge — etwa wenn eine Kugel ein Gewehr verläßt — gleichsam in Zeitlupe vorführen kann.

SPIEGEL: Wie viele Großrechner brauchten Sie, um einen solchen Unterricht in allen Hamburger Schulen zu bieten?

KÜDERLI: Einen einzigen, und der stünde auch noch für andere Aufgaben zur Verfügung. Denn an einen Großrechner lassen sich leicht tausend Terminals — also Bildschirmgeräte — anschließen, deren Standort nahezu beliebig ist. Da könnten in hundert deutschen Städten je zehn stehen, und sie könnten zur selben Zeit mit 20, 30 oder 100 verschiedenen Programmen bedient werden. Trotzdem würde der Rechner für jede Antwort nur Sekundenbruchteile brauchen.

SPIEGEL: Und wie teuer würde es für Hamburg, wenn in jeder Schule ein Terminal stünde und je 30 Stunden pro Woche benutzt würde?

KÜDERLI: Wir können heute davon ausgehen, daß eine Stunde Lehrzeit in der Größenordnung von zehn Mark liegt. Durch weitere Innovationen in der Computertechnologie würden sich diese Kosten noch weiter ermäßigen.

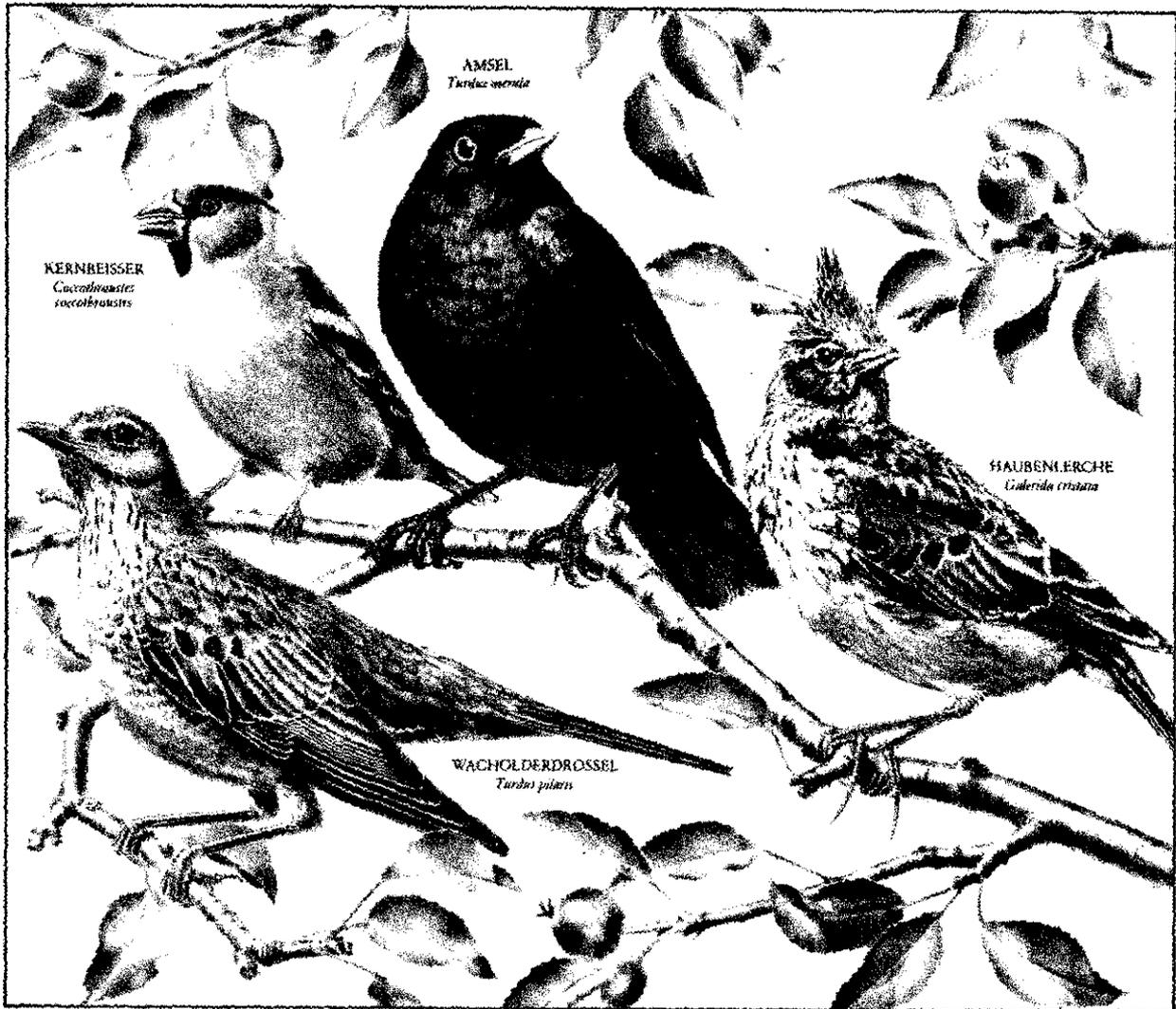
BRUNNSTEIN: Der Computer wird im Unterricht noch vielseitiger verwendbar sein, als hier gesagt wurde.

SPIEGEL: Wie noch?

BRUNNSTEIN: Zum Beispiel für die Beschaffung von Information, für die er weit besser geeignet ist als ein Lexikon. Denn er könnte sowohl die Stichwörter selbst liefern als auch auf eine Vielzahl von Zusammenhängen gezielt verweisen. Was Aristoteles und Alexander den Großen miteinander verbindet, kann ein Schulcomputer

* Oben: Computer der Control Data im Forschungszentrum der US-Kriegsmarine in Monterey (Kalifornien) bei der Verarbeitung von Daten für die Wettervorhersage. Unten: Tischcomputer „Commodore 2001“ mit Schachprogramm.

IN DEUTSCHLAND SCHÜTZT SIE DAS GESETZ.
WOANDERS STEHEN SIE AUF DER SPEISEKARTE.



Amselpastete. Seit den Tagen der Römer eine geschätzte Delikatesse. Nur, was in einigen Ländern noch als auserlesene Spezialität gilt, bringt hierzulande die Tierschützer auf die Barrikaden.

Sicher, man muß verstehen, daß andere Länder auch andere Sitten haben und manches nur eine Frage von Erziehung und Gewohnheit ist.

Heute allerdings sieht es so aus: Jede Gefährdung des Bestandes von bestimmten Tierarten berührt das Gleichgewicht der Natur. Wir brauchen die

Vögel, denn sie sind die natürlichen Schädlingsbekämpfer. Und besser als künstliche.

Wir wollen den Vogelfängern das Handwerk legen. Deshalb wollen die Liberalen ein einheitliches Jagd- und Tierschutzgesetz für alle europäischen Länder durchsetzen. Und verschärfte Bedingungen gegen jeden Verstoß.

Denken Sie daran, wenn Sie am 10. Juni Europa wählen.

ÜBERLASSEN SIE EUROPA NICHT DEN ANDEREN.

DIE E.D.P. IST
MITGLIED DER
FEDERATION DER
EUROPÄISCHEN
LIBERALEN
DEMOKRATEN
DER E.L.D.

An den Abgeordneten der Liberalen im Europäischen Parlament, Kurt Jung, Bundeshaus, 5300 Bonn 1. Sorgen Sie für die Diskussion eines schärferen Tierschutz- und Jagdgesetzes im Europäischen Parlament.

NAME _____
STRASSE _____
PLZ/ORT _____

E.D.P.
Europa Liberali





Sprudelndes »Aspirin plus C« wirkt schneller gegen Kopfschmerzen.

Sprudelndes „Aspirin plus C“ löst sich schon im Wasser vollständig auf. Dadurch gelangen die Wirkstoffe schneller in die Blutbahn und können sofort helfen.

Aspirin® befreit zuverlässig vom Schmerz, und viel Vitamin C macht wieder frisch.

Packungen mit 10 und 20 Brausetabletten in allen Apotheken.

Anwendungsgebiete: Kopfschmerzen nach Überforderung, Überarbeitung und bei Abgespanntsein, nach zuviel Alkohol, Nikotin und bei Wetterfühligkeit, Erkältung, Grippe. **Gegenanzeigen:** Nicht einnehmen bei Salicylatüberempfindlichkeit (Asthma) und krankhaft erhöhter Blutungsneigung. Bei Magen- und Zwölffingerdarm-Geschwüren, schweren Nierenausscheidungsstörungen sowie bei Blutarmut sollte der Arzt befragt werden. In der Schwangerschaft Medikamente nur nach Rücksprache mit dem Arzt verwenden; in den letzten 4 Wochen sollte Aspirin plus C nicht eingenommen werden. **Warnhinweis:** Wie alle Schmerzmittel auch Aspirin plus C nicht längere Zeit oder in höheren Dosen ohne Befragen des Arztes einnehmen.

Bayer Leverkusen


**ASPIRIN®
PLUS C**



sofort beantworten. Heute wüßten es die wenigsten Abiturienten.

SPIEGEL: Läßt sich das Zukunfts-panorama der denkbaren Computer-Leistungen noch ergänzen, bevor wir über die Konsequenzen sprechen?

SOBOLL: Daß er zeichnen kann, ist schon auf etlichen Ausstellungen von Computergraphik gezeigt worden. Überraschender wird sein, daß er auch schon komponieren kann, zum Beispiel eine viersätzig Suite für Streichquartett.

SPIEGEL: Wie hört sich das an? Schaurig?

SOBOLL: Nein, sicher nicht. Wenn man die Regeln, nach denen Mozart seine Sinfonien komponiert hat, in die Sprache des Computers übersetzt und ihn Mozarts Gesamtwerk analysieren läßt, dann wird er auch Mozart kopieren und ähnlich wie Mozart komponieren können.

SPIEGEL: Das Ergebnis wäre dann eine weitere Sinfonie, analog dem Rezept etlicher Bestseller-Autoren: Lies fünf Bücher und mach das sechste daraus? Dann wird vielleicht, obwohl Verdi schon lange tot ist und „Falstaff“ seine 26. und letzte Oper war, irgendwann eine 27. Verdi-Oper uraufgeführt?

SOBOLL: Sinfonien oder Opern werden Computer wohl in absehbarer Zeit noch nicht komponieren, aber kleine Stücke, auch Lieder oder Arien im Stil Mozarts oder Verdis traue ich ihnen schon zu.

SPIEGEL: Sie auch, Herr Schwenkel?

SCHWENKEL: Durchaus. Ich würde diese Beispiele nicht auf die Musik beschränken. Auch in der Literatur müßte es möglich sein, Romane — etwa von Günter Graß — zu analysieren, ihre Stilelemente in Algorithmen umzusetzen und so den Computer zu befähigen, einen neuen Roman im Stile von Graß zu schreiben.

SPIEGEL: Wann könnte es soweit sein?

SCHWENKEL: Da bin ich überfragt. Sicher nicht in meiner Generation, vermutlich irgendwann am Anfang des nächsten Jahrhunderts.

SPIEGEL: Dann würde der alte Streit wiederaufleben, ob ein Kopist schöpferisch arbeitet oder nicht. Könnten Sie uns andere künftige Computerleistungen nennen, die einhelliger als schöpferisch gelten würden?

SCHWENKEL: Wenn ein Computer zu einer von ihm selbst komponierten Musik dazu passende Farbspiele auf eine Leinwand projiziert, würde ich das eine schöpferische Leistung nennen. Das würde ich auch sagen, wenn er Abend für Abend ein neues Märchen erzählt, das meinetwegen den Märchen der Grimms oder irgendwelchen anderen nachempfunden sein kann.



Letzte Verdi-Oper „Falstaff“: Weitere Arien bald, weitere Opern später?

SPIEGEL: Es ist anzunehmen, daß zumindest Fachleute, vielleicht aber sogar Kinder diese Maschinen-Märchen von herkömmlichen unterscheiden können. Wie steht es da im Schachspiel, der zur Zeit populärsten Beschäftigung der Computer? Herr Jacoby, nehmen Sie mal an, wir legten Ihnen, dem Bundesliga-Trainer des Hamburger Schachklubs, eine Partie vor, die ein Computer und ein gleich gut spielender Mensch ausgetragen haben, und sagten Ihnen nicht, wer Weiß und wer Schwarz hatte. Könnten Sie es am Stil erkennen?

JACOBY: Ich denke ja. Vom Großrechner „Cyber 176“, der hier im SPIEGEL-Haus gegen den Vizeweltmeister Kortschnoi ehrenvoll unterlag, bis zu den hundert- oder sogar tausendmal schwächeren Schachcomputern in den Kaufhäusern haben alle Maschinen gemeinsam, daß sie je nach Art der Stellung unterschiedlich stark spielen.

SPIEGEL: Wann spielen sie stärker, wann schwächer?

JACOBY: „Cyber 176“ vollbringt in taktisch komplizierten Stellungen außerordentliche Leistungen und ist dann einem Meister, gelegentlich sogar einem Großmeister, gleichwertig oder sogar punktuell überlegen. Aber in sogenannten toten oder ruhigen Stellungen, wenn also auf dem Brett wenig „geschieht“, spielt er wesentlich schwächer. Ein guter Schachspieler hingegen kann dann abschätzen, welche längerfristigen latenten Möglichkeiten in der Stellung drin sind. Und auch im Endspiel ist der Großrechner oft, allerdings nicht immer, schwächer als in der Eröffnung oder im Mittelspiel. Auch spielt er bedenkenloser auf Angriff und

auf Materialgewinn als gleichwertige Schachspieler es tun.

SPIEGEL: Und ähnliches gilt auch für die kleinen Schachcomputer in den Kaufhäusern?

JACOBY: Ja, nur daß die Schwächen dort weit ausgeprägter, die Stärken weit weniger eindrucksvoll sind. Der Großrechner spielt im Schnitt so gut, daß ein Schachmeister sich anstrengen muß, gegen ihn zu gewinnen. Die Warenhaus-Computer spielen im Schnitt so schlecht, daß ein guter Hobbyspieler eigentlich ohne große Mühe jede Partie gewinnen müßte. Und auch wer ganz schlecht steht, sollte

nicht aufgeben, sondern bis zum Matt durchhalten. Oft kommt es nämlich gar nicht zum Partieverlust, denn im Endspiel sind die meisten Warenhaus-Schachcomputer geradezu Stümper.

SPIEGEL: Gibt es neben dem Computerschach noch andere Möglichkeiten, die Entwicklung und die Potenz der Großrechner für jedermann anschaulich zu machen?

SCHWENKEL: Das wird sich zeigen müssen. Aber ich bin sicher, daß Computerschach weiterhin zu den besten Möglichkeiten gehören wird. Ein Schachprogramm kann die Leistungsfähigkeit eines Rechners etwa so beweisen, wie ein Autorennen die Qualität der Produkte einer Automobilfabrik beweist.

SOBOLL: Der Vergleich gefällt mir.

BRUNNSTEIN: Mir auch. Man darf das Computerschach nicht isoliert sehen. Im Schach geht es bei jedem Zug um die Analyse einer Situation und um die entsprechenden Schlüsse, und darum geht es ja auch bei der ökonomischen Planung und in anderen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens.

SPIEGEL: Also ist ein Computer, der gut Schach spielt, auch als Planungschef gut geeignet?

BRUNNSTEIN: Als Assistent des Planungschefs. Jedenfalls ist mit guten Schachprogrammen zu beweisen, daß es auch gute Programme für ökonomische Planung geben kann.

SPIEGEL: Werden wir es noch erleben, Herr Professor von Ditzfurth, daß Maschinen intelligenter sein werden als wir Menschen?

DITZFURTH: Dazu kann man nur Ansichten äußern, ohne sie bisher beweisen zu können. Ich bin ziemlich fest davon überzeugt, daß die Computer-



Hamburger Hauptbahnhof 1979: Bis auf ein paar Polizisten kein Personal mehr nötig?

Intelligenz die menschliche Intelligenz hinter sich lassen wird.

SCHWENKEL: Darf ich Sie, Herr von Ditfurth, fragen, wann Sie damit rechnen, daß die Computer uns in puncto Intelligenz überholen? Wenn Sie meinen, es werde in hundert Jahren soweit sein, brauchen wir uns nicht zu streiten, ob Ihre Prognose stimmt.

SPIEGEL: Das würden Sie auch meinen?

SCHWENKEL: Ich denke schon. Aber wenn Sie glauben, wir würden in fünf oder in zehn Jahren überholt, dann müßten wir uns heftig streiten.

DITFURTH: Meine Schätzung wird dazwischen liegen. Aber lassen Sie mich, einmal ganz unabhängig vom Datum, über die Konsequenzen spekulieren. Es könnte ja bedeuten, daß wir

DITFURTH: Müßten wir nicht, bevor wir es versuchen, vorher klären, was eigentlich Intelligenz ist, und müßten wir nicht auch zu klären versuchen, ob sich das, was wir Intelligenz nennen, in all seinen verschiedenen Spielarten reduzieren läßt auf einzelne quantitative Schritte und Elemente?

SPIEGEL: Sagen Sie uns, wie Sie Intelligenz definieren.

DITFURTH: Etwa als die Fähigkeit, vom konkret Gegebenen so weit abstrahieren zu können, daß Beziehungen zwischen scheinbar völlig unzusammenhängenden Tatbeständen erkennbar werden. Berühmtes Beispiel: Newtons Entdeckung, daß die Kraft, die einen Apfel vom Baum fallen läßt, identisch mit der Kraft ist, die einem Planeten seine Bahn vorschreibt. Wel-

nicht sprechen können, muß die Befragung schriftlich erfolgen.

SPIEGEL: Gab es schon Ergebnisse?

SCHWENKEL: Kein Fachmann würde in absehbarer Zeit dieses Experiment durchführen wollen, jedenfalls nicht bei beliebiger Themenwahl. Bei Beschränkung auf ganz bestimmte Themen, wie zum Beispiel das Schachspiel, könnte die Sache anders aussehen.

SPIEGEL: Gibt es Gebiete, auf denen schon bald eine Maschine den Turing-Test bestehen könnte?

FRIEDEL: In den Vereinigten Staaten habe ich in diesem Jahr Dialogprogramme kennengelernt, die in der Lage sind, sich über politische Themen — Waffenlieferungen nach Afrika zum Beispiel — erstaunlich menschlich zu unterhalten, natürlich noch im geschriebenen Dialog. Dabei kann man die Grundeinstellung der Maschine — linksliberal oder rechtskonservativ — durch eine Programmanweisung im Voraus bestimmen.

SPIEGEL: Herr Brunnstein, stimmen Sie mit den Herren von Ditfurth und Schwenkel darin überein, daß die künstliche Intelligenz in allerdings noch ferner Zukunft die menschliche Intelligenz übertreffen wird?

BRUNNSTEIN: Nein. Für mich bleibt der Rechner auch in Zukunft das, was er heute ist: eine Prothese, die unsere menschliche Intelligenz verbessert und verlängert, also ein „Denkzeug“, analog zum Werkzeug. Die Computer werden uns immer unterlegen bleiben, weil ihnen manches immer fehlen wird: Selbstbestimmung, freier Wille, Moral, Gefühle, eine eigene politische Meinung, die soziale Komponente.

SPIEGEL: Gibt es nicht auch hochintelligente Menschen, denen all dies ziemlich ganz fehlt?

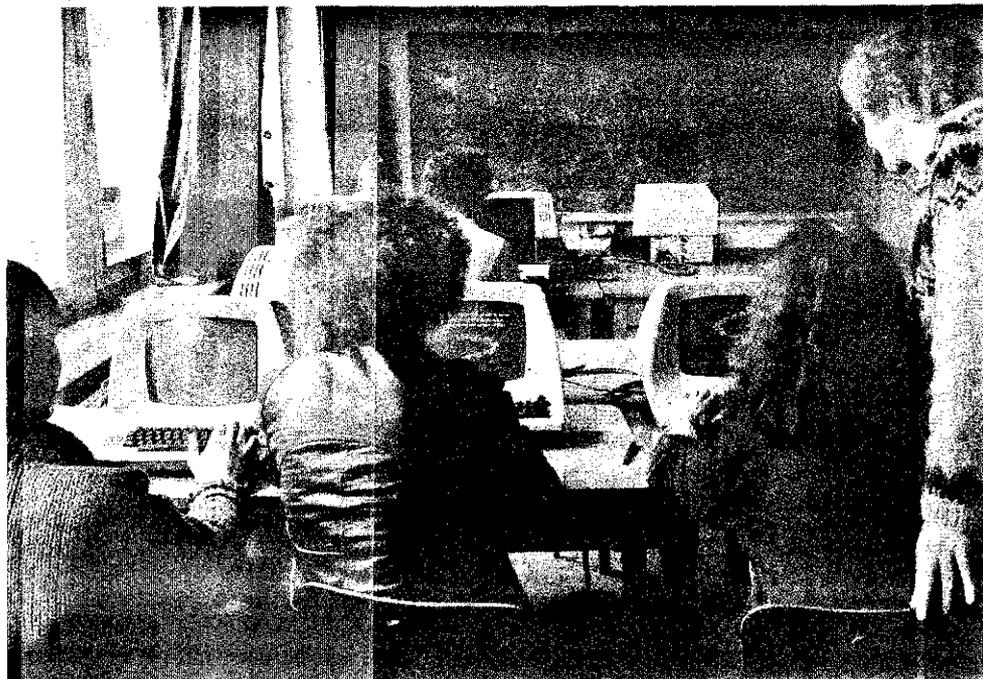
BRUNNSTEIN: Zunächst darf man nicht den einzelnen Menschen mit dem Computer vergleichen. Denn natürlich gibt es viele Menschen, die im Sinne der Ditfurthschen Definition von Intelligenz bestimmten Computerprogrammen unterlegen sind. Und natürlich gibt es auch Menschen, denen in einigen Situationen Selbstbestimmung, freier Wille, Moral zu fehlen scheinen.

SPIEGEL: Wir scheinen uns einig zu sein.

BRUNNSTEIN: Aber während auch ein skrupelloser Mensch grundsätzlich zu Skrupeln fähig bleibt, ist ein Rechner zu Skrupeln nicht fähig. Oder anders gesagt: Ein Mensch kann gegen seine Erziehung, ein Computer kann nicht gegen sein Programm handeln.

SCHWENKEL: Heute mögen Ihre Einwände plausibel klingen, in hundert Jahren wird man wahrscheinlich darüber lachen.

SPIEGEL: Warum?



Computer im Unterricht*: Antworten für 1000 Schüler und 100 Programme

uns als eine bloße Übergangsstufe der Evolution zu verstehen haben, daß wir vielleicht einmal abgelöst werden könnten von kybernetischen Strukturen. Eine solche Perspektive, wenn wir sie akzeptieren, hätte doch Rückwirkungen auf unser Selbstverständnis heute, selbst wenn das erst in tausend Jahren geschehen würde.

SCHWENKEL: Aber dafür ist unsere Diskussionsbasis heute viel zu brüchig. Wenn jemand vor hundert Jahren versucht hätte, über die heutige Technologie zu diskutieren, so hätte ihm jede Grundlage dafür gefehlt. Damals hätte jede Meinung gelten müssen, ebenso wie heute jede Meinung gelten muß über das, was in hundert Jahren möglich ist. Wir müssen schon froh sein, wenn wir einigermaßen sichere Aussagen darüber machen können, was in 10, 20 Jahren sein wird.

* Mit Studenten im Fachbereich Informatik der Hamburger Universität.

che Abstraktionsleistung, die Analogie zwischen einem fallenden Apfel und der Bewegung eines Sterns am Firmament zu erkennen! Aber auch unsere „Alltagsintelligenz“ läßt sich nach diesem Modell beschreiben.

SPIEGEL: Gibt es eine Möglichkeit, mehr oder minder objektiv festzustellen, ob eine Maschine intelligent ist?

SCHWENKEL: Ich berufe mich da auf einen berühmten Fachkollegen, den Engländer Alan Turing. Er hat empfohlen, die Antwort auf diese Frage durch einen Test zu finden: Hinter einer Leinwand ist ein Mensch oder ein Rechner — man weiß nicht, was — verborgen. Mit diesem Etwas wird ein Dialog über beliebige Themen geführt. Wenn es binnen einer halben Stunde nicht gelingt herauszufinden, ob eine Maschine oder ein Mensch antwortet, dann muß dem Etwas Intelligenz zugebilligt werden. Solange Computer noch

Neue Kräfte für den Mann



- Spürbare Blutfülle in den Sexualorganen.
- Gezielte Anregung der Sexualzentren.
- Dadurch mehr Selbstvertrauen und neue Aktivitäten.

Die Pille der Stärke Repursan

Anwendungsgebiet: Stärkung der sexuellen Leistungsfähigkeit.
Kanoldt/Höchstädt

Die superleisen Rasenmäher UFO AERO

Das sollten Sie wissen:
Mit Wirkung vom 1.10.1980
gelten die verschärften
Bestimmungen der Rasen-
mäher-Lärmschutz-Verordnung.
Dann dürfen Rasenmäher mit einer
Leistung bis 3 kW (4,6 SAE-PS) und einem
Emissionswert über 68 dB (A) nicht mehr in
den Verkehr gebracht werden. Vergleichen
Sie deshalb vor Ihrem Kauf die technischen
Daten! Unsere UFO-AERO-KRAFT-Rasen-
mäher erfüllen schon jetzt diese neuen
Bestimmungen, denn sie sind alle
unter 68 dB (A). Fragen Sie Ihren
Händler nach unserem sensationellen
Hersteller-Programm.



Ering hat alles! Vom superpreiswerten Rasenmäher bis zum Rasentraktor. Vom nützlichen Garten-Klein-gerät bis zur leistungsstarken Motorhacke. Postkarte oder Anruf genügt. Kostenlos erhalten Sie unseren großen 4farbigen Gesamtkatalog mit Händler-Nachweis.

ERING ERING GmbH, Metallwaren-
fabrik, Ringstraße 23
8300 Erding, Tel. (0871)
73064, Telex 056239

SCHWENKEL: Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, wie sehr Wissenschaftler in den letzten hundert Jahren in ihren langfristigen Vorhersagen danebengetroffen haben — zum Beispiel bei dem vermeintlichen Beweis, daß kein Gerät, das schwerer als Luft ist, jemals fliegen kann.

BRUNNSTEIN: Glauben Sie, daß ein Computer irgendwann Vertrauen haben kann? Das ist doch eine Kategorie, die ihm fremd bleiben muß.

SCHWENKEL: Da bin ich keineswegs so sicher wie Sie. Wenn man in der Richtung, die jetzt mit den Dialog-Programmen eingeschlagen wird, zügig vorankommt, dann wird eine Maschine aus solcher Unterhaltung auch den Schluß ziehen können, daß sie Vertrauen in die Worte hat, die sie hört, und dann doch irgendwann auch Vertrauen zu dem, der zu ihr spricht.

SPIEGEL: Dieser Dialog zwischen Ihnen, den beiden Informatikern unter uns, mutet ein wenig wie Science-Fiction an; wir werden erst in etlichen Jahren wissen, ob es mehr Science oder mehr Fiction war.

SCHWENKEL: Aber wenn wir schon dabei sind, dann lassen Sie mich bitte dem Kollegen Brunstein noch eine Frage stellen. Nehmen Sie an, wir lebten schon im Jahre 2000, und es würde Ihnen angeboten, sich entweder für eine Million Jahre tiefzukühlen oder Ihre Persönlichkeit in einen Rechner zu überspielen. Wofür würden Sie sich entscheiden?

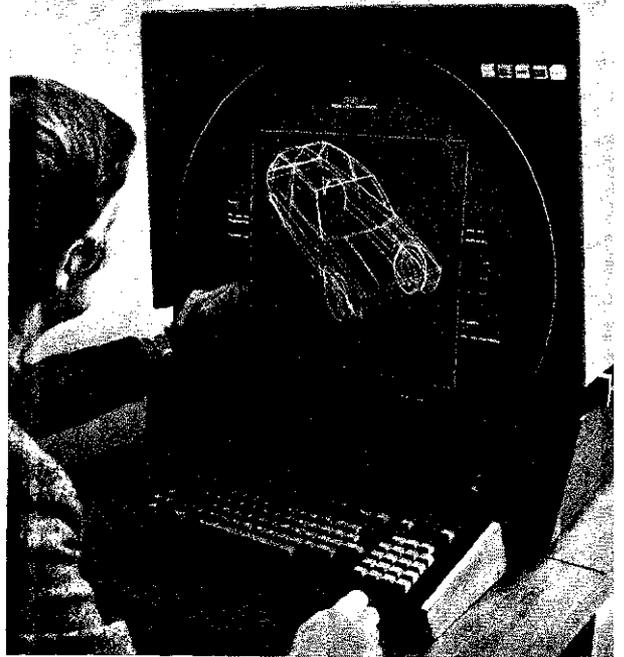
BRUNNSTEIN: Welch denkwürdige Frage! Ich kann sie weder heute noch würde ich sie im Jahre 2000 beantworten können. Man kann eine Persönlichkeit nicht in einen Rechner überspielen.

SPIEGEL: Wie würden Sie selbst die Frage beantworten, Herr Schwengel?

SCHWENKEL: Im Jahre 2000 würde ich es bestimmt vorziehen, eingefroren zu werden, aber im Jahre 3000 würde ich vermutlich lieber einem Rechner überspielt werden.

SPIEGEL: Und warum erst so, dann anders?

SCHWENKEL: Die zugrunde liegende Science-Fiction-Idee der natur-



Zeichnender Industrie-Computer*
Im Jahre 2000 wird der Rechner ...

getreuen Nachahmung des Intellekts und der Persönlichkeit eines Menschen durch einen Rechner stammt ja nicht von mir. Ich finde diese Idee nicht nur faszinierend, sondern auch — wenn wir uns ein ganzes Jahrtausend wissenschaftlichen Fortschritts genehmigen — ganz plausibel. Der Mensch könnte auf diese Weise sozusagen unsterblich werden. Für das Jahr 2000 scheint mir dergleichen freilich völlig undenkbar.

SPIEGEL: Kehren wir aus der fernen in die nähere Zukunft zurück. Viel diskutiert wird die Frage, ob in absehbarer Zeit eine Maschine besser Schach spielen wird als jeder Mensch. Schon heute würde „Cyber 176“ wohl 99 von 100 Schachspielern schlagen. Aber wann, Herr Schwengel, wird dieser



Sprechender Lern-Computer*
... fast tausendmal mehr leisten

* Oben: Computer der Control Data im Volkswagenwerk Wolfsburg, der ein Auto des Typs „Golf“ zeichnet. Der Computer hatte die Abmessungen dieses Fahrzeugs gespeichert und wird mit einem „Lichtgriffel“ statt wie sonst üblich mit der Tastatur bedient. Wörter auf dem Bildschirm (etwa: „Vergrößern“, „Ausschnitt“, „Drehung“) werden, wenn sie mit dem Griffel berührt werden, zu Befehlen, die der Computer ausführt. Unten: Computer „Speak & Spell“ der „Texas Instruments“, den das Großversandhaus Quelle ab Ende April für 149 Mark verkauft. Mit ihm lernen vor allem Kinder Aussprache und Buchstabieren von 230 englischen Wörtern.

oder ein anderer Computer so gut spielen wie die 150 Großmeister, wann also hätte er eine Chance, Weltmeister zu werden?

SCHWENKEL: Eine gerade erschienene Prognose besagt, daß Computer-Schachprogramme die Spielstärke von Großmeistern dann erreichen werden, wenn die Großrechner zehnmal so schnell rechnen wie heute. Dann könnten sie in drei Minuten, also in der Zeit, die es bei einer Turnierpartie im Schnitt für einen Zug gibt, vier Millionen Stellungen untersuchen. Die Meinungen darüber, ob diese Prognose realistisch ist, sind geteilt. Ich selbst denke skeptisch darüber.

SPIEGEL: Bei dieser Prognose wird vermutet, daß die Großcomputer in zehn Jahren zehnmal so schnell rechnen können wie heute. Ist die Geschwindigkeit so schnell zu steigern, Herr Soboll?

SOBOLL: Daran ist kein Zweifel. Wenn man davon ausgeht, was in den Labors zur Zeit schon existiert, dann ist das sicher eine zurückhaltende Schätzung. Es wird wahrscheinlich weit früher erreicht. Die Vergangenheit zeigt, daß in jedem Jahrzehnt die Leistung der Rechner um etwa das Dreißigfache gesteigert wurde, und zwar um das Zehnfache aufgrund der schnelleren Bauelemente, also der Technologie, und um das Dreifache durch ihre neue Architektur, also durch neue Strukturen im Inneren. Es spricht viel, sogar sehr viel dafür, daß die Entwicklung mindestens in diesem Tempo weitergeht.

SPIEGEL: Also wird etwa um 1990 ein Computer dreißigmal und um das Jahr 2000 etwa 900mal soviel leisten wie die heutigen Großrechner?

SOBOLL: Diese Zahlen halte ich schon für realistisch, aber es sind Zahlen für die Gesamtleistung eines Rechners, und zu dieser Leistung gehört zum Beispiel auch die Eingabe und Ausgabe von Daten, nicht nur die reine Rechengeschwindigkeit. Die Spielstärke eines Computers im Schach hängt ohnehin nicht allein von der Entwicklung der Computerleistungen ab.

SPIEGEL: Sondern auch wovon?

SOBOLL: Auch vom Programm, also davon, wie schlau das Programm geschrieben ist, ob neue mathematische Verfahren angewendet werden, wie etwa neuartige Suchalgorithmen.

SPIEGEL: Der Begriff „Algorithmus“ wird in unserem Gespräch wohl noch öfter vorkommen, wie läßt er sich allgemeinverständlich definieren?

BRUNNSTEIN: Ein Algorithmus ist der regelhafte Ablauf einer Problemlösung.

SPIEGEL: Aha.

BRUNNSTEIN: Anschaulicher: Ein Computerprogramm für strategische Spiele müßte erstens alle möglichen Spielsituationen erfassen und zweitens

Die Bekleidungs-Alternative
für Ihre freie Zeit draußen

Die Rikson-Touring

Die beste Jacke
seit der Wiederentdeckung des Wanderns

Eine Jacke mit allen Vorteilen, die für die freie Zeit draußen wichtig sind. Komfortabel und praktisch. Innen und außen hochwertiger, atmungsaktiver Popeline, in Kette und Schuß gezwirnt. Taschen ebenfalls aus Oberstoff, mit Sicherheitsnähten gearbeitet.

Größen:
44 bis 64
94 bis 118
24 bis 32



Zweiwege-
taschen,
Brillentasche



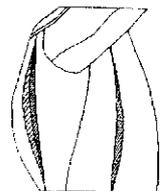
versenkbare
Kapuze



2 große Safe-
Innentaschen und
Kamm-/Bleistifttasche



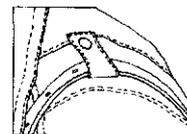
abnehmbarer Gürtel
mit Druckknopf-
schlaufen



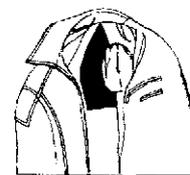
Bewegungs-
falten vorn
und hinten



Taschenkomfort:
Schlüssel-
Safetasche



Trageschleife
für Kamera usw.



wasserdichte Schulter-
einlage, atmungsaktive
Netzelsätze

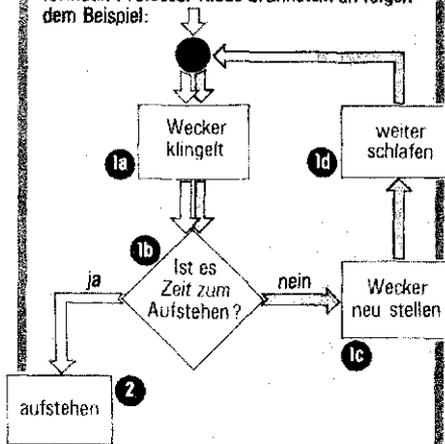
Fachgeschäfte führen die Rikson-Touring, von der wir Ihnen gern eine ausführliche Beschreibung schicken. Zusammen mit einem Bezugsquellen-nachweis. Unsere Anschrift: RIKSON Herrenkleiderwerke, Postfach 1305/1, 2400 Lübeck 1.



FOR MÄNNER, AUF DIE MAN SICH
VERLASSEN KANN

WECK-UND AUFSTEH-ALGORITHMUS

Den für die Computersprache wesentlichen Begriff „Algorithmus“ erläutert der Hamburger Informatik-Professor Klaus Brunnstein an folgendem Beispiel:



Nehmen wir an, der Wecker sei auf 6.30 Uhr eingestellt. Der Wecker klingelt (1a). Ist es schon Zeit zum Aufstehen (1b)? Falls heute ein normaler Arbeitstag ist, so müssen wir aufstehen (2) und unser Tagwerk tun. Falls aber Sonnabend oder Sonntag ist, können wir noch weiterschlafen bis 8 Uhr. Wir stellen den Wecker also auf die neue Weckzeit (1c) und schlafen weiter (1d). Wenn dann der Wecker wieder klingelt, beginnt der Algorithmus von vorn (1a).

dazu jeweils die Handlung, die in der betreffenden Situation auszuführen ist. Alles zusammen stellt den Spielalgorithmus dar.

SPIEGEL: Haben Sie noch ein anderes Beispiel?

BRUNNSTEIN (beginnt zu zeichnen): Denken Sie an Ihr morgendliches Aufstehen. Ich zeichne Ihnen dazu den Algorithmus, und Sie müßten ihn Ihren Lesern zeigen (siehe Graphik).

SPIEGEL: Eine andere Prognose besagt, daß in einigen Jahren die Schachcomputer, die es in Kaufhäusern gibt, die Spielstärke von „Chess 4.8“ haben werden.

BRUNNSTEIN: Deren Handicap ist, daß sie sich bei weitem nicht so gut programmieren lassen wie die Großrechner. Das hängt mit ihrem Innenleben, mit ihrer Architektur zusammen. Ihre Leistung wird sich in den nächsten Jahren verbessern, sogar erheblich verbessern, aber nicht in solchem Maße, daß sie so leistungsstark werden, wie es Großrechner heute sind.

SPIEGEL: „Chess 4.8“, das derzeit weltbeste Schachprogramm für Großrechner, arbeitet nach dem Prinzip, alle denkbaren Züge, auch die unsinnigsten, durchzurechnen. Mit schier unvorstellbarer Rechengeschwindigkeit kommt der Computer damit aber nur dreieinhalb Züge weit, von einzelnen Zugketten abgesehen, die er noch weiter verfolgt. Wie weit wird man mit dieser

Methode die Spielstärke noch steigern können, wie weit mit anderen? Herr Friedel, Sie haben für das ZDF die Schachprogrammierer in den USA und in der Sowjet-Union besucht.

FRIEDEL: Ich habe in den USA den Eindruck gewonnen, daß die Fachleute von der Methode, mit der „Chess 4.8“ programmiert ist, keine wesentlichen Fortschritte mehr erwarten. Hier wird eine Grenze sichtbar. Um einen einzigen Zug weiterzurechnen, muß die Kapazität wahrscheinlich sogar um erheblich mehr als das Zehnfache erhöht werden. Da kommt man sehr schnell in astronomische Zahlen.

SPIEGEL: Ist es also eine Utopie zu glauben, daß irgendwann ein Großrechner fähig ist, alle Züge einer Schachpartie durchzurechnen?

FRIEDEL: Mit Sicherheit, denn in einer Partie von etwa 40 Zügen gibt es

meine — überhaupt nichts mehr dabei, wenn sie nun noch x-mal schneller rechnen.

DITFURTH: Herr Hübner, wenn ich es ein wenig provozierend formulieren darf: Ich halte Ihre Äußerung, diese Methode sei uninteressant, für den Ausdruck des affektiven Widerstandes eines Mannes, der das, was er als Schachgroßmeister tut, mit Recht als Kunst betrachtet und der verständlicherweise befürchtet, daß beim Schach das spielerische Moment verlorenght, wenn bis zur letzten Konsequenz logisch-mathematisch-algorithmisch bewiesen werden kann, daß nur der eine Zug jeweils richtig ist und daß alle anderen Züge falsch sind.

HÜBNER: Sie befinden sich im Irrtum. Ich will ja das Problem des perfekten Spielens durchaus mit Hilfe des



Schachgroßmeister Hübner, Computer „Chess 4.8“*: Mehr Züge als Atome

mehr denkbare Züge, als es Atome im Weltall gibt. Deshalb versucht der frühere Schachweltmeister Michail Botwinnik in Moskau einen anderen Weg zu gehen. Er will das Rechnen der Computer am Denken der Schachspieler orientieren. Sein Programm ist zwar seit langem konzipiert, aber noch immer nicht gelaufen. Deshalb ist ein Urteil darüber, ob er auf dem richtigen Wege ist, derzeit noch nicht möglich.

SPIEGEL: Herr Hübner, mit welcher der beiden Methoden geben Sie dem Computer die größere Chance, irgendwann so gut zu spielen wie die besten Spieler der Welt?

HÜBNER: Ich halte die Methode, alle Züge zu erfassen und durchzurechnen, für uninteressant, weil längst bekannt ist, daß Computer wesentlich besser und effektiver rechnen als Menschen, und man gewinnt — wie ich

Computers zu lösen versuchen. Ich habe nur andeuten wollen, daß ich es für verfehlt halte, alle Anstrengungen darauf zu richten, daß sich die Geschwindigkeit der Rechner ver Hundert- oder vertausendfacht.

DITFURTH: Aber sind wir uns denn darin einig, daß es eine Revolution bedeuten würde, wenn sich all das, was Schachmeister oder was Menschen überhaupt kreativ, intuitiv, in ihrer Phantasie sich ausdenken, algorithmisierbar, also in die Computersprache übersetzbar wäre?

HÜBNER: Ich sehe in dem, was hier Kreativität genannt wird, Prozesse ökonomischen Denkens, die wahrscheinlich vollständig objektivierbar sind. Nur können wir sie, was Schach an-

* Hübner (am Brett) läßt den Computer bei einer Veranstaltung des SPIEGEL im März 1979 eine komplizierte Stellung aus einer Turnierpartie analysieren.

geht, zur Zeit nicht erfassen, weil wir Schach nicht genau genug kennen.

DITFURTH: Ich bin da nicht so sicher wie Sie, ob wirklich kreatives Denken so quantifizierbar, so total auflösbar und objektivierbar ist. Aber wenn es so wäre, dann würden wir in ein, zwei Generationen so, wie wir heute Raumsonden in unbewohnbare Gegenden des Weltraumes schicken, gleichsam „Intelligenzsonden“ in uns unerreichbare geistige Räume schicken, die uns dann Resultate zurückbrächten, die wir nicht nachprüfen können.

FRIEDEL: Würden Sie, Herr Hübner, denn als „Intelligenz“ bezeichnen, wenn etwa ein Computer besser als fast jeder Mensch Schach spielt, dessen intellektuelle Fähigkeiten auf diesem Gebiet also übertrifft, dies aber mit Methoden erreicht, die uns primitiv und einfach erscheinen, also nur rechnet und nicht spielt. Wäre ein solcher Computer „intelligent“?

HÜBNER: Was ist Intelligenz? Mir ist unklar, wie der Begriff in diesem Zusammenhang gebraucht wird.

SPIEGEL: Wie würden Sie ihn gebrauchen?

HÜBNER: Der Begriff „Intelligenz“ kommt von dem Wort „intellegere“ und heißt „einsehen“. Vielleicht besteht der prinzipielle Unterschied zwischen Mensch und Computer darin, daß dem Menschen Reflektion über sich selbst möglich ist, während dies einem Computer — soweit ich sehe — nicht möglich sein kann. In diesem Sinne kann ein Computer keine Intelligenz, nämlich Selbsteinsicht, erlangen.

SPIEGEL: Lassen Sie uns zurückkommen zu der anderen Methode, Computer für das Schachspiel zu programmieren — jener Methode, sie so rechnen zu lassen wie Menschen denken. Was halten Sie davon?

HÜBNER: Interessant scheint es mir zu sein, zu versuchen, mit Hilfe eines Computerprogramms die Ökonomie des menschlichen Denkens nachzubilden. Das bedeutet für Schach, Kriterien zu finden und zu formulieren, nach denen eine große Zahl von Zügen von vornherein ausgeschieden werden kann, die gar nicht erst untersucht zu werden braucht. Das scheint mir der einzige fruchtbare Ansatz zu sein.

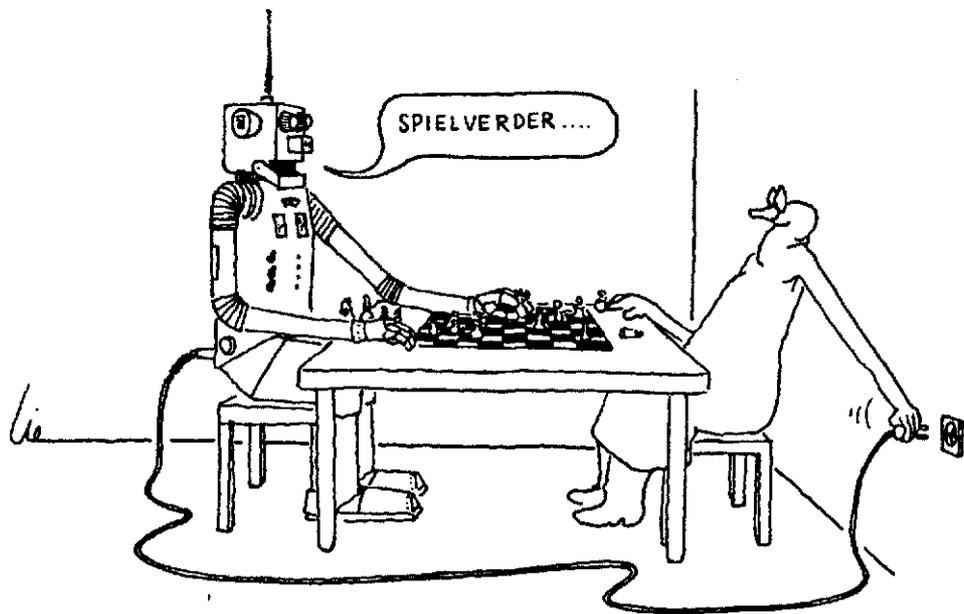
SPIEGEL: Läßt sich denn der Denkprozeß eines Schachmeisters transparent machen? Können Sie, Herr Hübner, rekonstruieren, was in den fünf, sechs Stunden bei einer Turnierpartie in Ihrem Kopf vorgegangen ist? Also etwa, welche Züge Sie erwogen, warum Sie sie verworfen haben, wie weit Sie jeweils bei der Berechnung einer Zugfolge gekommen sind und so weiter? Es gibt kluge Leute wie Botwinnik, die dies

für schwierig, wenn nicht sogar für unmöglich halten.

HÜBNER: Das konkrete Rechnen ist sehr wohl und sehr einfach rekonstruierbar. Aber es gibt auch andere Prozesse, die im Unterbewußtsein ablaufen. Sie sind im Einzelfall nicht rekonstruierbar, können aber vielleicht doch generell auffindbar und darstellbar sein.

SPIEGEL: Können Sie uns beschreiben, worum es im Unterbewußtsein eines Schachspielers geht?

HÜBNER: Ich nehme zunächst ein visuelles Bild von der Stellung der Steine auf und mache Beobachtungen über die Wirksamkeit ihrer Kräfte, und aufgrund dieser Beobachtungen komme ich dann zu Schlüssen, jetzt diesen oder jenen Zug zu machen. Diese Beobachtungen dringen zum großen Teil nicht ins Bewußtsein.



Süddeutsche Zeitung

SPIEGEL: Wie viele Züge berechnet ein Schachmeister oder -großmeister?

JACOBY: Das ist kaum zu sagen, weil er unterschiedlich „tief“, das heißt voraus, und unterschiedlich „breit“, das heißt in Alternativen rechnet. Es hängt davon ab, wie einfach oder komplex die Stellung der Partie ist. Aber auch ein Großmeister wird neben dem Zug, zu dem er sich dann entschließt, selten mehr als drei Alternativen berechnen, und selten wird er weiter blicken als sieben Züge im voraus.

SPIEGEL: Dann denkt er doppelt soweit, wie „Chess 4.8“ rechnet. Was speichert man als Schachmeister in dem oft als phänomenal bewunderten Gedächtnis?

HÜBNER: Als Schachspieler speichert man gewisse Muster von Kombinationsabläufen oder von Bauernketten und dazu von der Stellung der Figuren, die zu diesen Bauernstrukturen passen oder nicht passen. Der Schachspieler

arbeitet dann sehr viel mit Analogien. Er kennt die Stellungstypen, und wenn eine ähnliche Situation auftaucht, fragt er sich: Ist das, was ich damals bei diesem Typus gelernt habe, hier anwendbar? Ob ihn diese Art des Denkens den Computern auf Dauer überlegen macht, kann man natürlich nicht entscheiden; es hängt von der Art und Güte des Computer-Programms ab, das man entwickelt.

SCHWENKEL: Ist das, was Sie uns jetzt beschrieben haben, zum Teil nicht schon in die einschlägige Literatur über Schachstrategie eingegangen? Wir müssen ja, wenn wir die Denkprozesse der Menschen auf Maschinen übertragen wollen, zu einer Formalisierung und Quantifizierung der schachstrategischen Begriffe gelangen.

HÜBNER: Damit ist meines Erachtens noch nicht einmal ein Anfang ge-

macht worden. Die Literatur über Schachstrategie ist meist nichts anderes als eine Sammlung von Beispielen. Es gibt einiges auf taktischem Gebiet, aber die Ansätze zur Klassifizierung, zur Generalisierung von strategischen Gesetzen sind sehr schwach. Die Bemühungen, eine Theorie des Schachspiels aufzustellen, sind so laienhaft und elementar, daß sie für die Aufgabe, ein Programm für einen Computer zu entwickeln, nichts hergeben und absolut wertlos sind.

SPIEGEL: Und trotzdem glauben Sie, daß ein solches Programm entwickelt werden kann?

HÜBNER: Ja, denn Schach ist ein Spiel von Kräften, über die wir in jeder Spielsituation vollständige Informationen haben.

SPIEGEL: Läßt sich das ein wenig anschaulicher sagen?

JACOBY: Beim Schachspiel ist alles zu sehen, es ist nichts — wie beim Skat



Deutsche beim Skat: Der Computer spielt perfekt

— verborgen, und wir wissen von jeder Figur, von jedem Bauern, wohin sie ziehen, wohin sie schlagen können.

SPIEGEL: Bleiben wir einen Moment beim Skat. Wird ein Computer perfekt Skat spielen können?

BRUNNSTEIN: Grundsätzlich ja, ich bin dessen sogar ganz sicher. Im Skat gibt es weit weniger „Züge“ als im Schach, sie sind auch besser zu bewerten, denn nur einer bekommt den Stich. Man sieht also die unmittelbare Wirkung eines „Zuges“, während sie beim Schach oft nur langfristig sichtbar wird. Es gibt schon einige Skatprogramme für Computer, vorwiegend von Studenten und Schülern im Studien- oder Schulfach Informatik geschrieben. Dementsprechend sind sie oft noch laienhaft, könnten aber leicht verbessert werden.

SPIEGEL: Und wie steht es mit anderen Spielen?

BRUNNSTEIN: Die meisten bekannten Spiele — etwa „17 und 4“, Bridge, Mühle, Dame — könnte ein Rechner perfekt spielen. Mit dem japanisch-chinesischen Brettspiel „Go“ gibt es ähnliche, ja sogar noch größere Schwierigkeiten als beim Schach.

SPIEGEL: Wie lassen sie sich — vielleicht — im Schach überwinden?

HÜBNER: Die Kräfte im Schachspiel sind endlich und folgen — wie alle Kräfte — Gesetzen. Das Problem ist, erstens diese Gesetze durch Beobachtung zu erfassen und zweitens diese Kräfte in ein System zu bringen und Aussagen darüber zu machen, welche Kräfte und Gesetze in welcher Situation Priorität haben und in welcher Rangfolge sie zu beurteilen sind.

Dann können wir vielleicht auch ein perfektes Computerprogramm schreiben, das in jeder Situation den richtigen Zug oder die richtigen Züge findet. Schach ist ja ein Gleichgewichtsspiel, bei dem es oft mehrere gleichwertige Möglichkeiten gibt.

SPIEGEL: Wie viele Gesetze mag es geben, Dutzende?

HÜBNER: Wesentlich mehr, Hunderte bestimmt.

SPIEGEL: Kaum jemand wird etwas dagegen haben, daß Computer noch besser Schach spielen. Aber es wird viel darüber gesprochen und geschrieben, ob auf anderen Gebieten die Computer nur nützen oder auch schaden.



Schach-Vizeweltmeister Kortschnoi*
Denkt doppelt soweit wie „Chess 4.8“

den. Nicht auszuschließen ist, daß der Mensch einem Zauberlehrling gleich die Herrschaft über die Computer verliert und daß er ihr Sklave wird. Die Frage ist: Soll nur die Technik die Grenzen bestimmen, die dem Computer gesetzt werden? Kommt es nur darauf an, was die Computer tun können, oder auch darauf, was sie tun sollen?

DITFURTH: Ich sehe darin, ob dem Computer Grenzen gesetzt werden, weder ein technisches noch ein abstraktes ethisches Problem, es ist in erster Linie ein soziales Problem. Es wird in Zukunft oft zu entscheiden sein, wo man Computer zuläßt und wo nicht. Diese Entscheidungen werden sehr weit in das Verständnis vom Menschen reichen.

SPIEGEL: Inwiefern?

DITFURTH: Eine Gesellschaft, die vor dieser Frage steht, wird ihre Prioritäten, ihre Wertmaßstäbe, kurz: ihr Selbstverständnis mit einer Konsequenz und Rationalität durchdenken müssen, wie sie bisher in der Geschichte noch nie verlangt wurden. Eine gesellschaftliche Utopie oder auch Wahnidee — denken Sie nur an den Nazismus — würde sonst Folgen haben können, die vergangene Erfahrungen noch in den Schatten stellen.

SPIEGEL: Ein Beispiel: Würden Sie Computer als Richter akzeptieren?

DITFURTH: Sie wären sicher unparteiisch. Aber es gehören menschliche Wertungen, moralische Skalen dazu, und ich weiß nicht, ob all dies in einem Entscheidungsprogramm für Computer objektiviert werden kann.

SPIEGEL: Nehmen wir an, es wäre möglich und der Computer könnte einen Fall objektiv und gründlich prüfen und beurteilen. Würden Sie ihn sozusagen als Richter eingesetzt sehen wollen?

DITFURTH: Nach jüngsten Erfahrungen, die ich selbst gemacht habe, könnte ich mir vorstellen, daß ich die Entscheidung eines Computers der Entscheidung eines Menschen vorziehen würde. Denn ich habe erlebt, daß die „nur menschliche“ Intelligenz eines Gerichtes nicht ausreichte, über eine stundenlange Verhandlung und über Wochen, die bis zur Urteilsverkündung vergingen, jedes Detail, jede Information, die für die Entscheidung wichtig waren, gleichmäßig mit unverminderter Konzentration und ohne Ermüdungerscheinungen im Bewußtsein präsent zu halten. Das ist etwas, was der Computer kann. Er wird keine wesentliche Information „vergessen“.

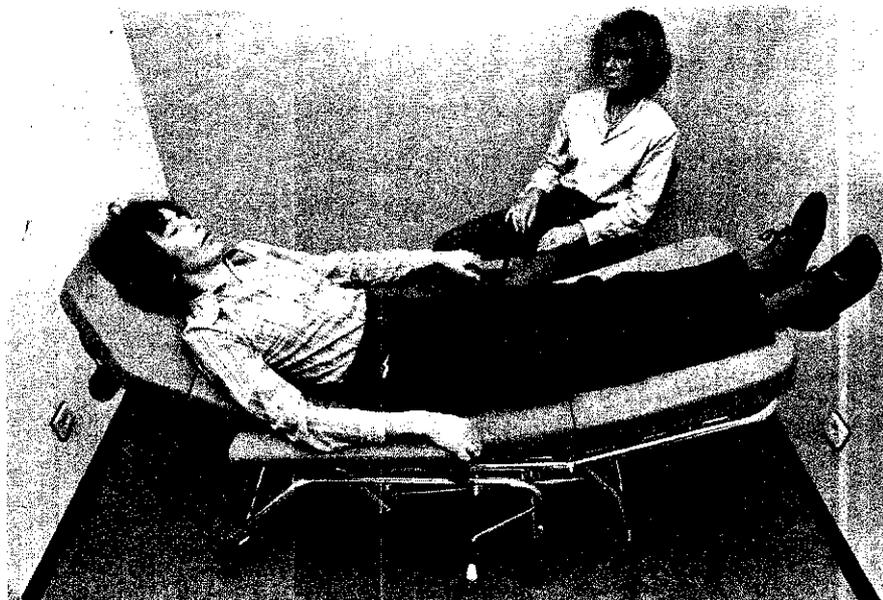
Aber das Problem liegt woanders. Denken Sie an Ehescheidungs- oder an Strafprozesse. Ich wüßte nicht, wie ein Computer so programmiert werden könnte, daß er das Bewußtsein eines Angeklagten, seine Motive, seine Emotionen beurteilen könnte.

SPIEGEL: Könnten Sie sich vorstellen, daß ein sprechender Computer

* Im Hamburger SPIEGEL-Haus bei einer Partie gegen den Computer „Cyber 176“ mit dem weltbesten Programm „Chess 4.8“.



Richter im Prozeß: „Eine Maschine wäre sicher unparteiisch“



Psychotherapeutin in der Praxis: „Es gibt schon Rechner, die Diagnosen stellen“

zum therapeutischen Werkzeug wird, das man Nervenkliniken und psychiatrischen Zentren an die Hand gibt? In jeder Stunde könnten mehrere hundert Patienten von einem Computersystem behandelt werden, schwelgte der amerikanische Psychiater Kenneth Mark Colby von diesen Möglichkeiten.

DITFURTH: Da würde ich Einspruch erheben. Man ist ja am ehesten bereit, Spekulationen zu folgen, wenn sie nicht dem eigenen Fachgebiet gelten. Da ich aus der Psychiatrie komme, habe ich hier natürlich sofort Bedenken, und zwar deshalb, weil gerade in ein psychotherapeutisches Gespräch Faktoren eingehen — das Gefühl für den anderen, das Mitempfinden, diese ganzen elementar-emotionalen mit-

menschlichen Qualitäten —, die ein Computer nicht besitzen kann.

SPIEGEL: Und in einer Poliklinik, in der es um Alltagsfälle geht ...

DITFURTH: Bei ganz normalen Fällen, wenn jemand ein dickes Knie hat oder Schmerzen hinterm linken Ohr, dann habe ich gar nichts dagegen, die Anamnese von einem Computer erheben, ihn eine „Vorsortierung“ vornehmen zu lassen, ihn auch entscheiden zu lassen, welche Untersuchung als nächste durchgeführt werden soll.

SPIEGEL: Gibt es dafür Ansätze?

BRUNNSTEIN: Mehr als das. Es gibt Systeme, in denen nicht nur Informationen von und über Patienten gesammelt werden, sondern bei denen der Rechner auch die Diagnose stellt. Es

gibt sie meines Wissens nur in den USA, insbesondere in Boston. Ob der Rechner eines Tages auch zur Therapie fähig ist, wage ich nicht zu sagen. Da sind ja unter anderem noch Aspekte wie Gefühl und Zuspruch von Bedeutung.

Aber es ist in der Tat eine grundsätzliche Entscheidung notwendig, ob wir sie lapidare Rechtsfälle entscheiden, ob wir sie automatisch Kriege führen lassen wollen. Das alles können sie heute schon, oder es ist prinzipiell binnen kurzem erreichbar.

SPIEGEL: Was heißt es, automatisch Krieg zu führen?

BRUNNSTEIN: Stellen Sie sich vor, ein Computerprogramm verfügt über alle notwendigen Daten hinsichtlich der militärischen Stärke verschiedener Länder sowie über bestimmte politische Wertungen und Zielsetzungen. Es sei außerdem an die militärischen Instrumente angeschlossen, beispielsweise könne es den Abschluß von Raketen steuern.

SPIEGEL: Bis hierhin bietet sich kein technisches Problem?

BRUNNSTEIN: Nicht das geringste. Es gibt sogar schon Ansätze dazu. So wurde die Entlaubungsaktion im Vietnamkrieg, als die Vietcong in Urwäldern entdeckt werden sollten, mit Computerhilfe strategisch vorbereitet.

Ich kann mir nicht nur vorstellen, daß militärische und politische Entscheidungen bis hin zu einer Kriegserklärung allzu stark von der Bereitstellung und Analyse der Fakten durch den Computer beeinflusst würden. Ich habe sogar die Sorge, daß dies in einigen militärisch und technologisch potenten Ländern schon heute geschieht.

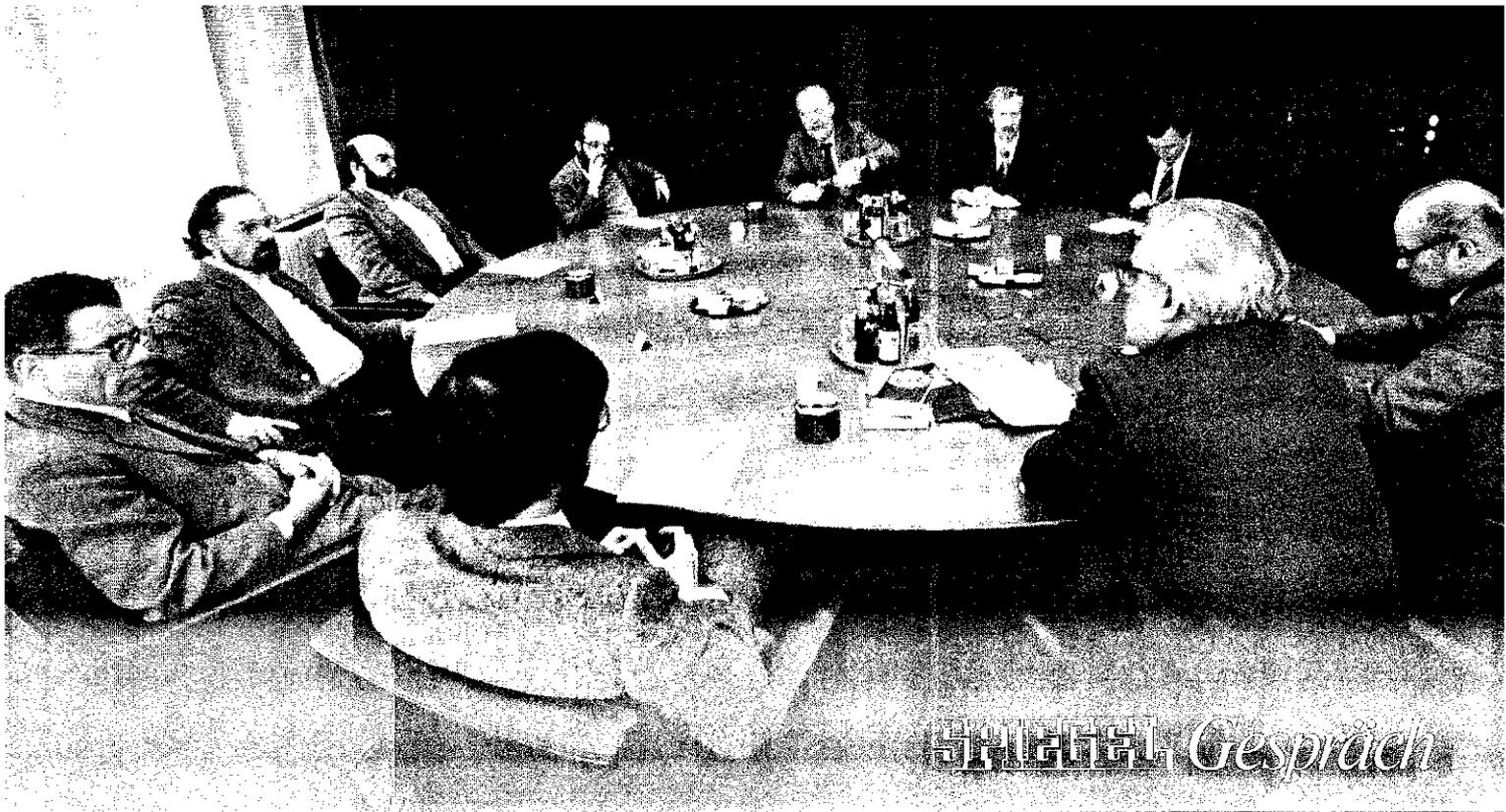
SPIEGEL: Es besteht dann also die Gefahr, daß sich die Intelligenzprothesen und Denkzeuge, wie Sie die Computer vorhin genannt haben, insofern verselbständigen?

BRUNNSTEIN: Ich fürchte, ja.

SPIEGEL: Wird der Computer, je besser er sich nutzen läßt, um so stärker zum Schrecken werden für viele, die fürchten müssen, durch ihn von ihren Arbeitsplätzen vertrieben zu werden?

BRUNNSTEIN: Zweifellos. In den nächsten 30 Jahren wird es zu einer drastischen Reduktion des Anteils menschlicher Arbeit zugunsten der maschinellen Arbeit kommen. Das hat die Schattenseite, daß viele Arbeitsplätze vernichtet werden, ohne daß in annähernd gleicher Zahl ähnliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Es hat die positive Seite, daß frustrierende Arbeit von Maschinen erledigt wird. Und spätestens um die Jahrtausendwende wird das Hauptproblem der Gesellschaft die Bewältigung der Freizeit sein. Dann wird der kleine Computer in der Wohnung so selbstverständlich sein wie heute das Fernsehgerät.

SPIEGEL: Wir danken Ihnen für dieses Gespräch.



SPIEGEL Gespräch

SPIEGEL-Gespräch über Computer-Entwicklung*: „Die unheimlichen Maschinen werden zu einer Art Person“

Computer als Richter und Arzt?

Hoimar von Ditfurth, Elektronik-Experten und Schachmeister über künstliche Intelligenz

SPIEGEL: Für 149 Mark verkauft das Versandhaus „Quelle“ neuerdings einen sprechenden Kleincomputer, mit dem englische Vokabeln eingepackt werden können. Die Schachcomputer, die in Kaufhäusern und Fachgeschäften zwischen 248 und 898 Mark kosten, sollen schon in wenigen Jahren weit spielstärker sein als heute. Für rund 2000 Mark gibt es Tischcomputer, die nicht nur rechnen und Daten speichern, sondern auch Karteien führen, spielen, zeichnen und musizieren. Dringt der Computer in die Wohnstuben vor, Herr Professor Brunstein?

BRUNNSTEIN: Davon bin ich überzeugt. Sie erwähnen nur die ersten Ansätze. Der „Quelle“-Computer packt nur 230 Wörter, hat eine schnarrende Stimme und ist wohl noch zu teuer. Die Schachcomputer kosten auch zuviel und spielen schwach, sie könnten schon heute wesentlich besser und billiger sein. Von den gängigsten Tischcomputern gibt es in der Bundesrepublik 10 000 Exemplare, in den USA sind allein im vorigen Jahr etwa 170 000 verkauft worden. Ich nehme an, daß wir hier wie bei jeder anderen

* Im Hamburger SPIEGEL-Haus. Mit (von links, im Uhrzeigersinn) Frederic Friedel (m. Rücken zur Kamera), Frieder Schwenkel, Klaus Brunstein, Gisbert Jacoby, Robert Hübner, Hoimar von Ditfurth, Horst Soboll, Fritz Küderli, Stenograph Heinz Daenicke, SPIEGEL-Redakteur Werner Harberg.

Die Teilnehmer des Gesprächs

Hoimar von Ditfurth, 57, ist Psychiater und Neurologe. Er war Professor in Würzburg und Heidelberg, arbeitet heute als Wissenschaftspublizist und leitet beim ZDF die populärwissenschaftliche Reihe „Querschnitt“. Er schrieb mehrere Bestseller, darunter „Kinder des Weltalls“, „Im Anfang war der Wasserstoff“ und „Der Geist fiel nicht vom Himmel“, eine Entwicklungsgeschichte des Gehirns.

Robert Hübner, 30, ist promovierter Altphilologe und einer der wenigen Großmeister, die das Schachspiel nicht zum Beruf gemacht haben. Er ist der beste deutsche Schachspieler, steht auf Platz 13 der Rangliste des Weltschachbundes und hat nach Ansicht seiner deutschen Großmeister-Kollegen Pfleger und Unzicker „womöglich das Zeug zum Weltmeister“.

Klaus Brunstein, 41, ist im Fachbereich Informatik der Universität Hamburg Professor für „Anwendungen der Informatik“. Er arbeitet an einem Buch über Computer im Schulunterricht.

Frieder Schwenkel, 45, lehrte sieben Jahre in den USA, ist heute im selben Fachbereich wie Brunstein Professor für „Programmierung“ und schrieb zahlreiche Artikel über Computerschach.

Fritz Küderli, 34, ist Maschinenbauer und leitet bei dem Computerhersteller „Control Data Corporation“ (Weltmarktanteil: 6 Prozent, zum Vergleich: IBM-Anteil 60 Prozent) einen der vier deutschen Distrikte mit Sitz in Hamburg.

Horst Soboll, 34, ist promovierter Physiker und leitet bei dem „Control-Data“-Distrikt Nord in Hamburg die Systemberatung.

Frederic Friedel, 33, ist Wissenschaftstheoretiker und ZDF-Mitarbeiter. Zusammen mit Volker Arzt machte er im Februar 1979 den Film „Schach dem Elektronenhirn“, zusammen mit Schwenkel schreibt er ein Buch über Computerschach.

Gisbert Jacoby, 35, war 1975 Hamburger Schachmeister und ist Bundesligatrainer des Hamburger Schachklubs.