

„Software I“ befaßt sich mit Binär- und Sedezimalzahlen, bit, Byte, Code und Codes, Dateibegriffen, usw.

„Hardware II“ informiert über Gerätekonfigurationen, Schnittstellen, Normfragen, Speichermedien, Speichergrößen und Fragen der Vernetzung.

„Software II“ hat Betriebssysteme, Interpreter, Compiler und Überblicke über Software-Pakete zum Gegenstand.

„Datenkunde“ beinhaltet Datenstrukturen, Datenerhebung und ihre Codierung, Datenbanken, Datensicherheit und Datenschutz sowie Speicherorganisation.

Innerhalb der Problemanalyse werden behandelt Modellbildung, Umsetzen in Daten- und Programmflußpläne, Logik der Programmstruktur.

Die fachbezogenen Veranstaltungen werden bei den Juristen mangels geeigneten Dozentennachwuchses leider durch einen Informatiker durchgeführt werden müssen. Bei den Sozialwissenschaftlern, Linguisten,

Ökonomen, Pädagogen, Historikern werden die fachbezogenen Veranstaltungen dagegen von Lehrkräften der jeweiligen Fachbereiche betreut. Die Tatsache, daß dieses bei den Juristen nicht möglich ist, ist darauf zurückzuführen, daß statistische Erfordernisse bei den anderen Disziplinen schon früher zu einer Verknüpfung von EDV und dem jeweiligen Fachgebiet geführt haben, als dies bei der Rechtswissenschaft der Fall war. Ausnahme war hier zum Teil die Kriminologie, wo auch statistische Erkenntnisse von Belang waren.

Die Veranstaltungen finden in mehreren Hörsälen statt, die mit Rechnern ausgestattet sind und jeweils maximal 25 Personen aufnehmen können. Sofern mehr Bewerbungen eingehen, als Plätze vorhanden sind, wird ein noch zu bestimmendes Auswahlverfahren durchgeführt werden müssen. Nachfragen und Bewerbungsgesuche sind an das Studentensekretariat der Ruhr-Universität Bochum zu richten.

## Anmerkungen zu Dreyfus' „Mind over Machine“\*

### Teil 1: Das Dilemma der „Artificial Intelligence“-Forschung

1. Einleitung
2. Die Grenzen der Modellierung „künstlicher Intelligenz“
  - 2.1 Die Beschränkung auf strukturierte Situationen
  - 2.2 Das Scheitern der Simulation von „common sense“-Wissen
3. Die Grundhypothesen der „Artificial Intelligence“-Forschung
  - 3.1 Die Informationsverarbeitungstheorie
  - 3.2 Der holistische Ansatz

„Hunches and intuitions, and even systematic illusions, are the very core of expert decision making, so whether one seeks to use a digital computer to model the heuristic rules behind actual problem-solving, as Newell and Simon did, or whether one tries, like Stuart and Richard Bellmann, to find optimal algorithms, the result fails to capture the insight and ability of the expert decision-maker“ (S. 10).

#### 1. Einleitung

Das Buch „Mind over Machine“ ist aus der Zusammenarbeit des Philosophen Hubert Dreyfus mit sei-

\* Hubert L. Dreyfus/Stuart E. Dreyfus (mit Tom Athanasiou) Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer. New York (The Free Press) 1986, 231 S., \$ 16.95

nem Bruder, dem Mathematiker und Informatiker Stuart Dreyfus (beide University of California, Berkeley) entstanden. Hauptthema des Buches ist eine kritische Auseinandersetzung mit der „Artificial Intelligence“-Forschung. Die Autoren wollen zeigen, daß erstens die Grundannahmen dieser Forschungsrichtung keineswegs so neu sind, wie sie präsentiert werden, und daß sie zweitens allenfalls partiell zutreffen (S. 2ff). Während zum gegenwärtigen Zeitpunkt von den Anhängern die Erfolge dieser relativ jungen Disziplin in der Simulierbarkeit menschlichen Expertenwissens und der Fähigkeit zum Problemlösen gesehen werden, bemühen sich die Brüder Dreyfus um eine differenziertere Betrachtung der angeblichen Simulierbarkeit. In „Mind over Machine“ präsentieren sie eine Analyse der Erfolge und Mißerfolge der „Artificial Intelligence“-Forschung. Daran schließt sich eine Auseinandersetzung mit der Frage an, in welchen Bereichen die Grundannahmen dieses Forschungszweigs ausreichend sind (obwohl diese Prämissen nach Ansicht der Autoren an der wahren Natur menschlicher Intelligenz vorbeigehen) und in welchen Bereichen diese Grundannahmen die Simulation von Intelligenz verhindern. Sie postulieren, daß ein Fortschritt innerhalb der „Artificial Intelligence“-Forschung nur durch einen Paradigmenwechsel erzielt werden kann. Darum steht im Mittel-

punkt ihres Buches ein Modell menschlicher Fertigkeiten, das erläutern soll, auf welchen Voraussetzungen intelligente Verhaltensweisen beim Menschen beruhen. Anhand dieses Modells verdeutlichen Dreyfus & Dreyfus die Unterschiede, die zwischen den Hypothesen der „Artificial Intelligence“-Forschung und ihrer eigenen Theorie der menschlichen Intelligenz bestehen.

## 2. Die Grenzen der Modellierung „künstlicher Intelligenz“

### 2.1 Die Beschränkung auf strukturierte Situationen

Bei Beginn der „Artificial Intelligence“-Forschung prognostizierte Herbert Simon 1965, daß Maschinen innerhalb von 20 Jahren in der Lage sein würden, jede Aufgabe zu erfüllen, zu der ein Mensch fähig sei (*capable of doing any work that a man can do*). Diese Prognose ist offensichtlich nicht in Erfüllung gegangen. Nach Dreyfus' Ansicht liegt das vor allem daran, daß es bisher nicht gelungen sei, intelligentes Verhalten in unstrukturierten Situationen zu simulieren. Erfolge der „Artificial Intelligence“-Forschung sehen die Autoren ausschließlich in dem Bereich der strukturierten Situationen. Diese strukturierten Situationen zeichnen sich durch ihre Formalisierbarkeit aus, das heißt dadurch, daß sie in eine mathematische Repräsentation überführt werden können.

Unstrukturierte Situationen beschreiben Dreyfus & Dreyfus durch das Merkmal der „kontextbezogenen Bedeutungsabhängigkeit“. Während der Wert eines Elementes in formalisierbaren Systemen konstant ist, ist er in nicht formalisierbaren Systemen variant. Unstrukturierte Situationen sind nicht formalisierbar, da die Elemente der Situation in Abhängigkeit vom Kontext ihre spezifische Bedeutung erlangen. Diese „Bedeutungsvarianz“ bezeichnen die Autoren auch als das Problem der Relevanz, das für unstrukturierte Situationen charakteristisch ist. Von dem Relevanzproblem sind betroffen:

1. Das Handlungsziel: In strukturierten Situationen liegt es präzise fest, in unstrukturierten Situationen hingegen ist es offen.

2. Die Informationen: In strukturierten Situationen steht exakt fest, welche Informationen handlungsrelevant sind. In unstrukturierten Situationen hingegen ist dies offen.

3. Die Wirkungen der Entscheidung: In strukturierten Situationen sind die Wirkungen determiniert, in unstrukturierten Situationen ist das anders.

Hier zeigt sich nach Dreyfus & Dreyfus deutlich der Unterschied zu formalisierbaren Problemen und dem Leistungsvermögen des Computers, wohl definierte Ziele zu erreichen, exakt beschriebene Informationen im Programmablauf zu berücksichtigen und die Wirkung der Entscheidung (wird sie überhaupt berücksichtigt) ebenfalls in genau definierten Symbolen zum Ausdruck zu bringen.

Daß die Gegenüberstellung von „strukturierten“ und „unstrukturierten“ Situationen eine sinnvolle Differenzierung sein kann, die vor allem bei der Beurteilung von Intelligenzsimulation ihre Tragfähigkeit erweist,

versuchen Dreyfus & Dreyfus hauptsächlich an dem Problem der Simulation von „common-sense“ herauszuarbeiten. In der Auseinandersetzung mit dem Problem des „common sense“, das seiner Art nach stellvertretend für eine Reihe weiterer Probleme steht, beschreiben die Autoren bislang gescheiterte Lösungsversuche aus dem Umkreis der „Artificial Intelligence“-Forschung. Weil an dem Problem des „common sense“ exemplarisch die mit unstrukturierten Situationen verbundenen Schwierigkeiten der Simulation von Intelligenz dargestellt werden, wird diese Betrachtung im folgenden etwas detaillierter wiedergegeben.

### 2.2 Das Scheitern der Simulation von „common sense“-Wissen

Der „gesunde Alltagsverstand“ richtet sein Handeln nach einem Verständnis der Situationen aus, in denen er sich zu bewähren hat. Nach Dreyfus ist bisher noch kein Programm entwickelt worden, das über eine umfassende Semantik (d.h. ein Bedeutungsverstehen der verwendeten Symbole) verfügt. Man kann auf diese Weise zwar, wie das Programm „Eliza“ von Weizenbaum zeigte, die Illusion von „Computer-Verstehen“ hervorrufen. Die Grenzen eines solchen Ansatzes wurden durch die Erfahrungen mit diesem Programm jedoch schnell sichtbar.

Nachdem man erkannt hatte, daß für den Umgang mit „common sense“-Wissen ein anderer Ansatz erforderlich war, begann in den siebziger Jahren eine neue Entwicklungslinie. Man bemühte sich jetzt, isolierte „Mikro-Welten“ aufzubauen und diese dann schrittweise immer komplexer werden zu lassen. Die dahinterstehende Hoffnung war die, so allmählich vom „Mikro-Welt-Wissen“ zu einem umfassenden Weltwissen zu gelangen. Ein Beispiel für ein so orientiertes Vorhaben ist nach Ansicht der Autoren das von Terry Winograd entwickelte Programm „SHRDLU“. Hier wird auf einem TV-Schirm ein Roboterarm simuliert, der eine Anzahl verschieden geformter Gegenstände bewegen kann. Innerhalb dieser simplen Blockwelt ist es möglich, mit dem Computer zu kommunizieren. Dieses Programm versteht in einem begrenzten Bereich Sprache, d.h. es verfügt über grammatische Regeln, über Semantik und über Tatsachenwissen zu den Blöcken.

Dreyfus glauben nicht, daß durch eine Verknüpfung zahlreicher Mikro-Welten mit der Zeit, „das Ganze“ entstehen kann (S.76). Die Repräsentation des Wissens über zahlreiche Welten dieser Art könne nicht auf das „common sense“-Wissen übertragen werden. Denn eine Mikro-„Welt“ sei keine Welt, sondern ein isolierter bedeutungsloser Bereich, und dieser könne nicht zu einer Welt „of everyday life“ (S. 77) ausgeweitet werden.

Im Zusammenhang mit der Repräsentation von „common sense“-Wissen, steht das bereits erwähnte Problem der wechselnden Bedeutung bestimmter Elemente in Abhängigkeit von bestimmten Kontexten. Allein aufgrund des Zeitablaufs oder durch die Ausführung bestimmter Handlungen können Faktoren eine veränderte Bedeutung erhalten. Zur Behebung der

Schwierigkeit, computergestütztes Wissen durch wechselnde Situationen hindurch unter Berücksichtigung der Bedeutungsveränderungen auf dem neuesten Stand zu halten, wurden verschiedene Lösungen versucht.

Eine mögliche Lösung für das Problem der Bedeutungsveränderung in Abhängigkeit vom Kontext besteht in der Spezifizierung aller Ausgangssituationen und der Folgesituationen, die aus jeder möglichen Aktion resultieren können. Diese Lösungsmöglichkeit wurde mit dem zur Problemlösung konzipierten Programm „General Problem Solver“ (Allen Newell, Herbert Simon, Cliff Shaw) versucht. Dreyfus halten es jedoch für offensichtlich, daß diese Methode nur für äußerst einfache Probleme geeignet sei und bereits die Komplexität alltäglicher Situationen nicht mehr bewältigen könne (S.82).

Eine andere Möglichkeit besteht darin, logische Regeln anzuwenden, um neue Situationen und die erforderlichen Handlungen abzuleiten. Regeln (genannt „frame axioms“) sind hier erforderlich, um jede Tatsache vor dem Hintergrund einer wechselnden Situation zu aktualisieren bzw. die Konstanz eines Faktums festzuhalten. Diese Methode scheitert jedoch bei komplexen Problemen, weil die Aktualisierungsregeln zuviel Platz und die Ableitungen zur Faktenkonstanz zuviel Zeit in Anspruch nehmen. Außerdem hängt die Veränderung der Faktoren von zahlreichen Umständen ab, so daß „frame axioms“ für sehr viele unterschiedliche Zustände definiert werden müssen. Deshalb scheitert nach Ansicht der Autoren auch dieser Weg aus Komplexitätsgründen. Selbst wenn das Material geschickt strukturiert wird (etwa durch Zusammenfassung ähnlicher Situationen), sei keine ausreichende Reduktion dieser Komplexität in Sicht.

Zusätzlich zu dem Komplexitätseinwand legen Dreyfus vor allem noch auf drei weitere Gründe Wert, die aus ihrer Sicht gegen einen umfassenden Anspruch „frame“-orientierter Methoden der Wissensrepräsentation sprechen (S.85 ff). Erstens ist dieser Ansatz (wie übrigens dessen Vertreter selbst einräumen) nur auf stereotype Handlungsabläufe anwendbar. Zweitens sei völlig ungeklärt, wie es bei dieser Art der Repräsentation möglich sein kann, von einem „frame“ zum anderen überzugehen; da es keine Theorie für die Regeln gibt, nach denen sich die Koordination einzelner „frames“ innerhalb des Ganzen richtet. Und drittens sei die Frage ungeklärt, nach welchen Kriterien Situationselemente für die Handelnden Relevanz gewinnen. Nach alledem sei auf diesem Wege schon die Erfassung des Umgangs mit alltäglichen Situationen ausgeschlossen, was dann erst recht für den Anspruch zu gelten habe, man könne so Expertenwissen und -verhalten rekonstruieren.

### 3. Die Grundhypothesen der „Artificial Intelligence“-Forschung

#### 3.1 Die Informationsverarbeitungstheorie

Nach Ansicht von Dreyfus sind die Aporien der „Artificial Intelligence“-Forschung keine Zufälligkeiten,

sondern notwendige Folgen des falschen Ansatzes der Informationsverarbeitungstheorie. Sie kennzeichnen diesen Ansatz als „mechanistisch“ (S. 58 ff.). Darunter verstehen sie den Versuch, die Funktion eines Systems ausschließlich aufgrund des Zusammenwirkens seiner einzelnen Teile zu erklären. Dieser Erklärungsversuch beruht darauf, daß die Leistung des Systems in Einzelbeiträge aufgespalten wird, die man den Systemkomponenten zuweist (S. 62). Während man auf diese Weise erklären kann, wie z.B. ein Auto oder ein Computer „funktioniert“, entzieht sich die Leistung des Gehirns einer solchen Erklärung. Für die Beweisführung zentral wird hier die Annahme, daß das Gehirn sich bei der Bewältigung von Situationsproblemen in erster Linie als „Ähnlichkeitserkennung“ bewährt. Was die Ähnlichkeitserkennung angeht existieren aber Modelle, in denen diese Aufgabe nicht den Systemkomponenten zufällt. Dreyfus verweisen zum Beleg vor allem auf das Hologramm:

„Man kann ein Hologramm dieser Seite herstellen und dann ein Hologramm eines der Buchstaben auf dieser Seite, etwa des Buchstabens F. Wenn man dann das Licht zur Überlagerung bringt, das durch diese beiden Hologramme gerichtet worden ist, ist das Resultat erstaunlicherweise ein schwarzes Feld mit hellen Stellen dort, wo der Buchstabe F auf der Seite erscheint. Darüberhinaus ist die Helligkeit der Stelle proportional zu der Ähnlichkeit zwischen dem jeweils auf der Seite vorkommenden Buchstaben F und dem als Modell benutzten F. Dunklere Stellen erscheinen dort, wo mangelhafte oder leicht verschobene Versionen des Referenzbuchstabens auftreten. Auf diese Weise sind Hologramme nahezu sofortige Ähnlichkeitserkennung“ (S. 60).

Die holographische Ähnlichkeitszuordnung beruht also nicht darauf, daß eine Gestalt in einzelne Eigenschaften zerlegt wird, um dann über Regeln, die sich auf diese Eigenschaften beziehen, in logisch-schlußfolgernder Weise die Ähnlichkeitszuordnung durchzuführen. (Dies wäre der „mechanistische“ Ansatz.) Vielmehr gibt es eine Erkennung von Ähnlichkeiten, bei der sich die Frage „ähnlich in bezug auf was“ nicht stellt (S. 60). Damit ist bewiesen, daß die nach Dreyfus für das menschliche Gehirn zentrale Leistung der Ähnlichkeitserkennung nach einem anderen Modell als dem mechanistischen konstruiert werden kann. Zugleich halten sie dieses Modell für plausibler und erfahrungsangemessener (S. 61).

Der „mechanistische“ Ansatz, der nach Dreyfus die bisherige „Artificial Intelligence“-Forschung dominiert hat, impliziert konsequenterweise ein bestimmtes Konzept der Intelligenz. Danach orientiert sich jegliches intelligente Verhalten an präzisen Regeln, die sich auf isolierbare Situationselemente beziehen. Das darauf gestützte Modell der Informationsverarbeitung erklärt einen Zuwachs an Kompetenz dadurch, daß es eine immer bessere Handhabung solcher Regeln unterstellt. Dreyfus hingegen postulieren, daß das höhere Leistungsniveau „mit einem Wechsel von der logischen Verarbeitung atomarer Fakten zum Erkennen von Ähnlichkeiten zwischen einer aktuellen Situation und

einer gespeicherten bildartigen Repräsentation einer früheren Situation ohne Rückgriff auf isolierbare Elemente zusammenfällt“ (S. 66). Auf diese Weise vermeiden Dreyfus eine Schwierigkeit, die ihrer Ansicht nach das „mechanistische“ Modell ungelöst läßt. Da es dort auf die Auswahl von Einzelementen ankommt und sich das Handeln an Regeln orientieren muß, sind (Meta-)Regeln für die Auswahl der Elemente anzugeben. Findet ein nicht auf Einzelemente bezogener globaler Ähnlichkeitsvergleich statt, so kommt eine derartige Theorie ohne Auswahlregeln aus.

### 3.2 Der holistische Ansatz

Neben dem „mechanistischen“ Ansatz besteht nach Dreyfus die bisher einzige innerhalb der „Artificial Intelligence“-Forschung entwickelte Alternative darin, Systeme mit holistischen Eigenschaften zu konzipieren. Bisher realisierte Speicher dieser Art sind die sogenannten distributiven assoziativen Systeme, die sich entweder an dem holographischen Modell oder am Neuronen-Netz-Modell des Gehirns orientieren. Obwohl Dreyfus dagegen nicht die gegen das „mechanistische“ Modell gerichteten Einwände ins Feld führen können, bleiben sie doch skeptisch. Sie machen vor allem auf ein Problem aufmerksam: Wenn Situationen nicht mehr in Elemente aufgelöst werden, müßte man (im Falle der Konstruktion von Expertensystemen) Ex-

perten dazu veranlassen, die für sie maßgeblichen Eindrücke einer Situation in der Erinnerung als „Gesamtheit“ (beispielsweise auch mit allen emotionalen Schattierungen) wiederzugeben. Bereits das ist schwer vorstellbar. Außerdem fehlt nach Dreyfus jegliches Konzept für die Speicherung eines solchen Vorstellungsbildes im Computer.

Im Rahmen des Überblicks zu der gegen das „mechanistische“ Modell gerichteten Argumentation wurde bereits erkennbar, daß Dreyfus von einer geschlossenen Theorie des Expertenverhaltens ausgeht. Dabei ist für sie auch derjenige ein Experte, der alltägliche Aufgaben mit Geschick löst. Eine Vorstellung ihres Buches wäre daher unvollständig, wenn sie das dahinterstehende „skill model“ ausklammern würde. Denn dieses „skill model“ versucht nicht nur zu erklären, warum gegenwärtige „Artificial Intelligence“-Systeme menschliches Expertenurteil nicht erreichen können; es bildet darüberhinaus auch die entscheidende Stütze für die Annahme, daß diese Leistungsschwäche solange bestehen wird, wie man auf dem Boden der Informationsverarbeitungstheorie Computer nur als schlußfolgernde Maschinen einsetzt, weil man Intelligenz nur als abstraktes Schlußfolgern betrachtet.

Marion Drücker

(wird fortgesetzt)

## CeBit-Nachlese

 **HANNOVER MESSE**  
**CeBIT '87**  
Welt-Centrum Büro • Information • Telekommunikation  
**4. - 11. MÄRZ 1987**

Nachdem dieses Jahr die CeBit erstmals getrennt von der Industrie-Messe durchgeführt wurde, war im Vorfeld — vor allem wegen der Absagen einiger größerer EDV-Unternehmen — eine gewisse Skepsis darüber aufgekommen, ob das neue Konzept sich durchsetzen würde. Nach dem Erfolg dieser CeBit dürfte die Skepsis ausgeräumt sein. Die CeBit hat sich schon beim ersten Mal in dieser neuen Form als eine Ausstellung etabliert, die man nicht auslassen darf, will man neue Trends im EDV-Bereich möglichst früh und möglichst direkt kennenlernen. Das gilt auch für den Juristen, der sich im Umfeld von „Informatik und Recht“ engagiert. Richtig bleibt allerdings ebenfalls, was bei der letztjährigen CeBit-Berichterstattung in IuR (S. 175 — 178) gesagt wurde: Die CeBit ist nicht

der am besten geeignete Ort, um sich mit der nötigen Ruhe über Anwaltsprogramme zu informieren. Allerdings kann derjenige, der bereits genügend Vorinformationen hat, die CeBit wegen der Präsenz zahlreicher juristischer Anwendungsprogramme gezielt für Vergleichstests und Nachfragen nutzen, wobei sich aber eine vorherige Terminabsprache mit den Ausstellern empfiehlt, will man sich eine wirklich fachkundige Beratung sichern. Da der Bereich „Anwaltssoftware“ auf diese Weise auch ein CeBit-Thema sein kann, beginnt die folgende Nachlese mit einigen Hinweisen dazu, wie man sich dort praktisch orientieren kann. (Details zu den Programmen bringt die laufende IuR-Berichterstattung über die Anwaltssoftware). Daran schließen sich dann (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) einige