

Maschinenwesen - Computer, Roboter und Künstliche Intelligenz

Geschichtliche Entwicklung

Seit der ersten Mondlandung durch Perry Rhodan im Jahre 1971 waren Computer und Roboter ständige Begleiter der Menschheit auf ihrem Weg in die Tiefen des Weltraums. Ähnlich wie in der realen Welt übernahmen sie Funktionen im Haushalt, in Fabriken und Büros, in Raumschiffen und Raumstationen und lenkten im Extremfall gar das Schicksal ganzer Völker und Galaxien; Namen wie Laire oder Virenimperium zeugen von kosmischen Schicksalen.

Der Robotregent übernahm im Jahre 1978 die Regierungsgewalt über das zerbröckelnde Große Imperium der Arkoniden. Der Robotregent war ein gigantisches Robotergehirn auf dem Planeten Arkon III und lag unter einer Energiekuppel, die eine Bodenfläche von 10 000 qkm überspannt. Er kontrollierte die Flotten Arkons und stabilisierte mit Robotschiffen das Reich an seinen Grenzen. Im Jahre 2044 führte eine Sicherheitsschaltung der alten Arkoniden (Irrsinnsschaltung) nach ihrer Aktivierung zur Selbstzerstörung des Robotregenten.

Eine wichtige Rolle in der Menschheitsgeschichte spielten die Posbis. Es handelt sich um positronisch-biologische Roboter, die unter der Regentschaft des Zentralplasmas der Hundertsonnenwelt stehen. Posbis sind Maschinen mit einer biologischen Komponente, wobei Positronik und Plasma mittels der Hypertoyktischen Verzahnung vereint sind. Ein faustgroßer Zellplasma-Zusatz ist über halborganische Nervenstränge (Bioponblocks) mit den Steuerschaltungen der eigentlichen Befehlspositronik verbunden. Die Bioponblocks übertragen die Kommandoimpulse des Nervengewebes auf den Ausführungsmechanismus des Positronengehirns. Die Spezialschaltungen arbeiten auf der Basis der Hyperimpulsen (Hyperinpotronik) und sind somit überlichtschnell.

Vor etwa 30 000 Jahren wurden die inzwischen ausgestorbenen Bewohner des Planeten Mechanica, die damals genialsten Robotentechniker der Galaxis, von den Laurins beauftragt, hochwertige Robotkonstruktionen herzustellen. Teile des Urplasmas, das von dem Planeten Rando I stammte, wurden in die auf Mechanica fertiggestellten Robotkörper verpflanzt. Auf diese Weise entstand schließlich eine gewaltige Roboterdynastie, welcher die Terraner erstmals im Jahre 2112 begegnete.

Paladin war ein terranischer Spezialroboter, der auf der Hundertsonnenwelt von den Posbis konstruiert wurde, die Innenausstattung wurde auf Siga gefertigt. Die äußere Form entspricht der eines Haluters, die Metallhülle besteht aus SAC-Metall, wobei im Bedarfsfall ein HÜ-Schirm als Schutz dient. Gelenkt wird der Paladin mittels einer SERT-Haube, die Steuerung übernahm das aus Siganesen bestehende Thunderbolt-Team.

Die Urmutter war ein Spezialroboter, der vor 200 000 Jahren von dem Cappin Ovaron programmiert wurde; er sollte die bedrohten Ganjasen vor den angreifenden Takerern schützen und passiv die Rückkehr des Ganjo abwarten. Die lange Wartezeit führte zu Eigenaktivitäten der Urmutter, sie

entwickelte Ableger wie die Vasallen und Sammler. Auf dem Höhepunkt der takerischen Pado-Invasion der Milchstraße löste sich die Urmutter in ihre Bestandteile auf, drang in die Milchstraße vor und entschied dort den Kampf zugunsten der verbündeten Terraner und Ganjasen. Entsprechend ihrer Fundamentalprogrammierung leitete sie die Selbstvernichtung ein, wobei auch der Planet Pluto zerstört wurde.

Beim Shetanmargt und Beraghskolth handelte es sich um Spezialgeräte der Kelosker, mit denen höherdimensionale Berechnungen durchgeführt werden konnten. Im Shetanmargt waren Daten über Wissenschaft, Kultur und Historie der Kelosker sowie über Strategien des Konzils der Sieben gespeichert. Im Jahre 3578 verband es sich mit SENECA, dem Bordrechner der SOL.

SENECA war eine biopositronische Hyperinpotronik. Die biologisch lebenden Zellplasmamassen stammen ursprünglich von der Hundertsonnenwelt. Diese biologische Komponente speist seine Intelligenz über sogenannte Balpirol-Halbleiter in die positronische Gesamtmaschinerie ein. In Hochenergie-Datenkomprimatoren im riesigen Speichersektor werden alle Daten in Form eines symbolkodifizierten Impulses in ihrer Gesamtheit gespeichert. SENECA verfügt mit dem Roboterpärchen Romeo und Julia zwei mobile Ableger.

An vielen Stellen des Kristallnetzes der Kaiserin von Therm waren COMPs untergebracht, hocheffiziente Recheneinheiten. Ebenfalls ein Produkt der Kaiserin war der KONT, der in der Heimat der Nonggo als Chasmacher von Norowwon im Auftrag von Shabazza sein Unwesen trieb.

Der Roboter Laire entstammt der Technologie der Kosmokraten. Einst stellte er das Verbindungsglied zwischen den sieben Mächtigen diesseits und den Kosmokraten jenseits der Materiequellen dar. Das linke Auge gestattete es ihm, sich hinter die Materiequellen zu begeben. Bardioc setzte ihn als Wächter des Sporenschiffs PAN-THAU-RA ein.

Das Viren-Imperium war ein aus Viren bestehender gigantischer halborganischer Supercomputer, der vor Urzeiten den Kosmokraten dazu dienen sollte, die Antworten auf die drei ultimativen Fragen zu finden. Die Ribonukleinsäuren dienten als Informationsträger, während die Informationsverarbeitung durch DNA- und RNA-Rekombinationsprozesse geschah. Hypere-

nergetische Vorgänge im Innern des Viren-Imperiums komplettieren die Prozesse des Supercomputers.

Die Schatt-Amarong waren eine gigantische Roboterzivilisation unbekannter Herkunft; die Erbauer sind verschwunden. Die Roboter sind autark und erhalten ihre Zivilisation aufrecht in der Hoffnung, daß ihre Erbauer (Herren) eines Tages zu ihnen zurückkehren. Die Schatt-Amarong-Zivilisation bestand ursprünglich aus zehn Dynastien, von denen jedoch zwei ausgeschlossen wurden: die Klong und die Parsf. Beide Dynastien durchflogen daraufhin ziellos das All, bis sie im Jahre 426 NGZ von Vishna beeinflusst und gegen die Erde geschickt wurden.

Die Ctl-Roboter stammten aus dem Raknor-Nebel in der Galaxis M 33. Auf dem Planeten Ctl-II existieren ausgedehnte Strukturen, die gigantische, integrierte Robotersysteme darstellen. Neben Nutzrobotern gibt es auch intelligente Roboter. Sie dienten einst dazu, die infolge eines Strangeness-Schocks in die Primitivität zurückgefallenen Kartanin an ihre Mission zu erinnern. Die Roboter entwickelten jedoch Eigeninitiative und unterwarfen andere Völker.

Die Juatafu-Roboter erfüllten vor 50 000 Jahren den Zweck, die Bewußtseinssplitter der Superintelligenz ESTARTU aufzunehmen. Hervorgegangen aus 500 Toto Duga - Robotern, vermehrten sie sich durch mechanisch-syntronische Reproduktion. Später gaben sie die Hälfte des Erbguts von ESTARTU an das von ihnen entdeckte Volk der Benguel ab. Im Jahre 448 NGZ erstand ESTARTU wieder durch die Dualfusion aller mit Bewußtseinssplittern ausgestatteten Wesen.

Robotersporen waren ein technisches Erzeugnis der Cantaro. Es handelt sich um halborganische Mikrostrukturen mit fester Programmierung, welche die Eigenschaft haben, andere Sporen zu finden und sich mit ihnen zu vereinigen. Aus zueinander passenden Sporen entsteht ein Mikromodul, das verschiedene Aufgaben hat. Die Grundprogrammierung der Robotersporen ist dazu da, um die computergesteuerte Infrastruktur ganzer Welten oder Raumschiffe lahmzulegen, indem sich das Mikromodul nahtlos in die Feldschaltungen eines syntronischen Prozessors einfügt.

In der Galaxis Hirdobaan existierte der Riesenroboter namens Gomasch Endredde, der seine Existenz einem kosmischen Plan verdankte:

In ferner Vergangenheit existierte in der Nachbargalaxis Queeneroch ein mächtiges Wesen namens Aachthor, das ein Projekt von kosmischer Bedeutung durchführen sollte. Als ein gewalttätiges arachnoides Volk in Queeneroch einfiel, mußte sich Aachthor in die vorgelagerte Kleingalaxis Hirdobaan zurückziehen. Das Projekt bestand aus 14 Teilstücken, die er auf jeweils einer Welt deponierte, genannt „Level“, sowie aus einer „Sendung“, die er jedoch in Queeneroch zurücklassen mußte. Zur Überwachung des Projekts schuf Aachthor ein leistungsfähiges Robotergehirn, wobei auf jedem der 14 Levels ein Teilstück des „Gehirns“ entstand; das Ganze nannte er „Gomasch Endredde“.

Aachthor zog sich zurück, und Endredde entwickelte Eigeninitiative. Er erdachte den Plan, sich mit organischer Masse zu verbinden, um so zu einem Roboter höherer Ordnung aufzusteigen. Hierzu sollte ihm arachnoides Genmaterial von dem 13.Level, Nundor, verhelfen. Doch während des Verschmelzungsprozesses wollte die Biomasse Endredde übernehmen, doch im letzten Moment gelang es dem Robotergehirn, die Entwicklung zu stoppen.

Später wurde Gomasch Endredde mit Hilfe von Hamiller und des Kyberklons Voltago erneut gebootet. Auf Level 14, Zeytter, befand sich das Aachthom, die Privatanlage des Mächtigen Aachthor.

In Endreddes Bezirk erwachte Aachthor, er initiiert den Auferstehungsplan. Die vierzehn Levels platzten, und aus den Resten der Evolutionsebene formte sich ein riesiges, 1500 Kilometer durchmessendes Raumschiff. Aachthor hat vor 200 000 Jahren einen kosmischen Plan angenommen. In der Galaxis Queeneroch rekrutierte er die Kospianer zu seinen Helfern und erzog sie zu 5-D-Denkern, die an 14 Stellen Teile eines gewaltigen Raumschiffs bauen sollten - des späteren Sporenschiffs. Die Kospianer waren in der Lage, das fünfdimensional strahlende Element Alenant herzustellen, das uns als Vario-Metall bekannt ist aus dem die Anlagen der Evolutionstechnik bestehen. Somit konnte der Plan zum Bau des Sporenschiffs in Angriff genommen werden. Irgendwann fielen die Vorfahren der Arachnoiden in Queeneroch ein, die Roach. Aachthor mußte nach Hirdobaan fliehen.

Unterdessen wurde der Gigantcomputer Gomasch Endredde durch die Explosion der 14 Levels zerrissen, und mit ihm ging wahrscheinlich Hamiller unter.

NATHAN - das lunare Rechengehirn

Die Geburtsstunde des lunaren Großrechners liegt um das Jahre 2130 n.Chr. Die Erste Ausbaustufe dauerte etwa 200 Jahre. Zu dieser Zeit bestand NATHAN aus zwei Hauptkomponenten, dem von den Posbis gelieferten biologischen Plasma, untergebracht in einer organisch lebenden Konzentrationskuppel, sowie aus einer Hochleistungs-Hyperinpotronik, die aus den Teilen Positronik, Zusatzrelais und Hypertoyktischer Verzahnung aufgebaut war. Zu den wichtigsten Aufgaben NATHANs gehörte in der Anfangszeit die Kontrolle über die ausgedehnten Industrieanlagen auf dem Mond, die Steuerung des Wetters auf Terra, die Verwaltung einer Fülle von Daten aus allen Bereichen des terranischen Lebens und die gesamte Kontrolle und Bewachung des Solystems.

Zu Zeiten der Aphilie wurde NATHAN als Kontroll- und Überwachungsmechanismus mißbraucht. Im Jahr 3460 stellte die Positronik nach dem Sturz in den Schlund seine Tätigkeit ein. Kurz vorher erschien ein Geschöpf des Mondgehirns auf der Erde: Raphael, der Unheimliche, ein Wesen aus Formenergie. Raphael stand im Zusammenhang mit NATHANs Bemühen, die Menschen am Verlassen ihres vom Untergang bedrohten Planeten zu hindern, bevor ES die ihre Bewußtseinsinhalte in sich aufnehmen konnte. Erst im No-

vember 3584 nahm der Rechner nach Veränderungen der äußeren Bedingungen seine Tätigkeit wieder auf. Seine bedeutendste technische Modifikation erfuhr NATHAN in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts NGZ, als er zu einer Gigant-Syntronik umgerüstet wurde. Im Jahre 490 NGZ wurde er von Monos aktiviert und durch die Lenkzentrale Titan ersetzt. Nach dem Sturz von Monos im Mai 1147 NGZ wurde NATHAN reaktiviert und seinem früheren Aufgabenbereich zugeführt. Bei diesen Sanierungsarbeiten wurden sämtliche Uraltanlagen ausgebaut und ersetzt. Dazu gehörten auch jene Sektoren NATHANs, durch die der Bau der BASIS initiiert wurde, oder der „Hauptlöschschalter Götterdämmerung“, mit dem man NATHAN völlig lahmlegen konnte.

Die Konzentrationskuppel mit dem Zentralplasma der Posbis blieb allerdings erhalten. Diese biologische Komponente verleiht NATHAN so etwas wie Individualität und Persönlichkeit.

Aus den früheren Fällen des Mißbrauchs hatten die Wissenschaftler gelernt: ausgeklügelte Sicherheitsschaltungen wurden eingebaut. Ferner sorgte man dafür, daß NATHAN nur von einem kleinen, kompetenten Personenkreis programmiert werden konnte. Dazu gehören die Hanse-Sprecher, Regierungsmitglieder der LFT und die sonstigen Zellaktivatorträger mit einer Mehrheit von 50 Prozent. Diese Vorsorgemaßnahmen sollten NATHAN quasi unantastbar machen.

Trotzdem: Im Jahre 1212 NGZ wurde die Mondsyntronik durch die Spindelwesen quasi ausgehebelt; nur dem Eingreifen Moiras war es zu verdanken, daß kein größerer Schaden entstand.

Zu seinen früheren Aufgaben kamen neue hinzu: NATHAN stand einem galaxisweiten Netzwerk vor, an das die Handelswelt Olymp, das Humanidrom und praktisch alle Hauptwelten der dem Galaktikum angeschlossenen Völker angeschlossen waren. Die Syntron-Netzwerke der galaktischen Völker waren natürlich autark, aber über sie hatte man Zugriff zur lunaren Gigant-Syntronik und somit zu allen bedeutenden Daten zu wirtschaftlichen, politischen oder geschichtlichen Themen. NATHAN setzte eigene Prioritäten. An oberster Stelle kamen die Belange der LFT und dicht dahinter die der Kosmischen Hanse. NATHAN kontrollierte ferner GALORS, das Galaktische Ortungssystem aus rund 50 Millionen Stationen, das aus dem ehemaligen Kontrollfunknetz der Cantaro hervorgegangen war.

Im Jahre 1218 NGZ erstellte die Mondsyntronik eine seltsame Totenliste, welche die Namen derjenigen Menschen und Mutanten enthielt, die in den Jahren 3581 und 3587 in ES aufgegangen waren, um die Superintelligenz vor dem Schicksal zu bewahren, sich in eine Materiesenke zu verwandeln.

Die irdischen Syntrons spielten verrückt, und die Digitalgespenster erschienen. Wanderer tauchte über der Erde auf und holte jene zwanzig Milliarden Bewußtseine, die offensichtlich in NATHAN zwischengelagert waren, ab.

Der Bewußtseinspool von 20 Milliarden Menschen, die im Jahr 3581 in ES aufgegangen waren, stellte ein gigantisches Reservoir an Lebensenergie dar. Diese

Menschen wurden in NATHAN für ihre große Aufgabe vorbereitet, den „Plan der Vollendung“: die 20 Milliarden Menschen aus der Aphilie-Ära waren dazu ausersehen, das Arresum zu bevölkern und die Saat des Lebens in einem lebensfeindlichen Kosmos zu verbreiten. ES brachte sie ins Arresum, aber vorher mußten dort die Lebensinseln vorbereitet werden. Drei Nocturnenschwärme einschließlich des Weisen und des Narren von Fornax wurden ins Arresum transportiert und auf drei Orte verteilt werden. Die Ayindi halfen bei dieser Aufgabe.

Zellaktivatorträger wie Rhodan, Atlan oder Bill besitzen eine Reihe von Privilegien. Sie haben unbegrenzten Zugriff auf die Datenspeicher, können aber NATHAN selbst nicht manipulieren.

Terranische Rechnerarchitektur: Positroniken und Syntroniken

Die Positronik-Technologie wurde von den Arkoniden übernommen und stellte eine Weiterentwicklung der bisherigen Elektronengehirne dar. Positronengehirne standen an der Schwelle zur maschinellen Intelligenz. Grundlage der Positroniken (etwa beim arkonidischen Robotregent) waren nicht Elektronen, sondern deren Antiteilchen, die Positronen. Bei der Begegnung mit den Posbis lernten die Terraner Hyperinpotroniken kennen, dies sind Schaltkreise und Rechenanlagen, die weder auf rein elektronischer oder positronischer Basis arbeiten, sondern von Hyperimpulsen gesteuert werden, die unter dem zusätzlichen Einfluß von organischen Steuerimpulsen schnelle und logische Handlungen bewirken. Eine Hyperinpotronik besteht aus einer Positronik, einem Zusatzrelais und der Hypertoyktischen Verzahnung. Ein hyperinpotronisches Rechengehirn war der lunare Gigantcomputer NATHAN, bis er auf die Syntron-Technologie umgestellt wurde.

Das Syntron ist eine Computerarchitektur, die die herkömmlichen Elemente der positronischen Logik und Kontrolle durch strukturierte hyperenergetische Mikrofelder ersetzt. Felder verschiedener Struktur übernehmen die herkömmlichen Funktionen des Prozessors, der Datenkanäle, der internen und externen Speicher, der Peripheriegeräte usw. Die Prozesse im Innern des Syntrons laufen überlichtschnell ab.

Die wichtigsten Bestandteile eines Syntrons sind eine Batterie von Projektoren die die hyperenergetischen Strukturfelder erzeugt und unterhält, ein Inertfeld-Generator, der das Innere des Syntrons mit einem Schirmfeld nach Art der geschlossenen Raumkrümmung umgibt und ihm ein eigenes Miniaturuniversum zuweist, und schließlich der Symmunikator, der die Verbindung zwischen dem Syntron und dem im Normaluniversum angesiedelten User herstellt.

Roboter und Computer in der Science Fiction - R2D2, HAL und der Terminator

Roboter können definiert werden als bewegliche Blechkästen mit meist menschenähnlichem Aussehen, die selbständig denken und handeln können. Bereits die griechische Legende erzählt vom Metallmann Talos, der die Insel Kreta bewachte. Der Golem der jüdischen Legende, ein aus Lehm erschaffener Mensch, war der Vorläufer heutiger Androiden. E.T.A. Hoffmann beschrieb in „Der Sandmann“ (1815) einen weiblichen Tanzroboter.

Die Mehrzahl der Roboter des 19. Jahrhunderts dienten zur Dekoration und Unterhaltung, erst später übernahmen sie Dienstleistungsfunktionen. In „The Psychophonic Nurse“ (1928) von David H. Keller übernahm ein Roboter die Kindererziehung für eine Mutter. Harl Vincent's Geschichte „Rex“ (1934) erzählte von einem Robotchirurgen, und Haushaltsroboter wurden in Frederic Pohl's „The Midas Plague“ (1954) beschrieben. Polizeiroboter kamen in Harry Harrison's „Arm of the Law“ (1958) vor, ebenso wie in den „Robocop“-Filmen, dort allerdings als Cyborg. In Kriegszeiten wurden Kampfroboter eingesetzt, in A.E. van Vogt's „Final Command“ (1949) kämpften sie gegen Aliens. Ihre körperliche Stabilität prädestinierte Roboter dazu, auch in vollkommen lebensfeindlichen Umgebungen zu agieren. In Isaac Asimov's „Victory unintentional“ (1942) agierten sie auf der Jupiteroberfläche.

Asimov schrieb einige der berühmtesten Robotergeschichten, gesammelt in „I Robot“ (1950). In „Liar“ (1941), der fünften Episode des Buches, formulierte er die berühmten drei Robotgesetze:

1. Ein Roboter darf kein menschliches Leben verletzen oder durch Untätigkeit gestatten, daß einem menschlichen Wesen Schaden zugefügt wird.
2. Ein Roboter muß den ihm von einem Menschen gegebenen Befehlen gehorchen, es sei denn, ein solcher Befehl würde mit Regel (1) kollidieren.
3. Ein Roboter muß seine Existenz beschützen, solange dieser Schutz nicht mit Regel (1) oder (2) kollidiert.

Das Wort „Roboter“ tauchte erstmals in Karel Capek's Bühnenstück „R.U.R.“ (1920) auf und leitete sich von dem tschechischen Wort „robota“ für „arbeiten“ ab.

In einigen Geschichten tauchten Roboter auf, die von fremden Wesen erschaffen wurden. In „The lost Machine“ (1932) von John Wyndham wanderte ein Roboter vom Mars auf der Erde herum und fand sie so ungesund, daß er Selbstmord verübte. In Harry Bates' „Farewell to the Master“ (1940) war ein Roboter überraschend der Herr des außerirdischen Sendboten Klaatu, der die Menschheit vor den Gefahren eines Atomkrieges warnte. In Kurt Vonnegut's „The Sirens of Titan“ (1959) strandete ein außerirdischer Roboter auf Titan und förderte die Entwicklung der menschlichen Zivilisation, um ein Ersatzteil für sein defektes Raumschiff zu bekommen.

Auch Roboterzivilisationen sind ein beliebtes Thema der SF. Meist sind sie in einer fernen Zukunft angesiedelt, wenn der Mensch ausgestorben ist, so in Brian W. Aldiss' „But who can replace a Man“ (1958). In Fred Saberhagen's „Berserker“-Serie zogen Kampfroboter durch die Galaxis, um alles Leben zu vernichten. In

A.E. van Vogt's „Automation“ (1950) verdoppelten sich Roboter heimlich, bis sie stark genug waren, um ihren Erbauern den Krieg zu erklären.

Während beim typischen Roboter die mechanischen und elektronischen Teile überwiegen, setzt sich ein „Android“ vorwiegend aus biologischen Komponenten zusammen. Ein „Cyborg“ ist ein Mensch, dessen Körper bis auf sein Gehirn durch künstliche Teile ersetzt wurde.

Ein Roboter unterscheidet sich von einem Computer dadurch, daß er vorwiegend für mechanische Tätigkeiten erschaffen wurde, während ein Rechner schnell und zuverlässig „geistige“ Arbeiten erledigt. Vorformen der Computer wurden bereits in den Pulp-Magazinen beschrieben. In Edmond Hamilton's „The Metal Giant“ (1928) wandte sich ein künstliches Hirn gegen seine Schöpfer. In John W. Campbell's „The Machine“ (1935) wurden Menschen vom Computer abhängig, und auch Gordon R. Dickson demonstrierte in „Computers don't argue“ (1965) die Gefahren eines zu großen Vertrauens in diese Maschinen. Auch der angeblich unfehlbare Supercomputer HAL wandte sich in dem Film „2001 - A Space Odyssey“ gegen die Besatzung eines Raumschiffs und mußte schließlich abgeschaltet werden. In D.F. Jones' „Colossus“ (1966) vereinigte sich ein Großcomputer der USA mit seinem Zwilling in der Sowjetunion und übernahm die Kontrolle über die Erde.

Olaf Johannesson beschrieb in „The Tale of the big Computer“ (1966) die Entwicklung der Computer bis zu einem Zeitalter, in dem die Menschheit total von einer Maschinenintelligenz kontrolliert wurde. In E.C. Tubb's „Production Job“ (1956) brach eine außerirdische Intelligenz in unser Universum ein und integrierte sich in die fortgeschrittenen irdischen Computer, um eine neue Welt zu erschaffen.

Aber es gab auch „gute“ Computer in der SF. F.G. Rayer schrieb eine Serie über die Entwicklung eines Supercomputers. Dieser spielte in „Deus ex Machina“ (1951) einen Richter, übernahm in „Tomorrow sometimes comes“ (1951) die Kontrolle über die Erde nach einem Atomkrieg und half in „The Peacemaker“ (1952) im Kampf gegen eine außerirdische Invasion.

Isaac Asimov schilderte in „The Last Question“ (1956) die Entwicklung eines ultimativen kosmischen Computers, der die Antwort auf die Frage geben soll, ob die Richtung der Entropie umgekehrt werden kann und ob das Universum vor dem Untergang gerettet wird. Am Schluß die Antwort: „Es werde Licht“ - der Computer war zum Gott geworden.

Die Cyberpunk-Bewegung mit William Gibson's „Neuromancer“ als Schlüsselroman reflektierte neuartige Trends der Computerevolution, die Stories handeln von Direktverbindungen zwischen Mensch und Computer, Reisen durch Computernetze und von künstlicher Intelligenz.

Parallelrechner und neuronale Netze

Lange Zeit beinhalteten die Computer der realen Welt sequentielle Prozessoren, die eine gestellte Aufgabe

sukzessive, Schritt für Schritt, erledigten. Später wurden parallelverarbeitende Computer erprobt, die eine Aufgabe in mehrere unabhängige Teilschritte zerlegten, wobei dann mehrere Prozessoren gleichzeitig ihre Teilaufgaben lösten. Prototypen von Parallelrechnern waren die SIMD-Maschine, die Connection-Maschine und die Hypercube-Maschine.

Bereits in den 40er Jahren wurde versucht, mit mathematischen Modellen über elektrische Erregungsausbreitungen in neuronalen Netzwerken Fähigkeiten des Gehirns zu simulieren. Am Anfang standen 1943 Untersuchungen von Warren McCulloch und Walter Pitts an Neuronen als logischen Elementen. Sie wiesen nach, daß ein Minimum an Informationsverarbeitung durch einzelne Nervenzellen ausreicht, um für jede beliebige Aufgabe ein neuronales Netzwerk konstruieren zu können, welches die Aufgabe bewältigt.

1949 stellte Donald Hebb die Hypothese auf, daß das biologische assoziative Gedächtnis in den synaptischen Verbindungen zwischen den Nervenzellen lokalisiert ist. Der Lernprozeß und die Erinnerungsspeicherung hängen damit zusammen, daß die Stärke der Nervensignalübertragung über einzelne Synapsen verändert wird. Eine synaptische Verbindung zwischen zwei Neuronen wird immer dann verstärkt, wenn beide Neuronen gleichzeitig aktiv sind.

1958 entwickelte Frank Rosenblatt ein Modell eines neuronalen Netzes, das „Perceptron“; dieses konnte sich teilweise selbst organisieren, war lernfähig, konnte einfache Muster klassifizieren und Erfahrungen verallgemeinern. Marvin Minsky zeigte später die prinzipiellen Schwächen aller perceptronartigen Netzwerkmodelle auf.

In den 60er und 70er Jahren versuchten Wissenschaftler, das Verhalten von Neuronen in Rechennetzwerken genauer zu simulieren. Sie entwickelten eine spezielle Mathematik und Architektur, um bestimmte Merkmale aus Mustern herauszulesen, Muster zu ordnen oder ein assoziatives Gedächtnis zu realisieren. Teuvo Kohonen arbeitete über Assoziativspeicher, und Leon Cooper entwickelte ein Modell, das durch dynamisches Hinzufügen zusätzlicher Klassifikationsneuronen während des Lernprozesses komplizierte Muster klassifizieren konnte. Die ART-Netzwerke („Adaptive Resonance Theory“ von Stephen Grossberg arbeiten mit Rückkopplungen, verfügen über ein Lang- und Kurzzeitgedächtnis und einen Mechanismus, der das Lernen steuert. John Hopfield verfaßte 1982 eine grundlegende Arbeit über neuronale Netze, in der er auf Parallelen zur Festkörperphysik und Spinglastheorie hinwies. Eine Variante des Hopfield-Modells stellt die von Hinton und Sejnowski eingeführte „Boltzmann-Maschine“ dar. In jüngster Zeit wurden leistungsfähige Lernalgorithmen (Fehler-Rückwärtsverketzung - Back Propagation) mit Strukturen mit mehreren Lagen von Neuronen entwickelt.

So wurden zur Simulation kognitiver Prozesse Neurocomputer konstruiert, in denen elektronische Schaltkreise nach neurobiologischen Modellen gestaltet sind. Carver A. Mead hat mit höchstintegrierten Schaltungen auf der Basis von VLSI-Chips eine künstliche Netzhaut und eine künstliche Innenohrschnecke gebaut. Es handelt sich dabei nicht um einfache Simulationen, son-

dern um reale Informationsverarbeitungseinheiten, die in Echtzeit auf wirkliches Licht und Geräusche reagieren. Die Verschaltung dieser künstlichen Sinnesorgane beruht auf der bekannten Anatomie und Physiologie von Netzhaut und Schnecke. Zwar ist es noch ein weiterer Weg von Wahrnehmungsprozessen, die in niederen Tieren ablaufen, bis zum menschlichen Denken und Bewußtsein, aber auch in unserer Großhirnrinde wirken geschlossene Neuronenkreise zusammen, die auf denselben elektrophysiologischen und neurochemischen Mechanismen basieren wie die Nervensysteme einfacher Organismen auch. Kann Künstliche Intelligenz in einer nichtbiologischen, parallel-assoziativ arbeitenden Maschine, die aus mikroelektronischen oder optischen Komponenten aufgebaut ist, erzeugt werden?

Cyborgs

Wissenschaftler entwarfen bereits Pläne über eine Mensch-Maschine: der biologische Körper und das Gehirn werden in Computersysteme integriert. Science Fiction - Autoren wie William Gibson und Bruce Sterling führten in ihren Cyberpunk-Romanen vor, wie Gehirne direkt mit Computer verbunden werden. Mit Kopfhelmen, Datenhandschuhen oder Ganzkörperanzügen versehen, tauchten die Cyber-Ritter in virtuelle Welten. Und dann gab es noch neurotechnologische Visionen, in denen der Körper durch Prothesen, Sensoren oder Brainchips umgestaltet wurde. Künstliche Sinnesorgane wie Cochlea- und Retina-Implantate, Mikrochips unter der Schädeldecke, Steuerung technischer Systeme durch Gedankenbefehle, Speicherung von Bewußtseinsinhalten auf Festplatte oder CD-ROM - hat das Zeitalter des bionischen Lebens, die Verschmelzung von Mensch und Maschine, bereits begonnen? Ob der Mensch von außen an eine Maschine angeschlossen wird oder ob Maschinen in ihn hineinwandern: die Menschen müssen sich darauf vorbereiten, Bestandteile von immer komplexeren Mensch-Maschine-Systemen zu werden, und lernen, ihre Körper mit dem Maschinenrhythmus zu synchronisieren. Aber war das nicht die gleiche Abhängigkeit des Menschen von der Maschine, wie sie bereits in Filmen wie „Modern Times“ oder „Metropolis“ demonstriert wurde? Und standen am Endpunkt dieser Entwicklung alptraumhafte Maschinenmenschen wie die „Borg“ aus dem Star Trek-Universum, die als Kollektivintelligenz denken und alles Leben im Kosmos zu assimilieren versuchen? Ist die Erde der Zukunft von solchen technisch-biologischen Zwitterwesen bewohnt?

Neurobionik

Die ersten Schritte auf dem Weg zum Cyborg sind bereits vollzogen. Die Funktionen von Ohr und Auge können durch Neurochips imitiert werden, Cochlea- und Retina-Implantate sind bereits in Erprobung. Die Aufgabe des Innenohrs ist die Umwandlung von Schallsignalen in Nervenimpulse. Ein Neurochip müßte die Schallsignale abhängig von Frequenz und Signalstärke in nervenspezifische elektrische Impulse

transformieren. Beim Augenersatz würden lichtempfindliche Sensoren in Verbindung mit Neurochips die Netzhaut ersetzen. Denkbar wären Apparaturen zum Empfang von Ultraschallwellen oder zur Wahrnehmung von Ultraviolett- oder Infrarotstrahlung.

Querschnittsgelähmte könnten mit einer Rückenmarksprothese versorgt werden. Dabei würden die Nervensignale der Rückenmarkszellen oberhalb der Bruchstelle über Nervenimplantationskammern abgegriffen und über einen Kabelbus abwärts zu den Beinen geführt.

Absolute Zukunftsmusik ist der Ersatz zerstörter oder degenerierter Hirnzellen, etwa nach Schlaganfall oder bei Erkrankungen wie Parkinson, Alzheimer oder der Multiplen Sklerose, durch künstliche neuronale Netze, welche die Funktion der natürlichen Zellen übernehmen.

Es wurden bereits Nervenzellen direkt mit Chips in Kontakt gebracht und die Übertragung elektrischer Signale von organischen zu anorganischen Strukturen und umgekehrt studiert. Dabei gelang es, 50 bis 70 Mikrometer kleine Neuronen von Blutegel auf Siliziumchips anzusiedeln. Über Kontaktstellen ließen sich Reize in beiden Richtungen weiterleiten. Auch ließ man Nervenfasern vorgegebene Bahnen entlang wachsen. Ziel ist es, ein Nervenzellflecht auf einem elektronischen Netzwerk zu züchten.

In absehbarer Zeit lassen sich bestenfalls einzelne Nervenfasern mit elektronischen Systemen koppeln. Ob eines Tages ein Datenaustausch mit einem Chip im Hirn, der etwa Fremdsprachenkenntnisse oder lexikalisches Wissen vermittelt, möglich ist, erscheint unwahrscheinlich. Ebenso utopisch ist die Annahme, den menschlichen Geist, also Denkprozesse und Gedächtnisinhalte, auf Leiterbahnen eines Siliziumchips oder auf eine CD-ROM zu bannen.

Trotzdem glauben Erforscher der Künstlichen Intelligenz wie Marvin Minsky und vor allem der Robotikwissenschaftler Hans Moravec an eine postbiologische Epoche: „Unser versagendes Gehirn kann Bit für Bit durch überlegene elektronische Äquivalente ersetzt werden. Unser Geist wird von unserem ursprünglichen biologischen Gehirn in eine künstliche Hardware verpflanzt werden.“ Und zu dem Zeitpunkt, an dem alle wichtigen körperlichen und geistigen Funktionen ihr künstliches Pendant gefunden haben, wird sich der Mensch in einer evolutiven Konkurrenzsituation zu intelligenten Robotern befinden, die sich selbst vervollkommen und reproduzieren.

Selbstreproduktive Systeme

Der Mathematiker John von Neumann entwickelte die Idee des Universalkonstruktors. Er überlegte, ob es eine Maschine gibt, die jeden anderen Mechanismus oder jedes andere hergestellte Produkt erzeugen kann. Neumann benutzte dabei das Konzept der sogenannten „zellulären Automaten“. Zelluläre Automaten sind eine Art Schachspiel, jedoch mit viel mehr Arten von Steinen und viel komplexeren Regeln.

John von Neumann's Universalkonstruktor war eine hypothetische Maschine, mit der er den Begriff der Selbstreproduktion analysieren wollte. Neumann dachte an ein Modell eines Roboters, der durch einen See aus Teilen schwamm und daraus eine Kopie seiner selbst zusammenbaute. Der Roboter besaß künstliche Arme, um mit diesen Teilen zu hantieren, Werkzeuge, die sie verschmelzen und zerschneiden, Sensorelemente, um die Teile zu lokalisieren usw.

In japanischen Fabriken steht die Realisierung von etwas Ähnlichem bevor: eine Art „Universalfabrik“, eine Maschine, die jedes beliebige Produkt herstellen kann. Die Universalfabrik wäre eine Art dreidimensionaler Computerdrucker, der jedes beliebige physische Produkt nach einem Computermodell herstellen kann. Jedes so erzeugte Produkt wäre ein Simulakrum, eine Kopie mit einem virtuellen Original, eine Computersimulation des Produkts, das in seiner eigenen virtuellen Realität getestet und zum Zusammenbau durch computergesteuerte Roboter in die Fabrikebene übertragen wird.

Die Universalfabrik ist ein „computopischer Traum“, in dem die Realität zum Abbild eines Informationsmusters wird; statt Atomen zählen nur noch Bits. So hat die moderne Technologie zur Vernichtung der Materie geführt, die Realität hat sich zu einem Realitätsspiel gewandelt.

Doch die Entwicklung ist noch nicht zu Ende. Genauso wie heute die Bio- und Gentechnologie zur Manipulation und bewußten Steuerung und damit Veränderung von Organismen und organischen Prozessen geführt haben, wird es mit Hilfe der Nanotechnologie möglich sein, molekulare Materie so zu „programmieren“, daß sie sich aus der Umgebung Energie und Rohstoffe beschafft, um selbständig höher organisierte Funktionseinheiten zu bauen. Die Idee gipfelt in der Vorstellung, eine Art „Technologiesaat“ synthetisieren zu können: ein paar Gramm davon in die Natur gestreut, wächst ein Industrieprodukt wie ein Auto pflanzenähnlich aus dem Boden, dem es wie dem Sonnenlicht Material und Energie entnimmt. Die molekulare Nanotechnologie wäre gleichzusetzen mit der Beherrschung des Aufbaus der Materie auf der Basis der molekülweisen Steuerung von Produkten.

Hier würden nicht nur virtuelle Welten, sondern reale Objekte erzeugt, genau wie die Gtomate oder der Genmais reale Objekte sind. Genauso wie die Gentechnologen Organismen in ihrem Sinne manipulieren und der Natur eine neue Vielfalt geben, werden die Nanotechnologen die Materie manipulieren und neue Materiekonfigurationen erschaffen können.

Auf dieser Basis entwickelte der Physiker Freeman Dyson das Konzept der „Astrochicken“, mit denen der Weltraum erobert werden könnte. Astrochicken sind kleine, leichte, intelligente und vielseitige Raumsonden, die auf technischen Fortschritten in der Gentechnologie, künstlicher Intelligenz und solarelektrischen Antriebssystemen beruhen. Diese einfachen Maschinenwesen wären autark und könnten sich selbst reproduzieren.

Weit leistungsfähiger und intelligenter sind die sogenannten „Von-Neumann-Sonden“. Solche Sonden, die sich selbst programmieren, reparieren und sogar exakt reproduzieren können, werden zu neuen Sternensystemen aufbrechen, auf Planeten landen und das Gestein auf geeignete chemische Stoffe und Metalle untersuchen. Dann werden sie kleine industrielle Fertigungsstätten erbauen, die in der Lage sind, viele neue Roboter herzustellen, die exakte Kopien ihrer selbst sind. Von diesen Basen aus werden neue Von-Neumann-Sonden ausschwärmen, um noch mehr Sternensysteme zu erforschen. Solche Roboter könnten das gesamte Universum bevölkern.

In Stanislaw Lem's Roman „Der Unbesiegbare“ stieß ein Raumschiff auf dem Wüstenplaneten Regis III auf eine höhere Intelligenz, winzige Maschinenteile, die sich zu schwirrenden Materiewolken organisieren und die Eindringlinge in die Flucht schlagen. Die Menschen scheiterten an einem ungreifbaren unbeirrbareren Gegenüber ohne Kopf und ohne Gefühle, das unendlich mehr zu sein schien als die Summe seiner verschrotteten Teile.

Turingmaschinen - das universelle Rechnerkonzept

Alan M. Turings Idee war es, den Begriff des „Verfahrens“ bzw. „Algorithmus“ mit Hilfe einer idealen Maschine zu erfassen. Das Problem ging weit über jede spezielle Formulierung der Mathematik in Gestalt axiomatischer Systeme hinaus. Die Frage war: Gibt es allgemeines mechanisches Verfahren, daß im Prinzip alle Probleme der Mathematik eines nach dem anderen zu lösen vermag?

Um den Begriff des mechanischen Verfahrens in mathematischer Form zu fassen, versuchte sich Turing vorzustellen, wie der Begriff einer „Maschine“ formalisiert werden könnte, indem man ihre Funktionsweise in elementare Ausdrücke zerlegt. Eine solche „Maschine“ konnte das menschliche Gehirn sein, aber auch eine Gruppe menschlicher Mathematiker beim Bearbeiten eines Problems.

Turing ging von der Vorstellung aus, daß ein Verfahren algorithmisch sein muß, also mechanisch ausführbar. Er zeigte dann, wie man den Rechenvorgang in eine Folge kleinster und einfachster Schritte zerlegen kann und so ein detailliertes Modell für Berechnungsverfahren erhält. Das sich ergebende logische Gedankenmodell bezeichnet man als „Turingmaschine“.

Der konkrete Aufbau dieser Maschine ist nicht von Bedeutung, sie verkörpert eine Methode mathematischen Denkens. Dennoch war die Vorstellung einer mechanischen Maschine nicht ohne Belang; Turing war schließlich auch einer der Pioniere in der Entwicklung der Digitalrechner. Heute ist die Turingmaschine als theoretisches Werkzeug der Informatik mindestens genauso wichtig wie die Logik. Für die Theorie der Berechenbarkeit hat sich grundlegende Bedeutung: eine Turingmaschine kann in einem genügend großen endlichen Zeitraum jede Berechnung durchführen, die ein noch so weit entwickelter moderner Digitalrechner bewältigt. Allerdings arbeitet jeder wirkliche Rechner

viel schneller als die Turingmaschine, weil man ihm den einfachen Aufbau zugunsten von Schnelligkeit und Leistungsfähigkeit opfert.

Cyberspace und virtuelle Welten - Vom Verschwinden der Realität

Mit der Erzeugung von Simulationen und virtuellen Wirklichkeiten ist der Computer zu einer Realitätsmaschine geworden, die jede Welt erschaffen kann, in der wir leben wollen. Die Grenzen von natürlicher und künstlicher Realität verwischen zusehends, neben das energetisch-materielle Reich des physikalischen Universums tritt eine digitale Bitmuster-Matrix eines elektronischen Kosmos. Auf der einen Seite miteinander wechselwirkende Teilchen und Felder, die den mathematischen Regeln der Quantenfeldtheorien gehorchen, auf der anderen Seite Myriaden von Bitketten, die durch ein komplexes Netzwerk von Schaltkreisen flitzen, die den Regeln der mathematischen Logik unterworfen sind. Das formale, abstrakte Reich der Mathematik ist jenes geheimnisvolle Schattenreich, welches den beiden Welten gemeinsam ist.

Der Begriff „Cyberspace“ wurde publik durch William Gibsons Science Fiction - Roman „Neuromancer“ aus dem Jahre 1984. Gibsons Cyberspace ist die literarische Ausgestaltung von Ivan Sutherlands ursprünglichem Konzept des „endgültigen Displays“, das allen Sinnen Informationen so darbieten soll, daß man völlig in sie eintauchen kann. Gibson hatte Sutherlands Idee eines mathematischen Wunderlands hinter den Spiegeln so ausgeweitet, daß das gesamte Universum der Information darin lag: „Graphische Wiedergabe abstrahierter Daten aus den Banken sämtlicher Computer im menschlichen System. Unvorstellbare Komplexität. Lichtzeilen, in den Nicht-Raum des Verstandes gepackt, gruppierte Datenpakete. Wie die fließenden Lichter einer Stadt...“

Cyberspace hieß das neue Zauberwort, oder: Cyberia, virtueller Raum, das digitale Reich, die Informationssphäre. Marshall McLuhan stellte 1964 fest, daß im elektronischen Zeitalter der Globus zur neuen Welt des globalen Dorfes geworden sei. „In den Jahrhunderten der Mechanisierung hatten wir unseren Körper in den Raum ausgeweitet. Heute, nach mehr als einem Jahrhundert der Technik und der Elektrizität, haben wir sogar das Zentralnervensystem zu einem weltumspannenden Netz ausgeweitet und damit, soweit es unseren Planeten betrifft, Raum und Zeit aufgehoben...“ (Die magischen Kanäle, McLuhan, 1968). Das globale Dorf wurde schließlich durch weltweite Computernetzwerke, Satelliten- und Glasfaserverbindungen realisiert. Genau wie das Rad eine Erweiterung des Fußes ist, das Teleskop eine Erweiterung des Auges, so ist das Kommunikationsnetz eine Erweiterung des Nervensystems. Das Netzwerk gilt als Voraussetzung für den nächsten großen Schritt in der Entwicklung der Kommunikationstechnik.

Das „Internet“ und sonstige Online-Dienste wurden zu Prototypen dieser Entwicklung. Eine Instantkommunikation mit jedem Punkt der Welt wurde möglich.

Jean Baudrillard zufolge ist die Realität ein Simulakrum, eine perfekte Kopie ohne Original. Simulation ist die Erzeugung durch Modelle eines Realen ohne Ursprung oder Realität: eine Hyperrealität.

Wir befinden uns mitten in einer künstlichen Realität, umgeben von den Konstruktionen von Kommerz und Kultur. Vielleicht wird eines Tages eine Methode entwickelt, die fiktive Welten als Datenbanken codiert, welche man dann mit dem Computer erkunden kann - etwa über eine sprachliche oder symbolische Schnittstelle (interaktiver Roman) oder über eine geometrische oder ikonische Schnittstelle (virtuelle Realität). Wir sind umgeben von Reproduktionen, Replikaten, Simulationen, Animationen. Im Film werden mit Computerhilfe ausgestorbene Saurier und längst tote Schauspieler zu neuem Leben erweckt, Farbkopierer können Geldnoten täuschend echt imitieren, und mit der CAD-Technik können Konstrukteure zwei- und dreidimensionale technische Modelle von Produkten erstellen, die sich bestens für die Entwicklung von Prototypen eignen.

Atome und Materie, DNA und Gene, Neuronen und Bewußtsein, Bits und Information - wo eigentlich ist noch Realität und Wahrheit zu finden? Die Unterschiede zwischen echter Welt und Simulation, Original und Kopie, natürlich und künstlich, real und virtuell werden sich verwischen, aber gibt es hinter all dem noch einen festen Grund?

Letztlich steckt in allem Information, und nun kann der Traum, Welten aus Informationen zu bauen, endlich wahr werden. „Menschen, Göttern gleich“ - H. G. Wells hat sich beim Verfassen seines Romans sicherlich nie träumen lassen, wie allmächtig der Schöpfer Mensch eines Tages mit Hilfe der Technologie werden könnte. Aber diese Hybris des modernen Menschen kann auch zu einer neuen Sklaverei führen - der Mensch wird zum Zahnradchen in der Technosphäre, zum beliebig verkleinerbaren Epsilon im Produktionsprozeß, über den schließlich sich selbst reproduzierende Roboter und Computer bestimmen. Es steht zu befürchten, daß der Homo sapiens in einer postbiologische Epoche, die von hyperintelligenten Maschinen regiert wird, nur noch ein museumsreifes organisches Fossil darstellt, das seine Existenzberechtigung verloren hat. Oder ist diese Vorstellung auch nur eine schizoide Ausgeburt unserer Hybris?

Der moderne Prometheus wird künstliches Leben, künstliche Intelligenz und künstliche Welten erschaffen können. Es besteht die Gefahr, daß die von ihm erschaffenen Produkte sich eines Tages gegen ihren Schöpfer wenden werden, ähnlich wie es Frankenstein's Monster getan hat. Neugier und Wissen können gefährliche Eigenschaften des Menschen sein, wenn er die Frage nach dem Warum vernachlässigt. Die menschliche Geschichte hat gezeigt, wie leicht sich der Mensch seinen Göttern unterordnet: der Religion, dem Führer, dem Geld. Vielleicht sollte er dem Beispiel des Zarathustra folgen, um wirklich frei zu werden.