

Wirklichkeitsmaschinen: Kosmonukleotide als Weltenbrüter

Der Moralische Code

Als Perry Rhodan mit den Drei Ultimativen Fragen konfrontiert wurde, stieß er bald auf ein Phänomen, das alle Erscheinungsformen und Gesetzmäßigkeiten des Universums determiniert: den Moralischen Code. Dieser entstand zusammen mit Energie und Materie in den Mikrozeiten unmittelbar nach dem Urknall und durchzieht in Form einer aus psionischen Felder bestehenden Doppelhelix das gesamte Universum. In dieser kosmischen Doppelhelix ist das universelle Schöpfungsprogramm gespeichert. Jedes einzelne Psi-Feld, „Kosmonukleotid“ genannt, enthält das vollständige Programm des Universums und steht in permanenter Verbindung mit einer kosmischen Region.

Entlang der Doppelhelix reihen sich die Kosmogene, die jeweils aus mehreren Kosmonukleotiden bestehen. In unregelmäßigen Abständen bilden sich entlang eines Kosmogens Ketten psionischer Felder, die aus dem Innern der Kosmonukleotide Informationen kopieren und sich dann an einen spezifischen Ort im Weltall begeben, um die kopierten Anweisungen in Wirkkräfte umzusetzen. Psionische Feldketten dieser Art werden „Messenger“ genannt. Die Messenger sind n-dimensionale Botenstoffe, die den Informationsfluß zwischen Kosmonukleotid und zugehöriger kosmischer Region aufrechterhalten. Sie leiten zum Beispiel den Vorgang der Galaxienbildung ein, verdichten interstellare Gaswolken und regen sie zur Sternerzeugung an, schaffen Black Holes usw. Die Informationen sind die Gesetze, die die Struktur des Kosmos bestimmen.

Die einzelnen Kosmonukleotide sind als Gebilde fünfdimensionaler Struktur im Hyperraum angesiedelt und in der „Tiefe“, dem Kontinuum „zwischen“ den Dimensionen, verankert. Die Kosmonukleotide hinterlassen jedoch im vierdimensionalen Einstein-Universum einen leicht erkennbaren energetischen Abdruck. In jedem Kosmonukleotid gibt es Informationspools, die z.B. die Lichtgeschwindigkeit konstant halten oder den Absoluten Nullpunkt definieren. In Frostrubin geriet Perry Rhodan in direkten Kontakt mit den Informationspools Zeit, Raum und Geist.

Die Informationen aus den Pools werden dem Universum durch die Messenger einprogrammiert. Das Universum wird geformt, und seine Form wird in einem n-dimensionalen Rückkopplungsprozeß überwacht. Dies bedeutet, daß Informationen nicht nur vom Kosmonukleotid zur betreffenden kosmischen Region übertragen werden, sondern auch umgekehrt. Kommt es zu Abweichungen im Programm, wird die Quantität und Qualität der Messenger gesteigert und die Abweichung behoben.

Großmaßstäbliche Manipulationen an der Natur des Universums können jedoch zu chaotischen Reaktionen eines Kosmonukleotids führen, wie das Beispiel DORIFER zeigte: Im Jahre 448 NGZ, nach dem interuni-

versellen Transfer des letzten Hangay-Viertels, machte das Kosmonukleotid „dicht“, hyperenergetische Schockwellen ergossen sich über die Lokale Gruppe und führten zu Erschütterungen der Raum-Zeit. Die Völker der Lokalen Gruppe degenerierten und wurden von verheerenden Kriegen heimgesucht.

Umgekehrt hat ein primärer Ausfall eines Kosmonukleotids ebenfalls katastrophale Auswirkungen auf die betreffende Region des Universums: Nach der Mutation des Frostrubins entstand in der abhängigen Zone eine Negasphäre, in der ein Chaotarch, der „Herr der Elemente“, regieren sollte.

Im Innern von DORIFER erkannte Atlan, daß in dem Nukleotid Myriaden psionischer Informationsquanten (Psiqs) existieren, unter denen in buntem Reigen Informationsketten entstehen, die Gußformen für potentielle Zukünfte darstellen. Die Psiqs bestehen aus psionischer Energie, somit wird die für die kosmische Entwicklung erforderliche Information mit Hilfe dieser Hyperenergie gespeichert. Psionische Energie ist die ultrahochfrequente Form der Hyperenergie, und diese ist auch mit dem Bewußtsein assoziiert.

Der Arkonide erlebte zwei potentielle Zukünfte: den Untergang eines Universums und das Auftauchen einer neuen Galaxis in der Lokalen Gruppe. Später erlebte Perry Rhodan im „Nachod as Qoor“, welches mit DORIFER identisch ist, eine potentielle Vergangenheit: den Kampf zwischen der Superintelligenz ESTARTU und dem Herrn Heptamer vor über 50 000 Jahren.

Der Moralische Code enthält in seinen Psionischen Informationsquanten sämtliche Aspekte der möglichen Entwicklung des Universums, sowohl der Vergangenheit als auch der Zukunft. Und nicht nur das: Nachdem das Nachod as Qoor im Universum Tarkan und DORIFER im Universum Meekorah (unser Kontinuum) als identisch erkannt wurden, war klar, daß die Doppelhelix des Moralischen Codes, von den Hauri als „Kette Shamshu“ bezeichnet, eine unbekannt Zahl von Paralleluniversen kontrolliert, möglicherweise das gesamte Multiversum.

Der genetische Code

Auffällig ist die erstaunliche phänomenologische Übereinstimmung zwischen der Doppelhelixstruktur des Moralischen und den Genetischen Codes. Im Jahre 1953 entdeckten Watson und Crick die Doppelhelixstruktur der Erbsubstanz, die im Zellkern lokalisiert ist und aus dem Molekül „Desoxyribobukleinsäure“ (DNA)

besteht. Hierin sind alle Anweisungen für Bau und Funktionsweise lebender Zellen niedergelegt. Die DNA wird von zwei Molekülsträngen gebildet, die sich wendeltreppenartig umschlingen. Bausteine der DNA sind ein Zucker (Desoxy-Ribose), eine Phosphatgruppe

sowie vier Basen (Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin). Die genetische Information ist in der Reihenfolge der Basen codiert, wobei jeweils drei Basen für eine Aminosäure codieren.

Zur Informationsweitergabe wird zunächst eine Kopie der genetischen Information in Form der „messenger-RNA“ angefertigt (RNA ist einsträngig, besitzt den Zucker Ribose und enthält als Base zusätzlich Uracil). Die Kopie des genetischen Befehls gelangt vom Zellkern ins Plasma und wird dort von einer Eiweißsynthesemaschinerie, einem „Ribosom“, in Aminosäuresequenzen eines Proteinmoleküls übersetzt. Die benötigten Aminosäuren werden durch transfer-RNA herbeitransportiert. Die Feinjustierung der Maschinerie erfolgt durch Enzyme, Operatoren und Repressoren.

Das genetische Programm fast aller irdischen Organismen ist unter Verwendung derselben chemischen Buchstaben (Basen) festgeschrieben, der genetische Code ist „universal“. Die Herkunft des genetischen Codes liegt im Dunkeln. Wahrscheinlich waren schon vor vier Milliarden Jahren in der Ursuppe oder in der Umgebung von Tiefseevulkanen informationsübertragende Moleküle entstanden, die sich vervielfältigen konnten. Allerdings waren die ersten dieser Informationsmoleküle zu klein, um als „Programm“ für eine Lebensstruktur zu dienen. Hierzu waren größere Informationsmengen notwendig. Möglicherweise wirkten unterschiedliche Moleküle zusammen, die nicht konkurrierten, sondern kooperierten. Manfred Eigen prägte den Begriff „Hyperzyklus“: dies ist ein katalytischer Kreislauf aus informationstragenden Molekülen, wobei ein Informationsträger die Vervielfältigung eines nachgeschalteten Moleküls fördert usw, so lange, bis die Kette einen Kreis bildet und wieder am ersten Informationsträger anlangt. Aufgrund einer solchen molekularen Selbstorganisation wäre ein übergeordneter Steuermechanismus der genetischen Information überflüssig.

Information und Algorithmus

Psionische *Informations*quanten, Kosmisches Schöpfungsprogramm - diese mit dem Moralischen Code assoziierten Begriffe zeigen, daß die Grundprinzipien der Kosmischen Doppelhelix nicht auf einer vordergründig physikalischen oder biologischen, sondern auf einer abstrakten Ebene zu suchen sind.

Was ist „Information“? Claude Shannon betrachtete in seiner Informationstheorie das nachrichtentechnische Problem, eine vorgegebene Zeichenanordnung strukturgetreu vom Sender auf den Empfänger zu übertragen. Diese Zeichen verschlüsseln in der Regel eine Nachricht. Unter diesem Aspekt besitzt der Informationsbegriff drei Dimensionen:

- die syntaktische Dimension umfaßt die Beziehungen der Zeichen untereinander; auf die kosmische Ebene übertragen bedeutet dies die phänomenologische Beschreibung des Moralischen Codes als Anreihung von psionischen Feldern zu einer das gesamte Universum umspannenden Doppelhelix.

- die semantische Dimension umfaßt die Beziehung der Zeichen untereinander und das, wofür sie stehen; übertragen die Bedeutung des Moralischen Codes als Kosmisches Schöpfungsprogramm.

- die pragmatische Dimension umfaßt zusätzlich das, was die Zeichen für den beteiligten Sender und Empfänger als Handlungsanforderung darstellt. Dies zieht nach sich die Frage nach dem Initiator des Moralischen Codes und dem Zweck dieses Projekts - kurz: die Bedeutung der Dritten Ultimativen Frage.

Was ist ein „Programm“ oder allgemeiner „Algorithmus“? Beobachtungsdaten aus der Außenwelt lassen sich als Binärfolgen von Nullen und Einsen darstellen. Ein Naturgesetz verschlüsselt in komprimierter Form Informationen über natürliche Ereignismengen. Die Information für den Aufbau eines lebenden Organismus ist in der Abfolge der Bausteine seiner Erbmoleküle, den Nukleotidbasen, verschlüsselt. Somit sind die physikalischen Gesetze und der genetische Code Kurzinstruktionen für den Aufbau der materiell-energetischen und der organisch-lebenden Welt. Chaostheorie und Fraktale Geometrie liefern uns darüber hinaus abstrakte mathematische Prinzipien, aus denen sich die komplexen Strukturen der realen Welt ergeben.

Offenbar ist eine gesetzmäßige Beziehung in einer Folge von Beobachtungsdaten immer dann enthalten, wenn es einen Algorithmus gibt, mit dessen Hilfe sich die Beobachtungsdaten in komprimierter Form darstellen lassen. Ein solcher Algorithmus zeichnet sich dadurch aus, daß zu seiner Darstellung weniger Information erforderlich ist als zu der Darstellung der von ihm generierten Datenfolgen.

Ein Algorithmus wird definiert als ein allgemeines Verfahren, das zu einem Problem in endlich vielen, eindeutig festgelegten Schritten eine Lösung liefert - falls eine solche existiert. Als der eher intuitive Begriff des Algorithmus präzisiert wurde, etwa in Form von Turingmaschinen oder Zellularautomaten, erkannte man allerdings, daß es Probleme gibt, die algorithmisch überhaupt nicht lösbar sind, ferner gab es Probleme, für die zwar ein Algorithmus existiert, die aber unmöglich in einer als realistisch anzusehenden Zeit bearbeitet werden können.

Nun stellt sich die Frage, ob sich der gesamte Kosmos in seiner Vielfältigkeit von Strukturen und Funktionen auf ein universelles Informationskonzept zurückführen läßt, das heißt, ob sich für das „Problem“ Kosmos ein Algorithmus finden läßt, der alle seine Erscheinungsformen und Gesetzmäßigkeiten erklärt. Läßt sich der Moralische Code als ein kompakter Algorithmus auffassen, der den Kosmos generiert? Die relevante Betrachtungseinheit wäre allerdings nicht unser Einstein-Universum, sondern der Pool aller Universen, das Multiversum. Die einzelnen Universen wären die „Zellen“ des Multiversums. Dessen Evolution wäre durch das Kosmische Schöpfungsprogramm ähnlich determiniert wie beispielsweise die Entwicklung des menschlichen Organismus.

Erst auf der Ebene des Multiversums wäre die eigentliche Bedeutung des Moralischen Codes zu sehen: In der „Ursuppe“ des Kosmos, in dem präordialen Abyss, gab es noch keinerlei Informationen. Physikalische Randbedingungen und die hierdurch gesteuerte Systemdynamik standen in einem rückkoppelnden Bezug zueinander, in einem katalytischen Zyklus; hierdurch wurden Selbstorganisationsprozesse initiiert. Im Verlauf der Selbstorganisation wurden die unspezifischen Randbedingungen dann sukzessive in physikalische (Naturgesetze), biologische (genetischer Code) und psionische Information (Moralischer Code) verschlüsselt. Die Evolution vollzog sich in verschiedenen Hierarchie-Ebenen. Bezeichnend für diesen Entwicklungsvorgang ist, daß die dadurch generierten Gesetze und Objekte (Elementarteilchen, Moleküle, Organismen, Intelligenzen) implizit die Informationen über die gesamte Vergangenheit in sich tragen.

Turingmaschinen und Zelluläre Automaten: Abstrakte Konzepte zur Erzeugung von künstlichem Leben, künstlicher Intelligenz und künstlichen Welten

Die Kosmonukleotide konnten demnach als Realitätsgeneratoren bzw. Wirklichkeitsmaschinen betrachtet werden, die aus abstrakten „Units“ die Welt erschaffen. Diese Units wären auf physikalischer Ebene Quanten, auf informationstheoretischer Ebene Bits. Bereits im 20. Jahrhundert erzeugten die Menschen mit Hilfe immer effektiverer Computer künstliche Welten. Mit solchen Simulationen konnte die natürliche Wirklichkeit, seien es lebende Organismen, intelligente Verhaltensweisen oder reale technische Objekte und Prozesse, oft erstaunlich gut abgebildet werden.

Der Physiker Richard Feynman verglich die Natur mit einem riesigen Schachspiel, das auf den ersten Blick eine große Komplexität aufweist, in dem aber jeder Zug einfachen Regeln folgt. Hinter diesem Bild verbirgt sich ein entscheidendes Element im Kern unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes. Prozesse und Strukturen der Natur werden von unwandelbaren Gesetzen bestimmt, und der Mensch ist selbst Teil dieses „Spiels“. Um das „Spiel“ der Selbstorganisation der Natur genügt es nicht mehr, sie in ihre Teilkomponenten zu zerlegen und nur deren Verhaltensrepertoire zu studieren. Das gesamte Bild erschließt sich wie einem Puzzlespiel erst, wenn wir alle Teile zusammenfügen und sie in ihrer wechselseitigen Interaktion beobachten. Auf dem Weg rein gedanklicher Deduktion ist dieses Puzzlespiel nicht mehr zu lösen: selbst wenn allereinfachste Komponenten wechselwirken, kann das Ergebnis ihrer Interaktion schnell unsere Vorstellungskraft übersteigen.

Dort, wo unserem Intellekt Grenzen gesetzt sind, bietet die Simulation solcher Prozesse im Computer eine neue Chance, sich dem aus unzähligen Aspekten zusammengesetzten Bild der Komplexität anzunähern. Um natürliche Systeme unserer Welt in die künstliche

Welt eines Computerprogramms zu übertragen, ist die abstrakte Sprache eines mathematischen Modells notwendig. Eine besondere Klasse solcher Modelle, die speziell die miteinander verwobene Aktivität zahlreicher Teilsysteme beschreiben sollen, stellen die zellulären Automaten dar. Sie beschreiben die Wechselwirkungen beliebig vieler Teilkomponenten, die alle den gleichen Regeln folgen und sich nur in der unmittelbaren lokalen Nachbarschaft ihres Lebensraumes mit anderen Komponenten austauschen können. In den zellulären Automaten wird die Welt zu einem vernetzten Universum, das in seinen Grundzügen einem hochgradig parallel arbeitenden Digitalcomputer ähnelt. Die Bausteine eines zellulären Automaten sind die sogenannten Zellen. In jeder Zelle wird der mögliche Zustand einer der beteiligten Komponenten des jeweils modellierten natürlichen Systems gespeichert. Ein kennzeichnendes Element der zellulären Automaten ist, daß das Verhaltensrepertoire der einzelnen Komponenten einfach und auf nur wenige Möglichkeiten reduziert ist. Der Zustand jeder Zelle eines Automaten wird durch nur wenige Zustandswerte beschrieben.

Einer der besonderen Vorzüge der zellulären Automaten ist, daß man sich ihnen den Phänomenen der Komplexität annähern kann, ohne erst einen umfassenden theoretischen Apparat im Detail zu studieren. Mit ihrer Hilfe lassen sich künstliche Welten erschaffen und die Entwicklungsmöglichkeiten in einem solchen digitalen Kosmos studieren.

Als geistiger Vater der zellulären Automaten gilt John von Neumann, ein genialer Mathematiker, der eine künstliche Maschine bauen wollte, die sich selbst reproduzieren kann und damit wesentliche Züge des Lebens trägt. Ihm ging es nicht um die praktische Konstruktion, sondern um die Frage, ob eine solche Maschine logisch möglich sei.

Der Mathematiker Stanislaw Ulam gab dabei wertvolle Unterstützung. Ulam erkannte, daß von Neumann einen Formalismus benötigte, der es ihm erlaubte, Tausende einzelner Komponenten nach bestimmten abstrakten Regeln miteinander wechselwirken zu lassen. Als Lebensraum dieser Vielzahl von Komponenten schlug Ulam vor, ein einfaches Gitter zu verwenden, dessen Felder die Informationen aus ihrer unmittelbaren Nachbarschaft in die eigene Lebensentwicklung mit einbeziehen sollten. Von Neumann nannte die Felder dieses Gitters „Zellen“ - in Parallelität zu den Grundbausteinen des Lebens, das sein Konstrukt ja beschreiben wollte.

Die Suche nach der „Logik des Lebens“ faszinierte von Neumann. Er war davon überzeugt, daß alles in unserer Welt auf logischen Prinzipien beruht, insbesondere auch alles Leben. Organismen, vom einfachen Bakterium bis hin zum Menschen, waren für ihn nichts anderes als Maschinen, die Informationen verarbeiten und nach gewissen logischen Regeln einen Schritt nach dem anderen ausführen. Wenn alles Leben logischen Regeln folgt, so von Neumann, muß es möglich sein, künstliche Maschinen bzw. Automaten zu konstruieren,

die Züge wirklichen Lebens tragen. Eine seiner Thesen lautete, Computer und Menschen seien lediglich verschiedene Klassen von Automaten. Und warum sollte es nicht möglich sein, selbstproduzierende Automaten zu konstruieren, die Kopien von sich selbst erzeugen und sich auf diese Weise „fortpflanzen“ konnten?

1948 legte von Neumann in einem Vortrag mit dem Titel „On the General and Logical Theory of Automata“ die Grundlagen einer funktionalen Theorie des Lebens. Er postulierte die Grundsätze für die Konstruktion einer Maschine, die imstande wäre, in einer mit den dafür notwendigen Rohstoffen ausgestatteten Umwelt sich selbst nachzubauen. Ein solches sich selbst reproduzierendes Objekt, ein „Zellularautomat“, enthält vier wesentliche Komponenten: „ einen Bauplan, eine Fabrik, einen Kontrolleur sowie eine Dupliziermaschine. Im speziellen Fall der organischen Zelle sind dies die DNA, der Vorgang der Translation, die Replikase-Enzyme und der Prozeß der Replikation. Neumann postulierte dies für jede Lebensform abstrakten Eigenschaften fünf Jahre vor den Arbeiten von Watson und Crick, die sich mit dem Spezialfall des heute auf der Erde anzutreffenden Lebens beschäftigten. Die unterschiedlichen Funktionen des Lebens sind somit als logischer Strukturzusammenhang darstellbar, der im Prinzip den verschiedenartigsten materiellen oder energetischen Umwelten zugeordnet werden kann.

Von Neumanns Konzept, einem Gebilde reiner Logik einige der Fähigkeiten eines lebenden Wesen zuzugestehen, fußte auf Arbeiten von Alan Turing. Turing hatte bereits in den 30er Jahren sein Konzept der universellen Turingmaschine entwickelt, das auch die Basis eines selbstreproduzierenden Automaten wurde, wie ihn sich John von Neumann später vorstellte. Turings Entwurf einer abstrakten Rechenmaschine bildet die logische Grundlage unserer modernen Digitalrechner. Turings Maschine kann alles berechnen, was überhaupt berechenbar ist; sie ist ein „universeller“ Automat. Seine universelle „Turing-Maschine“ war in der Lage, jede logische Aufgabe auszuführen, die irgendeine andere Maschine ausführen konnte. Turing und der Philosoph Alonzo Church stellten später die sogenannte „Church-Turing-Hypothese“ auf, die postuliert, daß eine solche Maschine nicht nur die Funktionen mathematischer Maschinen nachahmen kann, sondern auch die Funktionen der Natur.

Den Anstoß zu diesen Überlegungen gab zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Mathematiker David Hilbert, der die Grundlagen seiner Wissenschaft hinterfragte. Er wollte unter anderem folgendes wissen:

1. Ist es möglich, jede mathematische Aussage zu beweisen oder zu widerlegen?
2. Sind alle mathematischen Aussagen widerspruchsfrei?
3. Gibt es ein algorithmisches Verfahren für die Lösung eines jeden mathematischen Problems?

Überraschenderweise trat der Mathematiker Kurt Gödel kurze Zeit später den Beweis dafür an, daß es prin-

zipiell kein solches Verfahren geben könne. Das Fundament der Mathematik war damit erschüttert.

Eine andere Formulierung für das sogenannte Entscheidungsproblem lautete: Gibt es allgemeines Verfahren, zu entscheiden, ob eine beliebige mathematische (oder allgemein: in einer formalen Logik ausgedrückte) Behauptung wahr oder unwahr ist? Hilberts Problem erforderte einen präzisen Begriff des allgemeinsten denkbaren „Verfahrens“, der so schwierig zu finden war, daß es über 30 Jahre dauerte, bis Turing damit aufwartete. In Turings Vorstellung mußte eine solches Verfahren „algorithmisch“ sein - also aufgrund logischer Gesetze mechanisch ausführbar, ohne eine besondere „intelligente“ Einsicht zu Hilfe zu nehmen. Er versuchte daher, einen abstrakten Rechengvorgang in seine kleinsten Elementarschritte zu zerlegen und darauf aufbauend eine logische Rechenmaschine zu entwerfen.

Obwohl die Turing-Maschine ein abstrakter Automat ist, läßt er sich am leichtesten als eine konkrete, mechanische Maschine vorstellen, etwa ein Tonbandgerät mit Schreib-Lese-Köpfen. Der Vorgang läuft darauf hinaus, daß man ein Papierband unter einem markierten Feld schrittweise hin- und her bewegt und die darin erscheinenden Zeichen, 0 oder 1, abliest. Aus einer Tabelle holt man sich dann die Anweisung für den nächsten Schritt. Es kann sich darum handeln, ein Zeichen im Lesefeld einzutragen oder zu löschen und dann das Band um einen weiteren Schritt nach links oder nach rechts zu bewegen. Auf diese Weise lassen sich beliebige Rechnungen durchführen.

Die Interpretation solcher Anweisungen ist nichts anderes als die Umsetzung eines Programms in einem Computer. In dieser Vorstellung wird eine Turing-Maschine zu einem einfachen Computer, dessen Programm fest auf dem Speicherband der Maschine codiert ist. Turing zeigte schon damals, daß man das Programm jeder erdenklichen Turing-Maschine durch eine endlich lange Kette von Nullen und Einsen auf einem Band darstellen kann. Die Turing-Maschine erwies sich als ein sogenannter universeller Automat, der prinzipiell jeden anderen nachbilden oder simulieren kann.

Dieses logische Konstrukt Turings steckte genau den Rahmen für einen präzisen Begriff der Berechenbarkeit ab: das, was eine universelle Turingmaschine nicht berechnen kann, ist einfach nicht berechenbar. Der Anspruch der Turingmaschine, beliebige mathematische Aufgaben zu lösen, stellt sie von selbst in den Zusammenhang mit dem Hilbertschen Problem und der Gödelschen Lösung. Was geschieht, wenn man der Turingmaschine eine Aufgabe stellt, die nach den Gödelschen Einsichten nicht lösbar ist? Es stellt sich heraus, daß sie in solchen Fällen unendlich lang weiterrechnet, also niemals zu einem Ende kommt.

Der nächste Schritt auf dem Weg zur Erkenntnis führte zu den zellulären Automaten. Die Automatentheorie und speziell die Turingsche Maschine führte John von Neumann zum Entwurf eines sich selbst reproduzierenden Automaten.

Von Neumanns Ideen hatten auch Gültigkeit für das menschliche Gehirn. 1943 las von von Neumann einen Artikel von Warren McCulloch und Walter Pitts mit dem Titel „A Logical Calculus of the Ideas immanent in Nervous Activity“. Dieser beschrieb eine Methode, nach der mathematische Modelle dazu benutzt werden konnten, die Funktionen des Nervensystems nachzuahmen: ein künstliches neuronales Netzwerk. Hatten lebende Organismen selbst einen eingebauten Computer (ihr Nervensystem), dessen Berechnungen ihr Verhalten bestimmten? Und konnte ein universeller Computer tatsächlich die geistigen Funktionen eines jeden Lebewesens darstellen? War Leben in eine bestimmte Klasse von Automaten einzuordnen?

Von Neumann erkannte, daß die Biologie das bei weitem überzeugendste Informationssystem bereithielt und seine Nachahmung den Schlüssel für ein sehr wirkungsvolles künstliches System liefern würde. Und so erdachte er einen Computer, dessen Schaltelemente - die „Und“-Schalter, „Oder“-Schalter, „Nicht“-Schalter und Verzögerungskreise - wie Neuronen aufgebaut waren. Auf dieser Basis entwickelte er ein künstliches Wesen mit der Fähigkeit zur Selbstreproduktion. Der erste selbstreproduzierende Automat, den von Neumann erdachte, war ein Computer, der aus Schaltern, Reglern und Teilen der Informationsweitergabe bestand. Von Neumann erfand eine Kopiermechanismen, dessen fundamentaler Schritt der Reproduktion in der Duplizierung von Informationen bestand. Erstaunlicherweise spiegelte von Neumanns Automat, obwohl einige Jahre vor Entdeckung des DNA-Moleküls vorgestellt, im wesentlichen den Reproduktionsprozeß des natürlichen Lebens wider. Die Automaten pflanzten sich nicht nur fort wie natürliche Lebewesen, sondern besaßen langfristig gesehen auch die Fähigkeit, sich in eine komplexere Form als die des Originals weiterzuentwickeln. Von Neumann erkannte, daß Leben nicht nur auf Information gründete, sondern auch auf Komplexität. Sobald eine bestimmte kritische Masse an Komplexität erreicht ist, können sich Objekte fortlaufend selbst reproduzieren, wobei sie nicht nur ihresgleichen hervorbringen, sondern sogar den Ursprung für kompliziertere Objekte sein können, als sie es selbst sind. Als Beispiel galt ihm der Weg, den die Evolution von relativ einfachen, einzelligen Organismen zu so komplexen Wesen wie den Säugetieren beschritten hatte.

Eng mit der Komplexitätstheorie war noch etwas verknüpft, das ebenfalls mit der Entstehung des Lebens verbunden ist: das Konzept der Selbstorganisation. Die Selbstorganisation mußte als eine Kraft der Natur verstanden werden, welche die Evolution unterstützte und das System so in Richtung größere Komplexität trieb.

Die bekannteste Anwendung der durch von Neumann definierten Zellautomaten sollte das Spiel „Life“ werden, erfunden von John Horton Conway. Es war ein abstraktes Spiel, in dem Leben simuliert wurde. Da in dieser künstlichen Welt alles von Regeln abhing, sogar die Physik und der Sinn des Universums, mußten diese Regeln perfekt aufeinander abgestimmt sein; Life war gewissermaßen ein universeller Computer. Waren

Zellularautomaten gar komplex genug, ein ganzes Universum hervorzubringen? Letztlich haben wir keinen Beweis dafür, daß unser Universum nicht auch ein Zellularautomat ist, der auf dem Computer eines ausgezeichneten Programmierers im Himmel läuft. Konnte ein Zellularautomat ein Modell der fundamentalen Physik sein?

Kann unsere gesamte Welt, der Kosmos, als zellulärer Automat aufgefaßt werden? Es ist vorstellbar, daß man auf der Suche nach immer kleineren Grundeinheiten der Materie die Quarks oder auch die Strings durch noch einfachere Einheiten ersetzen muß. Sie wären dann durch die Zahl der Zustände beschrieben, die eine Gitterzelle annehmen kann, und vielleicht kommt man - der Idee der Digitalteilchen entsprechend - mit zwei Zuständen aus. Erlaubt es der diskrete Charakter der Quantenwelt, Elementarteilchen als zelluläre Automaten zu betrachten, die gemäß einfacher Regeln von einem Zustand zum nächsten springen (eine Manifestation der vier Grundkräfte der Natur)? Die materielle Wirklichkeit wäre dann nichts weiter als eine Simulation von zellulären Automaten.

Die Vorstellung der Welt als digitales Gitter bringt einige Vorteile mit sich. Allerdings muß die Erfahrung der Quantisierung auch auf Raum und Zeit übertragen werden. Die Vorstellung, daß sich Raum und Zeit bis ins Unendliche zerteilen lassen, stößt sowieso auf logische Widersprüche: Gäbe es keine untere Grenze, dann müßten die in der Natur vorkommenden Prozesse mit jener Genauigkeit ablaufen, die die Differentialgleichungen vorschreiben. Dann hätten wir es aber in jedem kleinsten Raum mit einer unendlich großen Informationsdichte zu tun - zu deren Berechnung unendlich viel Zeit nötig wäre. Die Quantisierung von Raum und Zeit erscheint danach fast unvermeidlich.

Die Hypothesen eines programmierten Universums hat faszinierende Konsequenzen. Naturgesetze allein genügen nicht zur Beschreibung unserer Welt, die Suche nach einer Weltformel erinnert an den Kampf Don Quichottes gegen Windmühlen. Die Naturgesetze entsprechen in einem Programm den Algorithmen, bei den zellulären Automaten den Überführungsregeln. Die alleinige Existenz der Algorithmen genügt noch nicht, um dynamische Prozesse zu veranlassen. Dazu bedarf es eines Ablaufplans. Erst beides zusammen, das Programm und die darin eingebetteten Algorithmen, beschreiben Abläufe, ob sie nun in Turing-Maschinen, zellulären Automaten, in Computern oder in unserer physikalischen Welt ablaufen. Erst durch das Programm, in das sie eingebettet sind, bekommen die Algorithmen Bedeutung. Das physikalische Weltgeschehen hängt von Anfangs- und Randbedingungen ab, die sich aus der Theorie prinzipiell nicht ableiten lassen. Mathematische Formeln für sich allein genommen genügen nicht, um einen Ablauf wie jenen der Welt festzulegen. Dazu bedarf es vor allem eines Schemas, durch das festgelegt wird, in welcher Weise und worauf die Formeln anzuwenden sind. Ist der Kosmos ein Programm, das sich in zwei Aspekten zeigt, dem „Outer Space“, also dem physikalischen Universum, und dem „Inner Space“, also dem Bewußtsein und der Psy-

che? Auf der quantenphysikalische Ebene könnte dies dem Dualismus von Welle und Teilchen entsprechen.

Vielleicht ist nicht Masse und Energie, sondern Information das „Baumaterial“ des Universums - das Universum funktioniert demzufolge wie ein gigantischer Computer, der aus hierarchisch einander überlagernden zellulären Automaten zusammengesetzt ist. Elementarteilchen wie die Elektronen wären demnach sich im Raum fortbewegende Information, und der entscheidende Faktor der Materiekonfigurationen wäre nicht die Substanz, sondern die sich ständig verändernden Muster. Sind in den Gasmolekülen der Sonnen und den Kohlenhydratverbindungen der Organismen Informationen imprägniert, und sind die Materie- und Energieflüsse des Universums letztlich nur Ausdruck der in ihm vorhandenen Information?

Vielleicht mögen die Grundprinzipien der zellulären Automaten in ihrer ausschließlich lokalen Kommunikation simpler, identischer Teile als viel zu einfach erscheinen, um mit ihnen die Komplexität der Natur erfassen zu können. Doch mit ihnen lassen sich digitale Universen generieren, die durchaus Ähnlichkeit haben mit dem uns bekannten physikalischen Kosmos und den in Computern erzeugten Cyberspace-Welten. Vielleicht spiegeln sich die Quantenrealität der Natur und die Bit- und Byte-Struktur der Computer in den diskreten Eigenschaften der zellulären Automaten wider.

Irgendwo im Hintergrund leuchtet die Dritte Ultimate Frage auf, die da lautet: „Wer initiierte das GESETZ, und was bewirkt es?“ Diese Dritte Frage steht in logischem Zusammenhang zu den beiden ersten ultimatsten Fragen, in deren Zentrum Kosmonukleotide (Frostrubin) und die Doppelhelix des Moralischen Codes als kosmisches Schöpfungsprogramm (Endlose Armada) stehen. Ist der Kosmos bzw. das Multiversum ein mathematisch-geistiges Produkt, das irgendwie mit Turingmaschinen und Zellulären Automaten assoziiert ist? Ist der liebe Gott ein Mathematiker, der auf seiner zehndimensionalen String-Gitarre die Musik spielt, die wir als „Welt“ wahrnehmen?

Kosmonukleotide als universelle Turingmaschinen, der Moralische Code als Realitätsgenerator ? Ist das der Punkt, über den menschliches Erkenntnisstreben nicht hinausgehen kann ?