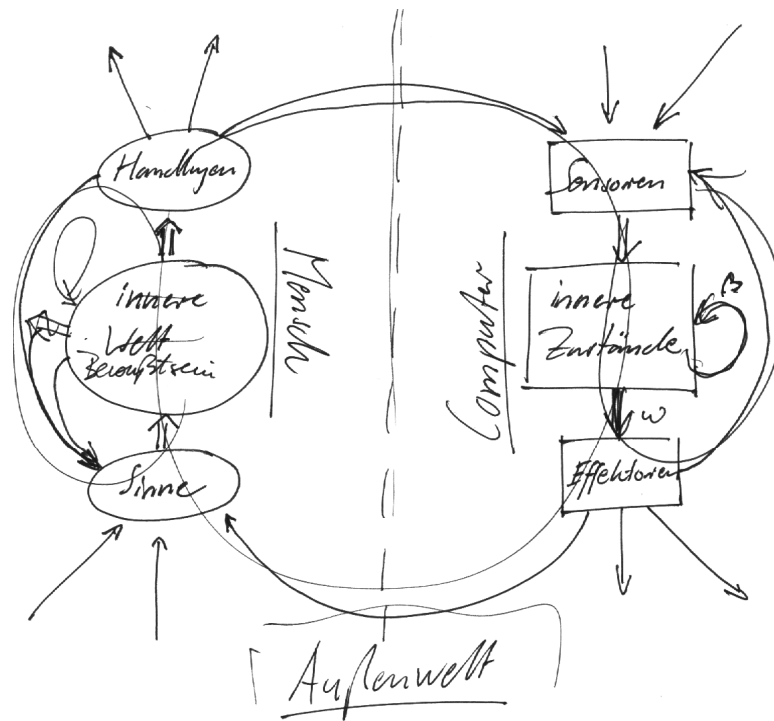


# Innere Zustände



Georg Fleischmann/Ursula Damm

## Die Maschine

Die Theorie vom Computer benötigt keinen Begriff des Raumes. Er ist damit a priori ein nicht-Ort, der vielmehr durch den Begriff des Zustandes und dessen Veränderungen bestimmt wird (Beispiel: siehe Kästen). Als formales Konstrukt von Zeichen auch nicht unlösbar an ein bestimmtes Material gebunden, ist selbst der Formalismus noch austauschbar. Es gibt nichts, das an der formalen Erscheinung des Computers unveränderlich, greifbar oder real wäre. Sogar die Zeichen, die er manipuliert, verzichten auf jede Repräsentation. Es gibt keine Verbindung zwischen ihnen und der Welt; sie beziehen sich ausschließlich auf sich selbst. Aber gerade aus dieser Bedeutungslosigkeit aller Zeichen erwächst die Mächtigkeit der Maschine. Sowohl die Zeichen als auch die Prozesse sind frei für subjektive Verknüpfungen durch den Benutzer, der sowohl jedwede Struktur und deren Veränderungen als auch die Bezüge zwischen den Strukturen und seiner eigenen Welt festlegt.

Das Atelier ist oder war gemeinhin der Ort, an welchem der Künstler seine Werke schuf. Solange ein Werk als Rohmaterial im Bewußtsein des Künstlers vorliegt, bewegt er sich in Räumen, die von Bildern seines Gedächtnisses und seiner Imagination generiert werden. Zwischen diese und den Ort der „Umsetzung“, Entäußerung im Atelier bzw. dem Ausstellungsort kann der Künstler mittels Computer ein zweites, künstliches Bewußtsein einfügen. Sowie Handwerkzeuge die Handfertigkeit des traditionellen Künstlers unterstützen, kann der Rechner als Erinnerungs-, Denk-, Entwurfs- und Imaginationmaschine Aufgaben übernehmen. Ist der Rechner nur Werkzeug im traditionellen Sinne oder verändert er das, was uns „Kunst“ bedeutet, was der Mensch mehr leistet als die Maschine? Seine Möglichkeiten anzusprechen ist Anliegen dieses Artikels.

## Verbindung zur Außenwelt

Die Eingabewerte  $e_i$  sind Diskretisierungen von Ereignissen in der Realität, gewissermaßen Abtastwerte oder Momentaufnahmen des räumlichen und zeitlichen Kontinuums unserer Außenwelt. So wie der Mensch über die Sinne die Außenwelt erfährt, werden dem Computer durch die angeschlossenen Eingabegeräte und Sensoren Ereignisse aus der Wirklichkeit mitgeteilt. Diese Ereignisse werden noch in den Eingabe-Apparaturen in diskrete Signale, d.h. Eingabewerte  $e_i$  umgewandelt und sind damit als syntaktische Zeichen von ihrer Herkunft und Semantik, also einer inneren Bedeutung für die Maschine (zunächst) befreit. Anhand der Zeichen selbst kann nicht zurückverfolgt werden, ob sie von Kameras, Mikrofonen, Bewegungsmessern, Tastaturen

Eingabegeräte filtern gemäß ihrer Bauweise aus Ereignissen Daten, wobei sie bestimmen, auf welche Sichtweise und Intention hin eine Ereignis „eingefangen“ werden soll. Gegenüber der Photographie bietet der Rechner die Möglichkeit, auch nicht-sinnliche, aber durch Meßgeräte wahrnehmbare Phänomene zu verarbeiten. Das erweiterte Spektrum der zu bearbeitenden Daten besteht z. B. in Wärmefeldern, Windbewegung, elektrischen Ladungszuständen, kosmischer Strahlung etc. Nach der Eingabe in den Computer können die abstrahierten Phänomene nicht mehr in ihrer Ganzheit erfahren werden. Diese Ereignisse sind ihrer Verbundenheit durch ihre Lebensumstände beraubt, verlieren ihre inhaltliche Beziehung zueinander. Ihren Existenzbedingungen entzogen sind sie beliebig

generiert wurden. Durch die Abtastung und Diskretisierung werden Ereignisse der Realität syntaktisch codiert, sie werden immaterialisiert in dem Sinne, daß sie als Symbole an kein Material gebunden sind und damit beliebig transformierbar, darstellbar und interpretierbar sind. Auch der Unterschied zwischen Operatoren und Operanden ist auf dieser Betrachtungsebene aufgehoben, d.h. es wird auf syntaktischer Ebene nicht unterschieden zwischen Eingabezeichen, die einen Prozeß definieren und Zeichen, auf die ein Prozeß einwirkt. Die menschlichen Effektoren (Sprache, Mimik, Gestik, Haptik) finden ihr Gegenstück in den Peripheriegeräten zur Steuerung von Prozessen unterschiedlichster Ausprägung, (z.B. Erzeugung von Tönen und Bildern und Steuerung von mechanischen Abläufen). Die Generierung externer Ereignisse wird durch die Ausgabewerte  $z'$  kontrolliert, d.h. immaterielle Formalismen, syntaktische Zeichen nehmen nun wieder Bezug auf die Wirklichkeit und verändern diese. Die inneren Zustände der Maschine rematerialisieren sich gewissermaßen in den Effektoren.

manipulierbar. Dies bedeutet, daß die gewonnenen Daten ihren Zusammenhang im Rechner erst durch Modelle gewinnen, die ihnen anstatt ihrer inhaltlichen Struktur als gedankliche Synthese zugeordnet werden. Was aus den Daten erzeugt werden soll, ob ein realistisches Abbild (orientiert an der Optik und der Akustik) oder eine Übersetzung, die Abbildung einer Synästhesie, eine Metamorphose eines Ereignisses in eine andere Wahrnehmungsdimension, liegt am Prozeß, mit welchem die Daten verändert werden. Dadurch gewinnen die Daten an Interpretierbarkeit. Die Datenausgabe bestimmt die sinnliche Ebene, auf welcher die Daten rezipiert und in die alltägliche Wahrnehmung eingebunden werden sollen. Vorgefertigte Geräte zu verwenden (z.B. die des Designs) bedeutet, zu vernachlässigen, zu welchem Lebensbereich das Computerprodukt in Beziehung gesetzt werden soll. Wie soll das Ausgabe- oder Endprodukt überhaupt mit der Realität umgehen? Sie als „bessere Wirklichkeit“ überbieten, weil es Schauplatz ist für (aus sozialem Defizit) nichteinlösbare psychische Wunschträume, oder ob es seine Anwendung, seine Verwirklichung wieder in der Einbringung in den Realraum, die Realzeit erfährt, diese nicht ersetzen- sondern verändern wollend. Die Daten so zu gestalten, daß sie als das **synthetische Gegenüber** gesehen werden, das sie durch ihre Verarbeitung sind, ist eine Forderung an die Transparenz der formalen Mittel.

## Innere Zustände, Gedächtnis und Determiniertheit

Das innere Spiel der Maschine ist eine ständige, getaktete Umformung von Symbolen. Die rhythmischen Muster der Zustandsübergänge folgen dabei streng formalen Regeln. Eine fundamentale Eigenschaft von Computern ist, daß zukünftige Zustände nur vom Momentanzustand  $q'$  und den Eingaben  $e'$  abhängen, gleichviel wie der momentane Zustand erreicht wurde. Die Vergangenheit eines Prozesses muß, wenn sie erinnert werden soll, als Teil des Zustands der Maschine gespeichert werden. Die inneren Systemzustände, d.h. die Menge der Werte in den Speichern und Registern der Maschine, fungieren somit sowohl als Gedächtnis der Maschine als auch als Abbildungsfläche für die Repräsentationen der Außenwelt. Der Prozeß der Zustandsübergänge (hier präzisiert durch die Funktion  $f$ ) ist in programmierbaren Maschinen ebenfalls Teil des inneren Systemzustandes (s.o. Gleichbehandlung von Operanden und Operatoren) und beschreibt die Struktur des ablaufenden Prozesses sowie die Beziehung aller beteiligten Zeichen untereinander. Zustandsübergänge erfolgen streng deterministisch, Zufall ist immer Pseudo-Zufall, der über nichtlineare Funktionen simuliert werden muß. Scheinbar zufälliges Verhalten der Maschine wird durch strukturelle oder prozessuale Komplexität erreicht. Zufall ist in endlichen

Der **innere Momentanzustand** ist von der Außenwelt abgekoppelt. So hält der Computer eigentlich nur **Vergangenes gegenwärtig**. Diese Erinnerungsfetzen (z.B. Bilder) werden durch Programmierung auf ein zu bestimmendes **Ziel** hin schrittweisen **Veränderungen** unterworfen werden. Die Zielsetzung dieser Veränderungen sind - in den handelsüblichen Programmen - die Abstraktionsformen von tradierten Verständnismodellen der Wirklichkeit und können analog zur Entwicklung von **Stilen** (z. B. der klassischen Moderne) gesehen werden wie Kubismus, Suprematismus oder Pointillismus. So liefern Grafik und 3-D Programme Werkzeug zum Erstellen von Bildern, die auf Konstruktionsprinzipien beruhen, die die **Kulturgeschichte** hervorgebracht hat (Synthese des menschlichen Körpers aus geometrischen Primitiven, Photoshop Filter, die z.B. den impressionistischen oder pointillistischen Malstil nachahmen). Formale Systeme haben die Eigenschaft, die Struktur des Endprodukts vorwegzunehmen. Sie müssen bereits **vorgedacht** sein, um in der Maschine laufen zu können. Die Verarbeitung der Daten kann jedoch Ergebnisse liefern, die unerwartet und überraschend sind. Prozesse auf dem Rechner können durch ihre Verknüpfung, ihre Dauer, Komplexität Dinge liefern, die das menschliche Bewußtsein nicht zu leisten in der Lage wäre. Das Innenleben dieser Produkte berichtet dann von der Eigen-

deterministischen Zustandsmaschinen immer ein Nichtdurchschauen des deterministischen Vorganges. Der digitale Computer ist damit in gewisser Weise eine Miniatur der determinierten kosmischen Maschine Newtons.

dynamik der formalen Prozesse. Daß z.B. deterministische physikalische Erklärungsmodelle, wie sie in den Grafikprogrammen angewandt werden, die Welt nicht widerspruchsfrei zu beschreiben vermögen, mag darauf hin deuten, daß, was auch immer im Rechner prozessiert wird, nicht der formalen Struktur der Wirklichkeit entspricht (so eine solche existiert).

## Systemverhalten und Programmierung

Die Funktionen (für Zustandsübergänge) und (für die Ausgabe) sind die Dynamik des Systems, sie determinieren das zeitliche Verhalten und - mittels des Benutzers - auch das Verhältnis des Apparates zur Realität. In diesen Funktionen steckt alle Mächtigkeit der Maschine. Die Funktionen und sind in sog. Universalrechnern, also allen handelsüblichen Computern, frei programmierbar. Durch die Programmierung werden die Abbildungen und erst definiert, es wird das Verhältnis des Apparates zur Realität jeweils neu festgelegt. Eine der Fragen, die von Anfang an mit Rechenmaschinen verbunden waren, ist die der Automatisierbarkeit menschlichen Denkens. Die von A. Turing präzierte Frage lautet in hier benutzten Terminologie: „Kann es gelingen, Abbildungen und zu finden, so daß durch einen externen Beobachter das Ein-/Ausgabeverhalten der Maschine nicht von menschlichem Antwortverhalten unterschieden werden kann?“ Die Frage ist bisher nicht entschieden. Hätten im Fall des Gelingens die Zeichen zwangsweise eine innere Bedeutung für die Maschine?

Wer den Computer nur als Werkzeug benutzt, arbeitet mit vorgegebenen Abbildungen. Er kann den Rahmen dieses Werkzeuges nicht verlassen. Das Werkzeug nimmt somit direkten Einfluß auf das Werk. Der Programmierer hat die Möglichkeiten des Werkzeuges festgelegt und damit die universelle Maschine zur speziellen degradiert.

Die Macht des Künstlers liegt in der **Kombination** aus **Inhalt** (eines Zustands) und **Form** (des Abstraktions- oder Veränderungsprozesses der Maschine). In diesen Kombinationsmöglichkeiten liegen die Chancen, Dinge zu erzeugen, die in der realen Welt nicht vorkommen oder zu dieser als Hypothese **assoziiert** werden können. Denkmbrüche, veränderte Positionen verlangen nach neuen **Formgebungen**, nach veränderter Programmierung. Die Statik der Maschine wird hier Hemmschuh für die Kreativität, zumal die Umsetzung intuitiv gefundener Aussagen in Formsysteme ein langwieriger Prozeß ist, der zwei Bewußtseinszustände fordert: den der **Versenkung** und den der **analytischen Distanz**. Andererseits, sofern ein Künstler beansprucht, daß seine Arbeit umsetzbar ist in die Gestaltung des Alltags (vorbildhaft für Dritte, anwendbar in anderen Disziplinen), muß intuitiv gefundenes so niedergeschrieben, formuliert oder abgebildet werden, daß es les- und übersetzbar ist. Das Entwickeln einer **abstrakten Formensprache** mit eigenem **Beziehungsgefüge** erlaubt eine Übertragung von Denkformen auf andere Lebensbereiche (denn Übertragungen können nur stattfinden, wenn in zwei Sachverhalten Gemeinsames gefunden wird: es muß in beiden so formuliert sein, daß es verglichen werden kann als abstraktes, unabhängig existenzfähiges System). Solange der Künstler im intuitiv unformalisierten bleibt, bleibt eine **Aussage an seine Person gebunden**. Daß für die Veränderung der Lebenskultur das Entwickeln einer Formensprache revolutionärer ist denn die Anwendung von Formalismen, ist offensichtlich.

## Raum, Zeit und virtuelle Realitäten

Existieren geeignete Abbildungen zwischen unserer natürlichen Welt bzw. unserer Vorstellung von der Welt und den Eingaben, inneren Zuständen und Ausgaben der Maschine, spricht man von Simulationen. Als virtuelle Realitäten bezeichnet man insbesondere Simulationen mit komplexen, aber komfortablen Ein- und Ausgabefunktionen. Die Ein-/Ausgabevektoren werden hierbei lediglich mit Hilfe neuerer Mensch-Maschine-Schnittstellen generiert und interpretiert, z.B. Datenbrille, Datenhandschuh, haptischem Feedback, etc. Virtuelle Realitäten und Simulationen sind maschineninterne Nachbildungen von Gesetzmäßigkeiten, Modellen und Abläufen unserer Außenwelt, die über die Ausgabefunktion :  $Q$   $Z$  für einen externen Beobachter erfahrbar gemacht werden können. Erst durch den Benutzer

Der Rechner erlaubt es, Situationen zu modellieren, die Abbild der Wirklichkeit sein können. Es existieren bereits Bilder, Simulationen von Wirklichkeit, die vom Zuschauer nicht mehr von der real existierenden Welt unterschieden werden können. Sie werfen die Frage auf, wie wirklich das, was wir erleben überhaupt ist, wie weit auf Sinneseindrücke Verlaß ist, wie weit eine materielle Existenz für uns Bedeutung hat und wäre eine mögliche, thematisch-sinnvolle Gegenüberstellung von Raum und virtuellem Raum. Dies hebt auch eine nicht-an-der-bekanntem-Welt orientiertes, computergeneriertes raum-zeitliches Erlebnis auf eine neue Ebene, denn, wenn dieses zur verlässlichen Gewohnheit wird, könnte es gleichwertiger Teil des alltäglichen Erlebens werden. Damit ist der Bildhauer von der Notwendigkeit entbunden, Modelle von

erhalten die Ausgabewerte und auch die maschineninternen Modelle eine Bedeutung. Der Computer bietet erstmals die Chance, das Chaotische und Komplexe zu **simulieren** und zu explorieren. Es können Modelle untersucht werden, die sich aufgrund ihrer Komplexität einer gedanklichen Analyse weitgehend entziehen. Diese Modelle können nun aber implementiert und in Bezug auf ihr dynamisches Verhalten beobachtet und (z.B. visuell) bewertet werden. Hierbei können Einsichten gelingen, die bei Betrachtung des starren, formalen Modells schwer zu antizipieren sind. Die Maschine wird zur **Imaginationsmaschine**.

Von einigem Interesse ist auch die Möglichkeit, die von uns im Alltag wahrgenommenen Gesetze des Raumes und der Zeit, innerhalb derer sich alle Existenz manifestiert, mit Hilfe des Computers aufzubrechen. Die Konzepte des kartesischen Raums und der linearen und gerichteten Zeit, von denen sich die Physik schon lange verabschiedet hat, sind mittels des Computers beliebig formbar, ihre Relativität wird erfahrbar.

Wirklichkeit auch materiell umsetzen zu müssen und damit „nicht-Orte“ zu schaffen, die keine funktionale Bindung an den realen Raum aufweisen. Auch ist zu hoffen, daß der Künstler durch die Verlagerung der „Modellierungsarbeit“ auf den Computer freigestellt wird für die Leistungen, die die Maschine nicht erbringen kann, nämlich komplexe Wahrnehmung, Intuition, neue Denkansätze

### Interaktivität

Interaktion wird möglich, wenn der Eingabe-, Verarbeitungs- und Ausgabestrom durch einen Benutzer zyklisch geschlossen wird. Aktionen des Benutzers werden als Eingabevektoren erfaßt und mittels der Abbildungen und werden geeignete Reaktionen generiert. Die sinnlich erfahrbare und plausible Verbindung von Aktion und Reaktion empfindet der Benutzer als Kommunikation mit der Maschine. Wenn alternierend der Benutzer auf die Maschine und die Maschine auf den Benutzer reagieren, schließt sich der Zyklus. Die Ereignisse der Realwelt schlagen sich in formalen inneren Zuständen der Maschine nieder, diese wirken über Effektoren wieder zurück auf die Außenwelt und den Maschinenbenutzer. So wie der Benutzer das Verhalten der Maschine verändert, wirkt auch die Maschine zurück auf den Benutzer und verändert dessen „inneren Zustand“.

In der interaktiven Installation besteht die Möglichkeit, die Innenwelt des Computers mit der Realität kurzzuschließen. Das utopische Moment beispielsweise einer Computersimulation wird dabei durch die Koppelung an die stete Eingabemöglichkeit des Benutzers entschärft. der die inneren Computerzustände „lernfähig“ macht in Bezug auf den Anwender. Insbesondere aber macht die Möglichkeit, Computerräume mit dem wirklichen Raum zu überlagern, Handlungen in beiden Räumen gleichzeitig auszuführen und sie aufeinander wirken zu lassen deutlich, daß der virtuelle Raum, die virtuelle Zeit, anderes leisten sollte als die schon vorhandene Welt. Es bietet sich die Möglichkeit, eigene Traumwelten und Gedankenexperimente, so unvereinbar sie mit dem augenblicklichen Leben auch zu sein scheinen, erfahrbar zu machen und zur Diskussion zu stellen. So kann der virtuelle Raum Situationen schaffen, die den realen Raum auf eigene Visionen hin hinterfragt.

Der Zustand eines Computers zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$  kann formal beschrieben werden als Tripel  $(E, Z, Q)$ . Dabei bedeutet:

$e^t = [e_1^t, e_2^t, \dots]$  Vektor der Eingabewerte zum Zeitpunkt  $t$

$z^t = [z_1^t, z_2^t, \dots]$  Vektor der Ausgabewerte zum Zeitpunkt  $t$

$q^t = [q_1^t, q_2^t, \dots]$  Vektor des inneren Zustands der Maschine zum Zeitpunkt  $t$

$E$  sei die Menge aller möglichen Eingabevektoren  $e^t$ ,  $Z$  die Menge der möglichen Ausgabevektoren  $z^t$  und  $Q$  die Menge der möglichen inneren Zustände  $q^t$ . Die Maschinen heißen endlich, da  $E$ ,  $Z$  und  $Q$  endlich sind, d.h.  $e^t$ ,  $z^t$  und  $q^t$  können nur eine bestimmte Anzahl verschiedener Werte annehmen. Die Dynamik des Systems, also das zeitliche Verhalten, kann stark vereinfacht durch zwei Funktionen und charakterisiert werden.

$q^{t+1} = (q^t, e^t)$  ist die Zustandsübergangsfunktion

$z^{t+1} = (q^t)$  ist die Ausgabefunktion

Durch das Quintupel  $(E, Z, Q, \dots)$  ist das innere Verhalten wie auch das Ein-/Ausgabe-Verhalten endlicher Zustandsmaschinen vollständig beschrieben, also auch das sichtbare Verhalten von realen Computern. Zustandsübergänge sind hierbei deterministisch und nur zu diskreten äquidistanten Zeitpunkten möglich, d.h.  $t \in \{t_1, t_2, t_3, \dots\}$  wobei  $i \in \{1, 2, 3, \dots\}$  gilt:  $t_{i+1} - t_i = \Delta t$ .

