

2.2.2 Spiele und Simulationen

- Spiele

Spiele sind das Ausprobieren möglicher Varianten eines Systems, wobei je nach Art des Spiels verschiedene Spielregeln gelten. Im Rahmen der Spielansätze sind vor allem die Ausarbeitungen durch **von Neumann** und **Morgenstern** von Bedeutung. Ihre Spieltheorie beschreibt ein zyklisches Modell, das immer wieder Abläufe mit neuen Mustern hervorbringt. Das Minimax-Theorem von J. von Neumann aus dem Jahr 1928 besagt, daß zwei Spieler sich genau darüber einig sind, wie weit sie sich uneinig sind, da das Maximum des Minimums des einen Spielers dem Minimum des Maximums des anderen Spielers entspricht.^{1/} Jeder Spieler spielt hierbei so, daß er hinsichtlich der verfügbaren Information in Übereinstimmung mit einer vollkommen intelligenten Strategie spielt, die ihm am Ende den größten Erwartungswert des Gewinnes sichert.^{2/} Beim letzten Zug des Spieles strebt ein Spieler normalerweise danach, einen gewinnbringenden Zug zu machen oder ein Unentschieden zu sichern, während der andere versucht, die Niederlage zu verhindern oder ebenfalls ein Unentschieden herauszuholen. Computerspiele führen heute die Bereiche Computer, Medien und Kommunikation in Virtuellen Realitäten zusammen, da diese eine intensive Mensch- Maschine-Interaktion ermöglichen.^{3/4/}

Gerade durch die heutige Informationsgesellschaft wird uns jedoch deutlich vor Augen geführt, daß wir es mit unvollständigem Wissen zu tun haben, und daß die Zufallskomponente eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Zufallsspiele, die von der Zeit abhängen führen zum Forschungsbereich der Nichtlinearen Dynamik.^{5/} In einer nichtlinearen Cyber-Ökonomie mit verteilter Intelligenz werden zunehmend Kryptographie-Spiele durchgeführt werden, d.h. Spiele, bei denen es um die Codierung und Decodierung von Daten gehen wird (siehe Kapitel 4.2.3).^{6/} Es gibt sinnvolle und sinnlose Spiele, wobei man bei den sinnlosen Spielen eigentlich nicht von Spielen reden kann, sondern nur von Manipulationen. Was das Spielen in komplexen Systemen wie der Wirtschaft so schwierig macht, ist die Tatsache, daß man viele Ziele gleichzeitig verfolgen muß und daß die Wahrnehmung von Chancen durch verborgene Manipulationen und Muster erschwert wird. Die Spieltheorie steht in direktem Bezug zu interaktiven Entscheidungsproblemen in der Ökonomie oder in Unternehmen. In den 50er Jahren legte John **Nash** den Grundstein für eine allgemeine nicht-kooperative Spieltheorie, während **Axelrod** in den 80er Jahren wieder den

kooperativen Aspekt (z.B. Gefangenendilemma) betonte.^{7/} Die n-Personen-Spieltheorie von Nash hat gezeigt, daß es verborgene, komplexe Ordnungen gibt, die, wie wir später sehen werden, auch beim Deterministischen Chaos eine besondere Rolle spielen.

Auch die heutige Populationsgenetik, um ein heutzutage hochaktuelles Beispiel zu nennen, läßt sich in eine Theorie der dynamischen, differentiellen Spiele einordnen, wobei die evolutionären Prozesse durch dynamische, zeitabhängige, nichtlineare Gleichungssysteme beschrieben werden können. Der Mensch scheint deshalb entstanden zu sein, weil die Evolution ein Spieler ist.^{8/} Die Erfolge der Zufallsspiele, der Determinierungs- und Ordnungsspiele der Evolution, beruhen hierbei auf einer Vergrößerung der Trefferchance, während dadurch das Repertoire zurückgeht.^{9/} Dies verdeutlicht auch Buckminster **Fullers** "World Game", bei dem durch eine neuartige Verteilung der Weltressourcen jeder die Chance hätte, als Sieger den Platz zu verlassen.^{10/} Da es ohne Regeln kein Spiel gibt, soll auf die Bedeutung von Regeln im Kontext der Kybernetik nochmals vertieft eingegangen werden. Buckminster Fuller hat bereits vor Jahrzehnten darauf hingewiesen, daß in einer neuen Situation die Ordnung nur dann erhalten werden kann, wenn die Spielregeln geändert werden. Wenn man die Veränderung der Spielregeln beeinflussen will, muß man selbst zum Mitspieler, zum Teilnehmer werden.

Betrachtet man z.B. ein Schachspiel als ein komplexes Netzwerk, so lassen sich die Spielzüge und die jeweiligen Muster in hoch-dimensionalen Räumen abbilden.^{11/} Was beim Schach als Überraschung, als kreativer Spielzug gewertet wird, ist ein mögliches Muster des komplexen Raumes aller Möglichkeiten. Hierbei können Emergenz und Selbstorganisation durch die Entfaltung der versteckten Möglichkeiten einer komplexen Struktur auftreten. Das Überraschungsmoment liegt hierbei darin, daß wir als Menschen nicht alle Berechnungen durchführen können. Für einen Computer, der alle Züge des Schach vorausberechnen kann, gibt es deshalb keine überraschenden Spielzüge. Die Programmierung eines Computers auf Sieg setzt deshalb voraus, daß man gut darüber nachdenkt, was man mit Gewinnen^{12/} meint.^{13/} Schach ist trotz seiner Komplexität durch eine relativ kleine Anzahl von Regeln^{14/} und eine endliche Zahl von Möglichkeiten (siehe nächster Absatz) zu charakterisieren. Management ist jedoch ein unendliches Spiel. Deshalb sollte es uns nicht weiter beunruhigen, wenn ein Computer im Schachspiel gegen den Menschen

gewinnt. Menschen haben durchaus andere Ziele im Leben, als bloß beim Spiel zu gewinnen, was natürlich deren Spielweise beeinflusst./15/

- Endliche und unendliche Spiele

Spielen ist ein freiwilliger Akt, da ein Spielen unter Zwang nicht möglich ist./16/ Es lassen sich endliche, äußerlich definierte Spiele und unendliche, innerlich definierte Spiele unterscheiden./17/ Innerhalb unendlicher Spiele können endliche Spiele gespielt werden. Die Spielregeln von endlichen und unendlichen Spielen sind unterschiedlich. Während bei endlichen Spielen die Regeln durch Zustimmung der Spieler festgesetzt werden, können sich bei unendlichen Spielen die Regeln im Verlauf ändern./18/ Während "endliche" Spieler innerhalb von Grenzen spielen und versuchen ihre Spiele zu gewinnen, spielen "unendliche" Spieler mit Grenzen und versuchen hierdurch zu überleben/19/, d.h. diese verändern ihre Interfaces. Da das unendliche Spiel seine Interfaces verändern kann, ist es ein Spiel um Freiheit. Deshalb führen Überraschungen beim unendlichen Spiel auch nicht zum Spielabbruch, sondern sie forcieren das Weitermachen./20/

Überraschung kann für einen Computer nur bei unendlichen Spielen auftreten, d.h. Spielen mit einer unendlichen Anzahl von Möglichkeiten. Deshalb muß bei spieltheoretischen Ansätzen auch der Faktor Zufall in den Modellen berücksichtigt werden. Da unendliche Spiele einen Wandel auslösen, kann man Manager im Sinne von **Carse** auch als unendliche Spieler bezeichnen. Spieler agieren hierbei in Spielräumen wie z.B. dem Cyberspace. Der Begriff des Spielraums trifft das Wesen des Raumes in seiner ursprünglichen Bedeutung, als einen freien Raum, der den Menschen umgibt, wobei der Spielverlauf die zeitliche Komponente für die Entscheidungsfindung repräsentiert. In komplexen Organisationen müssen ständig Entscheidungen getroffen werden, um unterschiedliche Probleme zu lösen. Dies geht nur, wenn die Strategien während des Spiels ständig besser werden, d. h. wenn die Systeme lernfähig sind. Während das Schachspiel ein geschlossenes System mit festen Spielregeln darstellt, sind sozioökonomische Systeme offen und in der Lage, ihre Spielregeln zu ändern.

Das Spiel war eher als die Arbeit das formative Element der menschlichen Kultur, behauptet der Historiker J. **Huizinga** in seinem "Homo ludens" ("Der spielende Mensch")./21/ Betrachtet man die Entwicklung des menschlichen Fortschritts und der sozioökonomischen Systeme, so scheint

diese Hypothese nicht so abwegig. **Lyotard** unterscheidet zwei Arten des Fortschritts im Wissen: den neuen Spielzug und die Erfindung neuer Regeln./22/ Hat man mit einer Strategie keinen Erfolg, muß man bereit sein, über das Wozu des Spiels nachzudenken, die Spielstrategie zu wechseln, die Spielregeln zu verändern oder das Spiel gegebenenfalls zu verlassen und ein neues Spiel an einem anderen Ort zu beginnen./23/ Unterläßt man dies, bleibt einem nur die Niederlage. Nicht das Lösen von Problemen, die lösbar sind, darf im Mittelpunkt unserer Spiele stehen, sondern die Lösung von Problemen, die gelöst werden müssen, wie z.B. die zunehmende Vernichtung der Regenwälder durch Brandrodungen.

Wichtig bei Spielen ist die subjektive Erwartungshaltung des Spielers und die Tatsache, daß jeder Spielzug unweigerlich einen Zug beim Gegenspieler verursacht. Bei Spielen wird somit jeder Teilnehmer durch die antizipierten Handlungen der anderen Teilnehmer auf seine eigenen Handlungen beeinflusst./24/ Nicht jedes Spiel hat einen Sieger, da langfristig das Spiel auch für beide Teilnehmer einen negativen Ausgang haben kann. Diese Situation tritt vor allem bei komplexen Systemen auf, wo die Rückkopplung der Systeme nicht offen zu Tage tritt. Bereits bei drei Spielern (siehe Dreikörperproblem von Poincaré) kann ein Höchstmaß an Unbestimmtheit und Instabilität auftreten. Es kann also nicht mehr vorhergesagt werden, wohin sich das System entwickelt. Diese Unmöglichkeit der Prognose eines Mehrpersonen- Spiels gibt diesem einen ungewöhnlichen Reiz, ja man könnte fast sagen eine ästhetische Note.

- Reversible Spiele

Unter Reversibilität versteht man die zeitliche Umkehrbarkeit von Vorgängen. Die Zeit t kann hierbei durch die Zeit $-t$ ersetzt werden. Dies ist insbesondere in Simulationswelten, wie sie die Endophysik beschreibt, von Vorteil, da durch das Spiel mit einem Modell mehr über ein System gelernt werden kann. Nach **Piaget** zeigt sich Reversibilität im komplementären Spiel negativer Rückkopplungen und Antizipationen./25/ Spiele und Simulationen haben einen reversiblen Charakter, da sie die Irreversibilität von falschen Handlungen durch das Experimentieren mit Alternativen zu vermeiden suchen. Auf dem Gebiet der konkreten Operationen existieren zwei Arten von Reversibilitäten, die klassenbezogene Inversion oder Negation ($+ A - A = 0$) und die relationenbezogene Reziprozität ($A = B$ und $B = A$)./26/

Operationale Reversibilität ist eng mit der Invarianz von Strukturen verbunden, wie dies z.B. im Gedächtnis auftritt.^{27/} Berechnungen sind reversibel, wenn im Computer alle irreversiblen Schritte gespeichert werden, wobei jedoch der Speicherbedarf immens ist, um alle Schritte rückgängig machen zu können.^{28/} Wird dieses Problem jedoch gelöst, eröffnen sich neue Perspektiven für eine Cyber-Ökonomie, um die Auswirkungen dissipativer Effekte durch Anti-Dissipation zu kompensieren und somit Reversibilität zu erzeugen.^{29/} Die Anti-Dissipation ist jedoch nicht nur in der Lage Reversibilität zu erzeugen, sondern diese kann auch im Fall des Deterministischen Chaos Phasenübergänge (siehe Kapitel 2.3.2 und Kapitel 4.3.4.3) initialisieren.

Management hat zwar immer einen konkreten Anfang, sein Ende ist jedoch nicht definiert. Genauso ist es auch beim Internet: man beginnt zu surfen, ohne zu wissen, wo man Stunden später landet oder auch strandet. Während beim endlichen Spiel Grenzen zementiert werden, werden beim unendlichen Spiel Horizonte erweitert. Dieses Erweitern kann als Basis für Innovationen und für die Erneuerung unserer sozialen Systeme benutzt werden. Unser heutiges Problem im Management ist, daß wir endliche Spiele nicht reversibel, sondern irreversibel spielen und damit unsere natürliche Umwelt immer weiter zerstören und daß wir unendliche Spiele reversibel statt irreversibel spielen und somit die Erneuerung der sozialen Systeme verhindern. Die Simulation komplexer Interfaces eröffnet uns jedoch die Möglichkeit die Reversibilität ins Spiel zu integrieren und unseren Wirkungshorizont auf unendliche Spiele zu erweitern. Endliche Spieler entwickeln Strategien, während unendliche Spieler Visionen realisieren.

Durch das Aufkommen der Virtuellen Realitäten entstehen auch völlig neue Spiele für Manager. Dadurch werden Sprachspiele, die das Minimum an Beziehungen darstellen und für das Bestehen einer Gesellschaft erforderlich sind, um die neuartige Dimension der echtzeitorientierten Bilderspiele erweitert.^{30/} Diese neuen Spiel- und somit Simulationsmöglichkeiten werden dazu führen, daß Manager die Wirksamkeit ihres Handelns verbessern können. Das Management von Interfaces wird zu völlig neuen Spielregeln führen, die den genetischen Code des Wirtschaftssystems oder der Unternehmung repräsentieren. Manager müssen deshalb nach Regeln und Metaregeln suchen, die sowohl die Lebensfähigkeit des Einzelnen als auch des Gesamtsystems erhöhen. Da Spielen die Vorbereitung auf den Ernstfall ist, müssen Manager dieses Training am Computer auf sich nehmen, wenn diese die Anzahl falscher Entscheidungen minimieren

wollen. Dies ist vor allem deshalb wichtig, weil es vor allem im Management sogenannte "Double Bind"-Situationen gibt, bei denen eine Person, egal was sie tut, nicht gewinnen kann. Hier gilt es, durch eine intelligente Strategie Schadensbegrenzung zu betreiben.

- Simulationen

Unter Simulation wird das Durchspielen alternativer Entwicklungsmöglichkeiten verstanden, um Auswirkungen möglicher Entscheidungen abzuschätzen. Simulationen haben für Teilnehmer eine ästhetische Dimension, wobei durch die Reversibilität und die Negation eine Symmetrie zur Zeitachse gegeben ist. Die Dissimulation verneint hierbei, was ist, während die Simulation das, was nicht ist, bejaht.[/31/](#) Simulationen werden dann eingesetzt, wenn mit Gefahren für das physische System und großen Kosten zu rechnen sind sowie Trendberechnungen, Prognosen und Funktionstests benötigt werden.[/32/](#) Simulationen werden zukünftig zu den wichtigsten Wachstumsmärkten gehören, da sie uns reversible Spiele mit komplexen Systemen ermöglichen und durch frühzeitiges Erkennen der kybernetischen Zusammenhänge zur Fehlervermeidung beitragen. Es scheint so, als hätte der Dritte Weltkrieg in Form des Kalten Krieges und der nuklearen Abschreckung durch Simulationen des nuklearen Winters stattgefunden, die bei den Kontrahenten die Schwelle zum Einsatz von Atomwaffen deutlich angehoben haben und die Unmöglichkeit des Gewinnens eines Atomkrieges offenbarten.[/33/34/](#)

- Pioniere

Wesentlichen Anteil an der Entwicklung der Simulationstechnik hatte vor allem die Entwicklung der Flugsimulatoren. 1929 erfand der Amerikaner Edward A. **Link** den nach ihm benannten Linktrainer, der sich als eine wertvolle und kostengünstige Ausbildungshilfe für Flugschüler etablierte.[/35/](#) 1930 hatte Vannevar **Bush** Probleme bei der Lösung von Gleichungen. Da er diese nur durch Differentialrechnungen lösen konnte, entwickelte er eine analoge Maschine, die er "Differential Analyzer" nannte und die die mathematische Modellierung von Bewegungen oder Positionsveränderungen ermöglichte, wie sie bei einem Flug auftreten.[/36/](#) Der erste elektronische Flugsimulator wurde in den späten vierziger Jahren von Richard **Dehmel** als Analogrechner realisiert.[/37/](#)

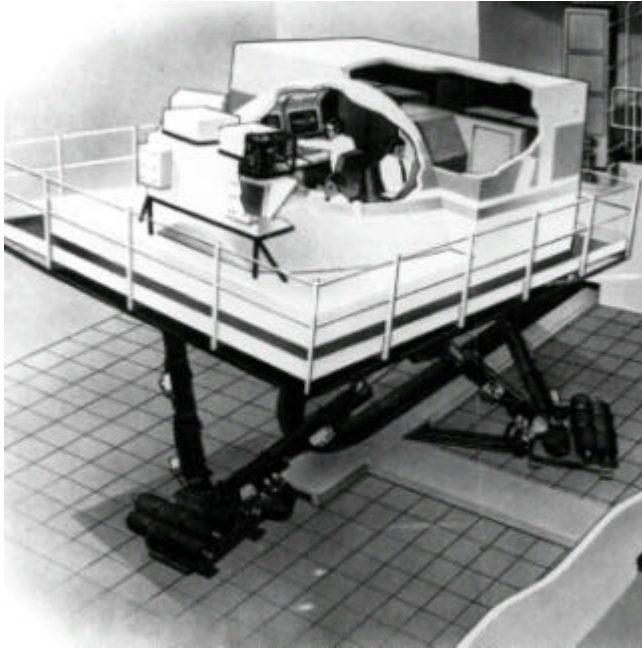


Abb. 2.16: Flugsimulator/[38/](#)

1944 wurden durch den Computer ENIAC die Berechnungen von Bahn-Trajektorien in nahezu Echtzeit möglich, was zum ersten Mal Simulationen und Interaktionen mit komplexen Mensch-Maschine-Systemen ermöglichte./[39/](#) 1948 wurde von PanAm der erste Flugsimulator für das Verkehrsflugzeug Boeing 377 "Stratocruiser" eingesetzt./[40/](#) Ivan **Sutherland** veröffentlichte bereits 1968 einen Artikel mit dem Titel "A head-mounted three dimensional display". Er ist einer der Begründer der Computer-Graphik und ein Mitgründer von Evans & Sutherland, einer führenden Entwicklungsfirma von Flugsimulatoren./[41/](#) Bis jetzt stellen die Flugsimulation und Videospiele die am weitesten fortgeschrittenen Anwendungen der VR-Technologie dar. Ein besonderes Arbeitsgebiet der Simulation ist der fliegende Flug-Simulator (ATTAS - Advanced Technologies Testing Aircraft System), bei dem sich die Eigenschaften eines beliebigen Flugzeuges im Flug simulieren lassen./[42/](#)

- Merkmale von Simulationen

Zweck der Simulation ist es, das Verhalten eines wahrgenommenen Systems durch ein Modell zu untersuchen, um Vorstellungen über erfolgreiche Strukturen oder optimale Verhaltensweisen zu entwickeln. Zweck der Simulation ist nicht, eine Lösung zu produzieren, sondern beim Auffinden einer Lösung zu helfen./[43/](#) Während ein simuliertes Objekt nur in der

simulierten Welt verwendet werden kann, kann ein emuliertes Steuerungsprogramm in jeder Welt verwendet werden, in der physischen und in der simulierten./44/ Simulationen bieten zusätzliche Einsichten in die wechselseitigen Abhängigkeiten von komplexen sozioökonomisch-technischen Systemen und in ihr vergangenes sowie eventuelles zukünftiges Verhalten./45/

Es gibt die Simulationsmöglichkeiten der Eigenschaften eines Systems, der Ergebnisse von Handlungsalternativen, des Verhaltens von Entscheidern sowie von Wahrscheinlichkeitsverteilungen./46/ Der Wert der Simulation besteht darin, daß diese Aussagen über jeden nur (mathematisch) darstellbaren Zustand und über jedes daraus ableitbare Verhalten des Systems ermöglicht./47/ Das Zusammenfügen eines Modells ist nichts anderes als die simultane Aktivierung eines relevanten Sets von Figuren und Spielregeln./48/ Simulationen eröffnen hierbei die Differenzierung zwischen Optionen/49/, d.h. sie schaffen Viele-Welten-Alternativen für das Entscheiden und Handeln in komplexen Situationen. Hierbei kommt dem Spielen mit dem Modell eine besondere Rolle zu. Modelle sind komplexe "Was-Wenn"-Maschinen, die unter Verwendung von Rückkopplungsschleifen das Lernen von Entscheidern unterstützen./50/

Der Unterschied zwischen einem Modell und einer Simulation ist, daß ersteres versucht, die Welt der Erfahrung abzubilden, während letzteres durch eine Theorie über diese Erfahrung gebildet wird./51/ Abstrakte logische Modelle liefern die Regeln für die Konstruktion virtueller Wirklichkeiten, wobei es weder notwendig noch hinreichend für ein gutes Modell sein muß, alle Aspekte der Wirklichkeit abzubilden./52/ Modelle werden mit dem Ziel gestaltet, die physische Wirklichkeit mittels einer virtuellen Wirklichkeit so gut wie möglich nachzubilden, gleichgültig ob diese sich auf eine Mikro-, Meso- oder Makroebene beziehen./53/ Während die kausale Struktur in einem Modell erhalten bleibt, kann diese bei einer Simulation verändert werden, weshalb die Simulation im allgemeinen keine Erklärungen über das Simulierte liefern kann./54/ Bei Simulationen kann das Phänomen auftreten, daß die Welt, die durch die Simulation modelliert wird, ebenfalls eine Simulation einer Welt über ihr ist. Dies bedeutet, daß im Rahmen von Simulationen eine rekursive Verschachtelung von Welten (siehe Endo-Welten in Kapitel 4.3.4.4.1) stattfinden kann. Demgemäß können wir das Denken unseres Gehirns als einen Wirklichkeits-Simulator (Endo-Welt) für unser Überleben in der Exo-Welt auffassen. Es scheint so, daß unabhängig von der Rekursionsstufe die Aussage gelten kann, daß jede

dieser Welten gleich wirklich ist/[55](#)/, da jede durch ihre Regeln, die das Interface formen, die Wirklichkeit aus der Realität entfaltet, die ihr zugänglich ist.

Die Fortschritte im Bereich der Computer- und Simulationstechnologie erlauben gegenwärtig immer mehr dezentrale Anwendungen für die Generierung von technischen Bildern. Die Forschungsrichtung der Nichtlinearen Dynamik hat aufgezeigt, daß viele Systeme ein deterministisch chaotisches Verhalten zeigen, das durch Computer simuliert werden kann. Interaktive VR-Systeme ermöglichen zunehmend die Berücksichtigung der Wahrnehmung, von Gefühlen, von Phantasien, von Intuition und von Kreativität bei unserer Entscheidungsfindung./[56](#)/ Da Simulationen durch Algorithmen erzeugt werden, d.h. deterministischen Ursprungs sind, können tatsächlich überraschende Ereignisse bei Simulationen nur dann erwartet werden, wenn diese auf deterministisch chaotischen Gleichungen basieren.

Bei aller Euphorie gegenüber Simulationen muß bedacht werden, daß diese nicht notwendigerweise zur besten Handlungsalternative führen, da das zugrunde liegende Modell immer eine unvollständige Nachbildung der physischen Wirklichkeit repräsentiert und selten genügend Daten zur Verfügung stehen./[57](#)/ Das Verhältnis zwischen Gleichung und Lösung, zwischen Modell und Verhalten wird nicht durch Formen, sondern letztendlich durch hervorgerufene Bedeutungen bestimmt./[58](#)/ Wenn Simulation in der Lage ist Denken hervorzubringen, ist die Simulation keine Simulation mehr, sondern das Denken selbst, daß in der Lage ist, neue Bedeutungen hervorzurufen. Hierzu ist allerdings notwendig, daß Computer eine Semantik erhalten, um Bedeutungen überhaupt hervorbringen zu können./[59](#)/

Durch die VR-Technologie wird der Übergang von beobachterorientierten Simulationen zu interaktiven teilnehmerorientierten Simulationen vollzogen, wobei der menschliche Experimentator in die Rolle der Natur schlüpfen kann. Mit den Simulationstechniken schreitet die Evolution des Imaginären immer weiter voran, ja sie führt dazu, daß Ort und Medium identisch sein können./[60](#)/ Simulatoren liefern uns einen Zugang in sonst verborgene Welten und komplexe Zusammenhänge. Der Unterschied zwischen dem Brettspiel Schach und dem Cyber-Schach besteht darin, daß beim ersten ein abstrakter Raum gebildet wird, bei dem jede Visualisierung ein Phantasieprodukt ist, während beim Cyber-Schach die Visualisierung von

außen über technische Programme erfolgt, die in Interaktion mit den Handlungen des Teilnehmers stehen und somit eine Illusion eines physischen Raumes erzeugen./61/ Simulation ist nur da möglich, wo es ein mathematisches Modell, eine Virtuelle Maschine oder einen Verstand gibt, der das zu simulierende System repräsentieren kann. Simulationen sollten hierbei einfach, klar und nachvollziehbar sein. Sie sollten uns neue Erfahrungswelten erschließen, wenn wir daraus einen Erkenntnisgewinn haben wollen, denn wären sie eine exakte Kopie der physischen Wirklichkeit wären sie genauso unbeherrschbar wie diese./62/

- Individuenorientierte Modelle

Während traditionelle Modelle die Dynamik einer oder mehrerer Populationen durch die Zahl aller Individuen oder der Zahl der Individuen in bestimmten Kategorien beschreiben, basieren individuen-orientierte Modelle auf Annahmen bezüglich einzelner Individuen./63/ Bei traditionellen Modellen können die Individuen miteinander vertauscht werden, was auch "mixing assumption" genannt wird, da diese ununterscheidbar sind. Anders bei individuenorientierten Modellen, bei denen Wechselwirkungen zwischen den Individuen und Heterogenitäten im Lebensraum einer Population berücksichtigt werden können./64/ Im Rahmen eines individuen-orientierten Modells wird jedes einzelne Individuum vor allem durch Regeln (nicht durch extra Gleichungen) simuliert, wobei sich bei der Programmierung objektorientierter Programmiersprachen wie C++ bewährt haben./65/ Ein Beispiel für ein solches Modell ist das für die Everglades simulierte Verhalten der Watvögel durch Wilfried **Wolff**./66/

Der Vorteil individuen-orientierter Modelle ist, daß die benötigten Parameter einfacher zu messen sind als populationsdynamische Größen und daß diese nicht streng mathematisch, sondern fuzzy sind und somit rein verbal beschrieben werden können./67/ Das wesentliche Merkmal individuenorientierter Modelle ist jedoch die Anschaulichkeit, die oftmals bei Matrizen und Differentialgleichungen nicht gegeben ist. Ihr Nachteil ist, daß dabei sehr große Datenmengen anfallen und viele Simulationsläufe notwendig werden. Deshalb eignen sich am besten Parallelrechner für Simulationen mit individuenorientierten Modellen. Milliarden von simultanen Prozessen zu berechnen, könnte zukünftig durch die Kombination von analogen und digitalen Methoden möglich werden./68/

Nach **de Angelis, Caswell, John** und **Rose** lassen sich individuen-orientierte Modelle hervorragend in Computern simulieren, wenn die Populationen klein, viele individuelle Parameter wichtig, seltene Ereignisse von Bedeutung sind, starke Fluktuationen auftreten und es eine hohe Stochastizität gibt.^{/69/} Mit Zunahme der Rechengeschwindigkeit sollte es möglich sein, auch große Populationen wie Märkte oder Ökonomien zukünftig zu simulieren, bei denen seltene Ereignisse (z.B. Innovationen) und starke Fluktuationen (z.B. Aktiencrashes) eine besondere Rolle spielen.

- Simulacron

Von besonderer Bedeutung für das Verständnis von Simulationen ist der Roman "Simulacron 3" von Daniel F. **Galouye** aus dem Jahr 1964, der eine Welt beschreibt, in der die Teilnehmer nicht physisch vorhanden sind, sondern nur als Projektionen in der Simulationswelt des Computers.^{/70/} Das Universum dieser Projektion besteht vollständig aus Menschen und Gegenständen, die nur virtuell und nie physisch kennengelernt werden können.^{/71/} Galouyes Simulationswesen sind Puppen, die daß ausführen, was sich der Spieler einer höheren Wirklichkeitsebene ausgedacht hat. Die Welt des Simulators besteht somit nur aus "simulektronischen Schatten, d.h. jegliche Materie und Bewegung sind nur ein Spiel elektronischer Ladungen".^{/72/} Im Bezugssystem des Simulators ist jede Bewegung illusorisch; zwar glauben die subjektiven Einheiten in einer körperlichen Umwelt zu agieren, sie kommen jedoch trotzdem nicht vom Fleck.^{/73/} Galouye beschreibt den Simulator in seinem Roman als das elektromathematische Modell eines durchschnittlichen Gemeinwesens (siehe hierzu auch die Fallstudie der BRAIN AG in Kapitel 4.3.4.4).^{/74/} Ziel des Umwelt-Simulators innerhalb der Simulacron ist es, genaue Prognosen über das menschliche Verhalten zu machen, um noch gezielter virtuelle Menschen und ihre Umweltfaktoren programmieren und manipulieren zu können.^{/75/} In die individuellen Reaktionseinheiten des Simulators sollen auch die emotionalen Eigenheiten der Teilnehmer einprogrammiert werden.^{/76/}

Als Spionin einer Exo-Welt wurde in Simulacron die sogenannte "ID-Einheit" eingesetzt, um die Entwicklungen der Endo-Welt zu beobachten.^{/77/} Galouye durchbricht die rationale Perspektive des Computers dadurch, daß er der rationalen Programmierung die Irrationalität der Liebe entgegensetzt. Galouye hat über die Liebe zwischen Jinx Fuller (der ID-Einheit) und Douglas Hall (dem virtuellen Computerexperten) auch

das Problem aufgeworfen, ob sich eine physische Person in eine virtuelle verlieben kann./78/79/ Galouye hebt besonders die Subjektivität der Endo-Perspektive hervor, wenn Jinx Fuller sagt:/80/

"Woher wissen wir, daß selbst die wirklichste aller Realitäten letzten Endes nicht doch nur subjektiv ist?...Der Geist zählt. Und wenn es ein Leben nach dem Tode gibt, dann wird es den Subjekten dieser Welt/81/ genausowenig verweigert, wie den Reaktionseinheiten in Fullers Simulator/82/ oder den wirklichen Menschen meiner eigenen Welt/83/."

Im Simulator ist der Jüngste Tag nicht ein physisches Phänomen, sondern eine "völlige Tilgung simulektronischer Schaltkreise"./84/ In einer simulierten Endo-Welt hat es keinen Sinn, die Flucht zu ergreifen, da es kein Versteck gibt./85/ Am Schluß des Stücks entkommt Douglas Hall seiner möglichen Tilgung nur dadurch, indem er aus der Illusion in die physische Wirklichkeit emporsteigt./86/ Es ist das besondere Verdienst Rainer Werner **Fassbinders**, der 1973 Galouyes Roman unter dem Titel "Welt am Draht" verfilmte/87/, daß er, weit mehr als die Vorlage, den Menschen nicht dem Schicksal ausliefert, sondern daß er seinen Personen die Kraft des Widerstandes, die Vision der vom Computer nicht determinierbaren Freiheit mit auf den Weg gibt./88/ In diesem zweiteiligen Film, der voller Vernetzungen ist, wird aufgezeigt, wie gesellschaftliche, politische und ökonomische Prozesse durch den Computer Simulacron simuliert werden können. Das Darstellungsmedium Film konnte deshalb gewählt werden, weil die Exo-Welt und die Endo-Welt vollkommen identisch sind.

- Spiele erlauben durch ihren reversiblen Charakter eine risikofreie Machtausübung in Endo-Welten.

- Simulationen erweitern die Macht von Vernetzungen durch das verbesserte Abschätzen von Technologiefolgen.

- Simulationen besitzen nur dann eine Freiheit für überraschende Ereignisse, wenn diese deterministisch-chaotische Algorithmen beinhalten.

- Eine Endo-Welt kann ihre Gödelgrenzlinie nicht aus sich selbst heraus, sondern nur aus der Exo-Perspektive heraus überwinden.

Abb. 2.17: Konsequenzen für Macht und Freiheit

[1](#) Vgl. Ruelle (Chaos), 37.

[2](#) Vgl. Wiener (Kybernetik), 228.

[3](#) Vgl. Halbach (Interfaces), 61.

[4](#) Computerspiele erfreuen sich durch die Zunahme der Rechenpower zunehmender Beliebtheit.

Hierbei haben Spielehersteller wie Nint'endo' und Sega eine neue Käufergruppe entdeckt: die Kinder.

Der Nintendo 64 wurde 1996 zur "Machine of the Year" gekürt, da er mit seiner 64-bit Technologie neue Standards für die Dreidimensionalität und die Geschwindigkeit von Computerspielen setzte.

[5](#) Vgl. Wiener (Kybernetik), 137.

[6](#) Vgl. Aumann (Game), 43.

[7](#) Vgl. Eatwell (Game), 18 u. 22.

[8](#) Vgl. Lem (GOLEM), 49.

[9](#) Vgl. Riedl (Strategie), 139.

[10](#) Vgl. Fuller (Path), 199.

[11](#) Vgl. Casti (Complexification), 199.

[12](#) Unternehmen können zwar kurzfristig Marktanteile gewinnen, jedoch langfristig mit ihren Produkten die Umwelt zerstören. Ein gutes Beispiel hierfür ist der Wettbewerb in der Automobilindustrie.

Gewinnen muß deshalb immer in Bezug zu den Zeithorizonten gesehen werden. Kurzfristige

Kostenbetrachtungen verhindern die Innovationsfähigkeit, die langfristig das Überleben des

Unternehmens sicherstellen würde.

[13](#) Vgl. Wiener (Kybernetik), 142.

[14](#) Vgl. George (Intelligence), 124.

[15](#) Vgl. Hofstadter (Metamagicum), 768.

[16](#) Vgl. Carse (Spiele), 9.

[17](#) Vgl. Carse (Spiele), 12.

[18](#) Vgl. Carse (Spiele), 13f.

[19](#) Vgl. Carse (Spiele), 15f.

[20](#) Vgl. Carse (Spiele), 22.

[21](#) Vgl. Mumford (Maschine), 18.

[22](#) Vgl. Lyotard (Wissen), 128.

[23](#) Das bisherige Spiel heißt irreversible Industrialisierung und spielt im "Death Valley" der Umweltzerstörung. Das neue Spiel heißt reversible Simulation und spielt im "Endovalley" des verträglichen Cyberspace. Siehe auch Kapitel 4.3.4.3.

[24](#) Vgl. von Neumann (Games), 13.

[25](#) Vgl. Piaget (Biologie), 36.

[26](#) Vgl. Piaget (Epistemologie), 75.

[27](#) Vgl. Piaget (Biologie), 368.

[28](#) Vgl. Löfgren (Endophysics), 78..

[29](#) Hierbei ist es durchaus möglich, Codierungen zu finden, die ein Erreichen des Ausgangszustandes in kürzeren Schritten als dem ursprünglichen Weg erlauben, d.h. es dürfte in bestimmten Fällen möglich sein, durch Lernvorgänge eine reversible Simulation zu optimieren.

[30](#) Vgl. Lyotard (Wissen), 56.

[31](#) Vgl. Kittler (Fiktion), 64.

[32](#) Vgl. Halbach (Interfaces), 185.

[33](#) Es soll hier nicht verschwiegen werden, daß die Simulationstechnik und die VR-Überwachung auch zu einer effektiveren Kriegführung eingesetzt werden kann und daß diese den Soldaten eine höhere Mobilität im Kampfeinsatz ermöglicht. Es besteht jedoch die Hoffnung, daß die Saddams und Milosevics dieser Welt an Zahl abnehmen und Kriege nicht mehr notwendig sind.

[34](#) Vgl. Sloterdijk (Europa), 29.

[35](#) Sein Vater erfand das sogenannte "Player Piano" auch "Pianolo" genannt, daß durch pneumatische Elemente automatisch gesteuert wurde. Vgl. Woolley (Virtual Worlds), 43.

[36](#) Vgl. Woolley (Virtual Worlds), 47.

[37](#) Vgl. Rempeters (Technikdroge), 100.

[38](#) Foto Hamit (Reality), 238 P2.

[39](#) Vgl. Woolley (Virtual Worlds), 51.

[40](#) Einen weiteren Schub gab es in den 60er Jahren ebenfalls im Bereich der Luftfahrt durch die Arbeiten von Tom Furness. Auch heute sind vor allem Flugzeugbauer wie Boeing oder Airbus Industrie sowie die Hersteller im Bereich der Flugsimulation wie CAE Electronics, Rediffusion Simulation oder GE Aerospace Promotoren der Simulations-Technologie.

[41](#) Vgl. Woolley (Virtual Worlds), 41.

[42](#) Der Sidestick des Airbus A320 wurde durch eine solche Inflight-Simulation entwickelt.

Vgl. Hucho (Flug), VDI-Nachrichten Nr. 37, 15. Sept. 1995, S. 19.

[43](#) Vgl. Koelle (Systemtechnik), Kap. 11, 1.

[44](#) Vgl. Kiefer (Intelligenz), 182.

[45](#) Vgl. Koelle (Systemtechnik), Kap. 11, 1.

[46](#) Vgl. Koelle (Systemtechnik), Kap. 11, 1.

[47](#) Vgl. Halbach (Interfaces), 185f. Später werden wir sehen, daß es nicht nur physische Systeme sind, die simuliert werden können, sondern jede Simulation kann wiederum ihre eigenen Simulation hervorbringen.

[48](#) Vgl. Holland (Induction), 29.

[49](#) Vgl. Bolz (Geschichte), 116.

[50](#) Vgl. Koelle (Systemtechnik), Kap. 11, 2.

[51](#) Vgl. Casti (Worlds), 187.

[52](#) Vgl. Casti (Worlds), 23.

[53](#) Vgl. Casti (Worlds), 10.

[54](#) Vgl. Rosen (Mathematics), 15.

[55](#) Allerdings kann die oberste Welt den Stecker rausziehen und somit die Simulationswelten abschalten.

[56](#) Um Umgebungen noch überzeugender zu simulieren, ist eine direkte Anbindung des Nervensystems an die Simulation denkbar, d.h. Chips werden direkt ins periphere Nervensystem implantiert.

Vgl. Schröder (Realität), 210. Siehe auch Kapitel 4.4.3.

[57](#) Vgl. Koelle (Systemtechnik), Kap. 11, 23.

[58](#) Vgl. Stewart (Roulette), 312.

[59](#) Leider ist dies bisher nicht einmal im Ansatz gelungen.

[60](#) Vgl. Uchtmann (Simulation), 46.

[61](#) Beim Cyber-Schach verschmelzen Ort und Medium.

[62](#) Vgl. Keil-Slawik (Gedächtnis), 211.

[63](#) Vgl. Wolff (Modelle), 5.

[64](#) Vgl. Wolff (Modelle), 6.

[65](#) Vgl. Wolff (Modelle), 7.

[66](#) Die Everglades sind ein räumlich heterogenes und sehr variables Ökosystem.

[67](#) Vgl. Wolff (Modelle), 25.

[68](#) Vgl. Kurzweil (Intelligenz), 229.

[69](#) Vgl. Wolff (Modelle), 26.

[70](#) Vgl. Jansen (Fassbinder), 163.

[71](#) Vgl. Gibson (Overdrive), 85.

[72](#) Vgl. Galouye (Draht), 95ff.

[73](#) Vgl. Galouye (Draht), 61.

[74](#) Vgl. Galouye (Draht), 10.

[75](#) Vgl. Rötzer (Welten), 98.

[76](#) Vgl. Galouye (Draht), 21.

[77](#) Vgl. Galouye (Draht), 101.

[78](#) Vgl. Galouye (Draht), 158.

[79](#) Durch das Aufkommen immer perfekterer Simulation wird dieses Problem heute bereits in Japan beobachtet, wo sich bereits viele Menschen in das virtuelle Modell Kyoko Date (siehe hierzu auch Kapitel 1.3) verliebt haben.

[80](#) Galouye (Draht), 170.

[81](#) Endo-Welt I = SIMULACRON I = Welt von Douglas Hall = Exo -Welt II.

[82](#) Endo-Welt II = SIMULACRON II = von Endo-Welt I simulierte Welt.

[83](#) Exo -Welt I = eigene Welt von Jinx.

[84](#) Galouye (Draht), 114.

[85](#) Vgl. Galouye (Draht), 131.

[86](#) Vgl. Galouye (Draht), 185.

[87](#) Vgl. Kiefer (Intelligenz), 177f.

[88](#) Vgl. Jansen (Fassbinder), 164.

[89](#) Rekursive Verschachtelungen im Rahmen von Turing-Maschinen können keine komplexeren Welten als die zugehörige Exo -Welt hervorbringen. Quanten-Computer bzw. Gödel-Maschinen könnten dieses Postulat jedoch für den Mikrokosmos falsifizieren und durch Interferenz komplexere Welten sowie Zeitreisen in ein anderes Jetzt ermöglichen (siehe auch Kapitel 4.4.4).

[90](#) Bekanntestes Beispiel für solche Simulationen ist das Unternehmensplanspiel MARGA.