

„Wie religiös können Computer sein?“

Interdisziplinäres Seminar

Prof. Dr. Wolfgang Banzhaf, LS 11, Fachbereich 4 (Informatik)

Prof. Dr. Ernstpeter Maurer, Fachbereich 14 (Ev. Theologie)

Universität Dortmund

Wintersemester 1998/99

Ausarbeitung zum Vortrag

Was ist Zeit?

von Christian Düntgen

(Email: duentgen@fsinfo.cs.uni-dortmund.de)

Dortmund, den 14. Dezember 1998

Gliederung

1 LEITFRAGEN	3
2 ZEIT AUS DER SICHT DES AURELIUS AUGUSTINUS	3
2.1 WOHER STAMMT DIE ZEIT?.....	3
2.2 WESEN UND ABLAUF DER ZEIT	4
2.2.1 <i>Zeit als Dauer</i>	4
2.2.2 <i>Das Gefüge der Zeit</i>	4
2.3 SCHLÜSSE.....	5
3 ZEIT IN SIMULATIONEN	5
3.1 SIMULATIONEN.....	6
3.1.1 <i>Was ist ein System?</i>	6
3.1.2 <i>Was ist ein Modell?</i>	6
3.1.3 <i>Was ist eine Simulation?</i>	6
3.1.4 <i>Einsatzgebiete von Simulationen</i>	6
3.2 MODELLIERUNG VON ZEIT IN SIMULATIONEN.....	7
3.2.1 <i>Zeitbegriffe in Simulationen</i>	7
3.2.2 <i>Zeitscheiben-Ansatz</i>	8
3.2.3 <i>Ereignisorientierter Ansatz</i>	8
3.3 MANIPULATIONEN SIMULIRTER ZEIT	9
3.3.1 <i>Erschaffung von künstlichen Systemen</i>	9
3.3.2 <i>Beeinflussung des Zeitflusses</i>	9
3.4 SCHLÜSSE.....	9
4 ZEIT IN DER NEUROBIOLOGIE	10
4.1 ERNST PÖPPEL.....	10
4.1.1 <i>Zeitschwellen in der Wahrnehmung</i>	10
4.1.2 <i>Drei-Sekunden-Phänomen</i>	11
4.2 DIRK EWERS.....	12
4.2.1 <i>Grundlagen der Sinneswahrnehmung</i>	12
4.2.2 <i>Zeitwahrnehmung und Bewußtsein</i>	12
4.2.3 <i>Wahrnehmung und Kognition</i>	13
4.2.4 <i>Das Gedächtnis des Glaubens</i>	14
4.3 SCHLÜSSE.....	14
5 ZEIT IN DER ERZÄHLUNG	15
6 ZEIT ALS RELATIVISTISCHE GRÖÖE DER PHYSIK	15
7 BEZÜGE ZU AUSGEWÄHLTEN SEMINARTHEMEN	15
7.1 IRREDUZIBILITÄT UND BESCHREIBUNGSEBENEN	15
7.2 WIE EWIG UND ALLGEGENWÄRTIG IST DAS INTERNET?.....	15
7.3 BEWÜBTSEIN UND MASCHINEN	16
7.4 GEIST UND LEBEN	16
7.5 INFORMATION UND OFFENBARUNG	16
7.6 PERSONALITÄT, IDENTITÄT, KONTINUITÄT.....	16
8 ERGEBNISSE	16
9 ANHÄNGE	17
9.1 QUELLENVERZEICHNIS	17

ANMERKUNG:

Diese Ausarbeitung ist auch als Hypertextdokument über das WWW verfügbar unter der URL

<http://fsinfo.cs.uni-dortmund.de/~duentgen/WasIstZeit/WasIstZeit.html>

1 Leitfragen

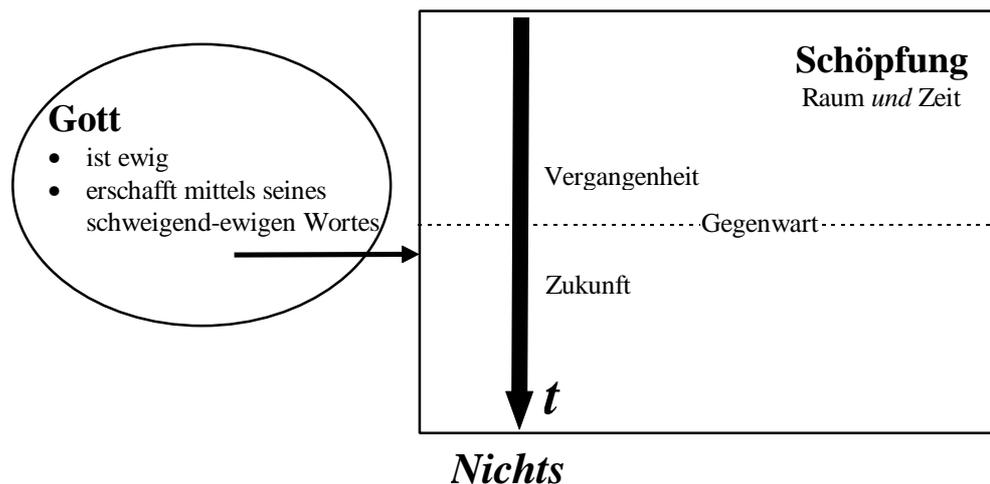
Wenn man sich mit der Zeit beschäftigt, wird stets eine Reihe von Fragen aufgeworfen. An dieser Stelle möchte ich jedoch diejenigen herausstellen, die im Verlauf des Vortrags immanent mitschwingen und deren „Beantwortung“ sich aus den bearbeiteten Quellen ergeben könnte. Es sind dies die folgenden vier Fragen:

1. Woher kommt die Zeit?
2. Was ist der Charakter / das Wesen der Zeit?
3. Wie erklärt sich unser Zeitempfinden?
4. Welche Zusammenhänge gibt es zwischen dem Wesen der Zeit und unserem eigenen?

2 Zeit aus der Sicht des Aurelius Augustinus

In seinen „Bekenntnissen“ [1] versucht Augustinus (354-430) verschiedene philosophische Theorien zur Thematik Zeit mit der Frage nach der Ewigkeit Gottes zu verknüpfen. An dieser Stelle sind jedoch vor allem AUGUSTINUS' Gedanken zum Wesen der Zeit und deren Verhältnis zum menschlichen Geist von Interesse.

2.1 Woher stammt die Zeit?



[Nach AUGUSTINUS: Gott erschafft Raum und Zeit]

Nach dem Weltbild, welches der Kirchenvater AUGUSTINUS in seinen „Bekenntnissen“ [1] entfaltet, können Raum und Zeit nur einen gemeinsamen Ursprung haben. Sie entspringen Gottes Willen und manifestieren sich auf Geheiß seines „schweigend-ewigen Wortes“ aus dem „Nichts“ (*creatio ex nihilo*). Somit ist die Zeit Bestandteil der Schöpfung. Entscheidend ist die Ursächlichkeit des göttlichen Schöpfungsaktes: ohne Gottes Einfluß gäbe es weder die materielle Welt, wie die Menschen sie kennen, noch die Zeit, welche sie erleben. Gott steht außerhalb jeglichen Zeitbegriffs – dem entspricht der Begriff der „Ewigkeit Gottes“. Gott erschafft jedoch nicht nur die Zeit in der Form, daß er bloß den Zeitfluß initiiert, vielmehr erschafft er die Gesamtheit der Zeitlichkeit (Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft) der Welt in einem.

Mit dem Begriff des „schweigend-ewigen Wortes“ gelingt es AUGUSTINUS, die Zeitlichkeit des göttlichen Schöpfungsaktes aufzulösen. Das „Wort“ des Schöpfers ist nicht zeitlich, sondern folgt Gottes „ewigem“ Charakter. Somit hat es keine zeitliche „Ausdehnung“ im vom Menschen meßbaren Sinne. Ebenso wird die Frage nach der Zeit vor der Schöpfung gleichsam sinnlos:

„Du rufst uns also auf, hier das »Gott-Wort bei Gott« zu verstehen, das immerwährend gesprochen wird und durch welches alles immerwährend gesprochen wird. Da ist kein Nacheinander, daß endigte, was gesprochen ward, und anders gesprochen würde, damit alles könne gesprochen werden,

sondern zugleich und immerwährend wird alles gesprochen; sonst wäre ja Zeitfolge darin und nicht wahre Ewigkeit noch wahre Unvergänglichkeit.“, ([1] S. 615 f.).

AUGUSTINUS erläutert auch den Unterschied zwischen dem Charakter von Zeit und Ewigkeit (und an dieser Stelle im Vorgriff auch das Verhältnis von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zueinander):

„Ja, er müßte sehen, daß auch langhin dauernde Zeit nur durch die bewegte Folge flüchtiger Augenblicke, die allzugleich nicht Platz greifen können, zur langen Zeit wird, daß aber im Ewigen nicht irgend etwas dahingeht, vielmehr das Ganze gegenwärtig ist, während es doch keinerlei Zeit gibt, die als Ganzes gegenwärtig wäre; er müßte endlich sehen, daß alles Vergangene verdrängt wird von Kommendem, daß alles Kommende auf Vergangenes folgt und daß alles Vergangene und alles Kommende von dem, was stete Gegenwart ist, erschaffen wird und hervorbricht.“, ([1] S. 623).

2.2 Wesen und Ablauf der Zeit

2.2.1 Zeit als Dauer

AUGUSTINUS geht von dem anschaulichen Ansatz aus, der versucht, Zeit als eine Abfolge von *Dauern* aufzufassen. Er erkennt, daß eine Quantelung der Zeit unmöglich ist, bzw. nicht wirklich hilfreich sein kann, um das Wesen der Zeit zu begreifen. Durch eine immer feiner werdende Unterteilung der Zeit in immer kürzere Einheiten (*Dauern*) kann man den Charakter der gegenwärtigen Zeit (d.h. andauernden Zeit) nicht erklären – denn diese *Dauern* konvergieren gegen einen Punkt, an dem die gegenwärtige Zeit ihre Dauer verliert:

„Könnte man irgendwas von Zeit sich vorstellen, so winzig, daß es gar nicht mehr sich teilen läßt, auch nicht in Splitter von Augenblicken: solche Zeit allein wäre es, die man ‚gegenwärtig‘ nennen dürfte; sie aber fliegt so reißend schnell von Künftig zu Vergangenen, daß auch nicht ein Weilchen Dauer sich dehnt. Denn sowie sie sich ausdehnt, zerfällt sie schon wieder in Vergangenheit und Zukunft; aber als Gegenwart ist sie ohne Ausdehnung.“, ([1] S. 633 f.).

Gleichsam weist AUGUSTINUS jegliche Versuche zurück, Zeit auf die Bewegung von Körpern – seien es Objekte der täglichen Anschauung oder Himmelskörper – zu reduzieren. Er zeigt, daß man Zeit benutzt, um die Dauer von Bewegungen – oder auch Nichtbewegungen – durch Vergleichung zu benennen und daß es der Beobachtung von Anfang und Ende der Bewegungen bedürfe, um eine Zeitlichkeit aus deren Bewegung herzuleiten. Diese Beobachtung sei jedoch oftmals nicht möglich und trotzdem könnten wir Zeit bemessen ([1] S. 647 ff.).

2.2.2 Das Gefüge der Zeit

AUGUSTINUS unterscheidet zwischen den zeitlichen Begriffen von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft und stellt einen existentiellen Zusammenhang her:

„Aber zuversichtlich behaupte ich zu wissen, daß es vergangene Zeit nicht gäbe, wenn nichts verginge, und nicht künftige Zeit, wenn nichts herankäme, und nicht gegenwärtige Zeit, wenn nichts seiend wäre“, ([1] S. 629).

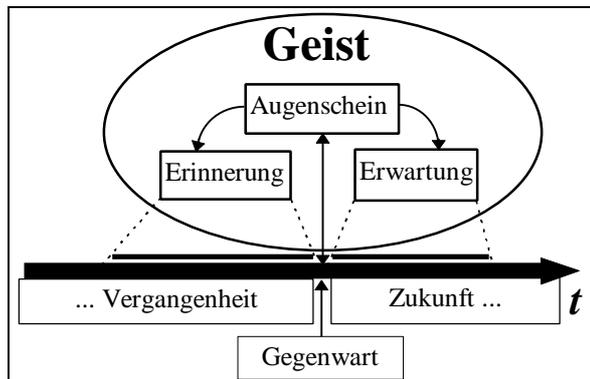
Nach AUGUSTINUS fließt Zeit von der Zukunft durch die Gegenwart in die Vergangenheit hinüber. An den „versteckten Orten“ an denen sich zukünftige und vergangene Zeit „befinden“, schreibt AUGUSTINUS der Zeit jeweils „gegenwärtigen“ Charakter zu – so daß es nur eine Zukunft und eine Vergangenheit gibt ([1] S. 635 f.). So besitzt Zeit auch nur in Vergangenheit und Zukunft eine „Ausdehnung“, nicht jedoch in der Gegenwart.

Der beschriebene Zeitfluß wird nach AUGUSTINUS allein durch den Geist in Gang gehalten:

„So vollzieht sich das Ganze, indem der gegenwärtige Bewußtseinsakt das noch Künftige in die Vergangenheit hinüberschafft, so daß um die Minderung der Zukunft die Vergangenheit wächst, bis schließlich durch Aufbrauch des Künftigen das Ganze vollends vergangen ist.“, ([1] S. 663).

Unser Geist erlaubt es uns darüber hinaus, Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft in Form von Abbildern, nämlich unserem Augenschein, unserer Erinnerung und unserer Erwartung, zu vergegenwärtigen und so zur Messung von Zeit heranzuziehen:

Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft
Erinnerung = gegenwärtige Vergangenheit	Augenschein = gegenwärtige Gegenwart	Erwartung = gegenwärtiges Künftiges



Die nebenstehende Skizze veranschaulicht die Prozesse von Zeitfluß und Vergegenwärtigung.

Dies ist bedeutsam für die Möglichkeit, allgemeine Zeiten zu messen. AUGUSTINUS stellt nämlich fest, daß nur gegenwärtige Zeit, in ihrem Vorüberziehen, meßbar ist, und zwar durch Vergleichung mit anderen Dauernlängen im Geiste mittels der Bewertung der eigenen Erinnerungen („In dir, mein Geist, messe ich die Zeiten.“, ([1] S. 661)). Insofern ist Zeit die „Ausdehnung des Geistes“ ([1] S. 655). Messen wir vergangene oder zukünftige „Dauern“, so messen wir tatsächlich ihre Dauern in unserer Erinnerung oder Erwartung.

Weiterhin beschreibt AUGUSTINUS die Bedeutung von Eindrücken von Erscheinungen auf das Zeitempfinden auf eine Weise, wie sie später in einem modernen Erklärungsversuch von DIRK EWERS noch einmal aufgegriffen wird:

„Der Eindruck, der von den Erscheinungen bei ihrem Vorüberziehen in dir erzeugt wird und dir zurückbleibt, wenn die Erscheinungen vorüber sind, der ist es, den ich messe als etwas Gegenwärtiges, nicht das, was da, den Eindruck erzeugend, vorüberging; nur ihn, den Eindruck, messe ich, wenn ich Zeiten messe. Also sind entweder die Eindrücke die Zeiten, oder ich messe die Zeiten überhaupt nicht.“, ([1] S. 661).

2.3 Schlüsse

Nach AUGUSTINUS' Ausführungen ergeben sich folgende Zwischenergebnisse: Die Frage nach dem „wahren Wesen“ der Zeit bleibt unklar. Die Zeit ist Teil der Schöpfung und für diese wichtig – nicht jedoch für den Gott-Schöpfer. Zeit fließt von der Zukunft durch die Gegenwart in die Vergangenheit.

Die „wirkliche“ Zeit können wir nicht messen; vielmehr messen wir Dauern in unserem Geiste durch Vergleichen mit anderen Dauern. Allerdings lassen sich nur gegenwärtig zeitigende Dauern miteinander vergleichen – und zwar immer nur direkt. Deshalb müssen wir die Fähigkeit unseres Geistes nutzen, Vergangenes und Zukünftiges in Form von Erinnerungen und Erwartungen zu „vergegenwärtigen“. Die Gegenwart erscheint uns nur in Gestalt unseres Augenscheins, während die wirkliche Gegenwart ungreifbar bleibt.

Nach AUGUSTINUS ist Geist also unmittelbare Voraussetzung für jegliches Zeitempfinden.

3 Zeit in Simulationen

Im folgenden Abschnitt gehe ich auf die Simulation von Systemen ein und vergleiche Simulationen und ihre Eigenschaften mit der Realwelt und deren Eigenarten. Um eine breitere gemeinsame Basis für die auf den Vortrag folgende Diskussion zu schaffen, gehe ich in Abschnitt (3.1) nochmals vertiefend auf die Begriffe „System“ und „Modell“ ein, obwohl diese im Vortrag zum Thema „IRREDUZIBILITÄT UND BESCHREIBUNGSEBENEN“ bereits behandelt wurden.

Besonders interessiert hier im Rahmen des Themas einerseits die Art und Weise, wie man Zeit und zeitliche Prozesse in Simulationen modelliert (3.2), andererseits, wie man in Simulationen die Zeit selbst manipulieren kann (3.3).

3.1 Simulationen

3.1.1 Was ist ein System?

Ein System ist ein Objekt unserer Anschauung oder Vorstellung, dessen Verhalten wir beobachten, beschreiben oder erklären wollen. Ein System besteht aus seinen Komponenten (die wiederum als Subsysteme betrachtet werden können) und Beziehungen oder Wechselwirkungen zwischen diesen. Außerdem grenzen wir die Komponenten des Systems in ihrer Gesamtheit von allen anderen Objekten des Universums scharf ab und nennen die Grenze „Systemgrenze“. Das System kann über die Systemgrenze hinaus mit seiner Umwelt (d.h. Objekten in unmittelbarer Nachbarschaft) kommunizieren. Denkt man sich die Systemgrenze als undurchsichtig („black-box“-Prinzip) und beobachtet das System, so nennt man das beobachtete Verhalten „Systemverhalten“.

3.1.2 Was ist ein Modell?

Ein Modell ist der Versuch, ein System und dessen Verhalten zu beschreiben oder zu erklären. Dazu betrachtet man die Beziehungen der Systemkomponenten zueinander und gibt Regeln für die Interaktion der Komponenten und die Interaktion des Systems mit der Umwelt an. Ein Modell besteht etwa aus grundlegenden Systemeigenschaften, die man als veränderliche oder konstante mathematischen Größen (Variablen, Konstanten) modelliert, sowie mathematischen Formeln, die das Verhalten von Systemeigenschaften als Größen (Variablen) in Abhängigkeit anderer Größen beschreiben. Die Gesamtheit der Inhalte aller Variablen zu einem Zeitpunkt nennt man den Zustand des simulierten Systems.

3.1.3 Was ist eine Simulation?

Eine Simulation ist ein Verfahren, mit dem man das Verhalten eines Systems nachvollzieht, etwa um Informationen über die zu erwartende Entwicklung des Systems zu gewinnen. Dazu bedient man sich der Aussagen eines Modells für das interessierende System. Dessen Regeln werden im einzelnen nachvollzogen und durch Beobachtung der Veränderungen der Variablen erhält man eine Beschreibung des simulierten Systemverhaltens.

Ein Simulatorprogramm ist ein Computerprogramm, welches solch eine Simulation eines dynamischen Modells vornimmt. Dabei geht es wie folgt vor:

- Von einem (gesetzten) Anfangszustand aus
- wird der Zustand des simulierten Systems Ereignis nach Ereignis und insbesondere jede dabei auftretende Zustandsänderungen „Schritt für Schritt“ in zeitlicher Reihenfolge nachvollzogen.
- Der somit „imitierte“ Verlauf von Zustandsverläufen (Zustandstrajektorien) ist „geeignet“, den beobachteten (simulierten) Ablauf zu bewerten oder zu beurteilen.

3.1.4 Einsatzgebiete von Simulationen

Simulationen werden eingesetzt, um Systeme zu studieren. Man möchte wissenschaftliche Hypothesen über die simulierten Systeme testen, Vorhersagen für ihre Zukunft treffen oder ihre Vergangenheit untersuchen. Dadurch erhofft man sich vor allem einen Wissensgewinn. Der Nutzen, den man aus den gewonnenen Erkenntnissen zieht, kann vielfältiger Natur sein: reine Wissensgewinne (Astronomie, Physik), wirtschaftliche Profite (Börsenkurse), Entscheidungshilfen (Steuer- und Finanzpolitik, Umweltschutz); Überschneidungen sind jedoch die Regel.

Simulationen werden vor allem dann benutzt, wenn man keinen Einfluß auf das interessierende System hat (z.B. in der Astrophysik), Beobachtungen und Experimente nicht möglich oder äußerst aufwendig wären (Quantenphysik, Reaktionsmechanismen in der Chemie, Weltwirtschaftsprognosen, Meteorologie).

Auch in Fällen, wo durch experimentelles Beobachten Erkenntnisse gewonnen werden können, erweisen sich Simulationen als nützliches Werkzeug. Sie zeichnen sich nämlich durch folgende Vorteile aus:

- *Simulationen sind frei von natürlichen Störungen*
Oftmals verfälschen Störgrößen die Ergebnisse realer Experimente und Beobachtungen. Von diesen Fehlerquellen kann man in Simulationen abstrahieren. Simulationen sind darüber hinaus beliebig exakt.
- *Simulationen lassen vielfältige Meßmethoden zu*
In einer Simulation kann man alle Daten gleichzeitig unverfälscht messen und protokollieren. Dies ist in der Realität in der Regel unmöglich (Unschärferelation).
- *Simulationen sind leicht zu verändern.*
Anders als die reale Welt läßt sich eine Computersimulation relativ leicht ändern. Man kann etwa die Schwerkraft nach Belieben manipulieren und schauen, was geschieht.
- *In Simulationen kann man in die Zeitlichkeit des Systems eingreifen*
Dazu später mehr.

Wichtige Nachteile bei einer Simulation sind:

- Eine falsche Modellierung führt in der Regel zu (im schlimmsten Fall unerkannten) falschen Beobachtungen und Ergebnissen (Entwurfsfehler).
- Viele Modelle sind algorithmisch schlecht zu behandeln und können nur umständlich simuliert werden.
- Man benötigt unbedingt ein komplettes Modell. Zufällige Erkenntnisse sind unwahrscheinlicher (Weltblindheit). Statt dessen kann es leicht zur Bildung von Artefakten (durch die Annahmen bei der Versuchsplanung induzierte Fehler) kommen.
- Genaue Simulationen erfordern einen (zu) großen Aufwand an Ressourcen (Speicherplatz, Prozessorzeit). Das Modell muß dann vereinfacht oder die gewünschte Genauigkeit reduziert werden.

3.2 Modellierung von Zeit in Simulationen

3.2.1 Zeitbegriffe in Simulationen

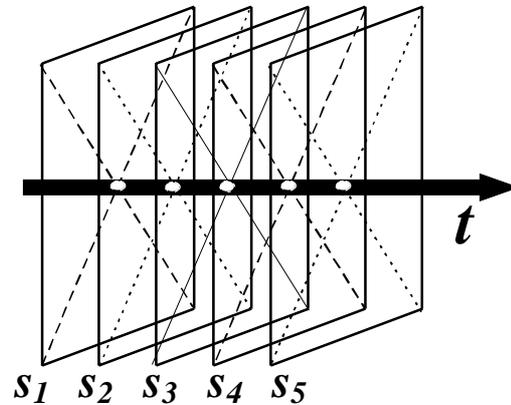
Im Zusammenhang mit der Erstellung von Simulatoren, also Computerprogrammen zur Durchführung von Simulationen, werden eine Reihe verschiedener Zeitbegriffe verwendet. Dies wird erforderlich, weil man es hier immer gleichzeitig mit der Zeit im simulierten System und der Realzeit zu tun hat.

- **Objektzeit** nennt man jene Zeit, in der (zumindest hypothetisch) der Betrieb eines realen Systems abläuft.
- **Modell-** oder **Simulationszeit**, benennt man jene Zeit, die im Programm „Simulator“ manipuliert wird. Die Modellzeit imitiert die Objektzeit, ist also deren Entsprechung innerhalb der Simulation.
- **Realzeit** heißt die Zeit des ausführenden Simulatorprogramms (das ja in einem realem Zeitintervall abläuft).
- Die **Ausführungszeit** des Simulatorprogramms ist jene Zeit, welche der Computer benötigt, um das Simulatorprogramm auszuführen; diese **CPU-Zeit** ist interessant, da sie im Zusammenhang mit dem Ressourcenbedarf zu bedenken ist. Simulatoren sind notorische „Langläufer“, ihre „Effizienz“ (d.h. wieviel Modellzeit mit wieviel CPU-Zeit simuliert werden kann) ist ein regelmäßiges Problem.

3.2.2 Zeitscheiben-Ansatz

In (Computer-) Simulationen wird das Verhalten des modellierten dynamischen Systems nachvollzogen, indem die Regeln des Modells nacheinander ausgewertet werden. Der Zustand des simulierten Systems wird in Form von Zuständen der einzelnen Systemkomponenten gespeichert. Die Gesamtheit aller möglichen Kombinationen dieser Zustände nennt man Zustandsraum. Während des Simulationsvorgangs wird berechnet, welche Zustände die Komponenten in Abhängigkeit von ihrem bisherigen Zustand und dem der anderen Komponenten bzw. der Umwelt gemäß den Regeln des Modells annehmen.

Um diese Form der Abfolge technisch durchführen zu können, betrachtet man den Zustand des Modells nicht kontinuierlich, sondern wählt (auf sinnvolle Art und Weise) ein Zeitintervall Δt . Nun berechnet man jeweils nur alle Zustände des Modells, wie sie sich gemäß der Regeln nach dieser „Zeitscheibe“ mit der Dauer von Δt neu ergeben müßten. Diesen Vorgang der Gliederung der an sich kontinuierlichen Zeit anhand bestimmter Zeitpunkte nennt man Zeit-Diskretisierung.



Der Zustandsraum wird durch Teilung der Zeit in „Zeitscheiben“ S_1 bis S_5 zerlegt.

Es ist im Allgemeinen nicht einfach, den richtigen Wert für Δt zu bestimmen: Wählt man ihn zu groß, so entfernt sich das simulierte Systemverhalten möglicherweise stark von dem des natürlichen Systems (möglicherweise stellt sich das eigentliche Verhalten noch nicht einmal ein). Wählt man Δt zu klein, so steigt der erforderliche Rechenaufwand durch die kleine Rasterung stark an - die Simulation läuft langsam und erfordert einen hohen Zeitaufwand, obwohl man keine zusätzlichen interessanten Erkenntnisse gewinnt.

Innerhalb des Simulatorprogramms wird die Zeit nun durch eine globale Zeitvariable modelliert, ich möchte sie hier T nennen. Zu Beginn der Simulation wird T auf einen beliebigen Startwert T_0 (häufig 0) gesetzt. Beim Ablauf der Simulation wird die Zeit in Zeitscheiben vom Umfang Δt abgearbeitet. In jedem Schritt wird T also um den Betrag Δt erhöht: $T=T+\Delta t$. Auf diese Weise kann man innerhalb des Simulatorprogramms jederzeit die aktuelle Modellzeit ermitteln, indem man den Inhalt der Variablen T untersucht (etwa, weil einige Regeln des Modells Bezug auf die Modellzeit nehmen).

3.2.3 Ereignisorientierter Ansatz

Der unter (3.2.2) vorgestellte Ansatz der Gliederung der Modellzeit in gleichmäßige Zeitscheiben hat einige Nachteile. Beispielsweise muß man die Variable Δt „gut genug“ bestimmen, wenn man ausreichend genaue Ergebnisse erzielen, gleichzeitig jedoch ein Explodieren der Ausführungszeit verhindern will. Häufig ist es so, daß die Rechenzeit vieler Zeitscheiben „vergeudet“ wird, da sie keine Veränderungen innerhalb des simulierten Systems hervorbringen.

Um diesen Mißstand zu beheben, verwendet man eine ereignisorientierte Zeitmodellierung, wo immer dies möglich ist. Der ereignisorientierte Ansatz basiert auf den folgenden Überlegungen:

- Zustandsänderungen im Simulierten System finden immer zu „Ereigniszeitpunkten“ t_i statt. Zwischen aufeinanderfolgenden Ereignissen bleibt der Gesamtzustand des Systems jeweils unverändert.
- Zwischen aufeinanderfolgenden Ereignissen verstreicht jeweils „Zeit“. Diese bleibt programmtechnisch als Modellzeit nachzuvollziehen.
- Da die Zeitintervalle zwischen den Ereignissen geschehnislos sind, kann der gesamte Zeitablauf modelliert werden als ein diskontinuierlicher Vorgang, der unmittelbar von einem

Ereignis-Zeitpunkt auf den folgenden „springt“. Programmtechnisch bedeutet dies, daß die globale Zeit-Variable T von der „momentanen Zeit“ der Reihe nach auf die Zeit der Ereignis-Zeitpunkte t_i gesetzt wird.

Setzt man diese Überlegungen in einem Simulatorprogramm um, so spart man mitunter einen Großteil an Ausführungszeit ein, die man beispielsweise in die Berechnung zusätzlicher Modellzeit investieren kann.

3.3 Manipulationen simulierter Zeit

Bereits in Abschnitt (3.1.4) wurde behauptet, in Simulationen könne man Einfluß auf die Zeitlichkeit des simulierten Systems nehmen. Dies werde ich im folgenden erläutern.

3.3.1 Erschaffung von künstlichen Systemen

Die in Simulationen „zum Leben erweckten“ Systemmodelle stehen außerhalb des „realen“ Zusammenhangs. Sie entstehen quasi aus dem „Nichts“ und verschwinden nach dem Beenden der Simulation wieder dorthin. Der Simulationsleiter kann also direkt Einfluß auf die Kontinuität und Kausalität dieser simulierten Systeme nehmen. Die Existenz eines simulierten Systems kann jederzeit beendet werden. Simulierte Subsysteme können „*ex nihilo*“ erschaffen oder spontan entfernt werden. Es lassen sich hypothetische Zustände erschaffen, die in der Realität aufgrund kausaler Zusammenhänge niemals eintreten können. Sämtliche Parameter des Systems können beeinflußt werden. Daraus folgt etwa:

- *Simulationsläufe sind wiederholbar.*
Die Wiederholbarkeit erlaubt es, beliebige Ergebnisse aus Experimenten zu verifizieren und alle Beobachtungen im Detail zu analysieren.

3.3.2 Beeinflussung des Zeitflusses

Da der Zeitfluß für das in einer Simulation simulierte System simuliert wird, kann er jederzeit beliebig verändert werden. Der Zeitfluß kann (auch für bestimmte Ereignisse) beliebig verlangsamt oder (dies hängt jedoch stark von der Modellierung und deren Simulationsaufwand ab) beschleunigt werden. Weiterhin kann man sogar die Zeit „zurückdrehen“ (siehe 3.3.1). Ein großer Vorteil von Simulationen ist also:

- *Simulationen können als Zeitraffer oder Zeitlupe dienen.*
Sehr schnelle (chemische Reaktionen, Fortschreiten eines Laserstrahls) oder extrem langsame (Sternentwicklung, Geomorphologie) Prozesse können der menschlichen Wahrnehmung zugänglich gemacht werden.

3.4 Schlüsse

Ich möchte nun die Eigenschaften natürlicher und simulierter Systeme einander tabellarisch gegenüberstellen:

„natürliches“ System – „analog“	simuliertes System – „digital“
wir wissen letztendlich nicht, wie die Welt (oder auch nur ein einzelnes System) tatsächlich funktioniert. Wir kennen meist noch nicht einmal die Grenzen eines „Systems“	Eine Simulation implementiert ein Modell eines interessierenden Systems. Der Computer berechnet Entwicklungen des Systems unter Berücksichtigung vorgegebener Umstände und der Modellannahmen. D.h. es gibt klar definierte Gesetzmäßigkeiten
die natürliche Zeit scheint nicht teilbar zu sein, sondern kontinuierlich zu verstreichen	In Computer-Simulationen wird die Zeit meist in Abschnitte beliebiger Länge unterteilt. Die Änderungen des simulierten Systems werden von einem zum darauffolgenden Zeitschritt berechnet.
natürliche Zeit widersetzt sich bislang erfolgreich allen Bestrebungen, sie zu manipulieren	Die Simulation kann als Zeitraffer oder als Zeitlupe für modellierte Systeme eingesetzt werden.
man kann kein Experiment unter identischen Bedingungen wiederholen	Simulationen können wiederholt und in beliebiger Genauigkeit analysiert werden.

Abschließend läßt sich feststellen, daß Simulationen zwar hilfreich beim Aufdecken zeitlicher (d.h. in der Zeit verlaufender) Phänomene sind, jedoch zur Klärung der Frage nach dem Wesen der Zeit nur wenig beitragen konnten.

Auffällig ist die Linearität des Zeitscheibenmodells, die dem Wesen der Zeit bei AUGUSTINUS entspricht. Darüber hinaus ist es derzeit auch nicht möglich, Zeit befriedigend zu simulieren. Man benutzt zumeist die schon AUGUSTINUS bekannte „Zeitquantelung“ als Mittel, um von der Kontinuität der Zeit zu abstrahieren.

In der ereignisorientierten Programmierung abstrahiert man gar von der Dauer von Prozessen und ersetzt sie durch Anfangs- und Endzeitpunkte. Dies steht in einem Gegensatz zum natürlichen menschlichen Zeitempfinden, das uns Zeit immer in Form von Dauern erleben läßt.

4 Zeit in der Neurobiologie

Die Neurobiologie gibt Aufschluß über die Entstehung und das Wesen unseres Zeitempfindens. Da der Mensch offenbar keinen „Zeitsinn“ besitzt, jedoch trotzdem (auch ohne Zuhilfenahme von Uhren) Zeiten messen und vergleichen kann, stellt sich die Frage, wie dies möglich ist.

Die vorgestellten Texte geben außerdem interessante Einblicke auf die menschlichen Wahrnehmungs- und Kognitionsprozesse und deren Bezug zur Zeit.

4.1 Ernst Pöppel

Der Neurophysiologe ERNST PÖPPEL erklärt im vorgestellten Text [2] elementare Zeitphänomene. Er führt sie auf neurophysiologische Eigenschaften des Wahrnehmungsapparates zurück. Als zu beobachtende „elementare Zeitphänomene“ betrachtet PÖPPEL ([2] S. 202)

1. Gleichzeitigkeit
2. Ungleichzeitig
3. Aufeinanderfolge (früher – später)
4. Gegenwartsdauer (Drei-Sekunden-Phänomen), subjektive Gegenwart
5. Dauer

4.1.1 Zeitschwellen in der Wahrnehmung

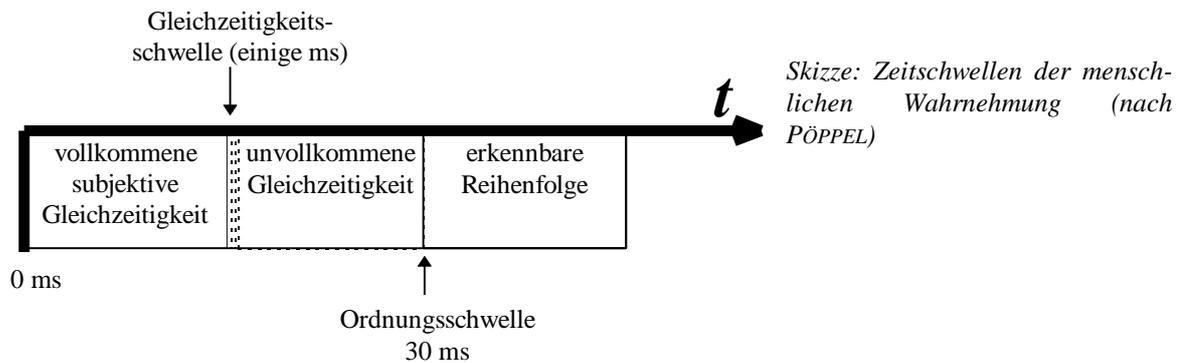
(Subjektive) Gleichzeitigkeit liegt vor, wenn zwei Ereignisse als gleichzeitig wahrgenommen werden, Ungleichzeitigkeit, wenn dies nicht der Fall ist. Wie PÖPPEL zeigen konnte, impliziert die Wahrnehmung der Ungleichzeitigkeit zweier Stimuli jedoch noch nicht die Fähigkeit, die korrekte Abfolge der Stimuli zu wahrzunehmen.

Die Erklärung hierfür liegt darin, daß zur Bestimmung von Abfolgen höhere Gehirnfunktionen benötigt werden. Die Gleichzeitigkeit bzw. Ungleichzeitigkeit hingegen bereits in „niederen“ Gehirnfunktionen hergestellt wird. PÖPPEL spricht von einer Gleichzeitigkeitsschwelle und einer Ordnungsschwelle ([2] S. 203). Innerhalb der Gleichzeitigkeitsschwelle aufeinanderfolgenden

de Ereignisse werden als gleichzeitig wahrgenommen – ihre Abfolge kann nicht bestimmt werden. Dies ist erst möglich, wenn der Abstand der Ereignisse die Ordnungsschwelle überschreitet.

Dies zeigt sich an folgenden experimentellen Befunden:

- *Unterschiedliche Sinnesbereiche haben unterschiedliche Gleichzeitigkeitsschwellen im Bereich einiger ms (unsere Auflösung ist etwa für akustische Reize merklich höher als für visuelle).*
- *Die Ordnungsschwelle ist für alle Modalitäten identisch (30 ms). Daraus schließt PÖPPEL, daß es sich hier um eine höhere Gehirnfunktion handelt.*



Weiterhin hat PÖPPEL zeigen können, daß das Gehirn die Wahrnehmungen in Intervallen von etwa 30 ms „taktet“. Dies hat zur Folge, daß umfangreiche Funktionen mit demselben Takt ausgeführt werden. PÖPPEL nennt hierzu die Entscheidung zwischen zwei Alternativen ([2] S. 205), sowie die Möglichkeit, per akustisch evorzierter Potentiale und eines EEGs ein oszillatorisches Erregungsmuster mit Perioden von 30 ms abzuleiten. PÖPPEL spricht von einer inneren Uhr ([2] S. 205).

Diese Uhr erlaubt es, die Umwelt zeitlich zu erleben und Informationen zu verarbeiten. Schaltet man die Oszillationen ab (etwa durch Gabe von Anästhetika), so findet keine Zeitwahrnehmung und keine Informationsverarbeitung mehr statt. PÖPPEL folgert:

„Die Identifikation elementarer Ereignisse ist also Grundlage der zeitlichen Orientierung“, ([2] S. 206).

PÖPPEL vermutet, daß erst dieser Taktmechanismus es erlaubt, Dinge mit einer bestimmten oder gleichmäßigen Geschwindigkeit ablaufen zu lassen ([2] S. 207 f.).

4.1.2 Drei-Sekunden-Phänomen

Zusätzlich zum beschriebenen 30ms -Takt nimmt PÖPPEL die Existenz eines weiteren subjektiven Mechanismus an, der aus einzelnen Ereignissen eine subjektive Gegenwart erzeugt, indem er einzelne Ereignisse aufeinander bezieht und aus aufeinanderfolgenden Ereignissen Wahrnehmungsgestalten bildet.

Die Existenz dieses zeitlichen Integrationsmechanismus bestärkt er mittels Experimente, in denen versucht wird, die Grenzen der Integrationsfähigkeit des beschriebenen Mechanismus aufzudecken. Es zeigt sich, daß Wahrnehmungsgestalten eine zeitliche Dauer von etwa 3 s nicht überschreiten können. Er nennt dieses Unvermögen Drei-Sekunden-Phänomen ([2] S. 209).

Dieselbe Dauer von 3 s findet PÖPPEL auch und in psychophysischen Experimenten (Einordnen bzw. Vergleich von Reizintensitäten) und bei programmierten Bewegungsabläufen (wie es etwa das Öffnen einer Tür oder ein Handschlag darstellt) wieder. Auch können Zeitstrecken über 3 s nur sehr ungenau reproduziert werden, während dies bis 3 s gelingt. PÖPPEL spricht von Zeitfenstern.

Auch die Antizipation (Vorwegnahme) von Reizen durch das Gehirn ist über eine Zeit von mehr als 3 s nicht korrekt möglich. PÖPPEL vermutet daher, daß „... eine Vorausplanung willentlich kontrollierter Handlungsabläufe nur für wenige Sekunden möglich ist...“, ([2], S. 210). Alle bislang unter-

suchten Sprachen weisen in Gedichten Verse bis zu einer Länge von 3s auf, so daß auch hier ein universelles Zeitphänomen vorzuliegen scheint. Vermutlich ist diese Segmentierung der Wahrnehmung auch für das ästhetische Empfinden von Bedeutung, zumindest haben viele musikalische Motive eine Dauer von bis zu 3s. Insgesamt gelangt PÖPPEL zur Aussage

„Die Verfügbarkeit eines Bewußtseinsinhalts für nur wenige Sekunden ist durch die zeitliche Begrenztheit des zeitlichen Integrationsmechanismus bedingt“, ([2] S. 211).

Dauer wird nach PÖPPEL ebenfalls durch cerebrale Mechanismen vermittelt. Diese erlauben es, „... den subjektiven Fortgang der Zeit auf Schnelligkeit oder Langsamkeit zu beurteilen“, ([2] S. 212). Damit erklärt PÖPPEL das zeitliche Paradox, welches dadurch entsteht, daß Zeiten, in denen wenig Information verarbeitet werden, gegenwärtig als lang, im Rückblick jedoch als kurz empfunden werden und solche Zeiten, in denen viele Informationen verarbeitet werden, gegenwärtig als kurz, im Rückblick jedoch als lang.

Der subjektive Eindruck einer zeitlichen Kontinuität auch unter dem Einfluß des zeitlichen Integrationsprozesses wird laut PÖPPEL durch eine inhaltliche Vernetzung aufeinanderfolgender Bewußtseinsinhalte gewährleistet, so daß sich der Eindruck einer subjektiven Kontinuität ergibt.

4.2 Dirk Ewers

Der Beitrag von EWERS [3] baut gewissermaßen auf dem vorgenannten Text von PÖPPEL [2] auf. Er beschreibt die zeitlichen Einflüsse im Wahrnehmungs- und Kognitionsprozeß und versucht, entsprechende Prozesse in der christlichen Glaubensgemeinschaft aufzudecken.

4.2.1 Grundlagen der Sinneswahrnehmung

EWERS beginnt mit der Frage, warum kognitive Systeme (etwa: Menschen) Zeitlichkeit in ihre Wahrnehmungsprozesse integrieren müssen. Er erkennt, daß eine erlebte Zeit im Hinblick auf das Prozessieren der Wahrnehmung eine systemimmanente Voraussetzung für das Erleben ist. Kognitive Systeme benötigen dynamische Wahrnehmungsprozesse, die sich durch Veränderungen ihrer Umwelt irritieren lassen.

Sucht man nach einem „Zeitsinn“, so scheitert man, denn es läßt sich keine Hirnregion einem Zeitsinn zuordnen; allerdings bestehen offenbar besonders enge Verbindungen der Zeitwahrnehmung zum akustischen Sinn. PÖPPELS Ordnungsschwelle von 30ms begegnet uns bei EWERS als subjektives Zeitquantum (20-40 ms) wieder. Dieses dient der Harmonisierung der Informationsverarbeitung im modular aufgebauten Gehirn und führt zum Phänomen der Ordnungsschwelle. PÖPPELS Vermutung, daß dieses Zeitquantum durch neuronale Oszillatoren erzeugt wird, wird aufgegriffen. Zudem werden nach neuere Studien circadiane Oszillatoren im Gehirn vermutet, die bestimmte Takte erzeugen.

EWERS verweist auf Untersuchungen von BENJAMIN LIBET, denen zufolge Erkennungszeiten für bestimmte Reize von den Reizintensitäten und der jeweiligen Modalität abhängig sind. Um diese systemimmanente Ungleichzeitigkeit der verschiedenen Sinne zu nivellieren, erfolgt die Synthese einer Subjektiven Gleichzeitigkeit durch Rückdatierung der bewußten Wahrnehmung („innere zeitliche Korrektur, um kohärentes zeitliches Erleben zu ermöglichen“, ([3] S. 2)).

4.2.2 Zeitwahrnehmung und Bewußtsein

Weitere Untersuchungen lassen darauf schließen, daß Willkürhandlungen vorbewußt eingeleitet werden (ca. 250 ms vor der Bewußtwerdung) und erst während der Ausführung ins Bewußtsein gelangen, dem eine Art „Veto“-Funktion zukommt (bis 100-200 ms nach Bewußtwerdung). Dies läßt sich bei einer Vielzahl von Handlungen nachvollziehen. Weiterhin können durch künstliche Stimulation von Hirnregionen Handlungen ausgelöst werden, die später als selbst beabsichtigte Handlung wahrgenommen werden. Es zeigt sich auch hier wieder ein Widerspruch von Empfinden und neurobiologischem Befund.

Dieser entsteht wiederum durch einen Mechanismus, der das Erleben eigener willentlicher Entscheidungen in den internen Gleichzeitigkeitshorizont einbettet.

Die Vorbereitung bzw. das Herbeiführen bewußter Entscheidungen in unbewußten Prozessen nennt J.H. FLAVELL Metakognition.

Zusammen mit der von PÖPPEL beschriebenen Kopplung des Erlebens von Gegenwart an die Wahrnehmung von Dauern (also die Integration von Ereignissen zu Wahrnehmungsgestalten) und den ebenfalls schon bei PÖPPEL aufgezeigten als gegenwärtig empfundenen Erlebniskomplexen innerhalb von Gegenwartsfenstern (Dauern von 3-4 s) ergibt sich folgende hierarchische Darstellung zeitlicher Wahrnehmung:

1. *Zeittakt* (20-40 ms), Registration von Irritationen
2. *synchronisierte Jetztzeit* (350-500 ms), basale Wahrnehmungsgestalten, Spontan- u. Willkürhandlungen, Integration von vorbewußten Entscheidungen in den erlebten Gedächtnishorizont
3. *Gegenwartsfenster* (3-4 s), Zusammenfassung von Wahrnehmungsgestalten

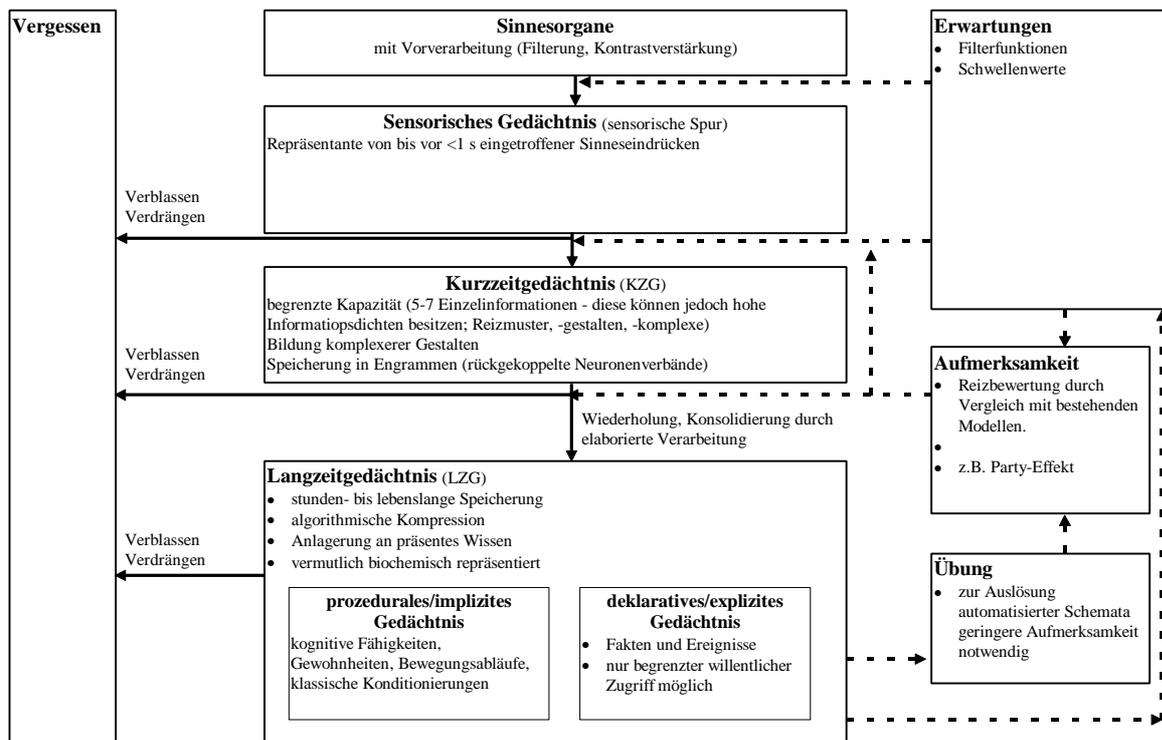
EWERS charakterisiert unseren Wahrnehmungsapparat als ein LCCS („limited capacity control system“), dem es gelingen muß, seine knappen Ressourcen den jeweils bedeutendsten Ereignissen zuzuwenden. Dies gelingt durch eine Zweiteilung der Wahrnehmung in eine bewußte Wahrnehmung mit einer niedrigen Verarbeitungsgeschwindigkeit, bedingt durch eine serielle Verarbeitung mit stark begrenzter Kapazität und eine unbewußte Wahrnehmung mit hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit innerhalb eines engen Bereichs (hohe Spezifität) durch eine parallele Verarbeitung mit einer insgesamt hohen Kapazität.

4.2.3 Wahrnehmung und Kognition

Die Steuerung der bewußten Wahrnehmung wird erlernt und unterliegt einer Regelung über Parameter wie Aufmerksamkeit, Übung und Erwartung. Während der Verarbeitung werden Reize und Wahrnehmungen ständig bewertet und gefiltert. Nur die bedeutendsten Wahrnehmungen gelangen aus dem sensorischen Gedächtnis bis ins Kurzzeitgedächtnis (KZG), das eine Kapazität von nur 5-7 Informationen besitzt. Diese Informationen können jedoch aufgrund der Integrations- und Abstraktionsprozesse eine hohe Informationsdichte besitzen. Durch Wiederholung und elaborierte Verarbeitung im KZG können Informationen im Langzeitgedächtnis (LZG) gespeichert werden. Im LZG gespeicherte Informationen können mitunter lebenslang erhalten bleiben, sie sind im Gegensatz zu den Informationen im KZG nicht in Engrammen (rückgekoppelten Nervenerregungen), sondern wahrscheinlich biochemisch abgelegt.

Das LZG läßt sich in ein prozedurales Gedächtnis und ein deklaratives Gedächtnis unterteilen. Das prozedurale Gedächtnis speichert Informationen zu Bewegungsabläufen, Verhaltensmuster und umfaßt die kognitiven Fähigkeiten. Das deklarative Gedächtnis speichert Fakten- und Ereigniswissen und erlaubt einen schnellen, assoziativen Zugriff auf seine Inhalte. Willentlich kann man auf diese jedoch nur sehr begrenzt zugreifen.

Schematisch lassen sich die Wahrnehmungs- und Kognitionsprozesse so darstellen:



4.2.4 Das Gedächtnis des Glaubens

EWERS versucht nun, die menschliche Gedächtnisstruktur auf eine Glaubensgemeinschaft zu übertragen. Er beginnt damit, daß er das *Gedenken* als die primäre Form der Vergegenwärtigung Gottes darstellt.

Das Gedächtnis besteht in EWERS' Modell nicht mehr aus Neuronen, sondern aus den Gemeindegliedern („soziales Gedächtnis“), die ihre Erfahrung mit dem Glauben und ihr Erlebtes in Erinnerung bewahren. Die Glaubensgemeinschaft strukturiert das von ihr Erlebte und stellt immer wieder einen Bezug zu ihrer aktuellen Situation her. Insofern ist der Glaube eine Form zeitlicher Existenz:

„Biblische und kirchliche Traditionen, aber auch die darauf bezogenen außerkirchliche Vollzüge und Konzepte bilden ein komplexes, geschichtlich gewachsenes Ganzes [analog der Zeitbezogenheit des individuellen Gedächtnisses] und prägen in vorbewußter und bewußter Aufnahme, Ablehnung und Variation die Strukturierung und Interpretation der religiösen Erfahrungs- und Deutungsmuster des Einzelnen.“, ([3] S. 9)

Die Funktion des sozialen Gedächtnisses der Gemeinde beschreibt EWERS wie folgt:

„Konkrete Ereignisse als Bestätigung oder Irritation können dazu führen, sich bekannten Erinnerungen neu oder verschütteten Erinnerungen überhaupt erst wieder zuzuwenden.“, ([3] S. 9). Dies nennt EWERS „Wiedererkennen“. Ein Anlaß zum Wiedererkennen wird als „Augenblick der Offenbarung“ (nach DIETRICH RITSCH) bezeichnet; die Gesamtheit aller Erfahrungen des Wiedererkennens als „Offenbarung Gottes“. Das Bestreben der religiösen Gemeinschaft, „Erfahrung mit der Erfahrung“ zu gewinnen, wird mit dem „Wirken des Heiligen Geistes“ umschrieben.

EWERS schließt damit, daß er den Glauben somit als eine Form zeitlichen, nicht abgeschlossenen Lebens bezeichnet.

4.3 Schlüsse

Der Mechanismus, der Gegenwartsfenster erzeugt, weist beachtenswerte Ähnlichkeiten zum vorgestellten Zeitmodell in Simulationen auf. Vielleicht funktioniert unsere Wahrnehmung nicht anders als eine Simulation – möglicherweise ist sie gar eine. Offenbar ist unsere Wahrnehmung und möglicherweise unser Bewußtsein stärker vom Faktor Zeit abhängig, als es zunächst den Anschein hat. Die dynamischen Wahrnehmungsprozesse unseres Gehirns verhin-

dern, daß wir unsere Umwelt kontinuierlich wahrnehmen können. Sogar unsere eigene Kontinuität spielen wir uns selbst nur vor.

Dies beleuchtet unser Zeitempfinden, bringt uns aber nicht weiter in der Frage nach dem tatsächlichen Wesen der Zeit.

5 Zeit in der Erzählung

Erzählungen spielen ständig mit dem Phänomen Zeit. THOMAS MANN faßt die wesentlichen Aspekte von Zeit in Erzählungen im 7. Kapitel des „Zauberberg“ zusammen.

Eine Erzählung erfüllt die Zeit, sie macht und unterteilt die Zeit. Ihre Aufgabe ist es, dem Leser die Zeit „anständig auszufüllen“. Dabei gliedert sie die Zeit nach Belieben des Erzählers.

Erzählungen haben zweierlei Zeit: erstens die ihres eigenen Ablaufs, die während der sie erzählt werden, und zweitens die ihres Inhalts oder diejenige, welche in der Erzählung vergeht.

In Erzählungen können Erzähler und Leser in Situationen mit „Verwirrung und Verwischung zeitlich-räumlicher Distanzen bis zur schwindeligen Einerlei“ die erlebte Zeit manipulieren: „in ungemessener Monotonie des Raumes ertrinkt die Zeit“. Dies geht hin bis zur Zeitlosigkeit: „wo Bewegung nicht mehr Bewegung ist, ist keine Zeit“. Möglich ist dies, weil wir in unserem Zeitempfinden vom Äußeren (hier: der Erzählung) absolut abhängig sind.

6 Zeit als relativistische Größe der Physik

Die EINSTEINSche Relativitätstheorie beschreibt Raum und Zeit als ein untrennbar zusammengehöriges, gekrümmtes Gebilde. Schwere Objekte krümmen den Raum und verlangsamen den Zeitfluß, schnell bewegte Objekte unterliegen einem langsameren Zeitfluß als weniger schnell bewegte. Zeit verstreicht also nicht überall gleich schnell.

STEPHEN HAWKING folgert aus der Untrennbarkeit von Raum und Zeit weiter, daß ein Zeitfluß ohne Materie nicht vorstellbar ist [5].

Dies zeigt nur einmal mehr, daß sich die Zeit unserer Vorstellung entrückt, sobald wir nach ihr zu greifen suchen. Gleichzeitig gibt der relativistische Zeitbegriff Ansatzpunkte für Paradoxien, wie etwa die, welche im Zusammenhang mit Gedankenexperimenten um Zeitreisen aufkeimen.

7 Bezüge zu ausgewählten Seminarthemen

7.1 Irreduzibilität und Beschreibungsebenen

Diese Thematik steht in unmittelbarem Zusammenhang zum Abschnitt (3). Der Systembegriff und der Ansatz des Reduktionismus wurden vorgestellt und in diesem Vortrag noch einmal vergegenwärtigt. Der Reduktionismus ist charakteristisch für das Vorgehen eines Systemanalytikers bei der Modellierung eines Systems (und der Erstellung eines Simulatorprogramms). Am Beispiel der erläuterten ereignisorientierten Zeitmodellierung in Simulationen kann man leicht das Phänomen beobachten, daß dabei die Qualität des betrachteten Gegenstandes verändert wird: aus Dauern werden Zeitpunkte, aus kontinuierlichen Größen diskrete.

7.2 Wie ewig und allgegenwärtig ist das Internet?

Der Abschnitt (2.1) liefert einen unmittelbaren Bezug zum Thema „Ewigkeit und Allgegenwart Gottes“. AUGUSTINUS beschreibt den Unterschied zwischen der Ewigkeit Gottes und der Zeitlichkeit der Schöpfung. Gott ist Ursprung aller Zeitlichkeit. Die Form von „Ewigkeit“, wie sie das Fortbestehen von Daten im Computernetzwerk Internet ermöglicht, bleibt auf einen zeitlichen (und somit nicht wirklich ewigen) Charakter beschränkt, da sie aus der Schöpfung hervorgeht.

7.3 Bewußtsein und Maschinen

In der Seminarsitzung zum Thema BEWUßTSEIN UND MASCHINEN wurde die Bedeutung von Reflexionsprozessen für die emergente Entstehung von Bewußtsein und Selbstbewußtsein herausgestellt. Ein andauernder Reflexionsprozeß außerhalb jeder Zeit ist jedoch – zumindest für menschliche Wesen – kaum vorstellbar. Von daher ist vielleicht anzunehmen, daß unsere Existenz zeitlich ist in dem Sinne, daß Zeit eine unabdingbare Voraussetzung für die Entstehung unseres Bewußtseins ist.

7.4 Geist und Leben

Im Zuge der „Selbstvergessenheit“ wurde ein dynamischer Prozeß als Kern des religiösen Lebens und Ort des Wirkens des Heiligen Geistes ausgemacht. Ohne die Zeitlichkeit unserer Wahrnehmung und Empfindung wäre dieser Kreislaufprozeß von Selbsterkenntnis, von Befreitwerden und Befreien gar nicht möglich. Möglicherweise wäre dieser Prozeß dann aber auch nicht mehr nötig und die Selbsterkenntnis könnte ständig (nicht ewig) anhalten.

7.5 Information und Offenbarung

Der Informationsgehalt von Wahrnehmungen wurde als abhängig vom Wissen, oder besser: der Erwartung, des Empfängers dargestellt. Nun wurden im Abschnitt (4) Modelle vorgestellt, wie Informationen prozessiert und gespeichert werden. Offensichtlich handelt es sich bei Kommunikation um einen dynamischen Prozeß, der zeitabhängig (weil vom bisher Erlebten beeinflusst) und abhängig von der Wahrnehmung der Beteiligten ist.

7.6 Personalität, Identität, Kontinuität

Wie in der Veranstaltung zum Thema BEWUßTSEIN UND MASCHINEN wurden Reflexionsprozesse als mögliche Ursache von Kontinuität, Identität und Personalität benannt. PÖPPEL versucht, den Begriff der subjektive Kontinuität (Voraussetzung für ein Selbst-Bewußtsein) in seinem Modell zu erklären (4.1.2).

8 Ergebnisse

Anhand der vorgestellten Arbeiten erkennt man leicht, daß es sich bei der „Zeit“ ein schwer zu erfassendes Phänomen handelt. Augenfällig ist insbesondere, daß unsere Vorstellungen und Erkenntnisse bezüglich

- der Zeit als physikalischem Phänomen,
- unseres natürlichen Zeitempfinden und
- der biologischen Grundlagen unseres Zeitempfindens

nicht konvergieren, sondern vielmehr in entgegengesetzte Richtungen auseinanderlaufen.

Auf den alltäglichen Umgang mit Zeit wirken sich diese Vorstellungen offenbar nicht aus. Das umgängliche Modell der dreigeteilten Zeit (Vergangenheit-Gegenwart-Zukunft) bewährt sich seit Jahrtausenden in der täglichen Anwendung. Die Erkenntnis des physikalischen Wesens der Zeit hat (bislang) keine praktische Bedeutung für das menschliche Leben. Und selbst neurobiologische Befunde zur Bewußtseinsforschung beunruhigen die Menschheit nicht tief.

Vermutlich werden noch viele Generationen ohne das Wissen über das wahre Wesen der Zeit auskommen müssen – allerdings scheint dies nach allgemeinem Dafürhalten nur allzu ver-schmerzbar zu sein.

Überaus befriedigend empfinde ich den überraschenden Befund, daß die Implikationen des christlichen Schöpferglaubens in Bezug auf die Zeit sich mit unserem physikalischen Erkenntnisstand decken können.

9 Anhänge

9.1 *Quellenverzeichnis*

- [1] AURELIUS AUGUSTINUS: Confessiones XI, lat.-dt. Ausgabe von J. Bernhart, München 1980, S. 602-671
- [2] ERNST PÖPPEL: Unterlagen zum Kurs „Zeitliche Kognition“, Proceedings IK 98, S. 202-212)
- [3] DIRK EWERS: Die Wahrnehmung von Zeit und das Gedächtnis des Glaubens, Tübingen 1998
- [4] THOMAS MANN: Der Zauberberg, Verlag S. Fischer
- [5] STEFAN KLEIN: Die Entmachtung der Uhren, in: Der Spiegel 1/29.12.1997, Hamburg, S. 92-101
- [6] HEINZ BEILNER: Folienkopien zur Vorlesung „Simulation“, Dortmund 1998