

VIRTUELLE ZEIT

Läßt sich subjektives Zeiterleben programmieren?

Georg Franck in Zusammenarbeit mit Dorothea Franck

Die vorliegende Abhandlung verfolgt zwei Ziele. Sie will erstens im gedanklichen Experiment erproben, was eine technische Simulation des Zeiterlebens mindestens leisten müßte. Sie versucht zweitens, Aufschluß darüber zu gewinnen, welche Art Wirklichkeit das Zeiterleben darstellt. Es ist ja umstritten, ob dem erlebten "Verfließen" der Zeit etwas vom subjektiven Erleben Unabhängiges entspricht. Von der Art, daß ihre Wirklichkeit im Erlebtwerden aufgeht, sind Phänomene, die wir als geistig bezeichnen. Die technische Simulation des Zeiterlebens könnte über das Verhältnis von subjektiver und objektiver Zeit hinaus also auch das von materieller und geistiger Wirklichkeit erhellen.

I.

Die Sphäre subjektiven Erlebens unterscheidet sich grundlegend von der physikalischen Raumzeit. Sie ist zentriert im Hier und Jetzt. Das Jetzt trennt Zukunft und Vergangenheit. Nur das Hier- und Jetztseiende ist im subjektiven Erleben wirklich. Ganz anders in der physikalischen Raumzeit.

In ihr sind sämtliche zeitlichen Zustände gleich wirklich und da. Die Zeit als vierte Dimension kennt weder das Jetzt noch die Einteilung der Zeit in Zukunft und Vergangenheit. Die physikalische Raumzeit kennt wohl den Standort des Beobachters, hat aber kein ausgezeichnetes Zentrum. Sie ist einmalig und allumfassend. Die Zentriertheit der Erlebnissphäre im Hier hat hingegen zur Folge, daß die Welt subjektiv so oft existiert, wie aufmerksame Organismen da sind. Die Zentriertheit im Jetzt hat zur Folge, daß alles nicht unmittelbar Gegenwärtige nur in der Vorstellung existiert. Dieser grundlegende Unterschied macht es spannend, daß mit Computern physikalische Strukturen aufgetaucht sind, die die subjektive Erlebnissphäre mit einem bislang unbestimmten Grad der Annäherung nachzubauen erlauben.

Informationsverarbeitende Maschinen sind physikalische Strukturen wie andere Teile der anorganischen Natur auch. Diese ihre Struktur ist so gut verstanden, daß sie bis an die Grenzen des physikalisch Möglichen manipuliert werden kann. Das unterscheidet sie von organischen Nervensystemen. Von deren endgültigem Verständnis sind wir noch weit entfernt. Schlagender Ausdruck unserer Ignoranz ist der immer noch mysteriöse Doppelaspekt ihres äußerlich beobachtbaren Verhaltens und der nur von innen her zugänglichen Erlebnissphäre des Organismus.

Erlebnissphären sind Gesamtheiten aufmerksamer Zustände, in sich polarisiert nach Ausgang und Ziel der fokussierenden Zuwendung. Ihr Zentrum ist der Ausgangspunkt der Zuwendung, ihr Umgriff der Zusammenhang zwischen deren Zielen. Fokussierende Wahrnehmung ist zugleich gezielte und selektive Zuwendung. Sie ist, als visuelle Wahrnehmung, Auswahl von Merkmalen im zweidimensionalen Gesichtsfeld und gezielter Sprung in die räumliche Tiefe. Sie ist, als akustische Wahrnehmung, Herausheben von Verlaufsformen aus dem Rauschen und wiederum räumliche Lokalisation der Quelle. Sehen und Hören verbindet mit den anderen Formen der Wahrnehmung, daß sie die Abfolge von Zuständen über den aktuellen Moment hinaus festhalten. Wie über das Hier in den räumlichen, so springt die Zuwendung über das Jetzt in den zeitlichen Richtungen hinaus. In diesem Sprung hinaus in die Dimensionen der Anschauung spannt aufmerksame Aktivität die räumlich-zeitliche Gestalt der Erlebnissphäre auf.

Der Ausgangspunkt hat selbst eine raum-zeitlich kontinuierliche Spur. Sie ist lediglich durch Phasen des traumlosen Tiefschlafs und der Bewußtlosigkeit unterbrochen. Die

gegenüberliegende Seite kennt solche Kontinuität nicht. Es gehört zum Wesen der Aufmerksamkeit (zumindest menschlichen), daß sie in der Zuwendung frei ist, in Raum und Zeit zu springen. Nur ein Teil dessen, was wir erleben, ist unmittelbar wahrgenommen. Unmittelbar wahrgenommen werden kann nur jeweils der Zustand der Welt, der mit dem wahrnehmenden Geschehen in unmittelbarem kausalem Zusammenhang steht. Zeitlich ist das der Zustand, der mit dem Geschehen der Wahrnehmung (relativistisch) gleichzeitig ist. Was mit dem Geschehen der Wahrnehmung nicht gleichzeitig ist existiert nur in der Vorstellung, also virtuell. Das sind erstens alle geträumten, phantasierten und sonst bloß imaginierten Gehalte. Das sind zweitens alle antizipierten und erinnerten Wahrnehmungen. Weil der Teil der Welt, der mit dem Geschehen der Wahrnehmung synchron ist, sehr klein ist im Vergleich zu unserem Weltbild überhaupt, ist der allergrößte Teil der subjektiven Erlebnissphäre virtuell.

Mit dem bloß virtuellen Charakter alles Nicht-Gegenwärtigen kann sich die Physik nicht anfreunden. Für die Physik ist die Zeit erstens nur ein Parameter des Weltgeschehens.¹ Zweitens könnte sie das Jetzt chronometrisch nur als Zeitpunkt fassen. Wenn das Jetzt selber ausgedehnt wäre, dann könnte innerhalb seiner nochmals unterschieden werden nach früher und später. Es kämen dann in ein und demselben Moment gerade-noch-künftige und eben-schon-vergangene Momente vor. Solches Zugleichsein von zeitlichen Verschiedenem ist in der Zeit als eindimensionales Kontinuum ausgeschlossen. Eine punktuelle Gegenwart hätte nun aber keine Ausdehnung.

Die Reduktion des Wirklichen auf ein punktuell Gegenwärtiges hätte daher zur Folge, daß nur jeweils ein zeitlich ausdehnungsloser Schnitt durch das Weltgeschehen wirklich wäre. Etwas zeitlich Unausgedehntes ist physikalisch nun aber nicht wirklich zu nennen. Was nur unendlich kurz dauert, dauert — und existiert damit — gar nicht. Also verfährt die Physik nur konsequent, wenn sie die Einteilung der Zeit in Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit selber als unwirklich behandelt. Weil es ohne den Wechsel künftiger Momente in gegenwärtige und von da an vergangene kein "Vergehen" oder "Verfließen" der Zeit gibt, negiert die Physik den Fluß der Zeit gleich mit.²

Der virtuelle Charakter alles Nicht-Gegenwärtigen kann nun freilich auch für das subjektive Erleben nicht ganz ohne Differenzierung stehen bleiben.

Erinnert und erwartet ist nicht gleichbedeutend mit bloß vorgestellt. Erinnerung und Erwartung unterscheidet sich von der bloßen Imagination durch einen zwingenden, subjektiv nicht disponiblen Eindruck der Tatsächlichkeit. Unsere Vergangenheit ist kein Traum, die Erwartung des künftigen Tods keine Einbildung. Schließlich ist die Gegenwart als reiner Punkt auch nicht mehr erlebbar. Um erlebt zu werden, muß die Gegenwart selbst ausgedehnt sein und damit sowohl genau jetztseiende als auch — daran gemessen — noch künftige und schon vergangene Teile umfassen. Diese Teile sind deswegen aber nicht einfach virtuell im Sinne von noch nicht oder nicht mehr existent. Vielmehr ist Gerade-noch-Künftiges und Eben-schon-Vergangenes in der aufmerksamen Gegenwart ko-präsent.

Die Dauer der aufmerksamen Präsenz ist experimentell vermessen. Sie beträgt bei normalen Versuchspersonen bis zu drei Sekunden.³ Was sich im Rahmen dieser drei Sekunden vollzieht, wird als geschlossene Einheit erlebt. Diese Einheit ist aber zeitlich nicht einfach. Sie ist das Integral über einer Mehrzahl kleinster Takteinheiten. Die kleinste Einheit unserer Zeitwahrnehmung beträgt ca. 30 Millisekunden. Unter 30 ms werden keine zeitlichen Unterschiede und wird keine zeitliche Reihenfolge mehr wahrgenommen. Immer nur einer dieser Takte ist aber genau jetzt. Auf ihn konzentriert sich die Versuchsperson in den Klick-Experimenten, in denen das Auflösungsvermögen der Zeiterfahrung gemessen wird. Wenn die mit-präsentierten Takte im strengen Sinne noch künftig bzw. schon vergangen sind, dann

ist ihr Charakter in nochmals einem anderen Sinn virtuell, als es die ausdrücklichen Erwartungen und Erinnerungen sind, die in der aufmerksamen Präsenz ja auch vorkommen.

Diese Abstufung zwischen sinnlich präsent und nur noch virtuell repräsentiert ist keine Eigenschaft der präsentierten Gehalte. Sie ist eine Relation zwischen der zeitlichen Position des Ausgangspunkts und der zeitlichen Lage des Ereignisses, das auf dem Schirm der aufmerksamen Zuwendung erscheint. Unmittelbar erwartete und gerade erst vergangene Ereignisse sind schon bzw. noch so zwingend da wie das unmittelbar wahrgenommene Geschehen. Diese zwingend erlebte Präsenz nimmt mit der Entfernung in beiden zeitlichen Richtungen (wenn freilich mit systematischen Unterschieden) ab. In jedem Fall hat die Abstufung zwischen "sinnlich präsent" und "virtuell repräsentiert" mit der zeitlichen Perspektive zu tun, in der das fragliche Ereignis gegenwärtig erscheint.

Die Bewegung der Gegenwart selbst und der spontane Wechsel der Perspektive, in der das Weltgeschehen in ihr erscheint, sind ihrerseits ein zwingender Eindruck. Es ist der Eindruck, daß die Zeit vergeht. Eben diesem Eindruck verweigert die relativistische Physik jegliche vom Bewußtsein unabhängige Referenz. In der vierten Dimension vergeht die Zeit nicht. Was uns subjektiv als Abfolge sich verändernder Zustände erscheint, ist dort nur eine sachliche Verschiedenheit zwischen unterschiedlichen "Zeitscheiben", nämlich in der vierten Dimension genommenen Wirklichkeitsausschnitten.⁴ Die Präsentation nur jeweils eines Zustands und die Art sowie Geschwindigkeit des Vergehens gelten der relativistischen Physik als reines — und damit mehr oder weniger illusionäres — Bewußtseinsphänomen.⁵

Es käme nun aber einer Selbstverleugnung möglicher Behauptung gleich, wollte man die Tatsächlichkeit der aufmerksamen Präsenz, ihre Dauer und den spontanen Wechsel der Perspektive, in der sich die Welt dem Erleben präsentiert, leugnen. Es übersteigt ganz einfach die Kraft der theoretischen Vernunft, diese Tatsachen des Bewußtseins zu leugnen.⁶

Diese Kraft reicht allenfalls hin zu der Behauptung, daß die Dauer der Gegenwart und das Verfließen der Zeit nur auf der Innenseite der subjektiven Erlebnissphäre vorkommen. Wenn es nun aber gelingen sollte, die Funktion aufmerksamer Subjektivität nachzubauen, dann müßte die technische Lösung auch die theoretische Auflösung des Widerspruchs zwischen der atemporalen Raumzeit und dem temporalen Zeiterleben enthalten. Es nützte ja wenig, sich bei diesem Nachbau auf die physikalische Negation der temporalen Modi zu verlassen.

Es wäre pervers, einer Maschine Bewußtsein zuzusprechen, die die sprachlichen Tempora nicht beherrscht, die Zukunft und Vergangenheit nicht wohl zu unterscheiden weiß, und die über die Art und Weise nicht verfügt, auf die wir — von selbst flüchtiger Position aus — die Flucht der Bilder in ein stabiles Weltbild übersetzen.

II.

Der Optimismus, daß es gelingen könnte, den menschlichen Geist technisch nachzubauen, stützt sich weniger auf schon vorzeigbare Erfolge als auf zwei grundsätzliche Erwägungen. Die eine ist, daß auch die als geistig beschriebenen Phänomene durch die neuronale Maschinerie des Organismus hergestellt sein müssen, die andere, daß die Beschreibung auch bei Computern über den physikalischen Aspekt hinausgehen muß, wenn diese als Rechner, d.h. als regelgebrauchende, symbol-manipulierende, wissens-repräsentierende Systeme begriffen werden sollen.

Biologische Rechner sind artifiziellen noch weit überlegen. Es konnte aber bisher in ihren Konstruktionsprinzipien kein Unterschied ausgemacht werden, der es unmöglich erscheinen ließe, die Funktion der organischen Rechner eines Tages technisch zu reproduzieren. Organische Nervensysteme sind wie artifizielle Rechner regelgebrauchende, symbol-

manipulierende, wissens-repräsentierende Systeme. Auf diese Übereinstimmung baut die "computational theory of mind". Sie sieht den Unterschied zwischen dem materiellen — sei es neuronalen oder maschinellen — Substrat und dem, was herkömmlich Geist genannt wird, lediglich in der Ebene der Beschreibung.

Regeln, Symbole und Repräsentationen kommen in der physikalischen Beschreibung der Welt nicht vor. Physikalisch folgt aus $2+3$ weder $=5$ noch $=3+2$, sondern gar nichts. Damit etwas derartiges folgt, bedarf es der Interpretation der physikalischen Struktur der Zeichen als individueller Exemplare ihrer symbolisch allgemeinen Gattung. Nur auf Symbole und Repräsentationen sind mathematische, logische und im weitesten Sinn syntaktische Regeln anwendbar. Symbole sind gegenüber physikalischen Strukturen aber Abstraktionen (mit beliebig vielen physikalischen Realisationsmöglichkeiten); ebenso sind semantische Gehalte Abstraktionen gegenüber den einzelnen Zeichen (mit wiederum mehreren symbolischen Realisierungsmöglichkeiten).

Es ist heftig umstritten, ob diese abstrahierenden Generalisierungen schon den Kern des Unterschieds zwischen Physischem und Mentalem oder nicht bloß einen Aspekt möglicher Unterscheidung treffen.⁷ Der gängige Einwand ist, daß sie den kritischen Unterschied zwischen semantisch-referentiellen und bloß syntaktischem Sprachgebrauch verfehlen: Maschinen manipulieren Symbole nach formalen Regeln, sprachbegabte Organismen beziehen sich im Gebrauch der Symbole auf die bedeutete Umwelt.⁸ Faßt man diese Umwelt als Erlebnissphäre im exklusiven subjektiven Sinn, dann ist der Einwand triftig. Faßt man sie allerdings als die öffentlich zugängliche physische Umwelt dann greift er leer. Ein Computer kann über Sensoren mit der Außenwelt verbunden sein, kann deren Input in symbolisch ansprechbare Objekte übersetzen, kann diese nach syntaktischen Regeln manipulieren und kann daraus motorischen Output erzeugen, die ihn — etwa als Roboter — gezielt auf die Außenwelt zurückwirken läßt. Es wäre hier sehr willkürlich, eine Verbindung der Symbole mit der Außenwelt zu leugnen.⁹ Ferner ist es von einem prinzipiellen Gesichtspunkt aus gleichgültig, ob die Maschine sprachlichen Input über Tastatur oder phonetischen Detektor entgegennimmt, und ob sie über Bildschirm, Drucker oder Sprach-Synthesizer antwortet. Nimmt man aber diese Möglichkeiten zusammen, dann wird es — in einem wiederum prinzipiellen Sinn — möglich, referentiellen Sprachgebrauch zu programmieren. Kombiniert man dieses Verhalten mit der Nutzung und Pflege eines entsprechend codierten Umweltmodells und ergänzt man dessen Gebrauch nochmals um entsprechende Zielfunktionen, dann ist es nicht einmal ausgeschlossen, der Maschine zweckrationales Verhalten zu unterstellen — bzw. genauer: zweckrational umschreibbares Verhalten auf Maschinen zu übertragen.

Wenn man bereit ist, Subjektivität auf die Fähigkeit zu identifizierender Wahrnehmung, zu referentiellen Sprachgebrauch, zur Pflege eines Umweltmodells und zu zweckrationalem Verhalten zu reduzieren, dann scheint ihre maschinelle Realisierung keineswegs ausgeschlossen. Der ganze Unterschied zwischen physisch und mental schrumpft dann auf die Unabhängigkeit des Symbolischen vom besonderen Medium seiner physikalischen Realisation zusammen. Der Kausalnexus zwischen sensorischem Input und motorischem Output wäre dann eine — eben noch primitive — Form der Intentionalität; das Umweltmodell, das ein Computer als Wissensbasis pflegen kann, eben noch eine Vorform der Erlebnissphäre. Was uns introspektiv als spontaner Sprung der aufmerksamen Zuwendung hinaus in die Dimensionen der Anschauung vorkommt, wären dann nur eine extrem schnelle (und bewußtem Nachvollzug deshalb entzogene) Übersetzung von sensorischem Input in Entwürfe der Verhaltenssteuerung. Es wäre dann im Prinzip möglich, die intentionale Semantik unseres hin-meinenden Wahrnehmens und Vorstellens in eine extentionale Semantik des Aufrufs und der Parametrisierung von Steuerroutinen zu übersetzen. Die Erlebnissphäre selbst wäre dann nur eine verkappte Repräsentation von

Verhaltensmöglichkeiten, ihre räumlich und zeitlich ausgedehnte Gestalt nur eine Codierung komplexer Distanzverhältnisse.

Das Bild ändert sich allerdings, wenn die spezifische Zeitlichkeit der Erlebnissphäre ins Spiel gebracht wird. Wenn die Zeit, wie sie in den Temporalformen der Verben und den temporalen Adverbien zum Ausdruck kommt, ein Bewußtseinsphänomen ist, dann ist die Herstellung dieses Phänomens ebenfalls eine subjektive Leistung. Diese Leistung geht über die vorgestellte Art des Umweltbezugs hinaus. Im Dualismus der Zeitbegriffe könnte daher eine Zweiheit von Seinsbereichen zum Vorschein kommen, die sich nicht so leicht auf unterschiedliche Generalisierungsebenen reduzieren läßt. Es ist von daher nicht ganz verständlich, warum die Debatte um den ontologischen Status des Geistigen von diesem temporalen Dualismus noch so gut wie keine Notiz genommen hat. Im Gegensatz zum ontologischen Dualismus von Geist und Materie ist der Dualismus von subjektiver und objektiver Zeit manifest und gerade von naturwissenschaftlicher Seite her untermauert. Wie der ontologische zählt schließlich der temporale Dualismus zu den ewigen Problemen der Philosophie.¹⁰ Nur hat er eben darin auch eine moderne Version, daß erst die nachklassische Physik den Begriff der Zeit so eng und hart gefaßt hat, daß darüber die Verbindung zum subjektiven Erleben endgültig zerbrach.

III.

Freilich ist die nachklassische Physik kein monolithischer Block. Es ist bis heute nicht gelungen, die makroskopische Relativitätstheorie mit der mikroskopischen Quantentheorie zu einem homogenen Ganzen zu verschmelzen.

Ein — wenn nicht der — Ursprung der Differenz liegt in der Auffassung dessen, was ein "Faktum" ist. Die Relativitätstheorie nimmt die makroskopischen Fakten für gegeben. Die Quantentheorie macht das Zustandekommen der Faktizität zum Problem. Nach der Quantentheorie werden Fakten durch irreversible makroskopische Prozesse — wie etwa geeignete Meßvorgänge aus anderenfalls bloßen Möglichkeitsfeldern "hergestellt".

Dieser Übergang setzt einen Unterschied zwischen schon bestimmten und noch unbestimmten Phänomenen. Es könnte der Unterschied sein, der subjektiv zwischen Künftig und Vergangenen erlebt wird. Eben diesen Unterschied kennt die Relativitätstheorie nicht. Sie kennt weder eine zeitabhängige Differenz in der Determiniertheit der Phänomene noch einen zeitlich veränderlichen Unterschied zwischen zeitlichen Regionen. Für die Quantentheorie ist die Determination hingegen selbst ein physikalischer Prozeß. Er findet z.B. statt in Experimenten, in denen die Quantenunbestimmtheit durch den makroskopischen Prozeß der Messung zur Verwandlung ins Faktische "gezwungen" wird. Zu den Anordnungen, in denen einzelne Quanteneffekte in makroskopische Fakten umgesetzt werden, gehören auch lebende Organismen. So können z.B. einzelne Photonen für (selbstredend makroskopische) visuelle Wahrnehmungen kritisch sein.

Nachgewiesen ist auch daß Quanteneffekte in den synaptischen Schaltungen des Nervensystems eine Rolle spielen.¹¹

Wenn es so auch physikalisch immanente Gründe gibt, die gegen die Annahme reiner Epiphänomenalität der temporalen Zeitlichkeit sprechen, so konnten diese Gründe die Physik doch noch zu keiner Übernahme temporaler Elemente in ihren Zeitbegriff bewegen.¹² Die Gründe hierfür sind nicht Verbohrtheit oder Ignoranz. Sie liegen in den Ungereimtheiten des Begriffs der temporalen Zeitlichkeit selbst. Die Einteilung der Zeit in Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit schließt die Qualifikation alles Nicht-Gegenwärtigen als noch nicht bzw. nicht mehr seiend, d.h. als nicht wirklich existierend ein. Die Modalisierungen des "noch nicht" und "nicht mehr" heben die Negation der Existenz nicht auf. Sie räumen nur die

Möglichkeit ein, daß das Künftige schon in einem besonderen Modus vorweg existiert, das Vergangene in einem nochmals besonderen Modus immer noch.

Diese speziellen Modi besagen dann aber, daß das Künftige nicht in jeder Hinsicht ausstehend, das Vergangene nicht in jeder Hinsicht entschwunden, sondern beide im ver-gegenwärtigenden Sinne schon- bzw. immer-noch-gegenwärtig sein können.

Die Reduktion des Wirklichen auf das ausschließlich Gegenwärtige würde die Wirklichkeit in jenem ausdehnungslosen Schnitt durch die Abfolge der Weltzustände verschwinden lassen. Die Gegenwart von Noch-nicht- und Nichtmehr-Seiendem ist aber mit der chronometrischen Definition und der Darstellung der Zeit im Kontinuum der reellen Zahlen unvereinbar. Damit nicht genug. Die temporale Redeweise leidet auch an innerer Inkonsistenz.

Wenn die Zeitstelle, die jetzt ist, ihre Position wechselt, dann ändern sich die temporalen Eigenschaften nicht nur der unmittelbar benachbarten Zeitpunkte. Vielmehr werden auch alle weiter in der Zukunft liegenden Zeitstellen weniger künftig, alle schon vergangenen noch mehr vergangen.¹³ Jeder Position des Jetzt entspricht eine eigene Zeitordnung, umfassend die gesamte Zukunft und Vergangenheit in der ihr entsprechenden Einteilung.

Diese pro- und retrospektive Änderung ist schon problematisch genug. Die Instabilität der temporalen Eigenschaften schließt aber auch noch ein, daß sich die Wahrheitswerte temporalisierter Aussagen spontan und ohne irgendwelche Änderung an der Reihenfolge der Zeitstellen verändern. Der nach chronometrischem Datum identischen Zeitstelle kommt zunächst das Prädikat des Künftigseins, dann einmal das des Gegenwärtigseins und von da an das des Vergangenseins zu. Dieser Wechsel ist mit keiner Veränderung der Zeitstelle relativ zu anderen Zeitstellen verbunden. Die Zeitstellen, die vor ihr kommen, werden immer früher, die, die nach ihr kommen, immer später sein. Dafür kann die identische Zeitstelle sowohl künftig wie gegenwärtig als auch vergangen sein.¹⁴ Aus dieser Inkompatibilität wurde und wird immer noch die Unwirklichkeit zeitlichen Werdens und Vergehens gefolgert. Nach dem Grundsatz, daß widersprüchliche Begriffe nichts Wirkliches bezeichnen können, hat die szientistische Sprachkritik den Gebrauch der Tempora sogar insgesamt in die Alltagsmythologie verbannt.¹⁵ Dieser Bannspruch ist bis heute durch keinen Gegenbeweis der Verträglichkeit aufgehoben.

IV.

Es ist eines der Versäumnisse der departmentalisierten Geistesgeschichte, daß die Verbindung zwischen der analytischen Sprachkritik der temporalen Paradoxien und der Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins¹⁶ nie wirklich zustandekam. Die phänomenologische Beschreibung blieb geisteswissenschaftlich qualitativ¹⁷, die Sprachkritik logisch formal.

Weil die Paradoxie der physikalischen wie auch sprachkritischen Auflösung trotz, käme es auf ihre genaue phänomenologische Beschreibung an, um den temporalen Dualismus in beziehungsreichen Kontakt mit dem ontologischen zu bringen. Wenngleich widersprüchliche Begriffe nichts Wirkliches bezeichnen können, sind der Wechsel der Gegenwart, die Dauer der Präsenz und der Unterschied zwischen Zukunft und Vergangenheit doch subjektiv unentrinnbare (und intersubjektiv übertragbare) Tatsachen. Daß sie nur auf der Innenseite des subjektiven Erlebens vorkommen, ist kein Einspruch gegen die Tatsächlichkeit ihres Vorkommens. Geistige Wirklichkeiten sind immer nur von dieser Art Tatsächlichkeit. Die Debatte um den Leib-Seele-Dualismus dreht sich um den ontologischen Status eben dieser Tatsächlichkeit.

Die phänomenologische Beschreibung der temporalen Paradoxien kann hier keineswegs nachgeholt werden. Sie kann auch durch die Untersuchung nicht ersetzt werden, wie weit sich

die temporale Zeitlichkeit technisch reproduzieren läßt. Dieser Versuch kann lediglich dazu eingesetzt werden, die Quellen der Paradoxie zu lokalisieren. Um deutlicher zu sehen, wo diese Quellen nicht liegen, sei deshalb gefragt, wie weit sich 1. der semantisch und pragmatisch korrekte Gebrauch der sprachlichen Tempora programmieren und wie sich 2. die Dauer der aufmerksamen Präsenz technisch reproduzieren läßt. Reicht, um konkret zu fragen, die Codierung der zeitlichen Distanzverhältnisse hin, um den Gebrauch der Temporalformen der Verben und der temporalen Adverbien auf Maschinen zu übertragen? Ist ein Mechanismus denkbar, der die jüngst vergangenen und gerade noch künftigen Momente in dem Sinne präsent hält, in dem sie in der zugleich ausgedehnten und zeitlich geschlossenen Einheit der *durée* erlebt werden?

Die Antwort auf die erste Frage ist erstaunlich einfach. Um die Tempora semantisch und pragmatisch zu beherrschen, muß der Computer nur seine eigene Historie aufzeichnen und etwas wie einen zeitlichen Kompaß haben.

Er braucht einen Taktgeber (der die biologische Uhr von Organismen ersetzt) und ein geeignetes Datierungssystem für die Aufzeichnung seiner eigenen Systemgeschichte (einschließlich der Chronologie dessen, was an Information aus der Umwelt in ihn gelangt). Zur Unterscheidung von Gegenwart und Vergangenheit vergleicht er das Systemdatum mit dem Datum des gegenständlichen Geschehens. Zudem kann die Maschine darauf achten, daß Vergangenes nie unmittelbar aus unmittelbar sensorischem Input sondern immer nur aus mnemonischen Quellen in die aktuelle Verarbeitung gelangt.

Nennen wir das Systemdatum *ts* und das Datum, welches das gegenständliche Geschehen trägt das Objektdatum oder *tob*. Der semantisch und pragmatisch korrekte Gebrauch der Tempora läßt sich dann auf die Weise programmieren, daß die temporalen Eigenschaften des Künftigseins, Gegenwärtigseins und Vergangenseins durch eine Funktion ausgedrückt werden, die *ts* und *tob* als Argumente hat. *ts* wird vom Taktgeber der Maschine — wie von der biologischen Uhr bei Nervensystemen — fortgeschrieben und trägt dem Sachverhalt Rechnung, daß die Zeitstelle, von der aus feststellende Aussagen möglich sind, nicht stillsteht. *tob* hält die Chronologie der Ereignisse in den zeitlich stabilen Relationen des Früher und Später fest.

Wird außer acht gelassen, daß die Prädikate "ist künftig", "ist gegenwärtig", "ist vergangen" nicht den Ereignissen *per se*, sondern der Relation zwischen Gegenstand und Akt der Prädikation zukommen, dann scheinen sich die temporalen Eigenschaften semantisch zu verselbständigen und logisch aus dem Ruder zu laufen. Es sieht dann so aus, als könne ein und dasselbe Ereignis die inkompatiblen Eigenschaften des Künftigseins, Gegenwärtigseins und Vergangenseins tragen. Werden die temporalen Eigenschaften nun aber als Funktion der zweierlei Daten definiert, dann löst sich die Grammatik der Tempora ohne Rest in Logik und die Koppelung eines der Daten mit dem Zeitgeber auf. Die Aussage, daß das identische Ereignis sowohl künftig wie gegenwärtig und vergangen sein kann, bedeutet dann nicht, daß es zeitlich instabile Eigenschaften habe, sondern daß seine Datierung eine stabile Komponente und eine zusätzliche zweite Komponente trägt die mit der biologischen bzw. konventionellen Uhrzeit synchronisiert ist.

Diese Definition der Eigenschaften "künftig", "gegenwärtig" und "vergangen" schließt die Virtualität alles Nicht-Gegenwärtigen ein.

Sensorischer Input und damit unmittelbarer Kontakt zur empirischen Außenwelt kann nur statthaben, wenn System- und Objektdatum zusammenfallen. Die mit dem Systemdatum nicht synchronen Zustände der Welt sind nur noch qua Re-Präsentation zugänglich. Die Referenz ist im Fall, daß *ts* \leftrightarrow *tob* virtuell. Der unterschiedliche Realitätsgehalt von gegenwärtig, vergangen, künftig und bloß imaginiert wird zur Funktion der Provenienz der Information,

aus der das repräsentierende Bild aufgebaut ist. Die subjektiv indisponible Tatsächlichkeit des Vergangenen muß in der maschinellen — und wird wohl auch in der organischen — Realisation durch eine Veränderungssperre des ins System gelangten sensorischen Inputs (sowie der aufgezeichneten Systemgeschichte) eigens hergestellt werden. Es wäre dann dem Umstand, daß keine Art Datenhaltung völlig fehlerfrei ist und die Integrität der Daten unter der zeitlichen Distanz fast zwangsläufig leidet, zuzuschreiben, daß der Realitätsgehalt mit der Distanz zwischen Objekt- und Systemdatum nachläßt.

Die einfache Differenz zwischen System- und Objektdatum ist nun aber nicht die einzige Art zeitlicher Virtualisierung, die durch das mehrstellige Datierungssystem praktikabel wird. Durch mehrstellige Datierung läßt sich auch die Art der Verschachtelung von zeitlichen Vorgängen handhaben wie sie das episodische Erinnern und die Projektion von Verläufen kennzeichnet, die nicht mehr simultan auf einen Schlag vorgestellt werden können. Die Fähigkeit zu episodischer Erinnerung und Projektion geht über die Fähigkeit der Virtualisierung zeitlicher Entfernung hinaus. Sie schließt die Virtualisierung von Vorgängen selber ein. Sie ist die Fähigkeit, einen zeitlichen Vorgang als vorgestellten Gegenstand in den ebenfalls zeitlichen Vorgang des Vorstellens einzuschachteln. Die Verschachtelung eines Vorgangs in einen zeitlich anders lokalisierten Vorgang stellt den Sachverhalt zeitlicher Parallelität her.

Parallelität bedarf zu ihrer Herstellung einer zweiten Dimension — bzw. spannt ihre Herstellung von sich aus eine zweite Dimension auf. Es ist also möglich, mit Hilfe des zweistelligen Datierungssystems eine zweite, virtuelle Dimension zeitlichen Verlaufs aufzuspannen.

Vorgänge, die in mehr als einer Dimension verlaufen, verlieren ihre chronologisch eindeutige Sortierbarkeit. Wenn in der Abfolge der Zustände, wie sie das Systemdatum ordnet, Vorgänge vergegenständlicht werden, die an einer anderen Stelle in der Zeit spielen, dann führt die Sortierung der Zustände nach dem Objektdatum zu einer anderen Chronologie als ihre Sortierung nach dem Systemdatum. Weil das Objektdatum für den Zustand des Erinnerns und Erwartens in gleichem Maß konstitutiv ist wie das Systemdatum der Erinnerung bzw. Erwartung, trifft es für Bewußtseinszustände, in denen vergangene und künftige Ereignisse vorkommen, keineswegs mehr zu, daß frühere Ereignisse in jeder Hinsicht früher als spätere und spätere in jeder Hinsicht als frühere bleiben werden. Vielmehr hat sich, sobald es zur Vergegenständlichung von künftigen und vergangenen Episoden in der Gegenwart aufmerksamer Zuwendung kommt, die Chronologie der präsentierenden Zustände von der Chronologie der äußerlich wahrgenommenen Zustände emanzipiert und zum Zeichen der Emanzipation die eindeutige Sortierbarkeit nach den Relationen des Früher und Später abgelegt.

Es ist dieser Freiheitsgrad, der es uns erlaubt, von selbst flüchtiger Position aus die Flut der Bilder in ein stabiles Weltbild zu übersetzen.

Und es ist die Funktion urteilenden Denkens, diese Ordnung eigens herzustellen. Achtet man auf die unentrinnbare Eigenzeitlichkeit allen Wahrnehmens, Vorstellens, Erinnerns und eben selbst Denkens, dann zeigt sich, daß diese Ordnungsleistung auf die Verschachtelung von eigenzeitlichen in anderszeitliche Vorgänge baut, und daß die Konstruktion des Weltbilds in ein höher dimensionales Geschehen seiner Konstruktionsgeschichte eingebettet ist.

V.

Es ist schwer, die Verschachtelung zeitlicher Vorgänge in den eigenzeitlichen Vorgang des Vorstellens gedanklich plastisch nachzuvollziehen. Es ist aber leicht einzusehen, daß sich das Datierungssystem, das solche Verschachtelungen herzustellen erlaubt, programmieren läßt.

Der "Trick" der Programmierung besteht ganz einfach darin, die nötige Dimensionalität zu definieren. In ausschließlich einer Dimension ist das Geschehen der Antizipation oder Reproduktion eines Vorgangs, der an einer zeitlich anderen Stelle als der Vorgang der Antizipation bzw. Reproduktion spielt, nicht darstellbar. Weil die Zeit der Physik strikt auf eine Dimension und die Darstellbarkeit im Kontinuum der reellen Zahlen beschränkt ist, kennt die Physik solche Vorgänge nicht. Es wäre nun aber schlicht falsch, daraus den Schluß zu ziehen, der Umgang mit zeitlich höher dimensionalen Sachverhalten sei deswegen nicht programmierbar. Die Programmierung des geeigneten Datierungssystems ist vielmehr ein vorzügliches Beispiel für den Stufenbau, den die "computational theory of mind" im Auge hat.

Aus physikalischer Sicht ist die Frage, ob in einer Maschine, die den Vorgang (etwa) einer episodischen Erinnerung nachbildet, zeitlich Verschiedenes gleichzeitig ist, selbstverständlich zu verneinen. Nichts am gegenwärtigen Zustand einer Maschine ist vergangen. In ein und demselben zeitlichen Zustand trägt alles in und an ihr das eine und nämliche Datum.

Selbst ihr eingestanztes Herstellungsdatum ist nur ein Muster in ihrer gegenwärtigen Feststruktur.

Wie das Datum an der Hardware, so sind auch die Daten in der Software physikalisch bloße Muster. Damit aus den Mustern Zahlen und gar Darstellungen von Zeitstellen werden, müssen sie entsprechend interpretiert werden. Die Krinkel und Bitmuster müssen als Symbole aufgefaßt und unter Regeln gebracht werden. Symbole und Regeln sind keine physikalischen Gegenstände.

Physikalisch ist nicht einmal definiert, was Artefakte und mithin Maschinen sind. Symbole wie z.B. Zahlen stehen für etwas anderes als nur den Schriftzug oder das Bitmuster. Artefakte unterscheidet von naturbelassenen Gegenständen, daß sie nach Plan und Absicht hergestellt sind. Zahlen sind ideale Gegenstände, Regeln normative Anweisungen, Pläne Antizipationen künftiger Zustände. Offensichtlich steht die Rede von ihnen schon auf der anderen Seite des Grabens zwischen Physis und Geist.

Nur ist der Graben an dieser Stelle vergleichsweise seicht. Das Maschinenprogramm läßt sich in einer relativ kontinuierlichen Folge von Stufen interpretieren. Auf unterster, der physikalischen nächster Ebene stellt es sich als Verkörperung eines formalen Systems dar. Ein formales System ist ein System bedeutungsloser Symbole, die nach formal syntaktischen Regeln manipuliert werden. Wiewohl Symbole keine physikalischen Gegenstände sind, unterscheiden sich bedeutungslose Symbole von physikalischen Strukturen doch zunächst nur durch die Art ihrer Beschreibung. Die symbolische ist eine spezifisch generalisierende Ebene der Beschreibung. Während es unendlich viele physikalische Realisierungsmöglichkeiten des Symbols "27.6.1990,13.07 h" gibt, ist es für seine formal regelrechte Manipulation völlig gleichgültig, wie es — ob als Schriftzug, Bitmuster, Drucktype oder sonstwas — realisiert ist. Es kommt nur auf die lesbare Form an.

Auf nächst höherer Stufe ist das Maschinenprogramm Verkörperung eines mathematischen Modells. Im mathematischen Modell werden die Symbole zu Zahlen, Variablen und Operatoren. Sie erhalten logische Bedeutung, werden mit Wahrheitswerten geladen. Nur qua fiat der Interpretation, ohne daß sich auf physikalischer und symbolischer Ebene irgend etwas ändern müßte, treten Operation wie das Folgern und semantische Eigenschaften wie Wahrheit und Falschheit auf den Plan. Doch auch diese Interpretationsstufe reicht noch nicht hin, um aus dem Programmablauf, in dem mehrstellige Vektoren manipuliert werden, die Imitation von etwas wie einer Erinnerung zu machen. Von der Mathematik her ist es nämlich wiederum gleichgültig, ob die Vektoren als zeitliche oder räumliche Koordinaten oder nur als komplexe Zahlen aufgefaßt werden.

Erst dann, wenn bestimmte Vektoren ausdrücklich als Darstellungen von Zeitstellen definiert sind, wird aus dem mathematischen Modell die Beschreibung eines Datierungssystems. Erst dann hat es Sinn, von etwas wie einer Verschachtelung zeitlicher Vorgänge in den eigenzeitlichen Vorgang ihrer Verschachtelung zu reden. Ist (t_{ob} , t_s) aber einmal als Datierungsvektor definiert, dann stellt der Verlauf ihrer Werte im Maschinenprotokoll zwei parallel verlaufende Chronologien dar. Die Referenz von t_{ob} liegt in der Objektzeit, also auf der Ebene des dargestellten Geschehens, die von t_s in der Performanzzeit, also auf der Ebene, auf der sich das Darstellen als eigenes Geschehen vollzieht. t_{ob} und t_s definieren gemeinsam die Zustände des Darstellungsgeschehens. Das spielt in der Objekt- und der Performanzzeit zugleich.

Ist die Definition des einen und nämlichen Darstellungsgeschehens durch zwei getrennte Chronologien logisch nicht einfach verboten? Sie bleibt verboten, solange nicht die Konsequenz aus der irreduziblen Zweistelligkeit seiner Datierung gezogen wird. Zweistellige Datierungsvektoren definieren eine zweite Dimension der Zeit. Ein Ausgedehntes, ob räumlich oder zeitlich, hat so viele Dimensionen, wie Koordinaten Stellen haben müssen, um es zu beschreiben. Wenn einstellige Koordinaten zur Beschreibung nicht hinreichen, dann besagt das, daß das zu Beschreibende in mehr als einer Achse ausgedehnt ist. Wie die Notwendigkeit zweistelliger räumlicher Koordinaten besagt, daß die fragliche Figur in einer Ebene liegt, also nicht mehr in einer Geraden Platz findet, so sagen zweistellige zeitliche Koordinaten, daß die Verlaufsform über die chronometrische hinaus eine zweite Zeitachse in Anspruch nimmt.

VI.

Die maschinelle Reproduktion des ausführlichen, episodischen Erinnerns zeigt die Unmöglichkeit, den Akt der Repräsentation in ausschließlich einer zeitlichen Dimension darzustellen. Zum Erinnern (und Erwarten) reicht es nämlich nicht, den gegenständlichen Vorgang nur vorzustellen. Es bedarf der zeitlichen Plazierung des erscheinenden Ereignisses. Es muß im Akt der vorstellenden Vergegenwärtigung eine — wenn freilich imaginäre — Distanz zwischen jetzt geschehendem Akt und darin erscheinendem Geschehen aufgeschlagen werden. Diese imaginäre Distanz kann nicht in der chronometrischen Achse liegen, da dann eben jetzt und Einst gleichzeitig bzw. das Jetzt bis zum Einst hin ausgedehnt sein müßte. Der imaginäre Charakter der Distanz hilft hier nicht weiter. Die chronometrische Achse ist durch den Vorgang des Erinnerns selber belegt. In ihr kann nicht zugleich das erinnerte Geschehen spielen, auch nicht imaginär. Auch als imaginiertes Geschehen könnte es in der chronometrischen Achse nur gleichzeitig mit dem imaginierenden spielen. Es wäre dann höchstens Phantasie, niemals Erinnerung. Also muß im Akt der Erinnerung noch eine andere als die chronometrische Verlaufsrichtung aufgespannt sein.

Am episodischen Erinnern wird klar, daß die imaginierende Vergegenwärtigung ein Vorgang ist, der selbst Zeit in Anspruch nimmt.

Dieser Vorgang trägt das Systemdatum t_s . Seine Zustandsfolge ist die der gegenwärtig fokussierenden Aktivität. Was im Fokus nun aber erscheint, spielt nicht in der Gegenwart, sondern in der erinnerten Objektzeit t_{ob} . Dennoch muß das erinnerte Geschehen auch in der gegenwärtigen Systemzeit spielen, weil sonst gegenwärtig nichts erscheinen könnte. Man kann hier förmlich zuschauen, wie es zum Widerspruch kommt, wenn nicht zwischen zwei irreduzibel verschiedenen Verlaufsrichtungen unterschieden wird.¹⁸ Die Widersprüche werden auch solange nicht aus der Welt zu schaffen sein, solange die Dimensionalität des vergegenwärtigenden Gesamtgeschehens nicht danach ausgelegt wird, daß beide Vorgänge, der Vorgang des Erinnerns und der erinnerte Vorgang nebeneinander Zeit haben.

Der eigenzeitliche Vorgang der Erinnerung und der anderszeitliche erinnerte Vorgang müssen, um eine zeitliche Distanz versetzt, parallel verlaufen können.

Parallelität ist ein unabdingbar mehrdimensionaler Sachverhalt. Es ist zwar schwer, zeitliche Parallelität vorzustellen, es ist aber leicht, sich der Erinnerung an vergangenes Geschehen als eines eigenen Vorgangs in der Gegenwart zu vergewissern. In dieser Vergewisserung spannt sich, sobald die Vorstellung nur ausführlich genug wird, ganz von selbst die zweite Verlaufsrichtung auf. Das imaginierende Geschehen verläuft in chronometrischer Echtzeit, das imaginierte in imaginärer Objektzeit.

Umgekehrt ist diese imaginäre zweite Dimension aber auch alles, dessen es bedarf, um die Widersprüche der Temporalität aus der Welt zu schaffen. Wie im zweidimensionalen Raum Punkte auseinanderliegen können, die im eindimensionalen zusammenfallen müssen, so können auch in zweidimensionaler Zeit Zeitstellen durch eine Differenz getrennt sein, die in eindimensionaler Zeit entweder verschwinden oder zum Widerspruch führen muß. Das Zugleichsein von zeitlich Verschiedenem ist logisch aber vollkommen harmlos, wenn eine Dimension aufgespannt ist, in der das Verschiedene zugleich getrennt sein und durch verkürzende Projektion zusammenfallen kann.

Ein anderer Ausdruck des temporalen Widerspruchs ist die Dauer der Gegenwart. In ihr hat der subjektiv zwingende Eindruck des "Wanderns" der Gegenwart statt. Die Dauer der aufmerksamen Präsenz mißt, wie schon erwähnt, normalerweise bis zu drei Sekunden. Diese Dauer wird allerdings nicht als phasenräumliches Nebeneinander, sondern als geschlossene Einheit erlebt. Einheiten wie z.B. gesprochene Sätze oder Verse von Gedichten werden im Rahmen der drei Sekunden als ungeteilte Ganzheiten empfunden, Dieser ganze Rahmen verschiebt sich — unmerklich diskret — im 30-ms-Takt.

Hinter dem Zeitempfinden verbirgt sich also die Integration einer Mehrzahl unmerklich dauernder Zeit-"Quanten" zu einem merklich dauernden Zeit-"Fenster". Das Rätsel dieses Zeitempfindens ist, wie es zur Merklichkeit von ungefähr hundert chronometrisch verschiedenen Teilen in einem einzigen, geschlossen erlebten Augenblick kommt.

Bewegung und Dauer der Gegenwart müssen im Zusammenhang beschrieben werden. Das Phänomen, an dem ihr Zusammenhang zutage treten muß, ist die aktuelle Wahrnehmung. Um die Leistungsfähigkeit der mehrstelligen Datierung auch hier im gedanklichen Experiment zu untersuchen, sei die für das maschinelle Sehen übliche Gerätekonfiguration eines Prozeßrechners mit entsprechender sensorischer und motorischer Peripherie vorgestellt. Auf dem Rechner seien die fortgeschrittensten Verfahren der Mustererkennung und Objektbildung verfügbar. Als Parforce-Imitation des menschlichen Sehens sei angenommen, der Rechner nehme alle 30 ms eine Aufnahme des sensorischen Inputs. Der Einfachheit halber sei weiter angenommen, er halte jeweils hundert Aufnahmen im Arbeitsspeicher vor. Die derart als Zeitreihe festgehaltenen 3 Sekunden werden dann wie ein phasenräumlicher Ausschnitt der Raumzeit vorgehalten. Von diesen hundert Aufnahmen repräsentiert jede einen bestimmten Zustand der Außenwelt. Die Aufnahmen als solche sind jedoch "blind", nämlich noch bloße Datenbasis für die Identifikation. Um "sehend" zu werden, müssen sie im Sinne der Mustererkennung bearbeitet und müssen die signifikanten Muster in symbolisch ansprechbare Objekte übersetzt werden.

Um den phasenräumlichen Ausschnitt in seinem selbst bewegten Rahmen und seiner (relativ zur Stelle des laufenden Inputs) mit jedem Takt wechselnden Position und Zusammensetzung vorzuhalten, muß sich der Stapel der Aufnahmen im Takt des Inputs durch den Arbeitsspeicher bewegen. Diese Bewegung braucht nicht wirklich durch Ortswechsel, muß aber zumindest virtuell durch das Datierungssystem vollzogen werden. Jedem mit Systemdatum unterschiedenen Takt muß eine eigene Komposition des ganzen Stapels

entsprechen; jede Aufnahme im Stapel muß sowohl das Datum ihrer Aufnahme als auch das Datum des Systemzustands tragen, dem ihre relative Position im Stapel entspricht.

Diese virtuell dynamische Datenhaltung steigert die Auswertungsmöglichkeiten des sensorischen Inputs ungemein. Wenn der Informationsinput an die hundert Takte lang im Arbeitsspeicher vorgehalten wird und während dieser ganzen Zeit für Analyse und Interpretation zugänglich bleibt, dann schwindet der Zwang, den Vorgang des identifizierenden Sehens und Hörens mit dem wahrgenommenen Geschehen genau synchronisiert zu halten. Darstellendes und dargestelltes Geschehen können — und werden in der Regel — dann schon auf der Stufe der elementaren Wahrnehmung auseinandertreten. Die getrennte Datierung beider Vorgänge ermöglicht eine analytische Durchleuchtung der Aufnahmen als Zeitreihe und die Behandlung der dauernden Präsenz wie einen phasenräumlichen Ausschnitt der Raumzeit. Charakteristische Verlaufsformen in der chronometrischen Achse lassen sich durch diese Datenhaltung wie räumliche Konturen ermitteln. Es könnte also durchaus biologischen Sinn haben, daß Nervensysteme diese (oder eben eine äquivalente) Art der Datenhaltung verkörpern.

Nun besteht die Einheit des Augenblicks nicht darin, daß an die hundert Zustände phasenräumlich nebeneinanderstehen. Daß der Augenblick dauert, heißt vielmehr, daß die Zeitspanne offen bleibt für die Identifikation der sensorisch aufgenommenen Eindrücke. Das Wahrnehmungsbild selber ist zeitlich geschlossen und steht auf der Höhe des jüngsten Inputs. Wenn eine Bewegung, eine Geste, ein musikalisches Motiv, wenn sprachliche Sätze und Verse von Gedichten als Einheit erlebt werden, dann nicht in dem Sinn, daß die Zustandsfolge simultan präsentiert würde, sondern in dem, daß es erst mit ihrem Abschluß endgültig klar ist, worum es sich denn eigentlich gehandelt hat: ob die Bewegung ein Schritt war oder nur ein Schwanken, ob die Geste tatsächlich einladend oder nur ironisch neckend war, ob das Motiv dasjenige mit dem aufsteigenden Schluß oder das abfallende war, usw.

Mit jedem hinzukommenden Wort — ja Phonem — ändert sich der Sinn des Satzes und damit die Bedeutung des jeweils schon Geäußerten. Erst am Schluß des Verses steht die Gestalt der Zeile von Anfang fest. Bis zum Abschluß muß die Bedeutung ja die Identität — der vorausgegangenen Phasen offen und revidierbar gehalten werden.¹⁹ Die Dauer des Augenblicks bedeutet diese Offenheit für das, was in ihrem Rahmen da eigentlich geschieht. Die nachträgliche Einpassung der identifizierten Teile in das auf der Höhe des jüngsten Inputs stehende Wahrnehmungsbild ist eine erstaunliche Leistung.

Sie ist weder intro- noch extrospektiv so ohne weiteres zugänglich. Wohl deshalb schien es lange zweifelhaft, ob sie sich überhaupt objektivieren und chronometrisch vermessen läßt. Tatsächlich gelang es nun aber in der neurologischen Forschung, ein Phänomen nachzuweisen und chronometrisch zu vermessen, das in eben einer solchen nachträglichen Einpassung eines identifizierten Ereignisses in das auf der Höhe des aktuellen Inputs stehende Wahrnehmungsbild besteht. Es ist das Phänomen des sog. "antedating" und manifestiert sich darin, daß eine (Schmerz-) Empfindung in dem Moment, in dem sie zu Bewußtsein kommt, schon als so lange dauernd erlebt wird, wie der Vorgang ihrer Identifikation in Anspruch genommen hat.

B. Libet konnte in einer Reihe ingenieüser Experimente²⁰ zeigen, daß zwischen dem ersten Einsetzen einer Hautreizung und dem Einsetzen des Schmerzes bis zu einer halben Sekunde verstreicht. Von dieser halben Sekunde nimmt die Übertragung zum Gehirn nur 0,015 Sekunden in Anspruch.

Der ganze Rest wird für die Identifikation des sensorischen Inputs als dessen, was dann wahrgenommen wird, gebraucht. Um dieses ganze Intervall wird das Auftauchen der Empfindung im Bewußtsein mit der Identifikation wieder vordatiert. So setzt die Empfindung

zwar tatsächlich erst nach der halben Sekunde ein; zugleich mit dem Einsetzen stellt sich aber der Eindruck — und zwar der zwingende Eindruck — ein, daß die Empfindung schon die halbe Sekunde währt.

Die nachträglich mit der Reizung synchronisierte Wahrnehmung des Reizes ist gewissermaßen eine Illusion, das unmittelbarste Sinnesdatum ist bereits zeitlich maskiert. Die Empfindung ist als Empfindung von etwas anderem, also als Wahrnehmung, aber gerade keine Illusion. Das Ereignis der Wahrnehmung ist mit dem wahrgenommenen Ereignis nur zutreffend synchronisiert. Die Empfindung wäre als Wahrnehmung vielmehr dann illusionär, wenn sie das Ereignis zeitlich versetzt wiedergäbe. Wenn das Geschehen der Wahrnehmung das wahrgenommene Geschehen nun aber derart vor sich her schiebt, daß es erst durch Etikettenschwindel den zutreffenden Eindruck erzeugt, dann schließt das Ergebnis der Wahrnehmung nicht nur eine perfekte Täuschung, sondern auch eine Art rückwärtiger Verursachung ein.

Dieses Phänomen des Vorausdatierens ist für das Gedankenexperiment der simulierten Präsenz aus zwei Gründen bedeutsam. Erstens kann es sich bei diesem Phänomen um kein bloßes Epiphänomen in dem Sinne handeln, daß seine Herstellung für das äußerlich beobachtbare Verhalten bedeutungslos wäre.

Zweitens erblickt in ihm kein minderer Neurologe als John C. Eccles eine genuin geistige Leistung, die auf neurologisch mechanischer Basis nicht mehr erklärbar ist.²¹

So verwirrend und in chronometrischer Echtzeit regelwidrig das Phänomen der Vorausdatierung erscheint, so muß es doch einen durchgängigen Zug unserer Perzeptivität darstellen. Es wäre für uns als selbst bewegliche und der Verletzlichkeit durch rasch bewegte Gegenstände ausgesetzte Körper nämlich fatal, wenn wir das Geschehen um uns herum immer nur um die ganze Zeitspanne zu spät wahrnehmen könnten, die die Identifikation aller letztlich wahrgenommenen Teile dauert. Um uns in rasch bewegten Szenen zurechtzufinden, muß vor allem das sehende und hörende Wahrnehmungsbild auf der Höhe des aktuellen Geschehens stehen. Auch das identifizierende Sehen und Hören braucht aber seine Zeit. Die Verzögerung ist am haptischen Wahrnehmen nur deshalb am genauesten erforscht, weil es sich für die einschlägigen Experimente am besten eignet. Da nun aber nicht anzunehmen ist, daß die sehende oder hörende Identifikation neuer und überraschender Sachverhalte sehr viel schneller vor sich geht als die Identifikation unerwarteter Hautreize, muß die Verzögerung auch beim kontinuierlichen Sehen und Hören maskiert werden. Wenn das Wahrnehmungsbild auf der Höhe der Ereignisfront stehen muß, darf die Identifikation der Ereignisse zwar in Teilen nachhinken, müssen die später identifizierten Teile sich dann aber bruchlos in das vorausprojizierte Bild einfügen. Dieses Nachhinken und Einpassen dürfte beim Sehen nur sehr gut verdeckt sein. Beim kontinuierlichen Sehen kann die Vorausprojektion erstens den zwischenzeitlichen, noch unterschiedlich rohen Input für Nachbesserungen verwenden. Zweitens kann ein Ereignis sehr schnell identifiziert werden, wenn es genau erwartet wird.

Diese zeitliche Maskierung sieht Eccles als ein schlagendes Beispiel für die Interaktion zwischen Geist und nervlichem Substrat. Von der Frage, wie weit sie sich programmieren läßt, sollten daher weitergehende Aufschlüsse über den Status der Präsenz des Augenblicks sowie darüber zu erwarten sein, ob die Zeitform subjektiven Erlebens eine schärfere Trennung zwischen Geist und Materie verlangt als die "computational theory of mind" sie zu ziehen bereit ist. Setzen wir also den gedanklichen Versuch des maschinellen Sehens fort. Die Maschine nehme alle 30 ms eine Aufnahme des sensorischen Inputs aus der Videokamera. Für die laufende Identifikation sollen jeweils hundert Aufnahmen in chronologischer Reihenfolge im Arbeitsspeicher vorgehalten werden. Von diesen hundert Aufnahmen repräsentiert jede einen bestimmten Zustand in der Außenwelt.

Wenn die Identifikation selbst Zeit braucht, dann ist das wahrzunehmende Ereignis mit dem Ereignis der Wahrnehmung nur bis zu diesem ersten Kontakt synchronisiert. Von da an weicht die Chronologie der Wahrnehmung von der Chronologie des Wahrgenommenen ab. Zwischen dem ersten sensorischen Kontakt und der Identifikation des irgendwie Gemerkten als des dann Wahrgenommenen kann die gesamte Dauer der aufmerksamen Präsenz, können im Normalfall also die drei Sekunden verstreichen. Was innerhalb dieser Frist nicht identifiziert wird, wird im Verborgenen bleiben.

Es ist zunächst dieses Auseinanderlaufen der Chronologien, das die zweistellige Datierung handhaben läßt. Sie enthält zugleich aber den Trick zur Vorausdatierung. Das Auseinanderlaufen von *tob*, und *ts* ist zugleich die Aufzeichnung der Distanz, die sich zwischen dem zu identifizierenden Ereignis und dem Ereignis der Identifikation auftut. Diese Distanz spielt im Akt der Identifikation die doppelte Rolle, daß das identifizierte Ereignis um sie zurückgestellt und das erscheinende Bild zugleich um sie vorausprojiziert wird. Das Zurückstellen ordnet das identifizierte Ereignis in die äußere Chronologie, das Vorausprojizieren ordnet es in das Bild auf der Höhe der Ereignisfront ein. Dabei kann die Identifikation für verschiedene Teile des Bilds je nach Schwierigkeitsgrad unterschiedlich lange dauern. Das geschlossene Bild auf der Höhe der Ereignisfront kommt dadurch zustande, daß es aus unterschiedlichen Distanzen synthetisch zusammengesetzt wird.

Diese Synthetisierung aus Teilen, deren Identifikation die gesamte Dauer des Zeitfensters in Anspruch nehmen kann, ist nicht ganz trivial. Dennoch ist auch ihre kognitive Leistung mit Hilfe des zweistelligen Datierungssystems programmierbar. Sie ist programmierbar als extrapolierende Verlängerung identifizierter Verlaufsformen um die zu jedem Moment und jedem Informationssegment abrufbare Distanz *ts-tob*. Zur besseren Einpassung der extrapolierten Teile in das Gesamtbild kann auch die — zumindest oberflächliche — Einrechnung des zwischenzeitlichen, also noch unterschiedlich rohen Inputs programmiert werden. Wie weit dieses Verfahren greift, wird vom Maß der Abweichung zwischen Projektion und Input abhängen. Leichte Abweichungen bzw. Abweichungen im Rahmen des Prognostizierbaren werden korrigiert werden können, überraschende Veränderungen werden die Identifikationsprozedur von Anfang an durchlaufen müssen.

Programme, die diese Synthesis so weit leisten, daß sie menschenähnliches Verhalten von Robotern in rasch bewegten Szenen steuern können, liegen noch in der Zukunft. Es ist auch ganz unwahrscheinlich, daß sie genau so wie hier skizziert funktionieren werden. Die Entwicklung äquivalenter Programme ist aber absehbar; und es ist abzusehen, daß ihr Verfahren zur Projektion und Einpassung unter anderem im Aufbau von Wissensbasen über die Parametrisierung realtypischer Bewegungsabläufe bestehen wird. Der Aufbau solcher Wissensbasen könnte in manchem also dem Lernen kleiner Kinder gleichen. Man kann sich die Arbeit an diesem Aufbau mit Hilfe zweier Monitore vorstellen, auf deren einem das Bild, wie es die Videokamera aufnimmt, und auf deren anderem das Bild erscheint, das die Extrapolation des identifizierten (und eventuell nachgebesserten) Verlaufs ergibt. Maß der Perfektionierung des Programms ist die Angleichung des synthetischen an das rohe Erscheinungsbild. Das synthetische Bild ist dann aber, ganz unabhängig von seinem Perfektionsgrad, nicht mehr blind wie das rohe, sondern sehend in dem Sinn, daß es den Roboter räumlich agieren und auf Veränderungen in seiner Umgebung gezielt reagieren läßt.

Die prinzipielle Möglichkeit dieses zweiten Bilds enthält eine prinzipielle Antwort auf die Frage, wie weit sich die Dauer der Präsenz von der physischen Seite her nachvollziehen läßt: Sie läßt sich so weit nachvollziehen, wie die Extrospektion überhaupt reicht. Sie läßt sich nachvollziehen bis unmittelbar vor den Punkt hin, an dem die Rückdatierung in das zwingende Gefühl umschlägt, die Sache so, wie sie nun identifiziert ist, schon vor der Identifikation wahrgenommen zu haben. Auch hier lassen sich aber noch alle verhaltensrelevanten Aspekte nachvollziehen. Das Verhalten einer Maschine, die sich auf

diese Weise kognitiv in ihrer Umgebung orientiert, muß sich äußerlich nicht von dem eines Wesens unterscheiden, dem wir inneres Erleben und geistige Repräsentation unterstellen.

VII.

Ist damit gezeigt, daß das subjektive Zeiterleben programmierbar ist? Es ist gezeigt, wo das Problem einer Programmierung nicht liegt. Es ist deutlich geworden, daß von den temporalen Paradoxien kein Zwang ausgeht, einen physikalisch irreduziblen Bereich des Geistigen anzunehmen.

Schließlich ist die Möglichkeit dargetan, daß auch materiell realisierbare Herstellungsverfahren der ausgedehnten Dauer der Präsenz denkbar sind. Nur glauben wir nicht, daß aus der Möglichkeit, die Algebra der höheren Zeitdimension zu programmieren, eine Bestätigung für die Annahme folgt, daß Geist und Materie nur durch generalisierende Ebenen der Beschreibung getrennt sind. Vielmehr glauben wir, daß die "computational theory of mind" den Status der Interpretation, die aus dem Maschinenprogramm ein mathematisches Modell und aus dessen Manipulation ein zeitlich höher dimensionales Darstellungsgeschehen macht, falsch einschätzt. Nicht die Maschine, sondern diese Interpretation stellt die Ebenen her. Warum soll ein noch so komplexer Vorgang wechselnder Ladungszustände in einer halbleitenden Feststruktur Darstellung einer höheren Dimension sein? Nur Wesen, in denen diese Dimension bereits aufgeschlagen ist, können auf diese Idee kommen. Etwas mehr Selbstaufmerksamkeit verbietet es aber, einem Computer Aufmerksamkeit zuzuschreiben.

Ein Computer merkt nichts in irgendeinem empfindenden Modus. Er spürt nichts, mag er menschliches Verhalten äußerlich noch so genau imitieren.

In ihm ist nichts, was dem entspricht, was für Wesen mit aufmerksamer Erlebnissphäre durch Traum und Bewußtlosigkeit unterbrochen wird. Es gibt, mit einem Wort, keinen Innenaspekt seines empirischen Verhaltens. Auch und gerade, wenn er seine eigene Funktion im Sinne des "self-monitoring" überwacht, hat keine Innensicht im phänomenologischen Sinne statt. Es ist da tatsächlich nicht mehr als symbolische Manipulation. Weil unsere eigene Innensicht das Welttheater der aufmerksamen Zuwendung präsentiert, projizieren wir in Wesen, denen wir eigene Aufmerksamkeit zutrauen, eine entsprechende Bühne hinein. Wir wissen intuitiv, daß jedes aufmerksame Wesen eine eigene Welt ist, und daß diese Welt deshalb so oft existiert, wie aufmerksame Wesen da sind. Weil diese Welten aber von außen unzugängliche Monaden sind, können wir fremde Wesen nur dadurch zu Subjekten machen, daß wir hinter der Fassade ihres empirisch wahrnehmbaren Verhaltens eine imaginäre Bühne für ein eigenes Zuwendungsgeschehen aufschlagen.

Zum Aufschlagen einer solchen Bühne hat uns die äußere Simulation menschlichen Verhaltens verleitet, wenn wir Maschinen eigene Intelligenz und gar eigenes Bewußtsein zuschreiben. Nur dadurch aber, daß wir diese Bühne hinter der physikalischen Beschreibung aufschlagen, wird aus den wechselnden Ladungszuständen in der halbleitenden Feststruktur die Imitation einer subjektiven Erlebnissphäre. Erst diese massive Unterstellung macht aus dem Vertauschen der Zahlenwerte in einer Speicheradresse eine Imitation des "antedating". Ohne diese interpretative Zutat käme nichts auch nur Vergleichbares zum Vorschein.

Weil ein Computer nun einmal nichts spürt und nichts merkt, kann in ihm auch nichts wie ein zwingender Eindruck des Schon-so-und-solange-Währens vorkommen. Der Trick, der ihn das Verhalten von Wesen, die diesen zwingenden Eindruck durch Spüren und Merken kennen, besteht tatsächlich in nichts mehr als dem Vertauschen von Zahlenwerten. Auch der Algorithmus, der ihn befähigt, das Verhalten von merksam erinnernden und plastisch vorstellenden Wegen nachzumachen, ist nicht mehr als eben die Implementation der zur Manipulation höherdimensionaler dynamischer Variablen nötigen Algebra. So wenig, wie das

Zahlenmuster dreistelliger räumlicher Koordinaten räumlich dreidimensional ist; so wenig ist die Manipulation zweistelliger Datierungsvektoren ein zeitlich zweidimensionaler Vorgang. Zeitlich effektiv zweidimensional ist nur der eigenzeitlich bewegte Vorgang des vergegenwärtigenden Vorstellens künftiger und vergangener Episoden. Etwas derartiges können wir in Selbstaufmerksamkeit am eigenen Zuwendungsgeschehen erfahren. Einen zeitlichen Verlauf, der einen anderen zeitlichen Vorgang in sich einschließt, hat an einem Computer aber noch niemand beobachtet.

Wenn es tatsächlich aufmerksamer Präsenz bedürfen sollte, damit die Zeit vergeht, dann vergeht die Zeit für einen Computer nicht. Sie vergeht für ihn dann auch nicht, wenn er die Bewegung des Zeitfensters imitiert. Das Geschehen der Imitation ist dann nicht mehr als es der Ausschnitt des Phasenraums ist, den die Maschine im fraglichen Abschnitt der unzentrierten Raumzeit einnimmt. In diesem Phasenraum ist ein zeitlicher Zustand gleich wirklich wie alle anderen. Erst dadurch, daß das eigenzeitliche Geschehen aufmerksamer Aktivität seine eigene Zeitlichkeit der beobachteten Zustandsfolge mitteilt, nimmt die Merkwelt des aufmerksamen Wesens ihren erlebten Wechsel auf.

Wie die Abspaltung bzw. Bifurkation solcher Eigenzeitlichkeit möglich ist, ist in der Physik inzwischen Gegenstand der Theorie komplexer dynamischer Systeme und der Selbstorganisation. Es ist physikalisch nicht mehr undenkbar, den spontanen Wechsel von etwas wie den spontanen Übergang, den wir als Gegenwart erleben, zu formulieren.²² Von Systemen, in denen entsprechende Mechanismen zur Brechung der Zeitsymmetrie vermutet werden können, sind Computer, wie sie heute gebaut werden, aber weit entfernt.

Trotz dieses Abgrunds, der die Eigenzeitlichkeit des aufmerksamen Zuwendungsgeschehens von der Zustandsfolge des Maschinenlaufs trennt, kommt im maschinellen Nachbau seiner temporalen Fähigkeiten doch Entscheidendes über das Zuwendungsgeschehen selber zum Vorschein. Zunächst wird deutlich, daß der Unterschied zwischen objektiver und subjektiver Zeit in der höheren Dimensionalität der letzteren liegt. Sodann zeigt sich, daß die subjektive Zeiterfahrung die Möglichkeiten der imaginären Zeitachse effektiv und mit logisch beschreibbarer Folgerichtigkeit nutzt. Schließlich läßt der Nachbau einsehen, daß die höher dimensionale Bewegung in keinem Widerspruch zu physikalischen Gesetzen stehen muß. Nur wird dabei eben auch deutlich, daß es mit bisher bekannten Verfahren nicht denkbar ist, diese höhere Dimension technisch zu reproduzieren.

Anmerkungen

1 Zu den Einschränkungen siehe Anm.12 und Abschnitt VII hier unten.

2 Siehe Grünbaum 1968a, 1968 b

3 Siehe hierzu und zum Rest des Absatzes Pöppel 1978

4 Vgl. Smart 1963, S. 133

5 Hierher gehört Einsteins Diktum, daß die Einteilung der Zeit in Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit eine Illusion ist, wenn auch eine hartnäckige. Siehe seinen Brief an Sohn und Schwester Michele Besso vom 21.3.55, in:

Einstein/Besso 1972, S. 537f. Die Reihe der Denker, die ihm in dieser atemporalen Zeitauffassung folgen, ist lang und illuster. Sie enthält unter anderen die Namen Russell, Quine, Sellars, Smart, Grünbaum, Davidson.

6 Zudem kann die Welt als vierdimensionales "Block"-Universum wohlgedacht, nicht aber angeschaut werden. Wenn wir die Welt in mehr als nur einem Zustand und in mehr als einem statischen Ausschnitt erfahren sollen, dann müssen wir sie aus der Position wechselnder Gegenwart erfahren. Zumindest diese Erfahrung ist dann geschichtlich. Sie durchläuft verschiedene Zustände, die nicht alle gleich wirklich und da sind. Vielmehr erfährt sie — ob nun sich selbst oder ihre Gegenstände — in unwillkürlichem und spontanem Wechsel dessen, was da wirklich ist.

7 Als außergewöhnlich aufgeschlossene und entsprechend aufschlußreiche Diskussion dieser brisanten Frage zwischen Philosophen, Psychologen und Computerwissenschaftlern siehe Pylyshyn/Demopoulos 1986.

8 Dieser Einwand ist vor allem mit dem Namen John R. Searle verbunden. Siehe Searle 1983, Kap. 10 und Searle 1984.

9 Vgl. Beckermann 1988

10 Vgl. Franck 1989

11 Vgl. Eccles 1985

12 Eine gewisse Ausnahme ist die in der Thermodynamik des Nichtgleichgewichts, in der Theorie komplexer dynamischer Systeme und selbstorganisierender Prozesse getroffene Unterscheidung zwischen der Zeit als Parameter und der Zeit als Operator. Auch sie bedeutet aber noch keine Anerkennung der Temporalität, wie sie im Sprachgebrauch der Tempora zum Ausdruck kommt. Es gibt hier allerdings Annäherungen. Siehe Prigogine 1979.

13 Vgl. Zeilicovici 1986, S. 175ff.

14 Dieser Widerspruch ist als McTaggartsches Paradox bekannt. Siehe

McTaggart 1908 und 1927, Kap. 33. Zur Diskussion und für weitere Literatur

siehe Franck 1989.

15 Siehe als ursprüngliche Formulierung dieser Kritik Russell 1903, Abschnitt 442. Als zeitgenössische Referenz siehe Mellor 1981.

16 Im Sinne Husserls. Siehe Husserl 1905.

17 Auch dort, wo es zu einer Verbindung zwischen Phänomenologie und logischer Begriffssprache kam — siehe Miller 1984 —, ist die Beschreibung nicht bis zum Kern der temporalen Paradoxien vorgestoßen.

18 Diese Beobachtung hat — meines Wissens erstmals — Rachel Salamander beschrieben. Siehe Salamander 1982, S. 313ff.

19 siehe dazu Franck/Franck 1986, S. 70ff

20 siehe Libet 1973.

21 Siehe Popper/Eccles 1977, S. 315 und passim.

22 siehe Prigogine 1979; dort vor allem das in der erweiterten Ausgabe hinzugekommene Kap. X.

Literatur

Beckermann, Ansgar 1988, Sprachverstehende Maschinen, in: Erkenntnis, Bd. 28, S. 65—85.

Eccles, John C. 1985, New light on the mind-brain problem: How mental events could influence neural events, in: Hermann Haken (Hrsg.), Complex

Systems — Operational Approach, Berlin u.a. (Springer) 1985.

Einstein, Albert/Michele Besso, Correspondance 1903—1955. Traduction, notes et introduction de Pierre Speziali, Paris 1972 (Hermann).

Franck, Dorothea/Georg Franck 1986, Zwischenmenschliche Verhandlung versus intersubjektive Norm. Für eine Analytik des Sprecherwechsels als nicht regelgeleiteter Selbstorganisation des Gesprächs, in: Papiere zur Linguistik, Nr. 35 (Heft 2/86), S. 55—78.

- Franck, Georg 1989, Das Paradox der Zeit und die Dimensionszahl der Temporalität, in: Zeitschrift für Philosophische Forschung, Bd. 43, Heft 3, S. 449—71.
- Gale Ricard M. (Hrsg.) 1968, The Philosophy of Time, London (Macmillan)
- Grünbaum, Adolf 1968a, The status of temporal becoming, in: Gale 1968, S.322—54.
- Grünbaum, Adolf 1968b, Modern science and Zeno's paradoxes, in: Gale 1968, 422—501.
- Husserl, Edmund 1905, Zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hrsg. v. Martin Heidegger, Halle 1928 (Husserliana Bd. 10, Den Haag 1966, Martinus Nijhoff).
- Libet, B. 1973, Electrical stimulation of cortex in human subjects, and conscious memory aspects, in: Handbook of sensory Physiology, Bd. 2, hrsg. von A. Iggo, Heidelberg u.a. (Springer).
- McTaggart, John McT. Ellis 1908, The unreality of time, in: Mind, New Series No. 68 (Oct. 1908), S. 457—74.
- McTaggart, John McT. Ellis 1927, The Nature of Existence, 2 Bde., hrsg. von C. D. Broad, Cambridge (Cambridge U. P.).
- Mellor; David H. 1981, Real Time, Cambridge u. a. (Cambridge U.P.)
- Miller, Izchak 1984, Husserl, Perception, and Temporal Awareness, Cambridge, Mass. (M.I.T. Press).
- Pöppel, Ernst 1978, Time perception, in: Handbook of Sensory Physiology, Bd. R, hrsg. von R. Held/H.W. Leibowitz/HA. Teuber, Heidelberg 1978 (Springer), S. 713—29.
- Popper, Karl/John C. Eccles 1977, Das Ich und sein Gehirn, deutsche Übersetzung München (Piper) 1982.
- Prigogine, Ilya 1979, Vom Sein zum Werden, München (Piper) 2 1985.
- Pylyshyn, Zenon W./William Demopoulos (Hrsg.) 1986, Meaning and Cognitive Structure. Issues in the Computational Theory of Mind, Norwood N.J. (Albex).
- Russell, Bertrand 1903, The Principles of Mathematics, Cambridge.
- Salamander, Rachel 1982, Zeitliche Mehrdimensionalität als Grundbedingung des Sinnverstehens, Bern u. a. (Peter Lang).
- Searle, John R. 1983, Intentionalität, deutsche Übersetzung Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1987.
- Searle, John R. 1984, Geist, Hirn und Wissenschaft, deutsche Übersetzung Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1986.
- Smart, J. C. C. 1963, Philosophy and Scientific Realism, London (Routledge and Kegan Paul).
- Zeilicovici, David 1986, Eine (Auf)lösung des Paradoxes von McTaggart, in: Ratio, Bd. 28, Nr. 2, S. 159—178.