

## ZEIT UND NATURALISMUS

BRIGITTE FALKENBURG

Die gegenwärtige Naturalismus-Diskussion befasst sich mit der Frage, inwieweit geistige Phänomene naturwissenschaftlich erklärbar sind, indem sie sich auf neurophysiologische Grundlagen reduzieren lassen. Diese Frage wird hier am Beispiel der Zeit verfolgt. Eine naturalistische Sicht des menschlichen Geistes impliziert die Annahme, dass sich das subjektive Zeiterleben auf die objektive Zeit der Physik reduzieren lassen muss. Aber inwieweit gelingt dies eigentlich? Ein gravierendes Problem für naturalistische Positionen ist, dass der Zeitpfeil der Physik bis heute hartnäckig irreduzibel geblieben ist. Die gängige physikalische Erklärung der Zeitrichtung beruht auf dem thermodynamischen Zeitpfeil. Dieser setzt allerdings den subjektiv erlebten Unterschied von früher und später schon voraus und seine Begründung gelingt nur im Rahmen probabilistischer Theorien, die nicht-deterministisch sind und irreversible Prozesse beschreiben. Im Folgenden möchte ich zeigen, dass die Versuche, alles mentale Erleben naturwissenschaftlich zu erklären, angesichts dieses Problems in ein Dilemma führen. Entweder das mentale Zeiterleben ist durch ein irreversibles neuronales Geschehen erklärbar, das seine physikalische Grundlage in thermodynamischen Prozessen hat. Dann kann es nicht strikt determiniert sein, sondern hat nicht-deterministische probabilistische Grundlagen und das naturalistische Dogma von der kausalen Geschlossenheit der Welt wird unhaltbar. Oder aber das Zeiterleben ist durch das neuronale Geschehen strikt determiniert. Dann müssen ihm reversible Prozesse zugrunde liegen und der subjektiv erlebte Unterschied von Vergangenheit und Zukunft wird zu einem irreduziblen Epiphänomen ohne jede physische Basis.

### 1. Der Geist – ein Naturphänomen?

Zunächst ist allerdings zu klären, was man unter dem Geist und seiner naturalistischen Reduktion zu verstehen hat. Hierfür möchte ich auf eine Selbstverständlichkeit hinweisen, die in der gegenwärtigen Naturalismus-Debatte zu selten ausbuchstabiert wird. Im Vergleich zur philosophischen Tradition bezieht sich die Diskussion um die neurophysiologischen Grundlagen des Geistes heute meist auf ein sehr eingeschränktes Verständnis von „Geist“. Der Geist ist nicht nur im Kopf einzelner menschlicher Individuen angesiedelt, sondern er ist ebenso sehr ein soziales Phänomen. Zu den Erscheinungsformen des menschlichen Geistes gehören nicht bloß Bewusstsein, Selbstbewusstsein, mentales Erleben und Denkvermögen, sondern auch die Sprache, soziale Institutionen wie das Recht, sowie alle Errungenschaften der menschlichen Kultur – Kunst und Religion, Wissenschaft und hochentwickelte Technik.

Hegel unterschied darum den „subjektiven“ Geist vom „objektiven“ sowie „absoluten“ Geist. Zum „subjektiven“ Geist zählte er Bewusstsein, Selbstbewusstsein, sowie alles psychische oder mentale Erleben; zum „objektiven“ Geist alle Regeln und Formen des menschlichen Zusammenlebens, also Moral, Recht, Familie, Gesellschaft und Staat; zum „absoluten“ Geist schließlich alle kulturellen Erzeugnisse, die das individuelle menschliche Leben transzendieren oder überdauern, insbesondere die Kunst, Religion und Philosophie.<sup>19</sup> Wer Hegels Terminologie nicht mag oder wenn sie zu kompliziert ist, der solle wenigstens einen zentralen Punkt seiner Philosophie beachten. Der Geist hat nicht nur subjektive, sondern auch intersubjektive Komponenten; und erstere sind ohne die letzteren überhaupt nicht denkbar. Hegel hat dies in seiner *Phänomenologie des Geistes* deutlich gemacht – im berühmten Kapitel über Herr und Knecht, wo er zeigt, dass Selbstbewusstsein erst aus der Anerkennung eines anderen menschlichen Individuums entsteht.

In der heutigen Debatte um Hirnforschung und Willensfreiheit bestreitet natürlich niemand die intersubjektiven Aspekte des menschlichen Geistes. Um ihnen gerecht zu werden, argumentieren Vertreter einer naturalistischen Sicht des Geistes in etwa wie folgt. Sie weisen darauf hin, dass die intersubjektiven Formen des menschlichen Geistes ebenfalls ihre biologische Grundlage haben; alle Tierarten haben Sozialverhalten, Kommunikationsformen und bestimmte technische Fähigkeiten, und bei hochentwickelten Säugetieren finden sich solche, die denjenigen des Menschen am ähnlichsten sind. Das menschliche Verhalten ist demnach ebenso wie dasjenige der Tiere nicht nur durch neuronale Prozesse determiniert, sondern auch durch sprachliche und sonstige Interaktionen in der Gemeinschaft.

Diese Argumentation hat allerdings eine entscheidende Schwachstelle. Auch wenn man annimmt, dass das Verhalten von Tieren oder Menschen teils durch neuronale Prozesse und teils durch soziale Interaktionen determiniert ist, handelt es sich dabei offenbar um völlig disparate Weisen, determiniert zu sein; und ihre Zusammenhänge sind völlig unverständlich. Schlimmer noch: die Verhaltensbiologie und die Neurophysiologie haben noch nicht einmal eine gemeinsame naturwissenschaftliche Sprache. Zwischen den Behauptungen eines neurophysiologischen und eines verhaltensbiologischen Determinismus klafft deshalb eine unüberbrückbare Reduktionslücke. Man kennt allenfalls einige Zusammenhänge zwischen sozialem Verhalten und neuronalen Prozessen, etwa die Rolle von Spiegelneuronen für das Verstehen des Verhaltens anderer.

Dabei ist nicht zu bestreiten, dass der Geist des Menschen natürliche Grundlagen hat.<sup>20</sup> Diese natürlichen Grundlagen sind mehrstufig. Die Struktur

<sup>19</sup> Vgl. den Aufbau von Hegels Philosophie des Geistes: HEGEL, 1830, Bd. III.

<sup>20</sup> Auch dies hat Hegel schon hervorgehoben: Der Geist entsteht nach seiner Philosophie nur in der physischen Natur – als spezifisch menschliche Möglichkeit, die Endlichkeit des Lebens der Individuen einer biologischen Gattung zu transzendieren. Vgl. das Ende von Hegels *Naturphilosophie*: HEGEL, 1830, Bd. II.

der anorganischen Natur ist Grundlage für die Entstehung von Leben, und die Struktur von Organismen ist Grundlage für die Entstehung des Geistes. Die physikalische Beschaffenheit der Natur umfasst etliche notwendige Voraussetzungen für die Entstehung von Leben. Die Strukturbildung im Universum ist wesentlich bestimmt durch die Existenz von Elementarteilchen, zwischen denen anziehende und abstoßende Kräfte herrschen, und durch die faktischen Werte der Naturkonstanten (Lichtgeschwindigkeit, Plancksches Wirkungsquantum und Gravitationskonstante). Beides zusammengenommen ermöglicht die Selbstorganisation der Materie in Strukturen unterschiedlicher Größe, d. h. den Aufbau der Materie aus Atomkernen, Atomen und Molekülen, Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern, sowie die Entstehung von Sternen und Planeten im Universum. Eine weitere entscheidende physikalische Voraussetzung für die Entstehung von Leben besteht in der Herausbildung eines lebensfreundlichen Klimas. Diese wiederum ist nur auf einem Planeten möglich, der nicht zu nah an der Sonne und nicht zu weit von ihr entfernt ist, der eine Atmosphäre besitzt, in der dank des natürlichen Treibhauseffekts gemäßigte Temperaturen herrschen, und auf dem es Wasser gibt. Nur unter diesen Bedingungen können so komplexe biochemische Systeme entstehen wie Proteine, aus denen sich Organismen bilden können.

Dass sich die biologische Natur über primitive Einzeller hinausentwickelt, ist wiederum eine notwendige Voraussetzung für die Entstehung des menschlichen Geistes. Damit der Geist in die Welt kam, musste es eine Evolution des Lebens von den Einzellern über unzählige biologische Arten bis hin zu den Primaten und darüber hinaus geben. Dabei haben sich bei den höher entwickelten Säugetieren Vorformen des Geistes entwickelt, nämlich Empfindung, komplexes Sozialverhalten, sowie Ansätze von Bewusstsein und Sprachvermögen.

Aber auch beim Menschen kommt der Geist nicht plötzlich, sondern stufenweise in die Welt; er entwickelt sich weiter und erklärt immer neue Stufen. Dies gilt sowohl ontogenetisch als auch phylogenetisch. Ontogenetisch unterliegt der Geist jedes menschlichen Individuums von der Geburt bis zum Tod einer Entwicklung. Dies gilt für den Geist im oben angegebenen komplexen, teils subjektiven, teils intersubjektiven Sinne. Sprache, Selbstbewusstsein, Denken und Sozialverhalten entwickeln sich erst im Verlauf der ersten Lebensjahre durch die Kommunikation mit Anderen; der Mensch ist lebenslangem Lernen unterworfen; und dies dauert bis ins hohe Alter an, soweit sich nicht altersbedingter geistiger Abbau einstellt. Phylogenetisch hat sich der Geist im Verlauf der Kulturgeschichte ebenfalls erheblich weiter entwickelt – von der Höhlenmalerei, dem Beginn der Agrikultur und der Metallbearbeitung in prähistorischen Zeiten über die Entstehung der Mathematik, Astronomie, Philosophie, über die Bildung von Städten und Staaten in der Antike und die Entwicklung der neuzeitlichen Wissenschaft und Technik bis hin zum Internet – und zur modernen Hirnforschung sowie der dadurch angestoßenen Naturalismus-Debatte.

Wir Menschen sind also die Tiere, die im Verlauf ihrer phylogenetischen Entwicklung nach mehreren hunderttausend Jahren zuletzt in die Lage gekommen sind, uns zu fragen, was uns von den anderen Tierarten unterscheidet. Dabei fragen wir uns heute, ob das spezifisch menschliche Sprach- und Sozialverhalten, Denken, Bewusstsein, sowie die menschlichen Kulturprodukte einschließlich von Wissenschaft und Technik – ob dies alles, was zum Geist zählt, ein Naturprodukt unter anderen ist oder nicht. Ist der menschliche Geist irreduzibel und mehr als ein bloßes Naturprodukt – oder ist er es nicht?

Um diese Frage zu klären, muss jedoch erst einmal gesagt werden, was man hierbei unter einem Naturprodukt versteht. Ein Spinozist, für den die All-Eine, göttliche Substanz zugleich die Natur ist, wobei der menschlichen Geist eine der Modifikationen dieser göttlichen Natur darstellt, hätte keinerlei Probleme, die obige Frage entschieden mit „Nein, er ist es nicht!“ zu beantworten. Ein heutiger Naturalist würde sich mit einer solchen Antwort allerdings zutiefst missverstanden fühlen. Für heutige Naturalisten ist die Natur alles, was Gegenstand der Naturwissenschaften ist, d. h. was prinzipiell zum Gegenstand (natur-) wissenschaftlicher Erklärungen werden kann, und nicht mehr. Ein Naturprodukt ist demnach etwas, dessen Entstehung grundsätzlich durch die Gesetze und Mechanismen der Physik, Chemie, Biochemie, Biologie und Neurophysiologie erklärt werden kann. Wer den Geist in diesem Sinne als Naturprodukt versteht, der macht insbesondere folgende Annahmen:

- 1.1 Mentales Erleben wird durch neuronale Prozesse verursacht.
- 1.2 Selbstbewusstsein ist nichts anderes als ein komplexes Geschehen im Gehirn.
- 1.3 Soziale Interaktionen lassen sich als biologische Prozesse verstehen.
- 1.4 Das menschliche Denken und Handeln ist neuronal und biologisch determiniert.

Das naturalistische Programm besteht entsprechend darin, den menschlichen Geist vom Selbstbewusstsein bis hin zu den anspruchsvollsten Kulturprodukten auf ein grundsätzlich naturwissenschaftlich erklärbares Geschehen zu reduzieren.

Die Naturwissenschaften liefern allerdings selbst schon so disparate Beschreibungen und Erklärungen, dass unklar ist, was die Annahme (1.4) überhaupt genau besagt – wie oben schon betont. Anstatt dieses Problem hier direkt zu untersuchen, d. h. insbesondere: anstatt die semantischen und nomologischen Lücken zwischen physikalischen, chemischen, neurophysiologischen, psychologischen und soziobiologischen Erklärungen zu diskutieren,<sup>21</sup> möchte ich den Problemkomplex der naturalistischen Erklärungen und ihrer Grenzen nun an einem speziellen und doch ganz zentralen Beispiel weiter verfolgen, nämlich an der Zeit.

Der menschliche Geist steht aus naturalistischer wie aus geistes- oder kulturphilosophischer Sicht wesentlich unter Bedingungen der Zeit. Wie oben skizziert, bildet sich der Geist auch und gerade aus naturalistischer Sicht aus natürlichen Grundlagen heraus, er entwickelt sich ontogenetisch wie phylogenetisch auf physischer Basis. Seine Entwicklung vollzieht sich im Lauf von Zeitspannen, die ein physikalisches Zeitmaß haben – die individuelle geistige Entwicklung eines Menschen wird genauso wie die Kulturgeschichte der Menschheit in Jahren gemessen, wenngleich in äußerst unterschiedlichen Zeitskalen. Historisch sowie kulturphilosophisch spricht man z. B. von Epochen oder vom Zeitgeist; und man bemisst den Lebensentwurf eines Menschen an seiner endlichen Lebenserwartung. Dabei bemisst sich auch unser mentales inneres Zeiterleben am Tages- und Jahreslauf, an Uhr und Kalender. Unsere sozialen Interaktionen sind ebenfalls dem zeitlichen Naturgeschehen unterworfen, egal ob man das subjektive Zeiterleben und seine Abstimmung auf den sozialen Zeitrahmen durch eine naturalistische Erklärung als mentales Geschehen auf neuronale Prozesse zurückführen will oder nicht.

Wie hängt aber die objektive, physikalische Zeit, die auch den intersubjektiven Rahmen für jede geistige Tätigkeit liefert, mit unserem subjektiven, mentalen Zeiterleben zusammen? Aus naturalistischer Sicht müsste sich unser subjektives Zeiterleben zumindest grundsätzlich auf ein naturwissenschaftlich erklärbares Geschehen zurückführen lassen, das nach einem physikalischen Zeitmaß verläuft – sonst stünde es schlecht um den Naturalismus. Hierfür wäre erforderlich, dass es Naturvorgänge gibt, die unser Zeiterleben umfassend festlegen oder determinieren. Um zu klären, was dies heißen könnte, möchte ich aber zunächst auf den schillernden Begriff des Determinismus eingehen.

## 2. „Determinismus“ – Versuch einer Begriffsbestimmung

Unter Determinismus versteht man üblicherweise die Annahme, dass alles Geschehen in der Welt vollständig (vorher-) bestimmt ist. Diese Annahme vertritt in der philosophischen Tradition nicht nur Materialisten wie Hobbes, der frühneuzeitliche Vorläufer der heutigen Naturalisten, sondern auch Vertreter der rationalistischen Metaphysik wie der oben erwähnte Spinoza, oder etwa Leibniz in seiner metaphysischen Theorie der Monaden und ihrer prästabilierten Harmonie. Hier geht es aber wieder nur um die naturalistische Version des Determinismus: um die Annahme, alles Geschehen in der Welt habe natürliche Ursachen – es sei vollständig durch Naturvorgänge bestimmt, die Gegenstand naturwissenschaftlicher Erklärungen sind.

Naturwissenschaftliche Erklärungen beruhen auf den Gesetzen der Physik, Chemie, Biologie und der Neurowissenschaften (der Neurobiologie, Neurophysiologie und Neuroinformatik). In der Wissenschaftsphilosophie ist allerdings umstritten, was genau eine wissenschaftliche Erklärung ausmacht. Die

<sup>21</sup> Vgl. hierzu FALKENBURG 2006.

empiristische Wissenschaftstheorie unterscheidet grob vier Typen von wissenschaftlichen Erklärungen:<sup>22</sup>

- 2.1 Eine deduktiv-nomologische (DN-) Erklärung leitet ein Einzelereignis als Spezialfall aus einem allgemeingültigen Gesetz her.
- 2.2 Eine probabilistische Erklärung leitet die relative Häufigkeit von Einzelereignissen aus einem Gesetz her, das nur eine Wahrscheinlichkeitsverteilung bestimmt.
- 2.3 Eine kausale Erklärung zielt darauf, möglichst vollständig die kausal relevanten Faktoren oder Bedingungen dafür anzugeben, dass etwas geschieht.
- 2.4 Eine Erklärung durch Vereinheitlichung zielt darauf, die Gesetzmäßigkeiten, nach denen Vorgänge ablaufen, in eine einheitliche, umfassende Theorie einzubetten.

Nur in den Erklärungstypen (2.1), (2.2) und (2.4) spielen naturwissenschaftliche Gesetze die zentrale Rolle; aber nur die DN-Erklärungen (2.1) erfassen determinierte Geschehnisse, insofern sie sagen, unter welchen Bedingungen nach einem *strikten* Gesetz, das unter solchen Bedingungen für *jeden* Einzelfall gilt, ein bestimmtes Ereignis eintreten *muss*. Die anderen Erklärungstypen leisten dies in der Regel *nicht*. Probabilistische Erklärungen sind gerade *nicht* deterministisch, sondern sie geben nur die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Ereignissen an; und dies besagt für den Einzelfall *gar nichts* – der Einzelfall ist durch ein Wahrscheinlichkeitsgesetz *nicht* determiniert; es gilt nur ein Gesetz der großen Zahlen, das besagt, dass bei sehr vielen Ereignissen die relative Häufigkeit der Wahrscheinlichkeit sehr nahe kommt. Kausalerklärungen wiederum sind dann und nur dann deterministisch, wenn strikte Naturgesetze und deren Anwendungsbedingungen die entscheidenden kausalen Faktoren sind, d. h. wenn sie auf DN-Erklärungen reduziertbar sind. Und auch die Erklärung durch Vereinheitlichung führt dann und nur dann auf eine deterministische Erklärung, wenn die einbettende, umfassende Theorie genau dies leistet, d. h. DN-Erklärungen liefert.

An dieser Stelle macht die oben angeführte laxe naturalistische Rede vom Determiniert-Sein durch neurologische und biologische Prozesse sofort Schwierigkeiten; denn in der Biologie und den Neurowissenschaften kann man strikte Gesetze und darauf beruhende deduktiv-nomologische Erklärungen mit der Lupe suchen. Die neuere Wissenschaftstheorie hat gezeigt, dass sie sogar in der mathematischen „Königsdisziplin“ Physik längst nicht so weit verbreitet sind, wie die empiristische Wissenschaftstheorie des 20. Jahrhunderts glaubte.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Vgl. z. B. LAMBERT und BRITTON 1991: zur Erklärung durch Vereinheitlichung vgl. FRIEDMAN 1974.

<sup>23</sup> Vgl. CARTWRIGHT 1983 und die dadurch ausgelöste Diskussion.

Insbesondere beruht die Molekül-, Atom-, Kern- und Teilchenphysik, die der modernen Chemie und der Biochemie (... und damit der Neurowissenschaften!) zugrundeliegt, auf quantentheoretischen Gesetzen. Die Quantentheorie ist aber im Gegensatz zur klassischen Mechanik oder Elektrodynamik nur *probabilistisch*. Wer auf der Basis der Hirnforschung einen neurobiologischen Determinismus vertritt, hat damit ein grundsätzliches Problem. Es wird im Allgemeinen so gelöst, dass man gegen den nicht-deterministischen Charakter von Quantenprozessen mit der Größe des Gehirns und der Vielzahl der Neuronen argumentiert; demnach sei die Wahrscheinlichkeit der Ergebnisse neuronaler Schaltvorgänge praktisch nicht von 1 zu unterscheiden und mühen seien letztere so weitgehend determiniert, dass quantentheoretische Prozesse für die neuronalen Vorgänge im Gehirn praktisch keine Rolle spielen.

Selbst wenn man dies zugibt, kommen weitere Probleme ins Spiel. Zwischen der Erklärung neuronaler Schaltvorgänge, der Deutung aktiver Hirnareale, dem mentalen Geschehen und womöglich auch noch dem Einfluss sozialer Interaktionen auf das Gehirngeschehen klaffen gravierende Reduktionslücken. Um sie zu schließen, steht keine einheitliche Theorie zur Verfügung; ja es gibt noch nicht einmal eine einheitliche wissenschaftliche Sprache, in der so disparate physische und geistige Phänomene beschrieben werden könnten.

Also müssen Kausalerklärungen im Sinne von (2.3) hinzugezogen werden. Sie zielen auf die Angabe der notwendigen und hinreichenden Bedingungen für das Zustandekommen eines Geschehens, auf den möglichst vollständigen Satz von Ursachen einer gegebenen Wirkung. Inwieweit in einem so hochkomplexen Gebilde wie dem Gehirn allerdings die kausal relevanten Faktoren für das Gehirngeschehen und die mentalen Erlebnisse *ausschließlich* in strikten Naturgesetzen und deren Anwendungsbedingungen liegen sollen, dies weiß niemand. Es spricht wenig dafür und viel dagegen, dass diese kausalen Faktoren allesamt deterministisch sind.

Schon der Kausalebegriff selbst bringt Probleme mit sich. Sind Kausalerklärungen überhaupt deterministisch? Und umgekehrt: Sind die bisher einzigen Kandidaten für deterministische Erklärungen, die DN-Erklärungen (2.1), überhaupt kausal in dem Sinne, dass sie eine Wirkung (wie das mentale Geschehen) durch eine Ursache (wie das physische Geschehen im Gehirn) erklären?

An dieser Stelle kommt die Zeit ins Spiel, und zwar die objektive, physikalische Zeit – die zeitliche Dimension des Naturgeschehens. Verratschung wird als ein Geschehen in der Zeit verstanden: Die Ursache findet notwendigerweise früher als ihre Wirkung statt. Gäbe es in der Natur *backward causation*, so würde dies unser übliches Kausalitätsverständnis völlig auf den Kopf stellen; kausale Paradoxien, wie man sie nur aus *science fiction*-Romanen über Zeitreisen kennt, würden möglich. Der Philosoph Kant hat sogar die Möglichkeit einer objektiven Zeitordnung an die Vorstellung der asymmetrischen Bezie-

hung von Ursache und Wirkung geknüpft.<sup>24</sup> Kant vertrat keinen naturalistischen Standpunkt; er hielt die Zeit – wie auch den Raum – für eine subjektive Vorstellung *a priori*, die ein genuin geistiges Vermögen von uns ist, welches Erfahrung und auch exakte Naturwissenschaft erst ermöglicht. Dies soll hier aber beiseite gelassen werden, um zu untersuchen, wie weit das naturalistische Erklärungsprogramm durch wissenschaftliche Erklärungen gestützt wird.

DN-Erklärungen sind sicher nicht kausal in dem Sinne, dass sie die Ursachen zu gegebenen Wirkungen angeben würden. Sie erklären ein gegebenes Einzelereignis ja nicht durch ein vorhergehendes Einzelereignis, sondern durch ein allgemeines Gesetz und dessen spezielle Anwendungsbedingungen. Oft nimmt man stattdessen an, dass kausale Erklärungen das vorwissenschaftliche Korrelat zu DN-Erklärungen sind. Leider geht auch dies nicht bruchlos, wie schon Bertrand Russell zeigte.<sup>25</sup> Mit dem Unterschied von *früher* und *später* setzen Kausalerklärungen den Zeitfehl voraus, und der wird durch die deterministischen Theorien der klassischen Physik nicht hinreichend begründet. Kausale Abläufe entsprechen eher den irreversiblen Vorgängen der Physik, also thermodynamischen Zustandsentwicklungen oder auch quantenmechanischen Messungen. Die deterministischen Vorgänge der klassischen Mechanik oder Elektrodynamik sind reversibel, d. h. ihre Verlaufsrichtung spielt keine Rolle – sie könnten (anders etwa als Lebensprozesse) auch in umgekehrter Richtung ablaufen. Deterministische DN-Erklärungen (wie etwa die Erklärung einer Sonnenfinsternis durch die Bewegungen von Erde und Mond nach Newtons Gravitationsgesetz) können vergangene und künftige Systemzustände gleichermaßen als „Anfangs“-bedingungen benutzen – und dies wird unserem Alltagsverständnis von Kausalerklärungen offensichtlich nicht gerecht.

Kausale Erklärungen und die irreversiblen Vorgänge, die ihnen entsprechen, beruhen oft auf *probabilistischen Gesetzmäßigkeiten*, die Einzelereignisse nicht determinieren. In der Physik kommen sie schon mit der Begründung thermodynamischer Prozesse durch die statistische Mechanik ins Spiel. Prozesse wie Wärmeleitung, Mischung von Flüssigkeiten oder Gasen, Diffusion, Dissipation verlaufen irreversibel, d. h. sie sind unumkehrbar, weil sie mit einem Entropieanstieg verbunden sind. Die Entropie ist eine thermodynamische Zustandsgröße, die mit der Wahrscheinlichkeit des mikroskopischen Zustands eines Systems zusammenhängt. Nach dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kann die Entropie gleich bleiben oder zunehmen, aber nie abnehmen. Der Entropiesatz unterscheidet zwischen früher und später, er legt die Richtung des Zeitpfeils fest. Wenn sich ein Wärmegleichgewicht einstellt oder zwei Gase vermischen, so steigt die Entropie; der zeitlich umgekehrte Prozess kommt nie vor. Auch Lebensprozesse sind irreversibel. Insbesondere sind Stoffwechsel, Wachstum und Alterung von Organismen unumkehrbar und der Tod eines Organismus ist mit einem Entropieanstieg verbunden.

In den Naturwissenschaften kombiniert man oft sehr unterschiedliche, teils deterministische, teils probabilistische Gesetzmäßigkeiten, um komplexe Systeme zu beschreiben und ihre zeitliche Entwicklung zu erklären. Die Naturwissenschaftler sprechen dann gern von den Mechanismen, die in einem Prozess am Werk sind. Dabei geht es aber in den seltensten Fällen um mechanistische Erklärungen im strengen Sinn der deterministischen Gesetze der klassischen Mechanik. Die Wissenschaftstheoretiker würden stattdessen eher von kausaler Modellierung im Sinne der Kausalerklärung (2.3) sprechen. Mit den „Mechanismen“ sind nämlich üblicherweise die kausal relevanten Faktoren gemeint, die zusammenwirken müssen, damit eine Ereigniskette oder ein Prozess zustande kommt – etwa das Wachstum eines Organismus oder die Signalübertragung durch Neurotransmitter. Solche Prozesse sind sehr komplex. Bei ihnen sind meist sehr verschiedenartige physikalische, chemische, molekularbiologische und neurophysiologische Gesetzmäßigkeiten und Randbedingungen im Spiel. Entscheidend ist hier, dass das Zusammenwirken dieser Faktoren einen Prozess hervorbringt, der, wenn nicht vollständig determiniert, so doch hochgradig wahrscheinlich ist; und der zumindest retrospektiv erklärt bzw. stückweise teils nach dem DN-Modell, teils nach probabilistischen Gesetzen rekonstruiert werden kann. Die naturalistischen Erklärungen des mentalen Geschehens beziehen sich im Allgemeinen auf die Behauptung, dass das Gehirngeschehen durch solche Mechanismen determiniert ist, wie immer sie im einzelnen beschaffen sein mögen und wie immer sie genau unser subjektives mentales Erleben erzeugen mögen.

Man muss sich aber klar machen, dass diese naturalistische Behauptung nur von einem relativ schwachen Begriff des Determinismus Gebrauch macht. Ein Naturprozess gilt danach schon als determiniert, wenn er nicht vollständig durch strikte, deterministische, reversible Naturgesetze erklärbar ist (was höchstens für die Prozesse der klassischen Mechanik und der Elektrodynamik gilt), sondern auf naturwissenschaftlich erklärbarer Weise teils reversibel, teils irreversibel verläuft und durch die bekannte Naturgesetze nur weitgehend festgelegt ist oder mit großer Wahrscheinlichkeit die Richtung nehmen muss, die er nimmt. Dabei ist die naturwissenschaftliche Erklärung von Naturvorgängen nach physikalischen, chemischen und biologischen Gesetzmäßigkeiten jedoch uneinheitlich und lückenhaft; und dies überträgt sich zwangsläufig auf die Neurobiologie und -physiologie. Allerdings können diese lückenhaften Erklärungen nur dann als Stütze für eine naturalistische Sicht des Geistes betrachtet werden, wenn im Prinzip nichts dagegen spricht, die relevanten kausalen Faktoren für das geistige Geschehen grundsätzlich auf wissenschaftliche Erklärungen der Typen (2.1), (2.2) oder (2.4) zurückzuführen; denn kausale Erklärungen im Sinne von (2.3) bleiben vorwissenschaftlich, anthropomorph und präzisierungsbedürftig.

<sup>24</sup> Vgl. die Zweite Analogie der Erfahrung in der *Kritik der reinen Vernunft*, KANT 1781/87.

<sup>25</sup> Er betrachtete das Kausalprinzip dann als Relikt vergangener Zeiten und forderte seine Ersetzung durch funktionale Zusammenhänge der mathematischen Physik; vgl. RUSSELL 1953.

Was bedeutet dies nun für die naturalistische Behauptung, die im Zentrum dieses Beitrags steht und die sich auf die Zeit bezieht? Behauptet wird, dass unser subjektives, mentales Zeiterleben letztlich auf die objektive, physikalische Zeit reduzierbar ist. Danach muss es physische Gehirnvorgänge geben, die unser Zeiterleben einschließlich der Richtung des Zeitpfeils umfassend festlegen oder determinieren. Wenn man nur den eben entwickelten schwachen Determinismus-Begriff zugrunde legt, darf man „umfassend“ durch „weitgehend“ ersetzen. Danach ist also eine naturalistische Erklärung gefordert, die es leistet, das mentale Zeiterleben weitgehend auf die physikalischen Grundlagen der Zeit zu reduzieren.

Dabei ist zu beachten, dass genuine Kausalerklärungen (2.3), die nicht mit den Mitteln einer physikalischen Theorie präzisierbar sind, unser subjektives Zeiterleben voraussetzen. Sie dürfen also nicht mit herangezogen werden, um den physikalischen Zeitpfeil zu erklären. Denn sonst würde man die zeitliche Struktur von Ursache und Wirkung als ein *a priori* in Kants Sinne voraussetzen, um den Zeitpfeil zu erklären; und dies ist mit den naturalistischen Erklärungsansprüchen natürlich nicht gemeint. Es bleiben also nur die DN-Erklärungen (2.1), die probabilistischen Erklärungen (2.2) und die Erklärung durch Vereinheitlichung (2.4).

Allerdings hat jeder Ansatz zu einer naturalistischen Erklärung der Zeit einen gravierenden Schönheitsfehler. Er ist mit dem innerphysikalischen Problem belastet, dass es bis heute keine überzeugende physikalische Erklärung des Zeitpfeils gibt.<sup>26</sup> Der Unterschied von früher und später wird nicht durch die Physik erklärt, sondern er wird als unerlässliche kognitive Voraussetzung in die Physik hineingesteckt. Dies aber heißt, dass der physikalische Zeitpfeil selbst von unserem subjektiven Zeiterleben abhängt. Mit anderen Worten: Unser subjektives Zeiterleben bleibt hartnäckig ein nicht-eliminierbares *A priori* aller Begründungen der objektiven Zeitrichtung. Und dies hat folgende Gründe.

Die Gesetze der Mechanik, Elektrodynamik und auch der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie sind reversibel und deterministisch, sie begründen den Zeitpfeil nicht. Das gilt, wie wir sehen werden, auch für die statistische Mechanik und den Versuch, mit ihr den Zeitpfeil der Thermodynamik zu begründen. Die Thermodynamik liefert Gleichungen, die in der Tat irreversibel, zeitlich gerichtete Prozesse beschreiben – Prozesse, bei denen die Entropie zunimmt, etwa den Wärmeaustausch zwischen einem System und seiner Umgebung, die Mischung zweier Gase oder auch die Erzeugung und

den Verbrauch von Energie in unserer Lebenswelt. Ihre statistische Erklärung hängt allerdings von den *Anfangsbedingungen* ab.

Die Gesetze einer Quantentheorie wiederum beschreiben zwei grundsätzlich verschiedene physikalische Zustandsentwicklungen; nämlich zum einen die interne Zustandsentwicklung eines Quantensystems, die nach einer Differentialgleichung wie der Schrödinger-Gleichung strikt deterministisch und reversibel verläuft, und zum anderen den quantenmechanischen Messprozess, der den Zustand eines Quantensystems indeterministisch und irreversibel ändert. Erst auf der probabilistischen Beschreibungsebene kommen beide zusammen; die quantenmechanische Wellenfunktion, die den Zustand eines Quantensystems beschreibt, legt die Wahrscheinlichkeitsverteilung der möglichen Ergebnisse von Übergängen zwischen verschiedenen Quantenzuständen fest.

Wollte man den Zeitpfeil selbst naturalistisch erklären, so müssten all diese reversiblen und irreversiblen Gesetze durch eine einheitliche, umfassende Theorie erklärt werden: Alle zeitlichen Prozesse einschließlich derer, mit denen man letztlich die physikalische Zeit misst, müssten durch innerphysikalische Vereinheitlichung nach (2.4) erklärt werden können. Und man kann sich schon an dieser Stelle einen Sachverhalt klar machen, der für den weiteren Gang der Argumentation zentral ist. Eine umfassende deterministische Theorie könnte den Zeitpfeil nie und nimmer vollständig erklären; sie würde nur reversible Zustandsgleichungen umfassen und keine Zeitrichtung auszeichnen. Die Hoffnung, diejenigen probabilistischen Erklärungen (2.2), die auf der Quantentheorie beruhen, letztlich auf deterministische Gesetze zurückzuführen und so den Determinismus zu retten, ist also jedenfalls in Bezug auf den Zeitpfeil trügerisch. Deterministische Gesetze sind reversibel und demzufolge können sie die Zeitrichtung, in der irreversible Prozesse verlaufen, grundsätzlich nicht erklären.

Von der Vereinheitlichung ist die gegenwärtige Physik unter anderem aus diesem Grund weit entfernt. Auch wenn große Reduktionsleistungen bezüglich der physikalischen Zeit und ihrer Richtung vollbracht wurden – die eigentliche, einheitliche, zufriedenstellende Erklärung für den Zeitpfeil der Physik steht bis heute aus. Zwischen den einzelnen Theorien der Physik klaffen gravierende Reduktionslücken; und dies gilt insbesondere für die Begründung der Thermodynamik und ihres Zeitpfeils durch die klassische statistische Mechanik.

So erklärt man die Temperatur eines Körpers oder Gases in der kinetischen Theorie als die mittlere Bewegungsenergie der Moleküle. Die kinetische Theorie, die dies leistet, beruht auf der klassischen statistischen Mechanik. Die kinetische Theorie ist eine statistische Theorie. Auf ihrer Basis kann auch die Entropie makroskopischer Stoffe erklärt werden, und zwar als ein Maß für die Wahrscheinlichkeit des Mikro-Zustands des betreffenden Stoffes, für die wahrscheinlichste Geschwindigkeitsverteilung der Moleküle darin. Der Mikro-Zustand eines Gases wird nach der kinetischen Theorie durch die Boltzmann-

<sup>26</sup> Das Standardwerk zum physikalischen Zeitpfeil ist ZEH 1999. Vgl. auch den Übersichtsartikel LYRE 2008; sowie das gut lesbare Buch FLÜK und GULDNI 2004, das allerdings die Begründung des Zeitpfeils ausklammert, um sich mit Problemen der Vereinheitlichung zu befassen, die auch dann noch bleiben.

Gleichung beschrieben; diese beschreibt, wie sich durch Molekülstöße im Gas im Verlauf der Zeit der wahrscheinlichste Zustand einstellt, was makroskopisch betrachtet mit einem Entropiezuwachs verbunden ist.

Die Reduktion der thermodynamischen Größen Temperatur und Entropie auf die statistisch-mechanischen Größen kinetische Energie und Wahrscheinlichkeit gelingt dabei aber nur teilweise. Damit die Boltzmann-Gleichung das faktische Entropiewachstum als Entwicklung zum wahrscheinlichsten Zustand beschreibt, bedarf es einer speziellen Anfangsbedingung. Die Moleküle des Gases müssen unkorreliert sein, d. h. ihre Geschwindigkeiten müssen zu Beginn der Stoßprozesse faktisch unabhängig voneinander sein. Sobald es Stoßprozesse zwischen ihnen gab, d. h. nach Beginn der Zustandsentwicklung durch die Boltzmann-Gleichung, ist dies nicht mehr erfüllt, da der Impulserhaltungssatz gilt. Die Entropie wächst also nach der Boltzmann-Gleichung in einem Gas dann und nur dann, wenn die Moleküle im Gas anfangs unkorreliert waren. Oder: Die kinetische Theorie – die als statistische Version der klassischen Mechanik ja reversible Prozesse beschreibt – erklärt den Zeitfehl bzw. die irreversiblen Prozesse der Thermodynamik nur, sofern man spezielle Anfangsbedingungen annimmt, also den Anfang und das Ende des Prozesses unterscheidet – also den Unterschied von Früher und Später, oder aber: die Zeitrichtung, schon in die Erklärung des Zeitfehls hineinsteckt. Insofern bleibt die Zeitrichtung unerklärt,<sup>27</sup> was nach dem, was ich oben schon zu deterministischen Theorien gesagt habe, auch nicht anders zu erwarten ist.

Die Irreversibilität quantenmechanischer Messungen erklärt den Zeitfehl ebenfalls nicht, sondern sie setzt ihn wiederum voraus. Wollte man die Zeitrichtung dadurch erklären, dass sich ständig durch quantenmechanische Messungen und messungsähnliche Dekohärenz-Vorgänge in der Natur Möglichkeiten in Wirklichkeit verwandeln, bekäme man außerdem sofort zwei Probleme. Einerseits ist der spontane Übergang eines Quantensystems in einen anderen quantenmechanischen Zustand bis heute physikalisch unverständlich, was die Einzelfall-Ebene von Messungen oder natürlichen Prozessen wie der Radioaktivität betrifft. Die Quantenmechanik für sich genommen liefert Wahrscheinlichkeiten für Messergebnisse und spontane subatomare Zerfälle wie die, auf denen die Radioaktivität beruht. Sie erklärt aber weder, wann ein Atom ein Lichtquant abstrahlt oder ein subatomares Teilchen zerfällt noch, warum es makroskopische Messgeräte in der physischen Welt gibt – geschweige denn, wie sie so funktionieren können, dass sie bei einem einzelnen Messprozess ein ganz bestimmtes, eindeutiges Messergebnis erzielen. Sie ist eben eine probabilistische Theorie, und dies gilt auch für den Ansatz, der bei der Analyse der Messung am weitesten kommt, nämlich die Dekohärenz.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Vgl. etwa HUANG 1964, S. 80 ff. und S. 102 ff. – Neuere Ansätze, den Zeitfehl stochastisch zu erklären, führen nicht grundsätzlich weiter. Hier verbleiben schließlich zwei äquivalente Dynamiken, die den beiden Zeitrichtungen entsprechen und zwischen denen man dann auswählen muss; vgl. UFFINK 2008.

<sup>28</sup> GRUIJNJI et al. 2005.

Andererseits läßt sich der Versuch, den Zeitfehl wie angedeutet durch die Quantentheorie zu begründen, die Probleme der philosophischen Position des *Präsentismus* auf, welche die Gegenwart gegenüber der Zukunft und der Vergangenheit dadurch auszeichnet, dass sie nur der ersteren Wirklichkeit entspricht. Es ist schwer zu sehen, wie dies mit Einsteins Spezieller Relativitätstheorie kompatibel sein sollte. Nach der Speziellen Relativitätstheorie gibt es nämlich keine „absolute“, von allem physikalischen Geschehen unabhängige Zeit. Jedes bewegte System hat seine eigene Zeit; was als gleichzeitig betrachtet werden darf, ist nur durch die Möglichkeit der Synchronisation von Uhren durch Lichtsignale operational definiert, also durch ein Messverfahren relativ zu einem Bezugssystem festgelegt. Die Gleichzeitigkeit – und mit ihr der Übergang von Möglichkeit in Wirklichkeit in der Gegenwart – hängt damit von Bewegungszustand eines physikalischen Systems ab; sie ist immer nur relativ zu einem bestimmten relativistischen Bezugssystem definiert und kann nicht für alle Beobachter einheitlich definiert werden.

Nimmt man stattdessen alternativ die philosophische Position eines *Erernalismus* ein, so gelangt man zur Konzeption eines *Block-Universums*, in dem Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft gleichermaßen Wirklichkeit zukommt. Eternalismus und Block-Universum sind vor allem in Bezug auf die Probleme einer Vereinheitlichung von Quantentheorie und allgemein-relativistischer Kosmologie attraktiv.<sup>29</sup> Sie stehen allerdings zur intuitiven Zeitvorstellung im Widerspruch und werfen das Problem auf, dass die subjektive, mentale Zeit überhaupt nicht mehr auf die objektive, physikalische Zeit reduziert werden kann, sondern zur Illusion erklärt werden muss; hierauf komme ich später noch zurück.

Eine weitere gravierende Reduktionslücke, die für das Verständnis der physikalischen Zeit zentral ist, tut sich in der allgemein-relativistischen Kosmologie auf. Nach der Speziellen Relativitätstheorie gibt es, wie gesagt, keine universelle Gegenwart und damit kein universelles raumzeitliches Bezugssystem. Gegeneinander bewegte Systeme, insbesondere auch Uhren, haben nicht dieselbe Gegenwart als Schnittstelle zwischen Vergangenheit und Zukunft. Dagegen setzt die heutige physikalische Kosmologie sehr wohl eine universelle Zeitskala voraus. Das heutige kosmologische Weltmodell beruht einerseits auf Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie und andererseits auf den Beobachtungen der Astrophysik, insbesondere der Rotverschiebung des Lichts entfernter Galaxien und der kosmischen Hintergrundstrahlung. Es besagt, dass es vor etwa 14 Milliarden Jahren einen Urknall gab, aus dem sich das gegenwärtige Universum entwickelt hat, wie es von uns aus gesehen beobachtbar ist. Dieses Weltmodell nimmt an, dass es eine universelle, kosmische Zeit gibt und dass der Begriff eines endlichen Weltalters ein sinnvolles Konzept ist.

Auch hier gelingt die Reduktion des physikalischen Zeitbegriffs wieder nur teilweise, ähnlich wie bei der kinetischen Theorie und dem Entropieanstieg als

<sup>29</sup> Vgl. etwa BARBOUR 1999.

Indikator für die Zeitrichtung. Vom Standpunkt der Allgemeinen Relativitätstheorie gilt die Spezielle Relativitätstheorie mit ihren Aussagen über die Synchronisation von Uhren und die Gleichzeitigkeit in bewegten Bezugssystemen lokal und näherungsweise. Als Näherung gilt sie umso besser, je weniger die Raum-Zeit-Struktur durch Schwerfelder verzerrt ist, etwa im intergalaktischen Raum. Zusätzlich zur Allgemeinen Relativitätstheorie nimmt man das kosmologische Prinzip an, nach dem es keinen ausgezeichneten Ort im Universum gibt. Es besagt: Das Universum ist homogen, es gibt keinen ausgezeichneten Beobachterstandpunkt. Die Forderung eines solchen homogenen Universums entspricht der Annahme, dass die Massen auf der kosmologischen Skala ungefähr gleichförmig verteilt sind. Ob das Universum im Großen, d. h. oberhalb der gegenwärtig beobachteten Galaxien-Cluster, wirklich homogen ist oder nicht, wissen wir letzten Endes nicht (zumindest das Universum nach dem heutigen Stand der Physik nur zu einem Bruchteil aus der in Galaxien beobachtbaren Materie besteht, der größte Teil sind „dunkle“ Materie und „dunkle“ Energie, deren Natur unbekannt ist). Wir müssen die Welt von unserem Beobachterstandpunkt am Rande der Milchstraße von innen heraus erforschen, und dabei setzt uns die Lichtgeschwindigkeit empirische Grenzen. Wir können nur Sterne beobachten, deren Licht zu uns reisen konnte, d. h. die nach der Speziellen Relativitätstheorie in unserem Vergangenheitslichtkegel liegen. Nach dem kosmologischen Prinzip ist jedoch unser Beobachterstandort auf der Erde grundsätzlich jedem anderen Beobachterstandort gleichwertig – soweit nicht Schwereeffekte im Spiel sind, die das Raum-Zeit-Gefüge lokal verzerren, wie etwa in der Nachbarschaft von Sternen und schwarzen Löchern. Insbesondere hat dann das Universum für alle Beobachter in kräftefreien, nicht-beschleunigten Bezugssystemen dasselbe Weltalter; und alle Uhren, die sich im intergalaktischen Raum weitgehend ungestört durch Schwerfelder bewegen, laufen im Gleichtakt oder synchron. Das kosmologische Prinzip erlaubt es, die Welt als expandierendes Universum zu beschreiben, das ein bestimmtes, einheitlich definiertes Alter hat – genau dies entspricht dem *big bang*-Modell.

Erst das kosmologische Prinzip gestattet es also, eine universelle, einheitliche, kosmische Zeitskala zu definieren. Insofern ist es konstitutiv für die Einheit der physikalischen Zeit sowie für den Zeitpfeil. Insbesondere ist es konstitutiv für die Annahme, dass alle beobachtbaren Teile des Universums – d. h. alles Sternenlicht und alle kosmische Strahlung, die auf die Erde gelangen und die natürlich aus unserem Vergangenheits-Lichtkegel stammen – einheitliche Vergangenheit und einen gemeinsamen Ursprung im Urknall haben.

Im Hinblick auf die Reduktionslücken im theoretischen Fundament des Zeitbegriffs ist zentral, dass es sich um eine Zusatzannahme zur Allgemeinen Relativitätstheorie handelt. Das kosmologische Prinzip folgt nicht aus Einsteins Feldgleichungen, sondern es ist ein Auswahlprinzip, das die Klasse von deren physikalischen Lösungen einschränkt. Es pickt aus der Klasse aller mathematisch möglichen Lösungen die Weltmodelle mit einheitlicher Ver-

gangenheit und „gutartiger“ Zeitstruktur heraus – Weltmodelle ohne Zeitschleifen und kausale Paradoxien. Außerdem ist das kosmologische Prinzip kaum empirisch testbar. Wir können es nur im uns zugänglichen Ausschnitt des Universums empirisch überprüfen, etwa anhand der Großraumverteilung von Galaxienhaufen, die danach homogen sein sollte. Gegen Widerlegung ist das kosmologische Prinzip weitgehend immun, wie man sich leicht klar machen kann. Findet man Inhomogenitäten, so kann man sagen, die betrachteten Großraumstrukturen des Universums seien eben noch nicht groß genug. Findet man in unserem Vergangenheitslichtkegel keine Inhomogenitäten, so kann man diesen Befund wiederum nur dann auf die nicht-beobachtbaren Teile des Universums jenseits des Ereignishorizonts übertragen, wenn man annimmt, sie seien vom beobachtbaren Ausschnitt des Universums nicht grundsätzlich verschieden – womit man aber bereits wieder das kosmologische Prinzip vorausgesetzt hat. Dieses Prinzip ist also eine konstruktive Annahme *a priori*, die sich der empirischen Überprüfung weitgehend entzieht.

Zusammenfassend lässt sich Folgendes über die objektive, physikalische Zeit sagen. Der physikalische Zeitbegriff zielt auf eine Einheit der Zeit, die möglichst umfassend ist, d. h. möglichst alle Naturprozesse im Universum und die Entwicklung des Universums insgesamt umfasst. Diese einheitliche Zeit ist ein empirisch gut gestütztes Konstrukt der theoretischen Physik. Ihre empirische Basis sind die heute bekannten Verfahren der Zeitmessung mittels immer besserer Uhren, sowie der phänomenologische Unterschied von früher und später, der sich in irreversiblen Prozessen zeigt. Das theoretische Fundament der physikalischen Zeit ist die Konstruktion einer einheitlichen Zeitskala, die von der Planck-Zeit ( $10^{-43}$  sec) bis zu etlichen Milliarden Jahren sowie vom Ereignis des Urknalls bis zum heutigen Weltalter reicht. Dieses theoretische Fundament enthält jedoch gravierende Reduktionslücken:

- 3.1 Der thermodynamische Zeitpfeil wird durch die Reduktion der Entropie auf die kinetische Theorie nicht vollständig erklärt; die Anfangsbedingungen der Boltzmann-Gleichung (sowie übrigens auch neuere stochastische Ansätze) setzen den Unterschied von früher und später immer schon voraus.
- 3.2 Der quantenphysikalische Übergang von mehreren möglichen Systemzuständen in ein einzelnes faktisches Messergebnis erklärt den Zeitpfeil auch nicht, zumal dieser Übergang bis heute selbst physikalisch unverstanden ist.
- 3.3 Für die kosmologische Zeit sowie das Konzept eines Universums mit einheitlichem Alter und Ursprung ist das kosmologische Prinzip konstitutiv, das die physikalische Kosmologie *a priori* voraussetzt und nur bedingt empirisch überprüfbar ist.

Empirisch betrachtet beruht die physikalische Zeit auf möglichst allgemeinen Messverfahren durch möglichst präzise, möglichst gut synchronisierte Uhren. Pragmatisch und technisch gesehen zielt der Zeitbegriff der Physik dabei auf

eine operationalisierbare Einheit der Zeitskala – eine Größeneinheit der Zeit, die durch einheitliche, umfassend anwendbare und möglichst präzise Messverfahren begründet wird. Heute nimmt man hierfür Atomuhren; sie beruhen auf der Präzision subatomarer Vorgänge.

Nach der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins ist diese Einheit der Zeit aber nur lokal und nicht global realisierbar. Sie liegt in der Eigenzeit bewegter Beobachter; sie gilt nicht für das gesamte Universum. Die gemessene Zeit ist immer abhängig von dem Bezugssystem, in dem die Zeitmessung vorgenommen wird, d. h. für uns: die Erde oder das Sonnensystem. Sie bleibt demnach perspektivisch. Sie ist auf einen bestimmten Beobachter und dessen Bewegungszustand bezogen; und sie steht unter Bedingungen der Messbarkeit. Dazu kommt der Unterschied von früher und später, der sich in der relativistischen Physik am Unterschied von Vergangenheits- und Zukunftssichtkegel festmacht und der natürlich ebenfalls perspektivisch ist. Diese Perspektivität überträgt sich auf die kosmologische Zeit der Physik; diese ist definiert relativ zu unserem Beobachter-Standort im Sonnensystem und relativ zu den Beobachtungen aus unserem Vergangenheits-Lichtkegel. Das kosmologische Prinzip fordert „nur“, dass sich diese Zeit-Perspektiven problemlos vereinheitlichen lassen, weil sie gleichartig sind; es besteht ja in der Annahme, dass es keinen ausgezeichneten Beobachterstandpunkt gibt.

#### 4. Die erlebte Zeit

Die objektive, physikalische Zeit wird also ihre subjektiven Grundlagen nicht vollständig los. Der physikalische Zeitbegriff ist bis heute von zwei subjektiven Annahmen abhängig, die allerdings beide intersubjektiv sind. Er hat einerseits unser subjektives Erleben von früher und später, von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zur irreduziblen Voraussetzung; und er ist andererseits perspektivisch auf unseren Beobachterstandpunkt auf der Erde bezogen. Die entscheidende Frage ist nun: Spielt dies für das naturalistische Reduktionsprogramm eine Rolle?

Offenbar erleben wir die Zeit völlig anders als wir sie messen und als die Physiker sie theoretisch beschreiben. Die erlebte Zeit ist subjektive Zeit, sie ist das Bewusstsein von gegenwärtigem, vergangenem, zukünftigen. Dabei ist für uns nur der Augenblick real; die Vergangenheit ist schon vorbei und die Zukunft noch nicht geschehen. Die gemessene Zeit ist klarerweise intersubjektive Zeit. Sie ist die Schnittstelle zwischen der subjektiven, erlebten und der objektiven, physikalischen Zeit.<sup>30</sup> Wir halten uns alle im Tageslauf an die Uhr

und im Jahreslauf an den Kalender, um unsere Handlungen aufeinander abzustimmen. Dabei kennt jeder von uns die Erfahrung, wie weit die erlebte und die gemessene Zeit auseinanderklaffen können. Und dennoch wird die letztere ihre Grundlagen in der ersteren nicht vollständig los.

Die empirischen Wissenschaften objektivieren die Zeit zur physikalischen, biologischen, neuropsychologischen oder psychologischen Zeit. Dabei sind sie weit von einem einheitlichen Zeitbegriff entfernt. Wie oben gezeigt, gilt diese Uneinheitlichkeit sogar innerhalb der Physik; der thermodynamische Zeitpfeil ist nach wie vor eines der großen Rätsel, das sich gegen eine vollständige physikalische Erklärung sperrt. Soviel wir auch aus den verschiedensten Wissenschaften über sie wissen –, die „Zeit“ entzieht sich unserem Verständnis noch immer. Wenn die Einheit der Zeit schon innerhalb der Physik eher unser eigenes mentales Konstrukt ist als etwas vollständig objektiv Erklärbares, so dürfte es sich mit dem Wunsch, die Kluft zwischen erlebter Zeit, gemessener Zeit und den Zeitauffassungen der Einzelwissenschaften zu überbrücken, ähnlich verhalten. Dazu kommt, dass die subjektive, erlebte Zeit – jedenfalls, was ihr inneres Maß betrifft – nicht zum Gegenstand physikalischer Messungen gemacht werden kann. Eine naturalistische Reduktion der subjektiven, mentalen Zeit auf das objektive, physikalische Zeitmaß des neuronalen Hirngeschehens dürfte aus all diesen Gründen illusorisch sein.

Nun kann man vom naturalistischen Standpunkt aus sagen: So weit, so gut – aber das ist doch nur ein epistemisches und kein ontologisches Problem! Die Reduktionslücken im physikalischen Zeitbegriff sind nur Grenzen unseres derzeitigen Wissens; der Physik wird es in naher oder ferner Zukunft sicher gelingen, diese Erklärungslücken weitgehend zu schließen. Und wenn nicht – was wiederum beweist das schon? Die Grenzen unseres Wissens besagen doch nichts darüber, was in der Welt der Fall ist oder nicht! Im Gegenteil, hat doch die Neurophysiologie bis heute schon sehr viel über die physische Basis unseres Zeitbewusstseins herausgefunden!

Dabei ist die Neurophysiologie insbesondere von Kant ausgegangen, für den Raum und Zeit primär subjektive kognitive Leistungen des Erkenntnisvermögens waren und erst sekundär objektive, physikalische Größen; und sie hat es geschafft, Kants subjektive Zeitauffassung durch eine naturwissenschaftliche Beschreibung dessen zu ergänzen, was im Gehirn passiert, wenn wir Zeit erleben. Kant hatte in seiner Erkenntnistheorie Newtons Auffassung kritisiert, nach der es einen absoluten Raum und eine absolute Zeit gibt, die jeweils von allen physikalischen Prozessen unabhängig sein sollen. Von Leibniz, der Newtons Auffassung von Raum und Zeit ebenfalls schon kritisiert hatte, übernahm Kant im Hinblick auf die Zeit zwei nicht-metaphysische Grundgedanken: (1) die absolute Zeit gibt es nicht wirklich, d. h. in der Außenwelt, sondern nur als eine Idealvorstellung von uns, d. h. als mentales

<sup>30</sup> Die subjektiv erlebte Zeit entspricht McTaggarts A-Reihe, die intersubjektiv gemessene Zeit McTaggarts B-Reihe mit ihrer Ordnung von früher und später. Vgl. McTAGGART 1993. McTaggart hat die wechselseitige Abhängigkeit beider Reihen herausgearbeitet und die Zeit

letzendlich zur Illusion erklärt, was zur (m. E. problematischen) Auffassung eines Block-Universums passen würde.

Konstrukt; (ii) die subjektive, erlebte Zeit kommt vor der objektiven, gemessenen Zeit und ist auch letztlich die Grundlage für die Erfahrung und Messbarkeit der letzteren.

Nach der *Kritik der reinen Vernunft* ist die Zeit eine reine, nicht-empirische Form der Anschauung *a priori*. Sie ist in unserem Bewusstsein vor aller Erfahrung als unser innerer Sinn vorhanden; als kognitives Vermögen, genauer: als ein Vorstellungsvermögen, in dem wir all unsere Erfahrungsinhalte sukzessive anordnen. Die objektive, gemessene Zeit beruht dann auf der Aufeinanderfolge der Erfahrungen, die wir mittels der zweiten reinen Form der Anschauung machen, dem Raum, unserem äußeren Sinn oder Vorstellungsvermögen, mittels dessen wir alle gleichzeitig auf uns einströmenden Sinneswahrnehmungen nebeneinander anordnen und in unseren inneren Sinn aufnehmen. Die Einheit der objektiven, gemessenen Zeit liegt nach Kant nicht in den Sinnesindrücken, die wir in eine zeitliche Reihenfolge bringen; sie beruht auf unserem Vorstellungsvermögen und ist eine regulative Idee. Diese Idee muss keine Entsprechung in der Wirklichkeit haben, sie entspringt vielmehr unserer Anschauung und unserem Verstand. In der Tat dient diese Idee, seitdem es Zeitmessung und Kalender gibt, als Konstruktionsprinzip für die Auffindung eines einheitlichen, möglichst gleichförmigen physikalischen Zeitmaßes.

Ausgehend von Kant begannen die Naturwissenschaftler im Lauf des 19. Jahrhunderts, unser Wahrnehmungsvermögen und subjektives Zeiterleben nach naturwissenschaftlichen Ansätzen empirisch zu untersuchen, zu objektivieren und theoretisch zu erklären. In Kants Tradition stand vor allem der Physiker Helmholtz, der mit experimentellen Methoden unser Wahrnehmungsvermögen untersuchte und die Sinnesphysiologie begründete. Damit konnte die subjektive, erlebte Zeit zum Gegenstand naturwissenschaftlicher Forschung werden, in der modernen Wahrnehmungspsychologie und Neurophysiologie.

Wie man heute weiß, hat unsere Zeitwahrnehmung keine beliebig große Genauigkeit. Sie ist also nicht so kontinuierlich, wie wir uns die Zeit subjektiv vorstellen, sondern sie hat kleinste wahrnehmbare Intervalle. Im Hinblick auf die Zeitordnung der Ereignisse funktionieren unsere Sinne wie physikalische Messapparate mit einer bestimmten zeitlichen Auflösung, unterhalb deren alles als gleichzeitig wahrgenommen wird. Was wir als Gegenwart erleben, dauert jedoch erheblich länger als das kleinste Zeitintervall, das unsere Sinne unterscheiden können; denn sonst könnten wir gar keine zusammenhängende Zeitvorstellung entwickeln. Die neurophysiologische Basis des Zeiterlebens liegt in folgenden Zeitspannen oder Zeitfenstern:<sup>31</sup>

Als *gleichzeitig* erleben wir Ereignisse, die wir innerhalb von 2 Millisekunden hören bzw. innerhalb von 10 Millisekunden sehen. Als *aufeinanderfolgend* erleben wir Geschehnisse, die wir mit einem Abstand von mindestens 30 Millisekunden wahrnehmen (Hören, Sehen, Tasten). Als *Gegenwart* erleben

wir alles, was in einer Zeitspanne von bis zu 2-4 Sekunden geschieht. Wie wir die *Dauer* einer bestimmten Zeitspanne erleben, ist abhängig von der Informationsmenge, die unser Wahrnehmungsvermögen zu verarbeiten hat.

Die Zeitspanne, die wir als Gegenwart mit einer kontinuierlichen Dauer erleben, kann also bis zu 300 aufeinanderfolgende Ereignisse überstreichen. Kant dachte, dass die zeitliche Einheit unseres Ich eine ursprüngliche Leistung unseres Bewusstseins ist, ein Vermögen, Einheit in der Mannigfaltigkeit der Sinneserlebnisse zu stiften. Die heutige Neurophysiologie und Kognitionspsychologie geben ihm recht. Sie zeigen, dass unsere Zeitwahrnehmung auf diskontinuierlichen Vorgängen beruht, sodass unser Erleben „der“ Zeit in Form eines kontinuierlich verstreichenden Zeitflusses ein Konstrukt unseres Bewusstseins sein muss – was auch immer dieses Bewusstsein ist, welches die Neuroeigenschaften herträchtig noch nicht erklären können.

Bei diesen Untersuchungen betrachtet die Neurophysiologie unser Gehirn offenbar als eine Art Messapparat für das Geschehen in der Welt, um die Präzision und Trennschärfe unseres Zeiterlebens wissenschaftlich zu objektivieren. Die gemessenen Werte für den zeitlichen Abstand gleichzeitiger bzw. aufeinanderfolgender Ereignisse kann man dann grundsätzlich durch die Geschwindigkeit der zugrundeliegenden neuronalen Schaltprozesse erklären.

Was ist hiermit jedoch gezeigt und was nicht? Gemessen an den eingangs skizzierten naturalistischen Behauptungen (1.1-1.4) und den Typen wissenschaftlicher Erklärungen (2.1-2.4), an denen sie sich bemessen müssen, ist längst nicht alles erklärt, aber doch einiges. Die obigen Untersuchungen und ihre Ergebnisse benutzen die erste naturalistische Behauptung:

- 1.1 Mentales Erleben wird durch neuronale Prozesse verursacht, sowie den dritten Erklärungstyp:
- 2.3 Eine kausale Erklärung zielt darauf, möglichst vollständig die Faktoren anzugeben, die kausal relevant für das Zustandekommen eines Geschehens sind.

Man kann die eben angeführten neurophysiologischen Untersuchungsergebnisse dann als Indizien oder empirische Belege für folgende Behauptungen deuten:

- 4.1 Unser mentales Zeiterleben wird durch die Kapazität der Neuronen unseres Gehirns verursacht, Signale einer bestimmten Menge und zeitlichen Dichte zu verarbeiten.
- 4.2 Die parallele und sequentielle Verarbeitung von Information durch die Neuronen ist der wichtigste relevante kausale Faktor für das mentale Erleben von früher und später, Vergangenheit und Gegenwart.
- 4.3 Parallele Verarbeitung wird als gleichzeitig oder gegenwärtig erlebt, sequentielle Verarbeitung als zeitlich sukzessiv oder aufeinanderfolgend.

<sup>31</sup> Vgl. POPPEL 1989, S. 371 ff.

4.4 Für die Kapazität, Signale mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu verarbeiten, gilt:

- (i) Die sequentielle Informationsverarbeitung benötigt etwa 30 Millisekunden (da ab diesem Abstand zwei Signale als aufeinanderfolgend erlebt werden).
- (ii) Die parallele Informationsverarbeitung benötigt etwa 2-10 Millisekunden (da bis zu diesem Abstand zwei Signale als gleichzeitig erlebt werden).
- (iii) Sequentielle Signale werden etwa 2-4 Sekunden lang parallel gespeichert (da wir Geschehnisse innerhalb dieses Zeitraums als Gegenwart erleben).

Die naturalistische Behauptung (4.1) ist ein Spezialfall von (1.1). Sie wird durch (4.2) zum Gegenstand einer Kausalerklärung des Typs (2.3) gemacht. Dabei muss aber angenommen werden, dass es sich bei der parallelen und sequentiellen Informationsverarbeitung durch die Neuronen um den wichtigsten kausalen Faktor unseres Zeiterlebens handelt; denn sonst wäre das Ziel einer vollständigen Angabe der kausal relevanten Faktoren haushoch verfehlt. Die Behauptung (4.3) ist eine Korrelations-Hypothese, die Auskunft darüber gibt, wie die physische und die mentale Ebene miteinander korreliert sind. Diese Korrelations-Hypothese ist sehr plausibel, insofern sie besagt, dass die Informationsverarbeitung durch die Neuronen dieselbe zeitliche Struktur aufweist, wie unser Zeiterleben – es handelt ja schließlich sich auf beiden Ebenen, der physischen wie der mentalen, um Beziehungen der Koexistenz oder Sukzession. Diese Korrelationshypothese (4.3) hat zugleich begründende Funktion für (4.2). Die Behauptungen (4.4) (i)-(iii) geben schließlich jeweils auf der Basis von Experimenten quantitativ die einzelnen kausal relevanten Faktoren für das Erleben von Gleichzeitigkeit, Aufeinanderfolge und Gegenwart an.

So eindrucksvoll diese kausale Erklärung auch ist – um eine vollständige Zeiterlebens auf die physikalische Zeit oder gar um eine deterministische Erklärung des Zeiterlebens durch die neuronale Informationsverarbeitung im Gehirn handelt es sich dabei natürlich nicht. Der subjektiv erlebte Unterschied von früher und später, der auch entscheidend für die Richtung des physisch-lichen Zeitpfeil ist, wird nicht erklärt, sondern auf beiden Beschreibungsebenen als irreduzible Voraussetzung in die Zeitstruktur des Geschehens hineingesteckt. Ebenso wird der Unterschied von aufeinanderfolgenden oder gleichzeitigen Signalen sowie ihrer sequentiellen bzw. parallelen Verarbeitung als zeitliches Konzept in alle Behauptungen (4.2-4) gleichermaßen hineingesteckt. Dieses zeitliche Konzept selbst hat seinen Ursprung im subjektiven mentalen Zeiterleben und seiner intersubjektiven Übereinstimmung bei allen Menschen einschließlich der Neuropsychologen, Versuchspersonen und Uhrhersteller. Wie oben gezeigt, bleibt dieses zeitliche Konzept selbst innerhalb der Physik unerklärt. Und die empirischen Belege, die (4.1-4.4) stützen, indizieren nur, dass das subjektive Zeiterleben der Versuchspersonen

konsistent mit den objektiv bewährten physikalischen Verfahren der Zeitmessung und ihrer intersubjektiven Anwendung auf das Zeiterleben unterschiedlicher Personen ist.

### 5. Das naturalistische Dilemma

Die objektive, physikalische Zeit liegt also in den gerichteten, messbaren Prozessen der Thermodynamik, der Quantenphysik und der kosmischen Entwicklung eines Universums mit einheitlichem Weltalter. Diesen Prozessen ist jeweils ein anderer theorie-spezifischer Zeitpfeil zugehörig, wobei sich aber die betreffenden theoretischen Zeitpfeile gegenwärtig weder aufeinander, noch auf die mikrophysikalischen Grundlagen der Physik reduzieren lassen. Die physikalische Zeit mit ihrer Richtung ist ein empirisch gestütztes theoretisches Konstrukt, dessen Grundlagen weder einheitlich sind, noch vollständig theoretisch verstanden. Insofern ist die objektive Zeit der Physik eine mentale Leistung der Physiker und ihre intersubjektive Verwendung in der menschlichen Gesellschaft eine enorme Kulturleistung der Menschheit.

Die subjektive, erlebte Zeit dagegen liegt in unserem mentalen Erleben von früher und später, zugleich und nacheinander, in der Erinnerung an die Vergangenheit, das Erleben der Gegenwart und die Antizipation der Zukunft. Wir haben gesehen, dass sie heute teilweise, aber bei weitem nicht vollständig auf das Zeitalter neuronaler Prozesse im Gehirn reduziert werden kann. Die neuronale Verarbeitung von Signalen im Gehirn ist nach allem, was man heute weiß, ein wichtiger kausal relevanter Faktor für unser Zeiterleben.

Eine naturalistische Annahme im Sinne von (1.4), nach der unser Zeiterleben durch die sequentielle und parallele neuronale Signalverarbeitung im Gehirn in einem strikten Sinne determiniert sei, wird hierdurch jedoch gerade nicht gestützt. Es gibt in der Neuropsychologie keine DN-Erklärungen, die das betreffende Geschehen unter strikte Naturgesetze und ihre Anwendungsbedingungen stellen würden. Schlimmer noch: Wenn es sie gäbe, würden sie *reversible Prozesse* beschreiben und könnten damit den Zeitpfeil gerade nicht erklären. Es gibt noch nicht einmal flüchtige kausale Mechanismen, die im Sinne des am Ende von (2.) vorgeschlagenen schwachen Determinismus von der neuronalen Informationsverarbeitung zum mentalen Zeiterleben führen würden. Zumindest ein relevanter kausaler Faktor – und zwar gerade derjenige, der den Unterschied von früher und später betrifft – entzieht sich bislang sämtlichen wissenschaftlichen Erklärungen.

Nun kann man vom naturalistischen Standpunkt aus wieder geltend machen, dass es sich dabei nur um ein epistemisches Problem handle, um Grenzen des derzeitigen Wissens. Leider ist es aber nicht so einfach. Selbst wenn man annimmt, unser subjektives Zeiterleben sei faktisch vollständig durch die physikalische Zeit bedingt (ohne dass wir wissen, wie), bleibt ein gravierendes Problem. Nach dem heutigen physikalischen Wissen gerät der Naturalismus

nämlich in das bösartige Dilemma, dass er entweder keine deterministische Erklärung unseres Zeiterlebens liefern kann – oder aber gar keine Erklärung! Entweder wird die Richtung der mentalen Zeit erklärt, d. h. der Unterschied von früher und später. Dann muss es sich um eine wissenschaftliche Erklärung handeln, die sich auf den physikalischen Zeitpfeil stützt, also auf die Thermodynamik und deren probabilistische Begründung durch die kinetische Theorie (oder eine andere stochastische Theorie, etwa eine Quantentheorie) stützt. In diese physikalische Erklärung wird der Unterschied von früher und später bereits hineingesteckt, und es ist darüber hinaus eine nicht-deterministische Erklärung. Oder aber man sagt: Na ja, der probabilistische Charakter dieser Erklärungen spielt doch hier aufgrund des Gesetzes der großen Zahlen aus der mathematischen Statistik gar keine Rolle! Die betrachteten Prozesse sind quasi-deterministisch, weil das Gehirn aus unglaublich vielen Neuronen besteht und diese Neuronen wiederum aus unglaublich vielen Atomen und Molekülen. Dann wiederum kann man alles Mögliche erklären, aber ganz bestimmt nicht den subjektiv erlebten Unterschied von früher und später; denn keine deterministische oder quasi-deterministische Erklärung schafft es, die Richtung des Zeitpfeils zu erklären.

Entweder ist also das Zeiterleben grundsätzlich physikalistisch erklärbar. Dann muss die subjektiv erlebte Zeitrichtung durch die Richtung des physikalischen Zeitpfeils erklärbar sein, d. h. durch ein irreversibles neuronales Geschehen, das insbesondere den Gesetzen der Thermodynamik unterliegt. Dann kann aber die Kausalerklärung keine deterministische Erklärung im strikten Sinn sein, d. h. keine DN-Erklärung, denn deterministische Gesetze sind reversibel und mögen viel erklären, aber gerade den Zeitpfeil erklären sie nicht. – Oder aber unser Zeiterleben ist vollständig durch das neuronale Geschehen determiniert, wie auch immer dies erfolgen mag. Dann kann es nur auf reversiblen Prozessen beruhen, denn jedes vollständig determinierte Geschehen ist reversibel. Und dann hat gerade dasjenige, was die Qualität unseres Zeitbewusstseins ausmacht, nämlich der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft, keinerlei physikalistisch erklärbare Basis. – Oder zusammengefasst:

- 5.1 Entweder ist das Zeiterleben physikalistisch erklärbar, d. h. es wird durch irreversible neurophysiologische Prozesse erklärt. Dann kann es nicht strikt determiniert sein.
- 5.2 Oder das Zeiterleben ist strikt durch das neuronale Geschehen determiniert. Dann bleibt die Qualität der subjektiv erlebten Zeitrichtung irreduzibel.

Damit bliebe nur der schwache Determinismus vom Ende von (2.) übrig – allerdings in einer Variante, die so schwach ist, dass, wie man es auch dreht und wendet, der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft gerade nicht erklärt wird. Die Richtung des Zeitpfeils bleibt eine äußerst rätselhafte Leistung des menschlichen Geistes – und der Natur.

Selbst wenn man annimmt, diese mentale Leistung sei grundsätzlich mindestens soweit physikalisch erklärbar, wie sie die heutige Physik erklären kann. Naturalisten können hieran keine Freude haben. Aus der Sicht derjenigen Physiker und Philosophen, die den Zeitpfeil erklären wollen und das Horn (5.1) des Dilemmas empfehlen, bleibt eine harträchtige Reduktionsstücke. Aus der Sicht derjenigen Physiker oder Philosophen aber, die (ähnlich wie Einstein, oder auch McTaggart) den subjektiven Unterschied von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aufgrund der relativistischen Physik einer deterministischen Einstellung und/oder aus anderen Gründen für eine bloße Illusion halten, bleibt der Zeitpfeil erst recht irreduzibel. Sie wählen das Horn (5.2) des Dilemmas, wonach das subjektive Zeiterleben ein Epiphänomen ohne physikalische Basis bleibt. Schlimmer noch: dieses Epiphänomen wäre nach allem, was oben gesagt wurde, inkompatibel mit seiner deterministischen Basis. (Wie können reversible, deterministische Gehirnprozesse eine mentale Illusion von Irreversibilität vorspiegeln, die unvereinbar mit ihrer physikalischen Basis wäre?) In jedem Fall bleibt eine Reduktionsstücke, und die übliche starke naturalistische These der kausalen Geschlossenheit der Welt hat entweder keine Grundlagen mehr oder sie erstreckt sich nicht auf unser Zeiterleben.

Wenn aber die physikalischen Ursachen des mentalen Geschehens nicht einmal den subjektiv erlebten Unterschied von früher und später festlegen – ja, was legen sie denn dann fest? Das subjektive Erleben der Zeitrichtung ist ja eng verknüpft mit der Erfahrung, dass die Zeit verstreicht, dass alles Gegenwärtige demnächst vergangen sein wird und dass wir Pläne machen können, die sich auf künftige Handlungen und Geschehnisse richten. Intentionalität ist nichts anderes als die Ausrichtung des Bewusstseins auf Zukünftiges, das gegenwärtig werden soll. Wenn die Richtung unseres Zeiterlebens nicht physikalistisch erklärt werden kann, so bleibt mit ihr die menschliche Intentionalität irreduzibel.

## 6. Komplementäre Zeitauffassungen – ein Fazit

Es steht also nach heutigem Wissen nicht gut um die naturalistische Reduktion des mentalen Zeiterlebens auf die physikalische Zeit; und dies liegt daran, dass die Physik selbst keinen einheitlichen Zeitbegriff vorweisen kann. Was die physikalische Natur des Zeitpfeils ist, kann derzeit niemand vollständig erklären. Die Erklärung des thermodynamischen Zeitpfeils durch die Mikrophysik greift immer schon in irgendeiner Hinsicht auf den subjektiv erlebten Unterschied von früher und später zurück; und die Konstruktion der kosmologischen Zeit setzt das kosmologische Prinzip voraus. Um die Einheit und die Richtung der Zeit im Universum zu konstituieren, sind demnach Elemente des subjektiven Zeiterlebens erforderlich. Dabei weiß letztlich niemand in der Physik, ob – wie etwa der Physiker und Determinist Einstein oder der Philosoph McTaggart vermutet haben – die Irreversibilität vieler zeitlicher Prozesse

und der Unterschied von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft nur Illusionen unseres Bewusstseins sind. Aber – was würde dies für den Naturalisten heißen?

An dieser Stelle könnten Naturalisten sagen: Halt, genau dies ist es doch, was man auf der Grundlage der modernen Hirnforschung ebenfalls annehmen sollte! Unser mentales Erleben einschließlich des freien Willens und des Zeit-erlebens ist nur eine Illusion. Schon das Libet-Experiment und seine Nachfolger zeigen dies.<sup>32</sup> Wie diese Illusion zustande kommt, kann noch niemand in allen Details erklären, aber die bisherigen Erfolge der Neurophysiologie lassen annehmen, dass dies nur ein Problem unseres Wissensstands ist.

Dies mag in Bezug auf den freien Willen eine grundsätzlich haltbare Position sein, wenn man annimmt, dass die Welt kausal geschlossen und ist und alle relevanten Naturprozesse deterministisch ablaufen. In Bezug auf die Zeit bekommt man aber das Problem, dass die Irreversibilität des mentalen Zeit-erlebens keine physikalische DN-Erklärung gestattet, die nicht den subjektiv erlebten Unterschied von Früher und Später immer schon voraussetzt; denn deterministische Gesetze sind, wie hier immer wieder betont wurde, reversibel und erklären die Richtung des Zeitpfeils nicht. Deshalb führt der naturalistische Standpunkt in das obige Dilemma, dass das Zeiterleben entweder nicht strikt determiniert sein kann oder aber grundsätzlich irreduzibel bleibt. In beiden Fällen steht es schlecht um die kausale Geschlossenheit der Welt – und damit um die Grundlagen einer komplett naturalistischen Erklärung dessen, was wir als freien Willen erleben.

Beide Zeiten – die objektive, physikalische, messbare und die subjektive, mentale, erlebte – verweisen offenbar wechselseitig aufeinander. Sie sind komplementär, d. h. sie schließen sich gegenseitig aus und ergänzen sich doch gegenseitig. Was dies heißen kann, hat etwa Merleau-Ponty demonstriert.<sup>33</sup> Seine Phänomenologie wird der komplementären Beziehung beider Zeitauf-fassungen gerecht; danach ist die objektive, physikalische Zeit im „Medium“ der Intersubjektivität mit der subjektiven, erlebten Zeit verknüpft. Dieser Ansatz steht Hegels Sicht eines Stufenbaus der Natur und des Geistes grundsätzlich nahe. Naturalisten mag er unbefriedigend erscheinen; doch er rettet die Vielfalt der objektiv messbaren und der subjektiv erlebten Welt.

## Bibliographie

- Barbour, Julian. *The End of Time*. London 1999.  
 Cartwright, Nancy, *How the Laws of Physics Lie*. Oxford 1983.  
 Falkenburg, Brigitte, „Was heißt es, determiniert zu sein? Grenzen der naturwissenschaftlichen Erklärung“. In: Dieter Sturma (Hg.), *Philosophie und Neuwissenschaften*. Frankfurt a. Main 2006, 43-74.

<sup>32</sup> Vgl. LIBET 2004.

<sup>33</sup> MERLEAU-PONTY 1966.

- Filk, Thomas/ Giulini, Domenico, *Am Anfang war die Ewigkeit. Auf der Suche nach dem Ursprung der Zeit*. München 2004.  
 Giulini, Domenico, et al., *Decoherence and the Appearance of a Classical World in Quantum Theory*. Berlin, Heidelberg, New York 2005.  
 Hegel, Georg W.F., *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse* (1830). Bde. 1.-3., Frankfurt a. Main 1970.  
 Huang, Kerson, *Statistische Mechanik I: Thermodynamik und kinetische Energie*. Ins Deutsche übersetzt von Dr. Irene Hertweck, Mannheim 1964.  
 Kant, Immanuel, *Kritik der reinen Vernunft*. Riga 1781 (A), 1787 (B).  
 Lambert, Karel/ Brittan, Gordon G., *Eine Einführung in die Wissenschaftsphilosophie*. Aus dem Amerikanischen übersetzt von Joachim Schulte, Berlin, New York 1991.  
 Libet, Benjamin, „Haben wir einen freien Willen?“ In: Christian Geyer (Hg.), *Hirnforschung und Willensfreiheit. Zur Deutung der neuesten Experimente*. Frankfurt a. Main 2004, 268-289.  
 Lyre, Holger, „Time in Philosophy of Physics: The Central Issues“. In: *Physics and Philosophy, Open Access Journal* 2008, 1-23. <https://eldorado.uni-dortmund.de/bitstream/2003/25146/1/012.pdf> (letzter Zugriff am 8. September 2009).  
 McTaggart, John M.E., „The Unreality of Time“. In: Robin Le Poidevin/ Murray MacBeath (Hgg.), *The Philosophy of Time*. Oxford, 1993, 23-34.  
 Merleau-Ponty, Maurice, *Phänomenologie der Wahrnehmung [Phénoménologie de la perception]*. Berlin 1966.  
 Poppel, Ernst, „Erlebte Zeit und die Zeit überhaupt: Versuch einer Integration“. In: Heinz Gamm/ Heinrich Meier (Hgg.), *Die Zeit – Dauer und Augenblick*. München 1989, 369-382.  
 Russell, Bertrand, „On the Notion of Cause, with Applications to the Free-Will Problem“. In: Herbert Feigl/ May Brodbeck (Hgg.), *Readings in the Philosophy of Science*. New York 1953, 387-407.  
 Uffink, Jos, „Taking algebra too seriously. On the illusion of irreversible behaviour in statistical dynamics.“ Vortrag auf der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG), Freiburg i. Breisgau, 3.-7. März 2008.  
 Zeh, H. Dieter, *The Physical Basis of The Direction of Time*. Berlin 1999.

WOLFGANG CRAMER

# Die absolute Reflexion

Schriften aus dem Nachlaß

In Verbindung mit Titus Oliver Cramer

Herausgegeben von Konrad Cramer



VITTORIO KLOSTERMANN