

Zeit- und Prozeßstrukturen

Über die modale, die relationale und die teleologische Ordnung der Zeit*

Von Gottfried HEINEMANN (Kassel)

1. Die modale und die relationale Ordnung der Zeit und die Spaltung der Realität in Subjekt und Objekt

Am Zeitbegriff unterscheiden wir zunächst verschiedene *Ordnungen der Zeit*. Anschließend werden wir die Frage erörtern, wie sich diese Ordnungen der Zeit als *Zeitstrukturen* einer (und wie beschaffenen) Realität verstehen lassen.

a) Die Zeit als ein System von *Relationen*, deren Relata ‚Ereignisse‘ genannt werden: ein Ereignis kann *zwischen* zwei anderen stattfinden, oder von zweien findet das eine *früher* als das andere (und somit dieses *später* als jenes) statt, oder sie sind gleichzeitig.

Der Begriff ‚Ereignis‘ bedarf hierbei keiner weiteren Erklärung: Ereignisse sind einfach die Relata der genannten Relationen. Alle Zeitbestimmungen, die auf irgendein Ereignis zutreffen sollen, sind durch diese Relationen definiert; die Ereignisse weisen *keine interne Zeitstruktur* auf.

Eine terminologische Modifikation ergibt sich, wenn man *zeitliche Positionen* (*Datierungen*) einführt – im einfachsten Fall als Klassen gleichzeitiger Ereignisse. Daß zur Zeit t der Sachverhalt S bestehe, bedeutet demnach: das Bestehen von S ist eines der Ereignisse, die zur Klasse t gehören. Es wird also keine neue Entität ‚Zeit‘ oder ‚Augenblick‘ eingeführt, die nicht schon mit den Ereignissen und ihren Relationen angesprochen wäre. Zur selben Zeit können viele verschiedene Sachverhalte bestehen, und derselbe Sachverhalt kann zu vielen verschiedenen Zeiten bestehen. Sachverhalte können demnach als Klassen von Ereignissen verstanden werden, die sich nur durch ihre zeitliche Position unterscheiden.

* Der Verfasser dankt den Kasseler Kollegen Hans-Georg Flickinger und Helmut Gärtner für hilfreiche Diskussionen, dem letzteren besonders auch für die erste Einführung in die im dritten Teil erörterten physikalischen Fragen. Für ermutigenden Rat ist ferner Prof. Ivor Leclerc zu danken, dessen „Time and Physical Existence“ (in: *Nature, Time and History*, Part I, ed. B. P. Scheurer and G. Debrock [Nijmegen 1985] 1–11) zu spät kam, um noch berücksichtigt zu werden. – Der Aufsatz „Teleological Time: A Variation on a Kantian Theme“ von Amihud Gilead (in: *The Review of Metaphysics* 38 [März 1985] 529–562) erschien zur gleichen Zeit, als dieser Text beim „Philosophischen Jahrbuch“ eingereicht wurde. So ist der Begriff einer teleologischen (Ordnung der) Zeit zunächst in zwei unterschiedlichen Bedeutungen eingeführt, ohne daß die Autoren voneinander wußten. Die jeweiligen Vorentscheidungen, aus denen sich dieser Unterschied ergibt, nämlich das Thema ‚Teleologie‘ von Kant (so Gilead) oder von Aristoteles her (so der Verfasser) anzugehen, zeigen zugleich an, wie er auszutragen wäre: indem Kants Fassung des Teleologieproblems selber in die Prüfung des klassisch-neuzeitlichen Naturverständnisses einbezogen würde. Dies ist freilich ein zu weites Feld, als daß sich hier auch nur ein Plan zu seiner Beackerung mitteilen ließe.

Hingegen bedeutet die Einführung einer *Zeitmetrik* eine Bereicherung oder Ergänzung dieser relationalen Struktur: zu den bisherigen tritt eine weitere Relation hinzu, etwa daß von zwei Zeitintervallen das eine kürzer dauere als das andere. Diese Relation soll nicht nur zwischen Intervallen bestehen, deren eines ein Teil des anderen ist; unsere *Zeitmessung* beruht vielmehr auf der Vergleichbarkeit beliebiger Intervalle. Mit einer Metrik versehen, läßt sich die relationale Ordnung der Zeit (unter naheliegenden Voraussetzungen, auf die es hier nicht ankommt) als *mathematisches* Kontinuum beschreiben.

b) Die Zeit als Unterscheidung und Wechsel der *Zeitmodi*: Vergangenheit, Zukunft und Gegenwart. Unter ihnen ist die letztere ausgezeichnet. Jeweils ist es *jetzt* der Fall, daß etwas vergangen, künftig oder gegenwärtig ist. Man kann die Unterscheidung der Zeitmodi deshalb als eine Unterscheidung innerhalb der Gegenwart selber verstehen: daß Vergangenes, Gegenwärtiges und Künftiges in ihr thematisch wird: „*praesens de praeteritis, praesens de praesentibus, praesens de futuris*“.¹

Zu ihrer modalen Ordnung gehört, daß sich die Zeit nicht festhalten läßt. Das Jetzt ist immer wieder ein anderes. Das Künftige wird gegenwärtig, das Gegenwärtige vergangen. Von der Zeit selber sagen wir, daß sie vergehe; das heißt aber: es entsteht immer *neue* Gegenwart.

Es sind dieselben *Ereignisse*, wie sie auch in die relationale Ordnung der Zeit eingehen, die wir andererseits als vergangen, künftig oder gegenwärtig ansprechen. So das Gewitter in der Nacht zum 4. August 1984: die Datierung gibt seine relationale Zeitbestimmung an; andererseits ist es jetzt, während ich dies schreibe, längst vergangen. Ebenso ist der Sonnenaufgang am 6. August 1984 einerseits ein datiertes, also relational bestimmtes, andererseits ein künftiges Ereignis. So erscheint die modale Ordnung der Zeit als eine Ergänzung der relationalen: es kommt ein Jetzt hinzu, das sich zwar wegen seiner Flüchtigkeit mit keinem der relational bestimmten Ereignisse identifizieren läßt, auf das sie aber jeweils bezogen und als künftig, vergangen oder gegenwärtig bestimmt werden können.

Aber die Eigentümlichkeit modaler Zeitbestimmungen wird mit diesem Verständnis verfehlt. Z. B. kann ich mit großer Sicherheit vorhersagen, daß künftig wieder ein Gewitter stattfinden wird; und es wird nicht außerhalb der relationalen Ordnung der Zeit stattfinden. Aber ich kenne das Datum nicht, an dem diese Vorhersage in Erfüllung gehen wird. Angenommen, dies sei etwa der 8. August 1984, 17 Uhr, dann wäre es doch abwegig zu behaupten, ich würde jetzt schon, wenn ich von einem künftigen Gewitter spreche, das Gewitter meinen, das zu diesem Datum niedergehen wird. Vielmehr meine ich nur, daß überhaupt ein Gewitter niedergehen wird. Dem Sachverhalt ‚Gewitter‘ wird keine andere Zeitbestimmung als das Künftigsein beigelegt. In der relationalen Ordnung der Zeit ist das Bestehen eines Sachverhalts durch ein *Datum* bestimmt, in der modalen hingegen durch einen *Index*, der den Sachverhalt auf die jeweilige Gegenwart

¹ Augustinus, Confessiones, XI, 21/26. Das einen thematischen Bezug anzeigende ‚de‘ geht in den Übersetzungen leicht unter.

bezieht: daß er in der Weise des Vergangen-, Künftig- oder Gegenwärtigseins in sie eingehe.

Wenn demnach die modalen Zeitbestimmungen primär von undatierten Sachverhalten gelten, so heißt da freilich nicht, daß Datierungen aus der modalen Ordnung der Zeit gänzlich ausgeschlossen seien. Wir sprechen sie an, indem wir auf Uhren und Kalender verweisen:

- Jede Anzeige von Uhr und Kalender ist wieder ein Sachverhalt, der seinerseits vergangen, künftig oder gegenwärtig sein kann. Einem *datierten* Ereignis entspricht demnach in der modalen Ordnung der Zeit eine *Konjunktion zweier undatierten Sachverhalte*, z. B. ‚es gewitterte, und dabei zeigte die Uhr 0.30 und der Kalender den 4. August 1984 an‘; dieser komplexe Sachverhalt wird seinerseits mit einem Zeitindex versehen.
- Damit Datierungen so in der modalen Ordnung der Zeit repräsentiert werden können, müssen Uhr und Kalender die ‚richtige‘ Zeit anzeigen. Hierfür lassen sich zunächst notwendige Bedingungen angeben; z. B. darf nicht zu verschiedenen Zeiten dieselbe Anzeige vorliegen, weil etwa die Uhr nicht aufgezogen oder das Kalenderblatt nicht abgerissen wurde. Es gibt *Regeln* für den Umgang mit Uhren und Kalendern, die dies ausschließen: man ziehe die Uhr regelmäßig auf, reiße täglich das Kalenderblatt ab, vergleiche beide gelegentlich mit der Ansage im Radio. Von der Einhaltung dieser Regeln können wir Rechenschaft abgeben, ohne dabei auf andere als modale Zeitbestimmungen zurückzugreifen. Dasselbe gilt auch für die technischen und organisatorischen Maßnahmen, die die Korrektheit der erwähnten Zeitansagen garantieren sollen, also überhaupt für unsere *Kultur der Zeitmessung*. Aber die tatsächliche ‚Richtigkeit‘ der Anzeige von Uhr und Kalender ist hiervon nicht betroffen: sie gehört zur relationalen, nicht zur modalen Ordnung der Zeit. Vom (modal beschriebenen) regelgerechten Umgang mit Uhr und Kalender könnte nur dann auf deren ‚richtige‘ Anzeige geschlossen werden, wenn sich die beteiligten relationalen Zeitbestimmungen aus den modalen definieren ließen, und das scheint nicht möglich zu sein.²
- Wenn ich das Datum eines Ereignisses mit Uhr und Kalender beschreibe, unterstelle oder versichere ich also zugleich, daß mit diesen Geräten nach gewissen Regeln verfahren wurde. Überhaupt sind die topologischen und metrischen Eigenschaften der Zeit, die an ihrer relationalen Ordnung *deskriptiv* festgemacht werden können, in der modalen Ordnung eher *praeskriptiv* bestimmt. Z. B. kann die relationale Zeit (oder ein langer Abschnitt derselben: über das Große Jahr hat die Kosmologie bekanntlich noch nicht das letzte Wort gesprochen) *linear* sein, während die modale Zeit zugleich *zyklisch* sein kann. D. h. es können in irgendeinem Erfahrungsbereich stets dieselben Sachverhalte periodisch wiederkehren (alles Vergangene ist auch künftig, und umgekehrt), ohne daß dies die relationale Ordnung der Zeit beträfe; denn es handelte sich

² Zur Definition relationaler Zeitbestimmungen in zeitmodalen Kontexten vgl. insbesondere Prior 1967, 187 ff.; 1968, 128 f. Ohne daß Prior dies explizit einräumte, sind die relationalen Bestimmungen nicht in der modalen (tensed) Sprache, sondern in einer unzeitlichen (tenseless) Metasprache definiert.

immer noch um verschiedene Ereignisse: zwar um dieselben Sachverhalte, aber zu verschiedenen Zeiten.³ Indem ich mich an die oben genannten Regeln für den Umgang mit Uhren und Kalendern halte, verhindere ich systematisch, daß in der modalen Zeit meines Erfahrungsbereichs derartige von der relationalen Zeit abweichende Zyklen auftreten. Umgekehrt kann ich aber auch, indem ich den Kalenderegebrauch an anderen Regeln orientiere, eine zyklische Struktur der modalen Zeit systematisch produzieren. Die Entscheidung hierüber ist freilich nicht meiner Willkür überlassen, sondern sie ist mir durch die Kultur, in der ich lebe, vorgeschrieben. Ich schloße mich aus unserer Kultur aus, wenn ich für mich selbst eine zyklische modale Zeit produzierte; ebenso verstieße ich gegen die Regeln einer ‚primitiven‘ Kultur, wenn ich auf der Produktion einer linearen Zeit beharrte.⁴

Wie die relationalen Zeitbestimmungen in der modalen Ordnung der Zeit eine Umdeutung erfahren, so findet sich das *Jetzt*, das im Zentrum der letzteren steht, in der relationalen Ordnung nicht wieder. Da das Jetzt immer wieder ein anderes ist, kann es mit keinem der Ereignisse identifiziert werden, die der relationalen Ordnung zugrunde liegen. – Ein solches Ereignis ist freilich, daß ich zu einer gewissen Zeit „jetzt“ sage; wenn ich dabei auch von Vergangenen, Künftigem oder Gegenwärtigem rede, dann entspricht dem in der relationalen Ordnung der Zeit, daß die von mir angesprochenen Ereignisse früher, später oder gleichzeitig mit dem Ausspruch des ‚jetzt‘ stattfinden. Aber das Jetzt selber ist so nicht zu fassen: in der modalen Ordnung der Zeit macht es den entscheidenden Unterschied, ob ich *jetzt* „jetzt“ sage, oder ob ich dies erst künftig sagen werde, oder ob ich es schon gesagt habe; und dieser Unterschied spielt in der relationalen Ordnung keine Rolle.

Dieses Jetzt, das in der relationalen Ordnung der Zeit nicht zu fassen ist, liegt der modalen zugrunde. Als Repräsentation und Thematisierung von Vergangenen, Künftigem und Gegenwärtigem und als Entstehen immer neuer Gegenwart ist es ein *Ereignis* eigener Art: das einzige, auf das es in der modalen Ordnung der Zeit eigentlich ankommt, da jede Zeitbestimmung in ihm enthalten ist.

Formell betrachtet, gleichsam als Mathematik oder Grammatik der Zeitbestimmungen,⁵ sind die relationale und die modale Ordnung der Zeit also ganz *selbständig gegeneinander*. Keine enthält Bestimmungen, die der anderen entnommen wären oder die andere ersetzen könnten. Hätte der Zeitbegriff nur diese formelle Seite, so könnte man meinen, daß ihm bloß eine Äquivokation ausgedrückt sei. Denn wieso ist es überhaupt dieselbe Zeit, die sich in diesen beiden Ordnungen zeigt?

Wir gehen über diese formelle Betrachtung hinaus, wenn wir nun nach der *Realität* der relationalen und der modalen Zeitbestimmungen fragen. D. h. wir fragen nach der Realität der Ereignisse, die der jeweiligen Zeitordnung zugrunde

³ Vgl. Grünbaum 1973, 197f.

⁴ Vgl. hierzu Eliade 1984, sowie Gies 1986.

⁵ Mathematisch ist jede Beschreibung der relationalen Ordnung der Zeit; die modale kann mit Prior als Grammatik der Zeitmodi (tense logic) expliziert werden.

liegen, und nach der Realität der Zeitbestimmungen, die mit ihnen gegeben sind. Die relationale und die modale Ordnung der Zeit wären somit als *Zeitstrukturen* dieser Realität aufzuweisen.

Die Frage, wie sich dieselbe Zeit in diesen beiden Ordnungen zeigen kann, lautet nun so: *Wie kann dieselbe Realität einerseits eine relationale und andererseits eine modale Zeitstruktur besitzen?* – Oder ist die Realität vielleicht ebenso gespalten wie der Zeitbegriff, formell betrachtet?

Die relationale Ordnung der Zeit scheint einer *physikalischen* Realität zu eignen, wie sie von Galilei und Newton beschrieben wurde – ohne daß spätere Ergänzungen und Modifikationen, etwa durch die Thermodynamik und die Relativitätstheorie, daran etwas geändert hätten. Der Zeitbegriff dieser *klassischen Physik* ist relational; Newtons Rede von einer „verfließenden“ Zeit (*Principia*, 25), die auf das zeitliche Werden und somit auf modale Zeitbestimmungen anspielt, ist für die klassische Physik irrelevant.⁶

Dieser physikalischen Realität steht die *subjektive* unseres Bewußtseins gegenüber, mit ihr das jeweils erfahrene Jetzt, in dem die *modale* Ordnung der Zeit begründet ist. Wie das Jetzt in der relationalen Ordnung der Zeit nicht zu fassen ist, so das Subjekt in der physikalischen Realität, der eine relationale Zeitstruktur eignet. Zwar können alle seine Handlungen und Äußerungen, vielleicht auch seine Bewußtseinszustände und Empfindungen, in ihr verortet werden, aber sich selber, als das gegenwärtige Ich, findet es in ihr nicht vor. In ein Ereignis, das zur relational geordneten physikalischen Realität gehört, kann also ein Subjekt (mit seinen Handlungen etc.) involviert sein, aber dieses Ereignis gibt als solches niemals zu erkennen, daß *ich* dieses Subjekt bin. Vielmehr muß ich selber mich schon kennen, um mich in ihm wiederzuerkennen.

- Mit der Spaltung der Realität in Subjekt und Objekt gehen die klassischen Probleme der neuzeitlichen Philosophie einher: *die Autonomie des Subjekts* und *die Erkennbarkeit der Welt*. Diese muß in jener begründet sein. Wäre ein Gedanke nur ein historisches Faktum („Newton behauptete 1687, daß...“), so würde auch der Erkenntnisanspruch, mit dem er auftritt, zu einem solchen Faktum herabgesetzt und somit zurückgenommen. Ich kann diesen Anspruch nur aufstellen und zur Geltung bringen, wenn ich mein eigenes Erkenntnis- und Urteilsvermögen der relationalen Ordnung der Zeit und somit der physikalischen Realität enthoben weiß und dies auch denen unterstelle, die ich überzeugen will. Sonst gäbe es keinen Unterschied zwischen Überzeugen und Überreden und somit keine Erkenntnis.
- Zugleich sind Subjekt und physikalische Realität innig verbunden: was ich als vergangen, künftig oder gegenwärtig vorstelle, muß ihr, wenn ich zu ihr überhaupt einen Zugang haben soll, angehören können. Um sie zu erkennen, muß ich die modale Zeitstruktur meiner Erfahrung ihrer relationalen Zeitstruktur anpassen. Diese *Heteronomie* stellt sich mir freilich so dar, daß ich mich nicht

⁶ Vgl. Grünbaum 1973, 5 Anm. 5 und Kap. 10, sowie ders. 1968, Kap. I.

unmittelbar jener Realität, sondern vielmehr den Normen unterwerfe, die in meiner Gesellschaft gelten und die Kultur prägen, in der ich lebe.⁷

- Diese Aporie ließe sich nur vermeiden, wenn wir mit *Kant* zeigen könnten, daß sich die Autonomie des Subjekts nicht allein in der Hervorbringung der Gesellschaft, durch die es geprägt ist, bewährt, sondern daß auch die physikalische Realität mit ihrer Zeitstruktur, der es sich unterordnet, in ihm selber begründet sein muß. Aber selbst wenn dies gelänge, so wäre doch die physikalische Realität zu transzendentaler Idealität herabgesetzt und ihrer Selbständigkeit beraubt. Der Gegensatz von Subjekt und Objekt wäre nach der einen Seite hin aufgelöst; seiner selbst wäre das Subjekt nur mächtig, wenn es sich schrankenlos der Realität bemächtigt hätte.

Wir müssen die Probleme, die sich an Kants Vernunftskritik anschließen, hier nicht weiter verfolgen. Denn wir haben Grund, die Voraussetzung des ganzen zu Kant führenden Arguments zu bezweifeln: die Zuschreibung, daß die relationale Ordnung der Zeit der physikalischen Realität eigne und die modale somit im Subjekt begründet sei. Der *relationale Charakter der physikalischen Zeit* wurde dabei bloß unterstellt; es fragt sich, ob sich Argumente finden lassen, durch die diese Voraussetzung begründet würde.

Man wird auf die *Physik* verweisen, deren Zeitbegriff dies sei. Aber hiergegen ist erstens einzuwenden, daß dieser Hinweis nicht das fragliche Argument ersetzt; denn es wurde ja gerade gefragt, ob die Physik mit diesem Zeitbegriff nicht fehleht. Zweitens, und dies ist nun entscheidend, deutet sich in der Physik selber eine *Überwindung des relationalen Zeitbegriffs* an. Er gehört vielleicht nur zu einer vergangenen Epoche der Physik: der klassischen, die mit Galilei und Newton beginnt und in der Relativitätstheorie ihren Abschluß findet, während ihn die *Quantenphysik* hinter sich lassen könnte – doch davon später.

Aber sind wir nicht in Gefahr, mit diesem zweiten Einwand denselben Fehler zu begehen, den wir im ersten rügten: daß wir uns auf die Physik berufen, statt selber Begründungen zu geben? Gewiß sollte nur der Behauptung begegnet werden, daß die Physik allein eine relationale Ordnung der Zeit kenne; und überhaupt argumentieren wir hier ja nicht *für* irgend etwas, so daß wir Begründungen liefern müßten, sondern wir reklamieren Begründungen für eine These, die nicht die unsere ist. Aber es ist doch nicht zu leugnen, daß wir von der Physik lernen wollen: zwar nicht, indem wir ihre Theorien übernehmen, sondern vielmehr, indem wir sie als einen *geschichtlichen Prozeß* verstehen, den wir argumentativ nachzuvollziehen versuchen.

Ein erneuter Wechsel der Perspektive ist angezeigt: Hatten wir zunächst die relationale und die modale Ordnung der Zeit formell betrachtet und dann die Konsequenzen erwogen, die sich aus ihrer traditionellen Zuordnung zur physikalischen bzw. zur subjektiven Realität ergeben, so müssen wir mit der anschließenden

⁷ Vergleiche, was oben über den Gebrauch von Uhren und Kalendern gesagt ist. In einer Kultur, die meine (modale) Zeiterfahrung zyklisch organisiert, kann ich eine physikalische Realität, deren (relationale) Zeitstruktur linear ist, nicht erkennen.

Frage nach einer Begründung für diese Zuordnung in die Geschichte ausweichen. Wir fragen nicht, welche Gründe für die Annahme einer relationalen physikalischen Zeit sprechen; denn wir haben keine Aussicht auf eine andere Beantwortung dieser Frage als durch den bloßen Hinweis auf die Existenz von physikalischen Theorien, deren Zeitbegriff als relational verstanden werden muß. Wir fragen vielmehr: Welche Gründe sprachen, als die klassische Physik entstand, aus der diese Theorien hervorgegangen sind, für ein relationales Verständnis der physikalischen Zeit? D. h. wir versuchen, eine vergangene geschichtliche Situation zu rekonstruieren, in der solche Gründe bestanden haben könnten, weil es eine *Alternative* gab, der sich die klassische Physik überlegen wußte. Und wir werden dann weiter fragen, ob diese Gründe noch heute Bestand haben.

Die historische Alternative zur klassischen ist die *aristotelische Physik*. Ihr haben wir uns zunächst zuzuwenden. Wir werden ihren Beitrag zu unserem Thema, ob die physikalische Zeit relational begriffen werden müsse, in solcher Weise zu rekonstruieren suchen, daß aus ihr die Denkbarkeit einer Alternative zum relationalen Zeitbegriff erhellt, die zum Verständnis der *gegenwärtigen* Physik beitragen könnte. D. h. wir interpretieren die aristotelische Physik unter einem Gesichtspunkt, der weder der aristotelische noch der Gesichtspunkt der klassischen Naturwissenschaft ist, sondern ein gegenwärtiger. Nur indem wir anachronistisch verfahren, lösen wir uns von der historischen Faktizität, und gewinnen wir die Möglichkeit eines eigenen Urteils.⁸

2. Die teleologische Ordnung der Zeit und der aristotelische Kosmos

Dem Zeitbegriff ist bei Aristoteles der *Bewegungsbegriff* vorgeordnet. Zwar ist die Zeit nicht selber Bewegung (Phys. IV 10. 218 b 9 ff.); aber ohne ein Anderswerden, somit Bewegung, wäre am Jetzt nicht zu unterscheiden, daß es immer wieder ein anderes ist, und wäre die Zeit verschwunden (11. 218 b 21 ff.); die Zeit ist daher „etwas an der Bewegung“ (11. 219 a 9 f.). Wie wir die Zeit nur an der Bewegung finden, müssen wir den Zeitbegriff vom Bewegungsbegriff her entwickeln. (Dem heute gängigen Bewegungsbegriff liegt umgekehrt ein – relationaler – Zeitbegriff zugrunde.)

Die aristotelische *Definition von ‚Bewegung‘*, Bewegung sei ἡ τοῦ δυνάμει ὄντος ἐντέλεχεια, ἢ τοιοῦτον (Phys. III 1. 201 a 10 f.), ist schwer zu übersetzen und noch schwerer zu verstehen. δυνάμει ὄν ist das Mögliche, ἐντέλεχεια ist Wirklichkeit, Bewegung wäre also „die Wirklichkeit des Möglichen, als eines solchen“. Wenn wir dies nun verstehen wollen, müssen wir darauf achten, daß wir nicht das Definiendum, ‚Bewegung‘, oder auch den Begriff ‚Zeit‘, der durch den

⁸ Zu diesem anachronistischen Verfahren gehört, daß wir gerade diejenigen Züge der aristotelischen Physik hervorheben, die mit dem (von Aristoteles kaum direkt beeinflussten) Prozeßdenken A. N. Whiteheads verwandt sind. Unser Studium der aristotelischen Physik dient zugleich der Rekonstruktion einiger Fragen, als deren versuchte Beantwortung sich Whiteheads ‚kosmologisches Schema‘ verstehen ließe. Aber dies auszuführen, ist ein Thema für spätere Untersuchungen.

Bewegungsbegriff überhaupt erst erklärt werden soll, in die Interpretation des definierenden Ausdrucks einschmuggeln. Die Erklärung von ἐντέλεια als ‚Verwirklichung‘ (statt ‚Wirklichkeit‘)⁹ und von δυνάμει ὄν als ‚noch nicht Seiendes‘ (statt ‚Mögliches‘)¹⁰ kommen daher nicht in Betracht, auch wenn sie den aristotelischen Gedanken in anderer Hinsicht treffen mögen. Vielmehr müssen wir versuchen, die Bestimmungen ‚wirklich‘ und ‚möglich‘, die hier „aufeinander und stufenförmig angewendet“ werden,¹¹ zunächst ohne Rekurs auf Vorstellungen von ‚Bewegung‘ und ‚Zeit‘ zu verstehen.

Der Begriff ἐντέλεια, ‚Wirklichkeit‘, der hier, wie zahlreiche Parallelstellen zeigen, dasselbe meint wie ἐνέργεια,¹² bedarf für unsere Zwecke kaum weiterer Erklärung. Er bezeichnet ein Äußerstes an Präsenz: daß das Vorliegende vollkommen herausgetreten und zu Einem versammelt sei,¹³ somit zugleich, daß die Sache ihrem Begriff entspreche, also die Bestimmtheit und Erkennbarkeit des *Seins*.

Der Gegenbegriff zu ἐντέλεια ist δύναμις, ‚Möglichkeit‘, ‚Vermögen‘. Möglich ist zunächst das, dessen Nicht-Sein nicht notwendig ist, dann in einem engeren Sinn dasjenige, das sowohl sein wie auch nicht sein kann. In der Definition von Bewegung, die wir zitierten, bedeutet diese allgemeine Unentschiedenheit zwischen Sein und Nicht-Sein aber keine Gleichgültigkeit. Das δυνάμει ὄν (also das ‚Mögliche‘) ist *einerseits ein Nicht-Seiendes, andererseits zum Sein Bestimmtes*. Es ist selber ein Fehlen (στέρησις) von etwas, und seine eigene Wesensbestimmung (οὐσία) liegt in dem, was fehlt.¹⁴ Dieses Fehlen ist etwas, das zugestoßen ist, ein συμβεβηκός, im Gegensatz zur Behebung dieses Mangels.¹⁵

Aber diesem Nicht-Seienden, das zum Sein bestimmt ist, soll darüber hinaus auch in seinem Nicht-Sein eine eigene Wirklichkeit zukommen, die von der Wirklichkeit des ihm entgegengesetzten Seins verschieden ist. Dies ist, der Definition zufolge, die *Bewegung*. In ihr ist das Nicht-Sein nicht bereits behoben, sondern seine eigene Bestimmung tritt an ihm heraus und kommt zum Tragen: das Sein, dem es entgegengesetzt ist und von dem es verschieden bleibt.

Parmenides und Platon hatten bestritten, daß Veränderliches erkennbar sei: Wissen sei nur von unveränderlich Seiendem möglich; über das, was sich ändert, können wir nur ebenso unetwige Meinungen (δόξαι) haben.¹⁶ Aristoteles widerspricht dem. Seine Definition von ‚Bewegung‘ dient – zusammen mit dem sonst in der ‚Physikvorlesung‘ Ausgeführten – der *Grundlegung einer Wissenschaft vom Veränderlichen*.

Aber worin besteht überhaupt die Schwierigkeit, Veränderliches zu erkennen, die nach der eleatisch-platonischen These eine Unmöglichkeit sein soll? Wir

⁹ So Zeller 1879, 351 Anm. 2; Wagner 1967, 59 u. 490; desgleichen („actualization“) Ross 1936, 537.

¹⁰ So Stallmach 1959, 56 ff., und Düring 1968, Sp. 280.

¹¹ Wieland 1970, 298 Anm. 25.

¹² Vgl. Bonitz 1870, 253b 54 ff.

¹³ Vgl. Tugendhat 1958, 88 ff.; zu Phys. III 1. 201a 10f. bes. 93 Anm. 24.

¹⁴ Met. VII 7. 1032b 3f.

¹⁵ Phys. I 7. 190b 26d. Zur Interpretation und Textgestalt vgl. Wieland 1970, 131, und Wagner 1967, 429 ff.; zum Begriff στέρησις vgl. auch Stallmach 1959, 96 ff.

¹⁶ Vgl. bes. Platon, Resp. 476 d ff. u. 508 d.

können doch selbst über das wechselhafte Wetter verlässliche Auskunft geben; daß z. B. am 8. August 1984, um 17 Uhr in Kassel kein Gewitter stattgefunden hat, ist so gewiß wie das beste mathematische Theorem. An diesem Beispiel sehen wir: Die Schwierigkeit ist behoben, sobald wir die wechselnden Ereignisse *datieren*. Wenn wir hingegen auf die Datierung verzichten, dann kommen die modalen Zeitbestimmungen zum Tragen; der Satz, es habe gestern nachmittag nicht gewittert, wechselt den Wahrheitswert, wie sich das Wetter ändert: heute ist er wahr, aber wenn es heute nachmittag ein Gewitter geben sollte, wird er morgen falsch sein.

Der eleatisch-platonischen These ist also vorausgesetzt, daß Datierungen nicht in Betracht kommen.¹⁷ Die *Zeit* ist durch keine relationale, sondern nur durch ihre *modale* Ordnung bestimmt. Von der Erkenntnis ist aber gefordert, daß unsere Urteile Bestand haben. Deshalb müssen die modalen Zeitbestimmungen aus unseren Urteilen eliminiert werden können, d. h. sie dürfen zu ihrer Richtigkeit nichts beitragen. Mit ihnen wäre aber auch jede Zeitbestimmung eliminiert. Die Eliminierbarkeit der Zeitmodi aus unseren Urteilen kann aber nur im Gegenstand unserer Urteile begründet sein, dem Seienden: „Es war nicht und wird nicht sein, da es jetzt zugleich ist: ein Ganzes, Eines, Zusammengeschlossenes.“ (Parmenides, B 8. 5f.) Da es zu keinen modalen Zeitbestimmungen Anlaß geben darf (das ‚ist‘ ist im ‚tenseless present‘ ausgesagt, es bezeichnet nicht die jeweilige Gegenwart), muß es *von jeder Zeitbestimmung frei* sein, somit nicht allein faktisch bewegungslos, sondern prinzipiell von solcher Beschaffenheit, daß eine *Bewegung nie in Betracht kommt*.

Aristoteles akzeptiert die parmenideischen Voraussetzungen dieses Arguments, daß die Erkennbarkeit einer Sache nur in einem Unzeitlichen begründet sein könne, das in der Sache selber liegt. Aber er insistiert gegen Platon darauf, daß diesem Unzeitlichen, Erkennbaren, dem Begriff Entsprechenden kein von den veränderlichen Dingen getrenntes Dasein (als Idee oder Form, an der die Dinge im Wechsel der Zeit teilhaben oder nicht) zukommen kann. Vielmehr muß es *in den Dingen selber und in ihrer Veränderlichkeit präsent* sein und aufgesucht werden können: im Fehlen (στέρησις) einer bestimmten Form (εἶδος) ist diese Form nicht minder anwesend als in ihrem Vorhandensein – nur in anderer Weise. Die Anwesenheit der Fehlenden, als fehlend, ist gemäß der aristotelischen Definition, wie wir sahen, die Bewegung. Das zur Erkennbarkeit erforderte Sein (οὐσία) wird von ihr nicht aufgehoben, sondern es übergreift den Gegensatz von Affirmation und Negation, in dem sich Bewegung vollzieht und durch den sie bestimmt ist. In ihr gegenwärtig, teilt das Unzeitliche ihr seine Erkennbarkeit mit.

Der aristotelische Zeitbegriff geht über den modalen hinaus, ohne mit dem relationalen zusammenzufallen. Er ist im aristotelischen Bewegungsbegriff begründet und daher mit der aristotelischen Bewegungslehre aus dem *Gegensatz von Affirmation und Negation* zu entwickeln. Dabei ist freilich zu beachten, daß Aristoteles in seiner eigenen Abhandlung über die Zeit (Phys. IV 10–14) gerade dies nicht tut – oder nur in verdeckter, schwer zu dechiffrierender Weise. Dort

¹⁷ Zu dieser Interpretation vgl. Hintikka 1973, Kap. IV.

entwickelt er nämlich den Zeitbegriff an Bewegungen sehr speziellen Typs, nämlich an Ortsveränderungen, und er leitet dabei die Struktur der Zeit aus der Struktur räumlicher Verhältnisse ab (vgl. etwa Phys. IV 11. 219a 10–19). Den Gegensatz von Affirmation und Negation muß ein schlichter „*Unterschied der Lage*“ (Wagner 1967, 112) vertreten. Demgegenüber werden wir uns zunächst an den allgemeinen Bewegungsbegriff halten und auf die Problematik der aristotelischen Darstellung später zurückkommen.

Aber es genügt nicht, auf den *Begriff* der Bewegung zu rekurrieren. Aristoteles selber orientiert sich nicht an ihm, sondern am *Faktum* der Bewegung (vgl. Phys. I 2. 185a 12f.). Von diesem, als uns Vertrautem, zeigt er, daß wir unseren Wahrnehmungen, unserem alltäglichen Sprachgebrauch, unserem Produktionswissen und dem von den Vorgängern ererbten philosophischen Problembewußtsein, also insgesamt dem Vorwissen, aus dem allein der Anfang einer Wissenschaft gewonnen werden kann,¹⁸ gerecht werden, wenn wir die uns vorliegende Bewegung in den Begriffen beschreiben, die in die Definition von ‚Bewegung‘ involviert sind und durch deren Anwendung das Vorwissen in *Wissen* übergehen kann.¹⁹ Mit denselben Begriffen finden wir an diesen Bewegungen die Merkmale, die eine Ordnung der Zeit ausmachen.

Unter den Bewegungen finden wir solche, die *Anfang und Ende* haben, und andere, denen beides abgeht. Auf die ersteren kommt es zunächst an. An ihnen suchen wir den Gegensatz von Affirmation und Negation auf, indem wir am Ende der Bewegung dasjenige identifizieren, das an ihrem Anfang fehlt: also das resultierende Sein und das anfängliche Nicht-Sein und somit die Bewegung als die eigene Wirklichkeit dieses (in sich zum Sein bestimmten) Nicht-Seins.

- An diesen Bestimmungen gibt die Bewegung ihre eigene *Richtung* zu erkennen: Wie das Nicht-Sein auf das Sein hin orientiert ist, so führt die Bewegung vom Nicht-Sein zum Sein. Sie ist wesentlich ein Entstehen.²⁰ Anfang und Ende sind daher begrifflich nicht durch eine vorgängige Zeitbestimmung unterschieden, dergemäß der Anfang *früher* ist als das Ende, sondern diese resultiert aus dem sachlichen Gehalt des Gegensatzes von Affirmation und Negation, den wir in der Bewegung vorfinden. Um diesen Gehalt praktisch zu identifizieren, werden wir vielleicht schon zwischen ‚früher‘ und ‚später‘ zu unterscheiden haben: aber

¹⁸ Hierzu Phys. I 1, bes. 184a 21–23; zum aristotelischen „Weg der Prinzipienforschung“ vgl. Wieland 1970, Kap. I, bes. 69ff.; zu Wieland wiederum Tugendhat 1963.

¹⁹ Dieser Nachweis wird im ersten Buch der ‚Physikvorlesung‘ geführt. Gegenüber der Definition von ‚Bewegung‘ im dritten Buch haben wir folgende Unterschiede zu beachten: 1) statt mit dem Gegensatz *δύναμις/ἐντελέχεια* operiert Aristoteles mit dem Gegensatz *στέρησις/εἶδος*; 2) statt allgemein von *κίνησις* spricht er von *γένεσις*. Dieser Unterschied ist für unser Argument zunächst unerheblich.

²⁰ Das dem Entstehen entgegengesetzte Vergehen, als Verfall, d. h. sofern es nicht bloß die andere Seite des Entstehens von etwas anderem ist, scheint aus dieser Betrachtung herauszufallen und es muß dies wohl auch, weil ihm die teleologische Bestimmung fehlt, die allen Bewegungen außer den gewaltsamaturwidrigen eignet. – Angemerkt sei hier ferner, daß wir ‚Bewegung‘ (*κίνησις*) stets synonym mit ‚Veränderung‘ (*μεταβολή*) verstehen, also im Sinn von Phys. III 1 statt von Phys. V 1, wo das Entstehen nicht Bewegung heißen soll.

diese vorgängige Unterscheidung gehört dann noch zum Vorwissen, während das begriffsmäße Wissen an seinem eigenen Anfang keine solche Zeitbestimmung voraussetzt.

- Die ganze Bewegung wird von ihrem Ende übergriffen wie das Nicht-Sein, das sich nun als ein Noch-nicht-Sein erweist, von dem Sein, in dem seine Wesensbestimmung liegt. Sofern nun das Nicht-Sein als Mangel, das Sein hingegen als das Gemäße verstanden wird, erweist sich das letztere als Ziel der Bewegung. Die innere Zielbestimmtheit der Bewegung macht zugleich ihre *Kontinuität* aus. Es ist die Präsenz des Ziels in der ganzen Bewegung, die sie zur Einheit zusammenschließt; daher: „Wenn eine kontinuierliche Bewegung einen Abschluß (ἔσχατον) findet, dann ist dieser (scil. Abschluß) Ziel (τέλος) und das Wesen (οὐ ἔνεκα).“²¹ Freilich muß der Abschluß, wie Aristoteles sofort hinzufügt (194 a 32 f.), ein „Bestes“ sein, um ein Ziel sein zu können – er ist es als das Sein im Gegensatz zum Nicht-Sein, und so garantiert er die Kontinuität des Prozesses.
- Dieser Begriff der Kontinuität geht über die mathematischen Bestimmungen, an die wir vielleicht zunächst denken, hinaus. Er bezeichnet mit der „zeitlichen Lückenlosigkeit“ zugleich eine „innere Geschlossenheit“ (Wagner 1967, 456), die sich nicht mehr mathematisch fassen läßt. Man darf das *teleologische*²² *Kontinuum* nicht mit dem mathematischen Kontinuum verwechseln, das wir im Zusammenhang mit der relationalen Ordnung der Zeit erwähnten.
- Auch die *modalen Zeitbestimmungen* lassen sich aus dem aristotelischen Bewegungsbegriff verstehen: Indem es seine eigene Wirklichkeit gefunden hat, als Bewegung, d. i. „vollkommenes Herausgetretensein des Unvollkommenen“,²³ wäre das *δυνάμει ὄν* (das wirkliche Nicht-Sein als Noch-nicht-Sein) die *Gegenwart*. Die bloße Negation (daß dasjenige, woraufhin es orientiert ist, fehlt, ohne daß freilich diesem Fehlen selber die Orientierung fehlte), hat es als seine *Vergangenheit* hinter sich gelassen, während es die Affirmation (das Sein dessen, das gleichwohl erst bloß möglich und noch nicht selber herausgetreten ist) als seine *Zukunft* vor sich hat. Das Jetzt, in dem Zukunft und Vergangenheit zugleich verbunden und getrennt sind, wäre hiernach eine Innensicht der Bewegung.²⁴
- Diesen modalen entsprechen aber im Innern der Bewegung *keine relationalen Zeitbestimmungen*. Es gibt nämlich keine eigentlichen Zwischenzustände, die von der Bewegung erreicht und wieder verlassen werden. Aristoteles entwickelt diesen Gedanken an einer Ortsveränderung: Ein Gegenstand befinde sich

²¹ Phys. II 2. 194 a 29 f. Ich übernehme die sinngemäße Textumstellung Alexanders, vgl. Ross 1936, 508. – Vgl. übrigens auch Phys. II 8. 199 b 15–17.

²² Wir verwenden hier den Begriff ‚teleologisch‘ primär im Sinn der inneren Zielbestimmtheit des Prozesses, durch die, wenn seine Kontinuität nicht unterbrochen wird, Ziel und Abschluß zusammenfallen. So weichen wir vom üblichen Verständnis dieses Begriffs ab; vgl. z. B. Engels 1982, 27 f., wo gerade die Bedeutung von ‚final‘ abgelehnt wird, von der wir ausgehen.

²³ Tugendhat 1958, 93 Anm. 24.

²⁴ Das Verhältnis dieser Bestimmung des Jetzt zu Aristoteles' expliziter Zeittheorie kann hier nicht untersucht werden. Zur letzteren vgl. in diesem Zusammenhang neben Conen 1964, auch Rudolph 1983.

zunächst in x , bewege sich kontinuierlich nach y , wo er dann bleibt; dann gibt es keinen Ort z auf der Bewegungsbahn zwischen x und y , an dem sich der Gegenstand irgendwann während der Bewegung in demselben Sinn befände, wie anfangs in x und schließlich in y . Die Beschreibung ‚Erst befindet sich der Gegenstand in x , dann in z_1 , dann in z_2 , dann in z_3 und so fort, schließlich in y .‘ ist nicht allein wegen ihrer Unvollständigkeit inadäquat, sondern insbesondere deshalb, weil sie Sachverhalte prinzipiell verschiedener Art aneinanderreihet: sie beruht auf einer Äquivokation, da das Prädikat ‚befindet sich in...‘ nicht dasselbe bedeutet, wenn man es auf x oder y , und wenn man es auf eines der z_i bezieht. Die Dauer zwischen Anfang und Ende der Bewegung ist nicht in Ereignisse gegliedert, die zum Anfangs- und zum Endzustand in eine Relation treten könnten; die Bewegung stiftet keine relationale Ordnung der von ihr selber erfüllten Zeit.²⁵

So zeigt sich an den Bewegungen selber eine ihnen eigentümliche *Ordnung der Zeit*, wir nennen sie die *teleologische*, in der wir Aspekte der modalen und der relationalen Ordnung der Zeit wiedererkennen. Aber dies gibt uns doch noch keinen *Begriff der Zeit*. Denn die Zeit ist noch nicht eigentlich von der Bewegung geschieden. Jeder einzelnen Bewegung eignete ihre eigene Zeit; aber mit dem Begriff ‚Zeit‘ meinen wir doch, daß die Zeit in allen Bewegungen dieselbe ist (vgl. Phys. IV 10. 218b 10–13). Auch ist, wenn die Zeit nur, wie wir es bisher taten, als interne Struktur einer Bewegung verstanden wird, nicht einzusehen, wie sich verschiedene Bewegungen durch ihre Geschwindigkeit unterscheiden können; überdies weist die Zeit selber keine solchen Geschwindigkeitsunterschiede auf (ebd. 13–18). Es fehlt also die *Koordination der zu verschiedenen Bewegungen gehörigen Zeiten*.²⁶

Die Koordination, und mit ihr den eigentlichen *Übergang von der Bewegung zur Zeit*, vollziehen in gewisser Weise wir selbst: Um an einer Bewegung Früheres und Späteres festzustellen, sind wir nicht auf die inhaltlichen Bestimmungen angewiesen, die ihr selber eignen und durch die die Dauer der Bewegung als ungeteiltes Kontinuum kein anderes Früher und Später aufweist, als zwischen ihrem Anfang und ihrem Ende. Vielmehr identifizieren wir das Frühere und das Spätere jeweils bloß als ein *Jetzt*. Was sich uns dabei zeigt, wenn wir diese beiden Jetzt und ein Mittleres zwischen ihnen feststellen und unterscheiden, nennen wir ‚Zeit‘ (Phys. IV 11. 219a 26ff.).

Im Gegensatz zu der inneren zeitlichen Struktur einer jeden Bewegung ist diese Zeit eine *externe Bestimmung* der Bewegung. Von ihr abgehoben, da sie durch keine einzelne Bewegung gegeben sein kann, ist sie nicht dieser, sondern, wie Aristoteles sagt, unserer *Seele* zuzuschreiben. Wenn nicht wir die Jetzt festhielten und unterschieden, dann bliebe von der Zeit nur die Bewegung (Phys. IV 14. 223a 25f.), d. h. die Zeit fiel in die verschiedenen Bewegungen auseinander.

Aber hiermit ist die Zeit nicht zu einer bloß subjektiven Bestimmung herabge-

²⁵ Vgl. hierzu Phys. VIII 8, bes. die Notiz zu Zenon (263a 4ff.).

²⁶ Vgl. auch Phys. IV 14. 223b 1ff.

setzt. Die Seele ist „in gewisser Weise (dasselbe wie) die seienden Dinge“ (De anima, III 8. 431b 21). *Sie kann nichts koordinieren, was nicht selber bereits koordiniert wäre.* Die verschiedenen Bewegungen müssen selber schon zusammenhängen und eine Welt ausmachen, damit sich dieser Zusammenhang für die Seele und durch ihr Unterscheiden der Jetzt als die Zeit darstellen kann.

Die Zeit, die wir nicht an jeder Bewegung für sich ausmachen, sondern durch die wir die Bewegungen verbinden und verbunden finden, ist selber *in einer Bewegung fundiert*: diese Bewegung muß ihrerseits den realen Zusammenhang der Bewegungen stiften, deren jeweils inneren Zeitstrukturen zur kosmischen Zeit koordiniert sein sollen. Die aristotelische Lehre von Gott als dem Ersten Bewegter und Verursacher der Ersten Bewegung,²⁷ von der alle weiteren Bewegungen in Gang gehalten werden, trägt dieser Forderung Rechnung:

- Der Erste Bewegter ist selber gänzlich unbewegt, d. h. *der Zeit enthoben*; als reiner Wirklichkeit und Wirksamkeit (ἐνέργεια) kommen ihm alle Attribute des parmenideischen Seins zu. Ohne daß er also selber eine Bewegung vollzöge, bewegt er in derselben Weise, wie das Ziel einer Bewegung ihren Verlauf übergreift: er ist es, weswillen (ὄν ἐνεκα) sie sich vollzieht.
- In jedem Fall ist das Weswillen ein Unbewegter Bewegter (Met. XII 7. 1072a 26f., b 1ff.): Die Form und Wesenheit, die aus der Bewegung resultiert, ist als Ziel in ihr präsent, ohne doch selber an ihr teilzunehmen. In der Bewegung bleibt sie das Unveränderliche, Unzeitliche. In der Generationenfolge der Lebewesen kehrt sie periodisch wieder; so nimmt das Vergängliche am Ewigen und Göttlichen teil (De anima, II 4. 415a 26ff.). Sofern die Wesenheit aus einem Entstehen resultiert, ist ihr Dasein aber in die Zeit gebunden: der Prozeß, der sie hervorbringt, erreicht zwar ein Ziel, dessen eigener Charakter unzeitlich ist, nicht jedoch diese Unzeitlichkeit selber. Das Entstandene muß wieder vergehen. Der aristotelische Gott, als reine Unzeitlichkeit, verkörpert daher einerseits dasjenige an jedem Ziel, weshalb es erstrebenswert ist. Aber andererseits unterscheidet er sich von allen anderen Zielen dadurch, *daß er kein Ziel ist, das je erreicht werden könnte.*
- Die von ihm bewirkte, d. h. unmittelbar auf ihn als Ziel orientierte Erste Bewegung, auf die alle anderen Bewegungen zurückgehen sollen, ist notwendigerweise *gleichförmig*, und sie hat *weder Anfang noch Ende*. Denn die Beziehung zum Bewegter – seine Unerreichbarkeit – kann sich nicht ändern; sonst wäre auch er dieser Änderung unterworfen.
- Immerwährende und gleichförmige Bewegung ist, wie Aristoteles zu zeigen versucht, nur als Rotation, also als *Ortsveränderung* und auf *Kreisbahnen* möglich. Somit gleicht die Erste Bewegung strukturell den Bewegungen, aus denen nach akademischer Tradition die *erscheinenden Himmelsbewegungen* erklärt werden sollen. Diese können mit ihr identifiziert oder direkt von ihr abgeleitet werden; Aristoteles greift dabei auf das Kugelschalenmodell der

²⁷ Die kaum weiter aufgeschlüsselte Textgrundlage der folgenden Zusammenfassung ist Phys. VIII und bes. Met. XII 6–8.

Himmelsbewegungen seines älteren Zeitgenossen Eudoxos zurück und modifiziert es seinen eigenen Zwecken entsprechend.

- Als immerwährend und gleichförmig, unterscheidet sich die Erste Bewegung (und mit ihr die Himmelsbewegungen) von jenen Prozessen, an denen wir eine teleologische Ordnung der Zeit fanden. Zwar können wir auch sie durch den Gegensatz von Affirmation und Negation analysieren. Aber das auf ein Sein orientierte Nicht-Sein, das in der Bewegung zu seiner eigenen Wirklichkeit kommt, ist hier niemals ein Noch-nicht-Sein. Der Zielbestimmtheit der Bewegung entspricht kein Erreichen dieses Ziels, daher *keine Bestimmung von Früher und Später* als anfängliche Negation und resultierende Affirmation.
- Überhaupt wären diese Bewegungen völlig amorph, wenn sich an ihnen nur die immergleiche Unerreichbarkeit ihres Ziels ausmachen ließe. Die Erste Bewegung wäre als ungeteilte Einheit ausgewiesen, nicht mehr. Aber wiederum kommt es nicht allein darauf an, was wir aus den begrifflichen Bestimmungen ableiten können, sondern vielmehr darauf, was wir aus ihnen über die uns bereits vertraute Sache zu lernen verstehen. Wir kennen den Gang der Gestirne und wissen ihre wechselnden Positionen zu unterscheiden und zu vergleichen. In den *räumlichen* Beziehungen, die wir an den Bewegungsbahnen festhalten, entdecken wir eine relationale Ordnung der Zeit: Jeder Punkt *zwischen* zwei Positionen muß zwischen diesen durchlaufen werden; so überträgt sich das ‚zwischen‘ von der Bewegungsbahn auf die Bewegung und von dieser auf die Zeit.²⁸ Weiter finden wir, daß die Positionen der Gestirne periodisch wiederkehren. Wir können die aufeinander folgenden Umläufe eines Gestirns voneinander unterscheiden; da sie andererseits in sich durch nichts unterschieden sind, schreiben wir ihnen *gleiche Dauer* zu (hierdurch erhält der Ausdruck ‚gleichförmig‘ seinen üblichen Sinn) und *messen* die Zeit an ihnen. Durch die Länge eines Tags ist dieser Zeitmessung freilich zunächst eine untere Grenze gesetzt. Aber nachdem die Zeit, die wir an den Gestirnen ablesen, überhaupt metrische Bestimmungen aufweist, können wir alle feineren Unterscheidungen, durch die die Zeit schließlich auch metrisch als *Kontinuum* ausgewiesen ist, von der Bewegungsbahn auf sie übertragen.²⁹
- Der Status der Ereignisse, die in diese relationale Ordnung eingehen, ist freilich höchst problematisch. Die fraglichen Positionen werden von den Gestirnen niemals wirklich *eingegenommen*, sondern stets nur *durchlaufen*. Sachverhalte, die zu irgendeiner Zeit bestünden und auf deren jeweiliges Bestehen sich z. B. die Relation ‚zwischen‘ bezöge, sind mit der Bewegung selber nicht gegeben. Vielmehr muß, damit sich die wechselnden Positionen vergleichen lassen, die in sich ungeteilte Bewegung durch ein *Jetzt* geteilt werden, das sich nicht an ihr

²⁸ Zu diesem Primat der räumlichen vor der zeitlichen Bestimmung vgl. Phys. IV 11. 219a 14–19. Aristoteles spricht dort freilich von beliebigen Ortsveränderungen und statt von ‚zwischen‘ vom ‚früher‘ und ‚später‘. Eine solche Orientierung weist aber die Bahn der Gestirne nicht auf. Sie ergibt sich allenfalls aus der teleologischen Struktur sogenannter natürlichen Örter unter dem Himmel oder aus der Zielbestimmtheit von Transporthandlungen.

²⁹ Vgl. Phys. IV 11. 219a 10–14.

selber findet, sondern hinzugesagt wird: daß sich ein gewisser Gegenstand ‚jetzt‘ an einer gewissen Stelle befinde, heißt nicht, daß er sich zu irgendeiner Zeit dort befände, die nicht erst durch dieses ‚jetzt‘ in Betracht käme.³⁰ Die Zeitbestimmungen liegen also nicht schon *in* der Bewegung, sondern sie treten *an* ihr erst dadurch auf, daß wir verschiedene Jetzt feststellen und unterscheiden. Die zeitlichen Relationen, die wir so finden, sind freilich durch die Bewegung und das Zusammenspiel verschiedener Bewegungen festgelegt. Die Feststellung und Unterscheidung der Jetzt fügt der vorhandenen Ordnung nichts zu, als daß sie *als* zeitliche charakterisiert wird.

Die an den Himmelsbewegungen unterschiedene Zeit, als Darstellung der Unzeitlichkeit des Ersten Bewegers,³¹ soll eine *kosmische* Zeit sein. D. h. die an den Sternen gefundenen Zeitbestimmungen sollen auch auf alle anderen Bewegungen zutreffen, die ja ebenfalls, wenn auch verwickelter, im Ersten Beweger begründet sind. Hierbei zeigt sich nun die entscheidende Schwierigkeit: Die Bewegungen unter dem Himmel, die Anfang und Ende haben, weisen eine eigene, von der der Himmelsbewegungen unterschiedene teleologische Struktur auf; die Zeitbestimmungen, die wir an ihnen finden, können zu den am Himmel gefundenen Zeitbestimmungen in Konkurrenz treten, aber sie dürfen mit ihnen nicht kollidieren.

3. Der relationale Zeitbegriff in der Physik: *Aristoteles, die klassische Naturwissenschaft und das EPR-Paradoxon*

Für Aristoteles ist freilich von vornherein klar, daß die teleologischen und die relationalen Zeitbestimmungen faktisch zusammenfallen. Tatsächlich mußten wir ihm einige Gewalt antun, um sie überhaupt zu unterscheiden. Wir hätten diese Unterscheidung nicht treffen können, hätten wir nicht die Zeittheorie A. N. Whiteheads vor Augen, der diese beiden Ordnungen der Zeit, als die ‚epochale‘ und die ‚extensive‘, von einander abgesetzt und ihre Verbindung erstmals ausdrücklich problematisiert hat.³² Dieser anachronistische Gesichtspunkt unserer Interpretation erlaubt es uns erst, das weitere Schicksal der aristotelischen Physik zu verstehen: Wir formulieren unsere eigene Kritik an ihr und vergleichen diese mit der Kritik, die tatsächlich geübt wurde und aus der die *klassische Naturwissenschaft* entstand.

Betrachten wir also die Folgen, die sich aus der aristotelischen Identifizierung der teleologischen mit den relationalen Zeitbestimmungen ergeben:

- Die Relation ‚zwischen‘ wird, wenn nur für ein einziges Paar von Ereignissen feststeht, welches das frühere von beiden ist, mit einer Orientierung versehen, in

³⁰ Dies ist wiederum die bereits referierte Argumentation aus Phys. VIII 8.

³¹ Im Hintergrund steht Platon, Tim. 37d, 38b: Die Zeit, als „zahlgemäß gehende, aionische Darstellung des in Einem bleibenden Aion (...) entstand mit dem Himmel“.

³² Zu Whitehead vgl. auch Wolf-Gazo 1986, und die dort angegebene Literatur.

die alle Ereignisse einbezogen sind, die überhaupt in Betracht fallen. Die relationale, an den Himmelsbewegungen abgelesene Ordnung der Zeit bewirkt also, daß das Früher und Später, das sich aus der jeweiligen inneren teleologischen Struktur der Bewegung unter dem Himmel ergeben sollte, bereits vorentschieden ist, sobald es nur an einer von ihnen gefunden wurde. Daher erscheint es ungereimt, überhaupt die teleologische Bestimmung eines Prozesses anzunehmen, wenn ihm nicht die Entscheidung über sein Ziel in relationaler Zeit vorangeht. Teleologie wird so verstanden, daß der Prozeß sein Ziel schon *haben* muß, ehe er beginnt – statt daß es im Prozeß gefunden würde und ihn, *auftauchend*, bestimmte. Menschlichem Handeln wird eine vorab feststehende Absicht unterstellt, wie wenn wir uns ziellos verhielten, wenn wir beim Handeln noch lernen und uns über unsere eigenen Ziele, die schließlich erst mit dem Resultat feststehen können, aufklären. Ebenso haftet an den Naturprozessen, wenn man sie in dieser Weise teleologisch betrachtet, etwas Statisches: Wie der Handlung die Absicht, so geht jedem neu entstehenden Lebewesen ein artgleiches voraus. Das Ziel ist dem Entstehen und überhaupt jeder Bewegung fest „einprogrammiert“;³³ die „naturgemäße, blind-notwendige ‚interne Finalität‘ der Prozesse“³⁴ *läßt Neues nicht zu*.³⁵

- Entscheidend für die Entstehung der klassischen Naturwissenschaft ist ein anderer Aspekt dieses Problems: die Identifizierung des *teleologischen Kontinuums* mit dem metrischen, also *mathematischen Kontinuum*.³⁶ Sie führt zu einer internen Ungereimtheit, an der die aristotelische Physik schließlich scheiterte. Die Schwierigkeit zeigt sich bereits in der *Theorie des Wurfs*, die Aristoteles in das Schlußkapitel seiner ‚Physikvorlesung‘ einschob (VIII 10. 266b 27 – 267a 20). Denn an der Bewegung des geworfenen Gegenstandes kann einerseits nichts gefunden werden, wodurch ihre interne Zeitstruktur von einem mathematischen Kontinuum unterschieden wäre. Aber es fehlt ihr die teleologische Einheit des Kontinuums, zu der nach Aristoteles unter anderem die Selbstigkeit einer bewegenden und die Bewegung begleitenden Ursache gehört. Diese Rolle müssen statt dessen, wie Aristoteles darlegt, in verschiedenen Phasen der Bewegung verschiedene Teile oder Schichten des Mediums, etwa der Luft, übernehmen. Und deshalb findet für Aristoteles nur der *Schein* eines Kontinuums statt: tatsächlich nur ein Nacheinander oder Aneinanderhaften verschiedener Bewegungen (267a 13f.). Ungeklärt bleibt, wie dieser Schein entsteht. Erst recht bleibt rätselhaft, wie er zur Auflösung der Zenonschen Bewegungsparadoxa genügen soll, deren drittes gerade eine Wurfbewegung betrifft – obgleich doch die Argumente Zenons stets den Maßstab bilden, an denen Aristoteles seine Theorie des Kontinuums mißt und entwickelt.

³³ Craemer-Ruegenberg 1980, 56.

³⁴ Krafft 1981, 45.

³⁵ Vgl. hierzu auch Theiler 1925, 90ff.

³⁶ Wie Waschkius 1977, zu zeigen versucht, hat Aristoteles die in Phys. V dargestellte Theorie des Kontinuums aus der mathematischen Proportionslehre des Eudoxos entwickelt. Soweit ich sehe, ignoriert Waschkius dabei aber die andere, teleologische Seite des aristotelischen Kontinuums.

Wo Aristoteles nur den Schein der Kontinuität sah, erkennen wir, daß dieser Bewegung *mathematische, aber keine teleologische Kontinuität* eignet. Dies ist der entscheidende Punkt, in dem wir der klassischen Naturwissenschaft gegen Aristoteles recht geben müssen. Das heißt freilich nicht, daß wir auch alle Konsequenzen übernehmen müssen, die sie aus dieser Einsicht gezogen hat.

Aber was ist mit der Behauptung gesagt, daß hier ein mathematisches, aber kein teleologisches Kontinuum vorliege. Eine erste Antwort wäre: das Fehlen der teleologischen Einheit des Prozesses, die im Übergreifen des – noch nicht oder niemals erreichten – Ziels über den ganzen Prozeß begründet wäre; somit die Unmöglichkeit, die aristotelische Definition von ‚Bewegung‘ auf einen solchen Prozeß anzuwenden, denn es ist nicht auszumachen, wie er durch den Gegensatz von Affirmation und Negation bestimmt sein könnte; drittens daher ein *veränderter Status der Zwischenzustände*, durch die wir den Prozeß relational beschreiben. Für Aristoteles ist dies stets eine uneigentliche Beschreibung, denn sie ignoriert die teleologische Einheit des Prozesses, d. h. sie täuscht eine Teilung vor, wo in Wirklichkeit ungeteilte Einheit besteht. Wenn nun diese Einheit fortfällt, ist nicht mehr einzusehen, was an der relationalen Beschreibung das Uneigentliche sein soll. Nach Aristoteles geht die relationale Beschreibung aus einer Feststellung und Unterscheidung der Jetzt hervor, die an der in sich bereits vollständig bestimmten Bewegung vorgenommen wird: aus der internen Bestimmtheit der Bewegung werden Zeitbestimmungen gewonnen. Davon kann jetzt keine Rede mehr sein, denn der Prozeß weist keine Bestimmung auf, die sich nicht erst aus der relationalen Beschreibung ergäbe. Die verschiedenen Jetzt, die nach Aristoteles in sie eingehen, kommen nicht zu der Bewegung hinzu, sondern sie gehören schon zu ihr, sofern sie überhaupt in sich bestimmt sein soll: sie werden zu den fixen Datierungen, die sich in der antiken Astronomie schon andeuteten, ohne daß Aristoteles das Jetzt so verstanden hätte.³⁷ Die Zwischenzustände, denen nach Aristoteles keine eigene Realität zukommt, werden so zu Ereignissen, aus denen sich die Bewegung zusammensetzt; sie sind so real wie diese, die ihr ihre eigene Bestimmtheit verdankt. – Mit dieser *Aufwertung der relationalen Beschreibung* zur einzig möglichen geht einher, daß Zenons Bewegungsparadoxa irrelevant scheinen, wenn sie überhaupt noch verstanden werden.³⁸

Es sind zunächst nur einige wenige Arten der Bewegung, für die sich die relationale, auf keine teleologische Einheit rekurrierende Beschreibungsweise anbietet: der *Wurf*, der *freie Fall* und die ihnen verwandten Prozesse, andererseits die *Himmelsbewegungen*, zu deren detaillierter Beschreibung die Astronomie immer schon auf relationale Bestimmungen angewiesen war und deren teleologische Struktur überdies von theologischen Voraussetzungen abhängt, die für das Christentum längst fraglich wurden.³⁹ Die klassische Naturwissenschaft beginnt

³⁷ Hier müßte mehr über die Geschichte des Kalender- und Uhrengebrauchs gesagt werden; vgl. Anm. 17 sowie Price 1974 und 1975; Toomer 1974, und die in Maurice u. Mayr 1980 versammelten Aufsätze.

³⁸ Zur Zenonrezeption in der entstehenden neuzeitlichen Naturwissenschaft vgl. Boyer 1949. Wir können dieses wichtige Thema hier leider nicht vertiefen.

³⁹ Zu einigen theologischen Kontroversen in der frühen Vorgeschichte der klassischen Naturwissenschaft vgl. Wolff 1978, 67 ff., sowie Krafft 1981, 38 ff. (die dortige Kritik an Wolff trifft freilich nicht).

mit der Entdeckung, daß in allen diesen Fällen *derselbe Bewegungstyp* vorliegt: An allen diesen Bewegungen gibt es über die relationale Beschreibung hinaus nichts zu erklären.⁴⁰ Aber dabei bleibt es nicht. Die relationale Beschreibung gilt fortan überhaupt für verbindlich, und der Erfolg gibt der klassischen Naturwissenschaft weiterhin recht. Was zurückbleibt, ist zunächst allein das Subjekt: die modalen Bestimmungen seiner Zeiterfahrung lassen sich nicht mehr in die teleologischen der Welt integrieren; so fällt es aus der relational verstandenen Welt heraus.

Das von Aristoteles ungelöst hinterlassene Problem, wie die teleologische und die relationale Ordnung der Zeit zusammengehen können, wurde auch von der klassischen Naturwissenschaft nicht gelöst, sondern es wurde eliminiert: die teleologische Ordnung der Zeit wurde wieder auf die modale reduziert und diese ins Subjekt zurückgedrängt, so daß sie in der physikalischen Realität nicht mit der relationalen Ordnung der Zeit kollidieren kann. Die Reduktion des physikalischen Zeitbegriffs auf relationale Bestimmungen ermöglicht, wie die von Aristoteles eingeführten teleologischen Bestimmungen, aber noch konsequenter, die von *Parmenides* reklamierte Eliminierung der Zeitmodi aus der Erkenntnis des Veränderlichen, d. h. sie ersetzt die Unzeitlichkeit des parmenideischen Seins.⁴¹ Insofern erscheint das Problem als gelöst, von dem Aristoteles ausging; es bleibt nur ein Rest der Zenonschen Paradoxa, der die mengentheoretische Struktur des mathematischen Kontinuums angeht und in die Grundlagen der Mathematik abgedrängt werden kann. Die aristotelische Physik wäre somit durch die *klassische Naturwissenschaft* überholt und nicht mehr diskussionswürdig.

Zwar kann diese Alternative zu der aristotelischen Antwort auf die von Parmenides und Zenon aufgeworfenen Fragen nicht befriedigen, denn sie läßt das Subjekt in einem unauflöselichen Widerspruch zwischen Autonomie und Heteronomie zurück. Aber es ist schwer zu sehen, wie aus diesem Einwand ein Argument gegen die klassische Naturwissenschaft und den von ihr durchgesetzten Zeitbegriff erwachsen soll. Das Argument müßte aus der Physik selber kommen. Von ihr ist es auch zu erwarten. Denn es ist durchaus nicht klar, wieso die relationalen Zeitbestimmungen auf alle Arten der Bewegung zutreffen sollen. Niemand hat dies gezeigt; und es ist auch gar nicht einzusehen, wie es gezeigt werden sollte – außer mit einer Konstitutionstheorie, die der Realität per definitionem eine relationale Zeitstruktur zuwies. Tatsächlich wurden die relationalen Bestimmungen eben nur angewandt und eventuell geschickt modifiziert und ergänzt, so beim Übergang von der Newtonschen zur Einsteinschen Theorie oder bei der thermodynamischen Erklärung der Richtung der Zeit als Anisotropie.⁴² Nichts als der *Erfolg* gibt ihrer Anwendung recht.

⁴⁰ Diese Entdeckung *Galileis*, die mit dem Kopernikanischen Weltbild und dem Trägheitsprinzip eng verbunden ist, wurde durch *Newtons* Einführung in die Ferne wirkender Kräfte relativiert. Erst *Einsteins* Allgemeine Relativitätstheorie führt das Galileische Programm vollständig aus.

⁴¹ Die Autoren, gegen die Grünbaum 1968, 22 ff., polemisiert, haben durchaus recht, wenn sie die relationale Ordnung der Zeit mit dem parmenideischen Sein assoziieren; aber Grünbaum hat ebenso recht, wenn er dagegen den Unterschied zwischen beiden betont.

⁴² Vgl. Grünbaum 1973, Kap. 8.

Es könnte tatsächlich sein, daß sich der Erfolg in Grenzen hält: daß die Physik inzwischen auf Prozesse gestoßen ist, deren relationale Beschreibung sich als grundsätzlich inadäquat erweist – wie nach Aristoteles die relationale Beschreibung teleologisch bestimmter Prozesse. Freilich ist es schwer, diese Vermutung gut zu belegen, ohne sich in naturwissenschaftliche Spezialprobleme zu verwickeln, von denen man – als Autor und vielleicht auch als Leser – nicht genug versteht. Statt den physikalischen Sachverhalt selber darzustellen, müssen wir uns darauf beschränken, die Äußerungen der Physiker über die Physik zu referieren und zu kommentieren.

Es handelt sich um die *Quantenphysik*,⁴³ und zwar um den quantenphysikalischen Meßprozeß und das Paradoxon, das von Einstein (zusammen mit B. Podolsky und N. Rosen) aus der Annahme abgeleitet wurde, daß dieser Messung und somit überhaupt der Quantenphysik eine in sich bereits bestimmte, von der Beobachtung unabhängige Realität zugrundeliege (*EPR-Paradoxon*); das Argument Einsteins wurde seither von zahlreichen Autoren präzisiert, schließlich in eine experimentell überprüfbare Form gebracht (*Bells Theorem*) und tatsächlich experimentell bestätigt.⁴⁴ Der fragliche Prozeß ist die Emission, Ausbreitung und Registrierung einer Strahlung; diese Strahlung kann ihrerseits als Ortsveränderung von Teilchen, etwa von Photonen oder Elektronen verstanden werden. Ihre Bewegung wird durch die sogenannte zeitabhängige Schrödingergleichung beschrieben; aber die Lösungen dieser Gleichung protokollieren nicht (wie etwa die Lösung einer Gleichung, die den freien Fall beschreibt) die wechselnde Lage der Teilchen zu verschiedenen Zeiten. Vielmehr kann die Schrödingergleichung nur als Aussage über *Wahrscheinlichkeiten* verstanden werden: „Die Bewegung der Teilchen folgt Wahrscheinlichkeitsgesetzen, die Wahrscheinlichkeit selbst aber breitet sich im Einklang mit dem Kausalgesetz aus.“⁴⁵

Was eine sich nach Kausalgesetzen ausbreitende Wahrscheinlichkeit sei, bleibt dabei freilich dunkel. Immerhin läßt sie sich berechnen, und zwar in relationaler Zeit: der Parameter t der Schrödingergleichung operiert über dem reellen Kontinuum. Über das *Kausalgesetz* lesen wir an anderer Stelle, es handle sich dabei um „ein universelles Prinzip der Physik“, nämlich „daß die Zukunft nicht mehr auf die Vergangenheit zurückwirkt“.⁴⁶ Auch dies ist nicht leicht zu verstehen, wenn etwa

⁴³ In der Thermodynamik irreversibler Prozesse finden wir vielleicht eine ähnliche Wendung; vgl. Prigogine 1979. Dabei muß freilich die Frage offen bleiben, ob sich die relationalen Zeitbestimmungen auch in diesem Fall als unhaltbar oder nur als ungeschickt und eventuell ersetzbar erweisen. Jedenfalls operiert Prigogine zunächst, wo er dissipative Strukturen mit partiellen Differentialgleichungen beschreibt, im klassischen mathematischen Kontinuum und somit mit der relationalen Zeit. Eine Alternative zu dieser (die ‚Operatorzeit‘ Misras) taucht erst im Anhang auf; und überdies ist schwer zu entscheiden, ob dieser Zeitbegriff, freilich in anderer Weise als der klassische, nicht auch ein relationaler ist.

⁴⁴ Vgl. Mückenheim 1983, sowie Wheeler 1977, 22 ff.; d’Espagnat 1979 a und 1979 b (bes. Kap. 4), und Kanitscheider 1986.

⁴⁵ Max Born, zit. nach Drieschner 1981, 62.

⁴⁶ d’Espagnat 1965, 26; man beachte, daß die Ausdrücke ‚Zukunft‘ und ‚Vergangenheit‘ hier (wie auch in der erwähnten Arbeit Wheelers) keine modalen, sondern relationale Zeitbestimmungen bezeichnen sollen. Gemeint ist: Das Spätere wirkt nicht auf das Frühere.

die Wirkung einer Wahrscheinlichkeit auf die andere gemeint sein sollte. Aber immerhin können wir daraus ein *Kriterium* ableiten: daß das Kausalgesetz verletzt sei, wenn sich ein experimenteller Befund nicht anders interpretieren läßt, als durch die Annahme, daß irgendwelche zu späterer Zeit bestehenden Sachverhalte auf das Bestehen anderer Sachverhalte zu früherer Zeit einen Einfluß ausüben. (Das ‚früher‘ und ‚später‘ ist hierbei im Sinn der thermodynamisch definierten Anisotropie der Zeit zu verstehen.)

Das EPR-Paradoxon mit seinen Weiterungen zeigt, daß die physikalische Realität, die im quantenmechanischen Meßprozeß vorliegt,⁴⁷ und zwar insbesondere die Bewegung der involvierten Teilchen, nicht beide der folgenden Bedingungen erfüllen kann:

- 1) Die fragliche Bewegung läßt sich in *Sachverhalte* von der Art analysieren, daß zu gewissen Zeiten t an gewissen Orten r dies oder jenes der Fall ist (nämlich: daß die Wahrscheinlichkeit, ein Teilchen mit gewissen Eigenschaften anzutreffen, einen gewissen Wert p besitzt).⁴⁸
- 2) Das Bestehen derartiger Sachverhalte genügt der verschärften Fassung des *Kausalprinzips*, daß nicht allein Rückwirkungen, sondern überhaupt Wirkungen außerhalb des positiven Lichtkegels ausgeschlossen sind, der von dem verursachenden Ereignis ausgeht.⁴⁹

Wenn wir an dieser Fassung des Kausalitätsprinzips und somit an der Relativitätstheorie festhalten wollen, wofür es gute Gründe gibt, dann müssen wir also einräumen, daß die erste Bedingung nicht erfüllt ist: Es liegen im quantenphysikalischen Meßprozeß während der Bewegung der involvierten Teilchen (d. h. zwischen ihrer Emission und ihrer Registrierung im Meßinstrument) *keine derartigen, in Raum und Zeit lokalisierten Ereignisse* vor.

D'Espagnat nennt dies die „Untrennbarkeit“ der quantenphysikalischen Realität (1979b, 44ff.): Es handelt sich nicht um verschiedene, voneinander entfernte Ereignisse, sondern um ein einziges, das daher nicht punktuell lokalisiert ist, sondern ein ganzes Gebiet einnimmt; die Teilung des Gebietes hebt die Realität des Prozesses auf. Freilich räumt d'Espagnat diese *Untrennbarkeit nur für Raum* ein; er besteht auf einem Nacheinander in relationaler Zeit. Zur Auflösung des EPR-Paradoxons ist das wohl hinreichend, aber andererseits doch willkürlich. Jedenfalls müßten Gründe angegeben werden, weshalb nicht für die Zeit dasselbe gelten soll wie für den Raum – schließlich kommen beide hier nur als verschiedene Dimensionen des relativistischen Kontinuums in Betracht.

In der Tat lassen sich solche Gründe angeben, aber sie sind nicht stichhaltig. Mit der *zeitlichen Untrennbarkeit* würde nämlich – so könnte man argumentieren – zugelassen, daß die Art der Registrierung eines Ensembles von Teilchen einen

⁴⁷ Zu den hier nicht explizierten Bedingungen, unter denen überhaupt von einer solchen Realität gesprochen werden kann, vgl. d'Espagnat 1979a; Mückenheim 1983.

⁴⁸ Dies ist ein Spezialfall der bereits von Whitehead (SMW) kritisierten ‚simple location‘.

⁴⁹ Dies kann auch so ausgedrückt werden, daß sich keine Wirkung schneller ausbreiten darf als das Licht.

Einfluß auf dessen Zustand *vor* der Registrierung ausübt; also wäre das Kausalgesetz (in seiner einfachen Fassung) verletzt. Das geben wir nicht zu. Denn nach unserer Interpretation bedeutet die Untrennbarkeit der Zeit, daß überhaupt *kein Nacheinander von Ereignissen* (von zu verschiedenen Zeiten bestehenden Zuständen) vorliegt, dessen Richtung durch eine Rückwirkung gestört würde. D. h. wir leugnen die Anwendbarkeit des oben genannten Kriteriums auf den gegebenen Fall; denn wir bestreiten, daß während der Bewegung der Teilchen irgendein zu dieser Bewegung gehöriger Sachverhalt besteht, der zu ihrer späteren Registrierung in einer kausalen Beziehung stehen kann. Somit ist die zeitliche Untrennbarkeit nicht nur mit dem Kausalprinzip vereinbar, sondern möglicherweise, sofern Rückwirkungen im Zusammenhang mit dem EPR-Paradoxon unabweisbar scheinen,⁵⁰ von ihm gefordert.

Zeitliche Untrennbarkeit der quantenphysikalischen Realität bedeutet, daß es sich hier um einen Typ von Bewegungen handelt, deren *relationale Beschreibung grundsätzlich inadäquat* ist. Das heißt zwar nicht, daß auf sie verzichtet werden könnte, wohl aber, daß gerade das Reale an ihnen (das z. B. in kausalen Beziehungen stehen könnte) von der relationalen Beschreibung notwendigerweise verdeckt wird. In dieser Hinsicht gleicht die *zeitliche Untrennbarkeit der teleologischen Kontinuität*, die aus dem aristotelischen Begriff der Bewegung resultiert.⁵¹

Wir müssen darauf achten, daß wir unsere fachliche Kompetenz nicht überschreiten. Wir machen hier nicht den Vorschlag, daß das EPR-Paradoxon durch eine Rehabilitierung des aristotelischen Bewegungsbegriffs erklärt und gelöst werden sollte – obgleich dieser Vorschlag nicht ganz abwegig wäre. Wir könnten uns immerhin auf eine Formulierung Heisenbergs berufen, die sich so verstehen läßt, daß das von der Schrödingergleichung beschriebene Reale ein *δυνάμει ὄν* sei;⁵² dessen Realität (als eines solchen!) wäre also ‚Bewegung‘ im Sinn der aristotelischen Definition. Aber wir haben uns eine bescheidenere Aufgabe gestellt: zu prüfen, ob wir mit der berechtigten Kritik der klassischen Naturwissenschaft an der aristotelischen Physik auch den relationalen als den einzigen physikalischen Zeitbegriff akzeptieren müssen. Diese Frage läßt sich nun negativ beantworten: Aus dem EPR-Paradoxon ergeben sich begründete Zweifel an der Einschlägigkeit relationaler Zeitbestimmungen für die quantenphysikalische Realität. Demnach muß der von Galilei entdeckte Bewegungstyp nicht der einzige sein, wir haben mit *anderen Bewegungstypen* zu rechnen, denen *eine andere als die relationale Ordnung der Zeit* entspricht.

Die aristotelische Physik ist nur noch eine historische Alternative zur klassischen Naturwissenschaft. Sie kann uns nur als ein Modell dienen, an dem wir die

⁵⁰ Vgl. hierzu auch die Interpretation Wheelers.

⁵¹ Nimmt man die räumliche Untrennbarkeit hinzu, so ergibt sich gerade die ungeteilte „extensive region“ im mathematischen Kontinuum, die von einem Whiteheadschen actual entity eingenommen wird, vgl. PR, 283/dt. 514.

⁵² „Die Wahrscheinlichkeitsfunktion (...) enthält Aussagen über... Tendenzen (Potentia in der aristotelischen Philosophie)“ (Heisenberg 1959, 36); der „Übergang vom Möglichen zum Faktischen“ finde mit dem „physikalischen... Akt der Beobachtung statt“ (ebd. 38).

Denkbarkeit eines alternativen Bewegungsbegriffs einsehen können – diese Absicht lag bereits unserer Rekonstruktion des aristotelischen Zeitbegriffs zugrunde. An ihm haben wir als das zentrale, von Aristoteles ungelöste Problem herausgearbeitet, wie die teleologische mit der relationalen Ordnung der Zeit, und insbesondere wie teleologische und metrische Kontinuität zusammengehen können. Mit d’Espagnats Ausdruck können wir die Frage auch so formulieren: Wie verhält sich die *Untrennbarkeit* der quantenphysikalischen Realität zur *Teilbarkeit* des mathematischen Kontinuums von Raum und Zeit?⁵³

Wir werden hier keinen Versuch unternehmen, diese Frage zu beantworten. Es genügt uns, gezeigt zu haben, daß die klassische Naturwissenschaft dieses Problem nicht endgültig vom Tisch wischen konnte. Insofern ist dann freilich auch die aristotelische Physik rehabilitiert: Indem sie den Bewegungsbegriff dem Zeitbegriff vorordnet, gibt sie uns die begrifflichen Mittel, das Problem überhaupt erst, wengleich vorläufig, zu formulieren. Indem sie andererseits nur den Ansatz zu einer Unterscheidung der teleologischen und der relationalen Ordnung der Zeit gibt, diese Unterscheidung aber nicht wirklich ausführt, sondern beide faktisch zusammenfallen läßt, ist sie der klassischen Naturwissenschaft unterlegen und wurde zu Recht liquidiert. Wir halten an der Differenz beider Ordnungen fest und lassen die Frage nach ihrem Zusammenhang (und somit nach einer möglichen Einheit des Zeitbegriffs) unbeantwortet. Auf diese Weise können wir gegen Aristoteles an der teleologischen Einheit einer Bewegung das Offene betonen:

- Es ist nicht widersprüchlich und auch mit dem Kausalprinzip nicht unvereinbar, die Präsenz eines Resultats im ganzen Prozeß anzuerkennen und zugleich anzunehmen, daß die endgültige Entscheidung darüber, ob dieses Resultat wirklich eintritt, erst am Ende der Bewegung fällt.
- Dabei bildet der ganze Prozeß eine unauflösbare Einheit. Das heißt ontologisch, daß seine Zwischenphasen oder Zwischenzustände nicht in demselben Sinn real sein können, wie der Anfangs- und der Endzustand; und epistemologisch, daß keine Beschreibung des Prozesses, die auf solche Zwischenphasen oder -zustände rekurriert und somit die Einheit des Prozesses verdeckt, adäquat sein kann: vielmehr ist zu erwarten, daß sie, über Gebühr strapaziert, zu falschen Konsequenzen führt.
- Folglich können wir die Zielbestimmtheit eines Prozesses mit Sicherheit stets nur nachträglich identifizieren; und dasselbe gilt für alle relationalen Zeitbestimmungen, die sich aus seiner teleologischen Struktur ergeben. Während des Prozesses mag es sein, daß wir nicht wissen können, welches Noch-nicht-Sein, aristotelisch gesprochen, in ihm seine Wirklichkeit hat – es mag sogar sein, daß wir selbst dies erst noch entscheiden (oder den Prozeß auf eine solche Entscheidung hin zuspitzen müssen).

Wenn sich relationale Zeitbestimmungen an teleologischen Prozeßstrukturen nur retrospektiv zeigen, also vom Standpunkt einer Gegenwart, welche die

⁵³ Dies ist die Frage, die Whiteheads ‚Theory of Extension‘ (PR, Teil IV) zu beantworten sucht.

fraglichen Ereignisse längst hinter sich gelassen hat, dann kann die volle relationale Ordnung der Zeit aus ihnen nur dadurch entstehen, daß sich diese *Gegenwart* zu der *Unzeitlichkeit* in Beziehung setzt, die dem parmenideischen Sein eignen soll und seither für ein Prädikat Gottes gilt. Das Verhältnis der teleologischen zur relationalen Ordnung der Zeit kann nur aufgehellt werden, indem das Verhältnis des Jetzt zu jener Unzeitlichkeit aufgeklärt (oder in anderer Terminologie: die Konstituierung des ‚tenseless present‘ aus der modalen Gegenwart erklärt) würde.⁵⁴

Dieses Ergebnis ist keineswegs originell. Im Gegenteil: Wir sind zu dem Problem zurückgekehrt, mit dem die Philosophie im Parmenideischen Gedicht begann. In Frage steht für uns freilich nicht die Realität der Veränderung und des Wechsels der Gegenwart, sondern vielmehr des unzeitlichen Seins und mit ihm der relationalen Ordnung der Zeit. Die letztere (und der von Galilei entdeckte Bewegungstyp, den sie beschreibt) soll freilich nicht geleugnet, sondern sie müßte erklärt werden. Nur so könnte sich auch das Subjekt über seine Gegenwart aufklären und den Schein der Unzeitlichkeit vielleicht zerstreuen.

Literaturverzeichnis

- Aristoteles, Opera, ed. I. Bekker (1831).
 –, De anima, ed. G. Biehl/O. Apelt (1926).
 –, Metaphysica, ed. W. D. Ross (Oxford 1924, repr. 1981).
 –, Physica, ed. W. D. Ross (Oxford 1950, repr. 1977).
 Augustinus, Aurelius, Confessiones, lat. u. dt., ed. J. Bernhard, (1955, 41980).
 Bonitz, Hermann, Index Aristotelicus (1870).
 Boyer, Carl B., The History of the Calculus and its Conceptual Development (1949, repr. New York 1959).
 Conen, P. F., Die Zeittheorie des Aristoteles (1964).
 Craemer-Ruegenberg, Ingrid, Die Naturphilosophie des Aristoteles (1980).
 Drieschner, Michael, Einführung in die Naturphilosophie (1981).
 Düring, Ingemar, Aristoteles, in: RE Suppl. XI (1968) Sp. 159–336.
 Eliade, Mircea, Kosmos und Geschichte. Der Mythos der ewigen Wiederkehr (1984).
 Engels, Eve-Marie, Die Teleologie des Lebendigen (1982).
 d'Espagnat, Bernard, Grundprobleme der gegenwärtigen Physik (1965, 21971).
 –, Quantentheorie und Realität, in: Sci. Amer. Heft 11 (1979a); dt. in: Spektrum der Wissenschaft Heft 1 (1980) 69–81.
 –, Auf der Suche nach dem Wirklichen (1979b, 21983).
 Gies, Manfred, Zum mythen-logischen Zeitbegriff. Der Zusammenhang zwischen Ritual und Kosmologie als archaische Philosophie der Zeit, in: G. Heinemann (Hg.), Zeitbegriffe... (1986).
 Grünbaum, Adolf, Modern Science and Zeno's Paradoxes (London 1968).

⁵⁴ Wiederum können wir auf Whitehead verweisen: das Verhältnis der internen, ‚epochalen‘ Zeit der actual entities zur ‚extensiven‘ des mathematischen Kontinuums ist in der ‚primordial nature‘ Gottes begründet, die ihrerseits mit dem parmenideischen Sein die Unzeitlichkeit teilt.

- , *Philosophical Problems of Space and Time* (Dordrecht-Boston ²1973).
- Heinemann, Gottfried (Hg.), *Zeitbegriffe*. Ergebnisse des interdisziplinären Symposiums „Zeitbegriff der Naturwissenschaften, Zeiterfahrung und Zeitbewußtsein“ (Kassel 1983) (1986).
- Heisenberg, Werner, *Physik und Philosophie* (1959, ³1978).
- Hintikka, Jaakko, *Time and Necessity*. Studies in Aristotle's Theory of Modality (Oxford 1973).
- Kanitscheider, Bernulf, *Kosmologie und die Ordnung der Zeit*, in: G. Heinemann (Hg.), *Zeitbegriffe...* (1986).
- Krafft, Fritz, *Das Verdrängen teleologischer Denkweisen in den exakten Naturwissenschaften*, in: *Formen teleologischen Denkens*, hg. von H. Poser (1981) 31–59.
- Maurice, Klaus und Mayr, Otto (Hg.), *Die Welt als Uhr*. Deutsche Uhren und Automaten 1550–1650 (1980).
- Mückenheim, W., *Das EPR-Paradoxon und die Unbestimmtheit der Realität*, in: *Phys. Bl.* 39 (1983) 331–336.
- Newton, Isaak, *Mathematische Prinzipien der Naturlehre* (1963) (= Principia).
- Parmenides, *Die Fragmente*, hg. von E. Heitsch (1974).
- Platon, *Opera*, ed. J. Burnet (Oxford o. J.).
- Price, Derek de Solla, *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism – a Calendar Computer from ca. 80 B.C.*, in: *Transactions Amer. Philos. Soc.*, n.s. 64, Part 7 (Philadelphia 1974).
- , *Clockwork Before the Clock and Timekeepers Before Timekeeping*, in: *The Study of Time II*, hg. von J. T. Fraser und N. Lawrence (1975) 367–380.
- Prigogine, Ilya, *Vom Sein zum Werden*. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften (1979).
- Prior, Arthur N., *Past, Present and Future* (Oxford 1967).
- , *Papers on Time and Tense* (Oxford 1968).
- Ross, W. David, *Aristotle's Physics. A Revised Text With Introduction and Commentary* (Oxford 1936, repr. 1979).
- Rudolph, Enno, *Zum Verhältnis von Zeit und erstem Bewegter bei Aristoteles*, in: *Phil. Nat.* 20 (1983) 96–107.
- Stallmach, Josef, *Dynamis und Energeia*. Untersuchungen am Werk des Aristoteles zur Problemgeschichte von Möglichkeit und Wirklichkeit (1959).
- Theiler, Willy, *Zur Geschichte der teleologischen Naturbetrachtung bis auf Aristoteles* (1925, ²1965).
- Toomer, G. J., *Meton*, in: *Dictionary of Scientific Biography IX*, hg. von Ch. C. Gillispie (New York 1974) 337–340.
- Tugendhat, Ernst, *Ti kata tinos*. Eine Untersuchung zu Struktur und Ursprung aristotelischer Grundbegriffe (1958, ³1982).
- , (Rezension von) Wolfgang Wieland, *Die aristotelische Physik*, in: *Gnomon* 35 (1963) 543–555.
- Wagner, Hans, *Aristoteles, Physikvorlesung* (1967, ³1979)
- Waschkies, Hans-Joachim, *Von Eudoxos zu Aristoteles*. Das Fortwirken der Eudoxischen Proportionentheorie in der Aristotelischen Lehre vom Kontinuum (Amsterdam 1977).
- Wheeler, John A., *Genesis and Observership*, in: *Foundational Problems in the Special Sciences*, hg. von Butts und Hintikka (Dordrecht 1977) 3–33.
- Whitehead, Alfred N., *Science and the Modern World* (New York 1967) (= SMW).
- , *Process and Reality*. Corrected Edition (New York 1978); dt. *Prozeß und Realität* (1979) (= PR).

- Wieland, Wolfgang, Die aristotelische Physik (²1970).
- Wolff, Michael, Geschichte der Impetustheorie. Untersuchungen zum Ursprung der klassischen Mechanik (1978).
- Wolf-Gazo, Ernest, Epochen und Kategorien. Zur Whiteheadschen Epochentheorie der Zeit, in: G. Heinemann (Hg.), Zeitbegriffe... (1986).
- Zeller, Eduard: Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung, 2. Teil, 2. Abt.: Aristoteles und die alten Peripatetiker (1879).