

Andreas Ernst

# Raum und Zeit bei Aristoteles

## Kommentar

Hausarbeit im Fach Philosophie an der Universität Heidelberg  
zum Proseminar ‘Aristoteles, Metaphysik’ bei Prof. R. Bubner  
im Sommersemester 1997; Tutorium G. Kreis; Note: 1.0

### 1 Beschäftigung mit der aristotelischen Physik

Die heutige Physik beschreibt die Phänomene Raum und Zeit hinsichtlich ihrer Erfassbarkeit durch mathematische Modelle. Sein bekanntes Buch über die Relativitätstheorie beginnt der Physiker Max Born mit der grundlegenden Feststellung, das physikalische Problem von Raum und Zeit sei “die nüchterne Aufgabe, für jedes natürliche Ereignis einen Ort und einen Zeitpunkt zahlenmäßig festzulegen, es gewissermaßen im Chaos der Neben- und Nacheinander der Dinge wieder auffindbar zu machen.” Die Erfassung von Naturerscheinungen mittels mathematischer Modelle ist heute solch eine Selbstverständlichkeit, daß eine Physik, welche die aufgezeigten Phänomene ohne ausschließliche Berufung auf ihren mathematischen Charakter beschrieb, praktisch nicht mehr vorstellbar ist. Mit “Physik” assoziiert man nicht mehr den Begriff der physis, der Natur, sondern nüchterne Mathematik und vor allem die Begriffe Experiment und Messung. Diese sind wie das mathematische Modell ein fester Bestandteil moderner Physik, insofern nämlich, als sie eine Voraussetzung dafür bilden, mathematische Zusammenhänge in der Natur erkennen zu können. Für die Astronomie, die Lehre von den “Gesetzen” der Himmelskörper, hatten schon die Philosophen im alten Griechenland die Wichtigkeit der Mathematik erkannt, auch wenn der Himmel bei ihnen noch nicht Gegenstand geometrischer Betrachtungen war. Bereits von dem ionischen Naturphilosophen Thales von Milet, dem größten der sieben Weisen, wissen wir, daß er mathematische Gesetzmäßigkeiten der Himmelserscheinungen erkannt und für das Jahr 585 v. Chr. erstmals eine Sonnenfinsternis vorausgesagt hatte. Zweihundert Jahre später läßt Platon den Pythagoreer Timaios feststellen, die Welt sei “ein sich nach der Vielheit der Zahl sich fortbewegendes dauerndes Abbild” der Ewigkeit. Erst von den hellenistischen Astronomen Appollonius, Hipparch und vor allem von Ptolemäus wurden dann die ersten Versuche unternommen, umfassende geometrische - und damit mathematische - Modelle der Planetenbewegungen aufzustellen, um Himmelsereignisse jederzeit vorhersagen zu können. Das geometrische Himmelsmodell war gleichsam das Werkzeug des Astronomen, und mit seiner Einführung wurde es gleichzeitig zur Voraussetzung, Astronomie exakt betreiben zu können. Die Astronomie ist also nicht nur

die älteste aller Naturwissenschaften, sondern wegen ihrer frühen Mathematisierung auch die älteste exakte Wissenschaft.. Die Physik, die Lehre von den Naturerscheinungen, war bis ins 15. Jahrhundert hinein eine rein empirische Naturwissenschaft, die ihre Ergebnisse fast ausschließlich ohne Experimente, Messungen und die Nutzung des Werkzeuges der Mathematik erzielte. Erst um das Jahr 1440 begann mit der Forderung einer messenden Physik durch Nicolaus von Cues (gest. 1464) die Mathematisierung der Physik. Eng verknüpft ist diese Mathematisierung bekanntermaßen auch mit Galileo Galileis experimenteller Physik. Durch seine Experimente widerlegte Galilei (1564-1642) viele der aristotelische Dogmen, die in den Augen der Scholastiker den Anspruch absoluter Gültigkeit genossen. Man erkannte in dieser Zeit, dem siebzehnten Jahrhundert, auch den rein hypothetischen Charakter aller Naturgesetze und die Möglichkeit, gegebenenfalls Hypothesen mit Hilfe von Experimenten falsifizieren zu können. Mit der Einführung des Experimentes und der Messung als Grundlage physikalischer Forschung war der Grundstein dafür gelegt, daß sich die rein qualitative, unexakte, metaphysische Naturwissenschaft des Mittelalters zu einer quantitativen, exakten, positiven - und vor allem methodisch kontrollierten - Physik der Neuzeit entwickeln konnte. Mit der quantitativen Messung wurde auch die Mathematik Teil der Physik, da man mehr und mehr mathematische Zusammenhänge zwischen Meßgrößen und ihren zugehörigen Meßwerten fand. Die Kenntnis der Mathematik wurde unabdingbare Voraussetzung dafür, Physik betreiben zu können. Der für die Scholastik so wesentliche teleologische Aspekt der Naturwissenschaft, nämlich die Suche nach einer *causa finalis* aller Naturphänomene, wurde mehr und mehr verdrängt, je "exakter" die Naturwissenschaft wurde. Unter Physik versteht man heute nur noch "die Lehre von solchen Naturvorgängen, die der experimentellen Erforschung, der messenden Erfassung und mathematischen Darstellung zugänglich sind und allgemeingültigen Gesetzen unterliegen." (Brockhaus d. Naturwissenschaften u. d. Technik) Diese Entwicklung, an deren Ende Experiment, Messung und mathematisches Modell das Fundament unserer modernen Physik bilden, scheint ein Gewinn für die Wissenschaft zu sein. Physik und Astronomie (als Teilgebiet der heutigen Physik) genügen heute dem Anspruch, exakte Wissenschaften zu sein, da sie uns ein exaktes - also mathematisch genaues - Wissen von der Natur liefern. Und doch ist das abstrakte in der Sprache der Mathematik errichtete Gerüst, welches die Physiker im Laufe der Zeit um die Natur aufbauten, nicht die einzig mögliche Beschreibungsweise derselben. Aristoteles verwendet in seiner Physik eine völlig andere, dem heutigen Physiker sehr fremd erscheinende Methode der Naturbeschreibung, welche vor allem hinsichtlich ihrer praktischen (auf die technische Anwendung abzielenden) Bedeutung der modernen Physik natürlich weit unterlegen ist. Sucht man jedoch Aufklärung und Wissen über die Natur, so ist, wie ich meine, die aristotelische Naturphänomenologie, welche nach den "allgemeinen Erscheinungsformen und Prinzipien" (Wieland, S. 18)

der natürlichen Dinge fragt, der heutigen gleichwertig. Die von der allgemein nachvollziehbaren Alltagserfahrung ausgehende aristotelische Beschreibung der physis zielt sicher nicht auf ein möglichst im Sinne technischer Verwertbarkeit exaktes (und damit mathematisches) Modell der Natur ab. Außerdem ist sie doch inhaltlich heute völlig überholt - das wäre wohl der Kritikpunkt des pragmatisch denkenden Physikers. Man muß dem aber entgegenhalten, daß man auch die heutigen Physiker kritisieren kann, und zwar dahingehend, daß sie aufgrund der Gebundenheit an ihre eben geschilderte Methode der Naturbeschreibung einige wesentliche Aspekte der Natur ignorieren müssen und die Natur deshalb nur noch auf selektiver Basis sehen können, nämlich nach den ihnen von der Geschichte der Naturwissenschaft gleichsam anerzogenen Kategorien. Aristoteles dagegen erfand selbst seine Methode, Naturwissenschaft zu betreiben, da er es war, der die Physik als eine eigenständige Wissenschaft begründete. Im Folgenden sollen die Gedanken, die sich Aristoteles zu den Phänomenen Raum und Zeit machte, einer näheren Betrachtung unterworfen werden. Wichtigstes Ziel der Betrachtung soll sein, jene Vorstellung herauszuarbeiten, welche Aristoteles mit den Phänomenen Raum und Zeit verband. Desweiteren soll der heutigen Vorstellung von Raum und Zeit die des Aristoteles gegenübergestellt werden, mit dem Zweck, wesentliche Unterschiede sowie Gemeinsamkeiten darzustellen. Letztendlich soll deutlich werden, daß (und inwieweit) der heutige Physiker einen Gewinn aus der Beschäftigung mit der vorurteilsbehafteten aristotelischen Physik ziehen kann

## **2 Der Raumbegriff in unserem Denken**

Mit dem Begriff "Raum" verbinden wir spontan gewisse Eigenschaften, die "Raum" hat. Diejenigen Eigenschaften, die für unsere Raumvorstellung so kennzeichnend sind, unterscheiden sich in wesentlicher Hinsicht von den Eigenschaften die Aristoteles dem Raumbegriff beimaß. Ich möchte auf unsere Vorstellung von Raum näher eingehen, bevor ich mich dem aristotelischen Raumbegriff zuwende. Schon wenn man von unserem Raumbegriff spricht, so ist man gezwungen, weiter zu differenzieren: Denn wer sich mit der modernen Physik unseres Jahrhunderts eingehend beschäftigt hat, dessen Vorstellung vom Raum ist eine völlig andere als die dem Durchschnittsbürger eigene, welche noch weitgehend an der klassischen Physik seit Newton orientiert ist. Ich möchte auf beide Raumbegriffe, sowohl auf den der klassischen Physik der Neuzeit, als auch auf den der modernen Physik unseres Jahrhunderts kurz eingehen.

### **2.1 Der Raumbegriff der klassischen Physik**

Wir sehen den Raum als ein Etwas an, in dem sich alle empirisch wahrnehmbaren, stofflichen Dinge befinden. Jeder Körper füllt einen gewissen Teil des

Raumes aus und hat auch einen gewissen Ort im Raum. Wenn der Körper sich von der Stelle bewegt, erfüllt er einen anderen Teil des Raumes und hat schließlich auch einen neuen Ort. Der Raum an sich scheint jedoch in gewisser Weise etwas Unbewegliches zu sein. Ein erstes wichtiges Kennzeichen vorrelativistischer Raumvorstellung ist wohl die Auffassung, daß Raum und Materie unabhängig voneinander existieren. Der Raum Galileis und Isaac Newtons (1642-1727) nämlich beeinflußt weder die in ihm befindliche Materie, noch wird er von ihr beeinflußt. Er ist auch nicht wie im auf dem aristotelischen Gedankengebäude aufbauenden scholastischen Denken ein Modus oder Attribut von Materie oder Substanz, sondern er ist etwas ihr Zugrundeliegendes. Die Existenz eines Raumes bedingt also erst die Möglichkeit der Existenz von Materie. Etwa seit Beginn der Neuzeit ist die Unendlichkeit des Raumes eine seiner wichtigen Eigenschaften. In der Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts kam erstmals der Gedanke an ein unendliches Weltall auf, er stammt - wie auch die Forderung nach der messenden Physik - von Nikolaus von Cues. Der Glaube an eine unendlich ausgedehnte Welt fand mehr und mehr Anhänger und hielt sich bis zu Anfang unseres Jahrhunderts. Nun kann der Raum der klassischen Physik im Gegensatz zum Raum der aristotelischen Physik leer sein. Im Hinblick auf das Folgende soll kurz darauf hingewiesen werden, daß die aristotelische Hypothese, ein Vakuum könne in keiner Weise existieren, von Galileis Schüler Evangelista Torricelli (1608-1647) erstmals widerlegt wurde. Torricelli erzeugte auf experimentellem Wege ein Vakuum und zeigte somit daß der Natur keinen Abscheu vor dem Leeren haben kann. Für die klassische Physik gilt seitdem die selbstverständliche Auffassung, der horror vacui sei nur ein aristotelesisches Gedankenspinne gewesen. Der unendlich ausgedehnte Raum der klassischen Physik ist überall gleich geartet. Jeder Körper kann sich nämlich sowohl an diesem wie auch an jenem Ort befinden, ohne strukturell ein anderer zu sein. Auch weist der Raum nach allen Richtungen hin dieselben physikalischen Eigenschaften auf. Er ist offensichtlich nicht nur unabhängig von der Materie, ihr zugrundeliegend und unendlich ausgedehnt, sondern auch homogen und isotrop. Die letzten wesentlichen Charakteristika des Raumes, auf die schließlich hingewiesen werden muß, sind seine mathematischen Eigenschaften: Der Raum der klassischen Physik ist ein reelles Kontinuum, und er ist außerdem euklidisch, d.h. er genügt den euklidischen Axiomen, einschließlich jenem so berühmten gewordenen Parallelenaxiom. Der "natürliche" Raum ist - mathematisch gesprochen - also bijektiv auf einen dreidimensionalen reellen Vektorraum abbildbar. Eine weitreichende Bedeutung hat diese Isomorphiebeziehung in der klassischen Physik durch die Überlegungen von Newton und Leibnitz bekommen, insofern, als sie die Voraussetzung dafür ist, den Kalkül der Infinitesimalrechnung verwenden zu können. Befaßt man sich mit der historischen Entwicklung des Raumbegriffs vom Beginn der Neuzeit bis ins neunzehnte Jahrhundert hinein, so gibt es einige erwähnenswerte Streitpunkte, als da zu nennen wären: die Diskussion

um die Endlichkeit oder Unendlichkeit des Raumes oder den Streit zwischen Newton und Leibnitz (1646-1716) bzw. Huygens (1629-1695) um die Existenz eines absoluten Raumes. Ich möchte hier aber nicht näher auf sie eingehen, sondern nur nochmals die betrachteten Eigenschaften zusammenfassen: Der Raum der klassischen Physik ist unabhängig von der Materie und bedingt gewissermaßen ihre Existenz, während er selbst keinerlei Materie enthalten muß, um existent zu sein. Er ist unendlich, homogen, isotrop, kontinuierlich und euklidisch.

## **2.2 Der Raumbegriff der modernen Physik**

Seit Albert Einsteins Entdeckungen faßt man das Raumzeitkontinuum nicht mehr als dreidimensionalen reellen Vektorraum mit einer zusätzlichen unabhängigen Zeitgeraden auf, sondern als eine in einer zusätzlichen Raumdimension geschlossene vierdimensionale Riemannsche Mannigfaltigkeit. Da die Metrik dieser Raumzeitmannigfaltigkeit mit der Materie in Wechselwirkung steht, ist der Raum folglich weder von Materie unabhängig, noch homogen, noch isotrop, noch euklidisch. Die Raumzeitmannigfaltigkeit ist vierdimensional und geschlossen, offensichtlich muß man auch die Hypothese der Unendlichkeit des Raumes verwerfen. Seit Heisenbergs Entdeckung der Unschärferelation und seiner Vermutung, es könne auch eine kleinste Länge existieren, beginnt man nun auch an der Kontinuität des Raumes zu zweifeln. Ist Raum nicht mehr in beliebig kleine Teile zerteilbar, wird das Raumkontinuum zu einem Diskretum. Und auch eine dritte Hypothese, welche sich zwischen beiden Extremen ansiedelt, wird in Erwägung gezogen: Jene Annahme der Quantentheorie nämlich, daß die Wahrscheinlichkeit, eine Raumstrecke in zwei Teile teilen zu können, mit zunehmender Anzahl der Teilungsschritte verschwindet. Auch der Begriff des *horror vacui* ist in der modernen Physik wieder aktuell geworden: Da auch im scheinbar leeren Raum ständig Energiequanten in Materieteilchen und umgekehrt auch Materieteilchen in Energiequanten umgewandelt werden, ist ein in der Natur vorkommendes bleibendes Vakuum eine praktische Unmöglichkeit, obwohl ein Vakuum gedanklich natürlich vorstellbar ist. Wie sieht nun aber die wirkliche Struktur des Raumes aus? Die für die klassische Physik grundlegenden Thesen über die Eigenschaften des Raumes haben wenige Jahre nach den Entdeckungen Einsteins beinahe sämtlich ihre Gültigkeit verloren. Und doch setzt sich jeder Physiker heute noch intensiv mit dem Newtonschen Raumbegriff auseinander, obwohl er sich der Unrichtigkeit von Newtons Hypothesen doch vollkommen bewußt ist.

## **2.3 Der Raumbegriff des Aristoteles**

Mit der Abwendung von der scholastischen Physik zu Beginn der Neuzeit und der Formulierung des neuen mathematischen und mechanischen Erken-

ntnisideals verlor die Naturwissenschaft mehr und mehr das Interesse an den aristotelischen Gedanken, da diese den Anforderungen nicht mehr genügten, die die exakten Wissenschaften an eine exakte Phänomenologie der Natur stellt. Die aristotelischen Ansichten wurden seit Ende des Mittelalters mehr und mehr kritisiert, denn, wie schon anfangs gesagt, war die aristotelische Naturbeschreibung unmathematisch, und "der Philosoph" ging weder von Experimenten aus noch schien er einen Sinn in quantitativen Messungen gesehen zu haben. Angefangen mit Galilei, welcher durch seine Fallexperimente und die Entdeckung der Jupitermonde erste Beispiele gab, fügten mehr und mehr Naturwissenschaftler der Neuzeit dem bisher so unberührten System aristotelischer Naturlehren Risse zu, und langsam begann der Anspruch absoluter Gültigkeit der die Natur betreffenden aristotelischen Lehren zu bröckeln. Heute hat sich die aristotelische Naturwissenschaft so weit von der unseren entfernt, daß es scheinbar keinen Nutzen macht, sich mit ihr zu beschäftigen. Wenn man sich jedoch am Beispiel des Raumes die Mühe macht, jenes Bild nachzuvollziehen, welches Aristoteles von dessen Beschaffenheit hatte, so stößt man auf die überraschende Tatsache, daß hinsichtlich der betrachteten Eigenschaften des Raumes das Modell der von Einstein begründeten relativistischen Physik wieder gewisse Analogien zur aristotelischen Physik und Kosmologie aufweist. Will man den aristotelischen Raumbegriff erläutern, so muß man eine für das Verständnis sehr wichtige Voraussetzung an den Anfang stellen: Für Aristoteles gibt es den Raum, wie wir ihn kennen, nicht. Aus diesem Grund liefert uns Aristoteles in der Physik wohl auch keine präzise terminologische Bestimmung des Raumbegriffs. Wenn wir an "den Raum" denken, dann stellen wir ihn uns als etwas vor, das in gewisser Weise überall anwesend ist, völlig unabhängig von Körpern, die er möglicherweise enthält. Man könnte folgern, daß der Raum auch dann da wäre, wenn es keinen Gegenstand gäbe, der ihn ausfüllte. Dann hätte der Begriff des Raumes allerdings keinerlei Sinn. Für uns ist Raum der grundlegendere Begriff, während für Aristoteles sinnvollerweise der Begriff der Materie der grundlegendere ist. Raum ist, aristotelisch gesprochen, nur Akzidens der Materie. Er ist zwar etwas real Existierendes, hat aber keine unabhängige Existenz im Sinne eines substantiell Seienden. So wie es also für Aristoteles den Begriff eines absoluten oder relativen Raumes als unabhängig von der Materie existierendes "Medium" überhaupt nicht gab, so kannte Aristoteles auch das seit dem siebzehnten Jahrhundert in der Physik zum selbstverständlichen Hilfsmittel gewordene Koordinatensystem zur Beschreibung von Orten im Raum nicht. Spricht man in der heutigen Physik vom Ort eines Körpers im Raum, so immer in Bezug auf ein irgendwie in den Raum plaziertes Koordinatensystem und einen bevorzugten Punkt des Körpers, beispielsweise seinen Schwerpunkt. Diesen mathematischen Ortsbegriff unserer heutigen Physik hätte Aristoteles wohl strikt abgelehnt, mit der einfachen Begründung, daß der Ort eines ausgedehnten Körpers doch niemals nur ein einziger Punkt sein könne. Im vierten Buch

der Physik entwickelt Aristoteles anstelle einer Theorie des Raumes, der ja seiner Ansicht nach nicht von den materiellen Dingen losgelöst existieren kann, eine Theorie des Ortes, welcher "etwas neben den Körpern selbständig Vorkommendes sein muß" (Phys. 208b27). Aristoteles faßt den Ort als eine Art Gefäß auf (Phys. 209b28) und stellt sechs Forderungen, die sein Ortsbegriff erfüllen soll: Ort muß das unmittelbar Umfassende eines Körpers sein, er darf kein Stück des Körpers selbst sein, und er darf er weder größer noch kleiner als der Körper sein. Weiterhin soll er auch von dem Körper ablösbar sein. Schließlich muß Ort noch ein "Oben und unten" enthalten, und jeder Körper muß sich von Natur aus zu seinem angestammten Ort bewegen (Phys. 210b32). Aristoteles gelangt dann zu einer Definition des Ortes als der "Grenze des umfassenden Körpers" (Phys. 212a2). Da auch ein bewegter Körper einen festen Ort haben soll, erweitert er seine Definition: "Die unmittelbare, unbewegliche Grenze des Umfassenden - das ist Ort" (Phys. 212a20). Somit ist der Ort eines fahrenden Schiffes der Fluß, "weil er als ganzer unbeweglich ist". Mag sich diese Ortsdefinition auch nicht weit über den Ortsbegriff der "communis opinio" erheben, so ist es doch interessant, die aristotelische Auffassung von Ort der Auffassung der heutigen Physik gegenüberzustellen. Keinesfalls kann man nämlich einen der beiden Ortsbegriffe als falsch bezeichnen, beschreiben sie doch in keiner Weise die empirische Realität falsch. Sie erfüllen nur beide sehr unterschiedliche Forderungen, welche man an den Ortsbegriff stellen kann. Der aristotelische Ortsbegriff erfüllt im aristotelischen Kosmos alle von Aristoteles zugrunde gelegten, oben genannten Postulate, während der heutige mathematische Ortsbegriff es dem Physiker ermöglicht, unter Verwendung der Bewegungsgesetze die Position eines Körpers quantitativ zu bestimmen. Vom sprachlichen Standpunkt betrachtet ist jedoch sicherlich die aristotelische Version des Ortsbegriffes die exaktere. Desweiteren ist für die Untersuchung des aristotelischen Raumbegriffs der Terminus "horror vacui", die "Angst vor der Leere" sehr wesentlich. Aristoteles ist der Ansicht, daß es "weder ein für sich abgesondertes Leeres gibt [...] noch (ein) der Möglichkeit (vorhandenes)". (Phys. 217b20) Leerer Raum existiert also weder in der empirischen Realität, noch darf er überhaupt existieren, da nur materiellen Körpern eine räumliche Ausdehnung zukommen kann. Auch stünde die Existenz eines leeren Raumes mit dem aristotelischen Ortsbegriff im Widerspruch: Für Aristoteles ist nämlich jeder Körper an einem Ort (z.B. Phys. 208b27). C.F. v. Weizsäcker formuliert treffend, Ort sei "ein Prädikat, daß dem Körper zukommt. Wo aber kein Körper ist, da fehlt das Subjekt, dem man das Prädikat des Ortes zukommen lassen könnte. Ein leerer Ort wäre ein Ort von nichts, also kein Ort." Dieser Schluß sei, so v. Weizsäcker, keinesfalls sophistisch, sondern "vielmehr eine notwendige Konsequenz der am Sein orientierten aristotelischen Logik, nach der ein Satz falsch ist wenn es kein Ding gibt, für das er gilt." Auch in dieser Feststellung findet man erneut die Begründung dafür, daß Raum nur in akzidentellem Sinne in Bezug auf Sub-

stanz ausgesagt werden kann, die eben Raum einnimmt. Die Aussage "Raum existiert" ist offensichtlich falsch, wenn es keine Substanz gibt, die Raum einnimmt. Zusammenfassend kann man sagen, daß für Aristoteles die gesamte wahrnehmbare Welt gänzlich aus Substanz, aus Materie besteht, und "daß es eine räumliche Ausdehnung, verschieden von den Körpern, gar nicht gibt, weder als etwas Abtrennbares noch tatsächlich vorkommend". (Phys. 213a31) Alle Materie endet nach Ansicht des Aristoteles an der äußersten Himmelssphäre, und folglich endet dort auch der Raum als ein Korrelat der Materie. Außerhalb der äußersten Himmelssphäre ist nichts mehr vorstellbar, keine Materie, folglich auch kein Raum, und nach dem oben Gesagten nicht einmal Leere. Offensichtlich ist der aristotelische Kosmos also ein endlicher. Doch warum muß er zwingendermaßen endlich sein? Aristoteles argumentiert indirekt, indem er die Annahme eines unendlichen Raumes mit seiner Auffassung von Ort in Widerspruch bringt: Wäre der Raum unendlich ausgedehnt, dann müßte es einen unbegrenzt großen Weltkörper geben, da leerer Raum nicht sein kann (Phys. 203b25). Nun fragt er sich weiter, "ob es eine sinnlich wahrnehmbare Größe von unbegrenzter Ausdehnung gibt." (Phys. 204a1) Jede sinnlich wahrnehmbare Größe, also jeder Körper, muß einen Ort haben (z.B. Phys. 208b27). Also müßte, da ja der Ort eines Körpers weder kleiner noch größer sein darf als der Körper selbst (s.o.), ein unbegrenzt großer Weltkörper auch einen Ort von unendlicher Größe haben. "Doch wie soll es von dem Unbegrenzten ein Oben und Unten oder einen Rand [...] geben?" (Phys. 205b30) Für Aristoteles muß Ort die Bestimmungen "oben und unten" enthalten und eine Art Grenze sein. Ein unendlich ausgedehnter Ort kann diesen Forderungen niemals entsprechen. Auch die Möglichkeit der Bewegung spricht Aristoteles dem unbegrenzten Körper ab, und so wäre es für einen unendlichen Weltkörper auch unmöglich, sich zu "seinem" Ort bewegen zu können. Ein 'aktual' unendlicher Körper kann also nicht existieren, sondern das Unendliche kann allein in der Seinweise der Möglichkeit existieren. Wenn man also von einem aristotelischen "Raum" sprechen darf, so ist dieser ein endlicher. Der endliche aristotelische Kosmos hatte einen besonderen Aufbau, welchen ich zum Verständnis für das Folgende kurz darlegen möchte: Fünfundfünfzig homozentrische kristallene Sphären, bestehend aus Äther und untereinander verbunden, waren im aristotelischen Kosmos verantwortlich für die ewige, stetige Kreisbewegung der Himmelskörper. Die ganze Welt war eingebettet in die äußerste der fünf und fünfzig Kristallsphären, die Himmelssphäre. Weiter unterschied Aristoteles zwischen einer dem ständigen Wandel unterworfenen sublunaren Region diesseits der Mondsphäre, und der ewigen, supralunaren Welt jenseits der Mondsphäre. Die supralunare Region war gänzlich mit einem einzigen rätselhaften fünften Element, dem Äther erfüllt. Die sublunare Region dagegen teilte Aristoteles weiter in vier Sphären auf: "Die Erde (befindet sich) innerhalb der Wasser(sphäre), diese innerhalb der Luft(sphäre), diese innerhalb der strahlenden Leucht(sphäre), die Leucht(sphäre) innerhalb der



Himmels(sphäre), die Himmels(sphäre) aber nicht mehr in einem anderen.” (Phys.212b20) Hinsichtlich der Materie, aus welcher der Kosmos besteht, unterscheidet Aristoteles fünf Elemente, aus denen “als dem Ersten, Innewohnenden, der Art nach nicht mehr in eine weitere Art Zerteilbaren etwas zusammengesetzt ist” (Met. 1014a25): Die schon bekannten vier Elemente Erde, Wasser, Luft, Feuer, und das von Aristoteles eingeführte fünfte Element, der Äther. Aristoteles postuliert die Existenz des Elementes Äther, weil jenseits der Mondsphäre eine Art von Substanz existieren muß, welche die die supralunare Region ausfüllt. Weil nun die Materie nach fünf verschiedenen Elementen klassifiziert werden kann und der Raum Akzidens der Materie ist, keinesfalls von ihr verschieden oder abtrennbar, so kann man ihn nicht als homogen bezeichnen. Wenn man also von einem “aristotelischen Raum” sprechen darf, so ist dieser inhomogen. Die Orte im aristotelischen Kosmos besitzen eine merkwürdige Eigentümlichkeit: “Die Bewegungen der natürlichen einfachen Körper, wie Feuer, Erde und dergleichen zeigen nicht nur an, daß ‘Ort’ wirklich etwas bedeutet, sondern daß er sogar eine gewisse Kraft besitzt. Es bewegt sich nämlich ein jeder an seinen Ort, wenn man ihn nicht daran hindert, der eine nach oben, der andere nach unten.” (Phys. 208b8) Der Kosmos als die Summe aller Orte, welche von Körpern eingenommen werden, hat, wie Max Jammer näher ausführt, eine Art “dynamische Feldstruktur”, deren Aufbau von der Verteilung der Materie im Raum abhängt. Es fällt dem Physiker sofort die Analogie zu Gravitationsfeld oder Einsteins metrischem Feld ins Auge. Aus dieser Eigentümlichkeit folgt außer der Inhomogenität noch ein weiteres wichtiges Charakteristikum des aristotelischen Raumes, seine Anisotropie: “[...] ‘oben’ ist nicht eine beliebige Stelle, sondern (liegt) dort, wohin Feuer und das Leichte sich bewegt; ebenso ist auch ‘unten’ nicht eine beliebige Stelle, sondern dort, wohin das, was Schwere besitzt, und das Erdhafte (fällt), - so daß sich dies nicht der bloßen Anordnung nach unterscheidet, sondern auch nach der Kraftausübung” (Phys. 208b19). Auch hinsichtlich der Kraftausübung auf einen Körper sind also die Orte im Raum in charakteristischer Weise verschieden und der Raum somit inhomogen. Zusätzlich sind aber auch die Raumrichtungen oben und unten von den übrigen Richtungen rechts, links, vorne und hinten klar unterschieden, da nur oben und unten jene Richtungen sind, längs derer die aristotelische “Kraft” wirken kann. Der aristotelische Raum ist folglich nicht nur inhomogen, sondern auch anisotrop. Für Aristoteles gehört jeder Körper in “seine” Sphäre. Sobald er von seinem natürlichen Ort entfernt wird, wird er von derjenigen Kraft, die seinem ureigenen Ort innewohnt, zurückgezogen. Man muß gedanklich zwischen der Newtonschen Gravitationskraft und der aristotelischen “Kraft” streng unterscheiden. Ein Körper erfährt nicht, wenn er sich im Schwerefeld einer großen Masse befindet, wie in der Newtonschen Physik automatisch eine zentrale Kraft. Denn warum sollte eine Kraft auf den Körper auch dann noch existieren, wenn er sich schon an “seinem” Ort befindet? Vielmehr

scheint nun bei Aristoteles jeder Körper wie durch ein unsichtbares elastisches Seil mit "seiner" Sphäre verbunden zu sein. Das ist also die aristotelische Erklärung der Ursache für das Fallen schwerer Körper bzw. das Aufsteigen leichter Körper. Wir - mit unserer unbewußten physikalischen Vorbildung - lehnen diese Erklärung anfangs spontan ab. Zwingt man sich jedoch, gedanklich vom Wissen über die Existenz der Schwerkraft zu abstrahieren, so erkennt man plötzlich, daß die aristotelische Erklärung des freien Falls in gleicher Weise ihren Sinn erfüllt wie die Newtonsche Erklärung durch die Gravitation. Schließlich wäre noch die Stellung der Mathematik in Bezug auf den aristotelischen Raumbegriff zu klären. Man muß wohl Max Jammer zustimmen, wenn er feststellt, daß der Raum, wie er in der Mechanik oder Astronomie eine Rolle spielt, in der griechischen Wissenschaft niemals Gegenstand geometrischer Betrachtungen geworden ist. Man kann keinesfalls erwägen, Aristoteles habe den Raum als einen euklidischen aufgefaßt. Ganz abgesehen davon, daß er von den euklidischen Axiomen niemals ein Wort vernommen haben kann, ließe sich, wie Jammer formuliert, der euklidische Raum mit seinen homogenen und unendlichen Linien und Flächen niemals in das endliche und anisotrope Universum des Aristoteles einfügen. Der Begriff der Kontinuität allerdings wird von Aristoteles auf Raum angewandt, zuerst in der Metaphysik. Kontinuierlich meint "Was teilbar ist in immer wieder Teilbares" (Phys.232b24). Raum ist im Sinne der aristotelischen Terminologie eine Größe, welche nach drei Richtungen kontinuierlich ist (s. Met. 1020a10). Raum ist deshalb eine Größe, weil Raum ein in ein Kontinuum zerlegbares Quantum ist, wie auch ein Körper. Exakterweise müßte man Raum als ein "Quantum in akzidentellem Sinne" bezeichnen, da Raum für Aristoteles immer nur die Affektion eines Körpers ist. Die Körper allerdings sind für Aristoteles kontinuierliche Quanta "an sich", wie auch die Linie ein Quantum "an sich" darstellt (s. Met. 1020a15). Trotzdem geht "der Philosoph" auf die Meßbarkeit, die einem kontinuierlichen Quantum eigen sein muß (Met. 1020a9), an keiner Stelle genauer ein. Günther Zekl bringt diesen Sachverhalt auf den Punkt: "Mathematisches Raummodell als Ausgangspunkt und konkrete, empirische Realität als das zu beschreibende finden hier nicht zu einem Begriff zusammen." Das Problem möglicher Anwendung geometrischer Verfahren auf physische Realität, so Zekl, bleibe ungelöst, es werde nicht einmal als Aufgabe gestellt. Zusammenfassend kann man nun über den aristotelischen Raumbegriff folgendes sagen: Raum ist bei Aristoteles ein Akzidens der Materie, er ist endlich wie auch die Materie, er ist wegen der den Orten innewohnenden Kraft und der Aufteilung der Materie in fünf Elemente weder homogen noch isotrop, er ist kontinuierlich, doch diese Kontinuität dient nur einer qualitativen Beschreibung der empirischen Realität nicht aber einer mathematischen.

### 3 Der Zeitbegriff in unserem Denken

Wie wir mit dem Raumbegriff spontan bestimmte Eigenschaften des Raumes verbinden, so verbinden wir auch mit dem Zeitbegriff gewisse Eigenschaften der Zeit. Zu nennen wäre als ein erstes Charakteristikum der Zeit ihre Aufspaltung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Die Vergangenheit steht für das unabänderlich Geschehene und die Gegenwart für das augenblickliche Jetzt. Die Zukunft schließlich steht für all das, was in gewisser Weise unbestimmt und unwirklich noch vor uns liegt, was möglicherweise auch noch durch unseren Willen beeinflussbar ist. Weiterhin assoziieren wir mit dem Zeitbegriff eine gewisse Stetigkeit, Gleichförmigkeit, Kontinuität, welche dem Fluß der Zeit eigen ist, auch wird sie scheinbar durch nichts äußeres beeinflusst. Die klassische Physik sieht sie als eine vollkommen von Raum und Materie getrennte Wesenheit an. “Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig, und ohne Beziehung auf irgend einen äußeren Gegenstand”, stellt Isaac Newton in seinen ‘Principia’ fest. Die modernere Physik teilt diese Auffassung nicht mehr, und Raum und Zeit sind im vierdimensionalen einsteinschen Kontinuum durch die Forderung nach der Invarianz der sogenannten Minkowski’schen Metrik eng miteinander verwoben, indem jedes Materiestück seine eigene Zeit besitzt. So liegt der Welt keine absolute Zeit mehr zugrunde, sondern Zeit gilt nun in gewissem Sinne als eine Art Eigenschaft der Materie, welche ihr die Möglichkeit gibt, in der Welt existent zu sein. Auch die eindeutig feststehende Zeitrichtung könnte man als ein wesentliches Charakteristikum der Zeit bezeichnen. Der Zeitverlauf ist immer von der Zukunft in die Vergangenheit gerichtet, niemals umgekehrt. Schließlich könnte man als Eigenschaft der Zeit auch noch ihre mögliche Endlichkeit oder Unendlichkeit bezeichnen, wobei man hier ins Spekulieren geraten kann. Die Physik sagt uns, daß die Zeit möglicherweise mit dem Urknall begonnen hat, an diesem rätselhaften Zeitpunkt mit der Entropie null. Doch ist es schwer vorstellbar, wie die Zeit einen Anfang gehabt haben soll.

#### 3.1 Der Zeitbegriff in der Physik

Fragt man einen Physiker, was die Zeit sei, so wird dieser einen Moment überlegen und dann versuchen, von der peinigenen Frage auf irgend eine Weise abzulenken. In den Feynman lectures on physics findet man den für Physiker kategorischen Standardausweg aus der Situation: “What really matters anyway is not how we define time, but how we measure it.” Auch das Phänomen Zeit wird von der heutigen Physik nur noch hinsichtlich seiner Meßbarkeit betrachtet. Diese Tatsache ist in gewisser Hinsicht unbefriedigend, enthält doch mindestens ein Drittel jener physikalischen Formeln, mit denen man als Physiker ständig um sich wirft, den Parameter Zeit.

“Kein anderer Name ist, der uns geläufiger und keiner, der zugleich uns dunkler wäre”, sagt Franz Brentano über den Begriff der Zeit, aber “weder Archimedes noch Galilei fühlten das Bedürfnis, in Forschungen über die Natur der Zeit einzugehen [...]”. Sowohl für die klassische wie auch für die moderne Physik ist von den Eigenschaften der Zeit nur die der Kontinuität von wesentlicher Bedeutung. Allein sie gibt dem Physiker die Möglichkeit, die Struktur Zeit auf ein eindimensionales reelles Kontinuum abzubilden und meßbar zu machen. Allenfalls die Zeitrichtung wurde von den Physikern noch in einem Naturgesetz bedacht, dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, welcher als einziges eindeutig eine Zeitrichtung vor der anderen auszeichnet. Bei allen anderen Naturgesetzen macht es keinerlei Unterschied in welcher Richtung die Zeit verläuft, allenfalls fällt noch auf, daß die physikalischen Gesetze die Zeitrichtung erhalten. Doch einen Grund für diese Tatsache kann man nicht angeben. Und der vollkommen unmathematisch formulierte zweite Hauptsatz ist bei den Physikern trotz seiner Fundamentalität nur ein unbeliebtes Anhängsel der eigentlichen Physik, welche doch in der Sprache der Mathematik faßbar sein muß. Man kann nun aber mit Recht behaupten, daß die Struktur Zeit durch die Abbildung auf eine reelle Zahlengerade vollkommen unzureichend beschrieben ist. Was unterscheidet sie noch vom Raum, welcher sich auch auf ein System von drei reellen Geraden abbilden läßt? Es fehlt hier etwas Wesentliches, nämlich das, was die Zeit in unserem praktischen Alltag ausmacht: Das oben genannte erste Charakteristikum der Zeit, die Trennung von Vergangenheit und Zukunft durch das Jetzt, den gegenwärtigen Augenblick.

### 3.2 Der Zeitbegriff des Aristoteles

Beschäftigt man sich mit dem aristotelischen Zeitbegriff, so fällt auf, daß auch Aristoteles sich, wenn man von der Aporie zu Beginn seiner Zeitabhandlung im vierten Buch der Physik absieht, bei der Untersuchung der Zeit nicht mit den Phänomenen Vergangenheit und Zukunft auseinandersetzt. Der Grund hierfür liegt vielleicht in der Tatsache, daß für Aristoteles Vergangenheit und Zukunft mit der eigentlichen Zeit nur in indirekter Beziehung stehen. Denn Zeit ist für Aristoteles “die Maßzahl der Bewegung hinsichtlich des ‘davor’ und ‘danach’ (Phys. 219b1). Zeit ist also wie in der heutigen Physik schon bei Aristoteles nur eine Maßzahl, die der Bewegung zukommt, und so ist die Zeit nur in akzidentellem Sinne seiend, als eine Affektion der Bewegung. Vergangenheit und Zukunft nun sind für Aristoteles viel mehr mit dem Begriff der Bewegung verknüpft, als mit dem Zeitbegriff. Auch Platon scheint dieser Meinung gewesen zu sein: Im Timaios steht zu lesen, daß “man die Ausdrücke ‘Es war’ und ‘Es wird sein’ lediglich von dem in der Zeit fortschreitenden Werden gebrauchen darf.” Während nun für uns der Begriff Zeit ein wesentlich grundlegenderer ist, ist für Aristoteles sinnvollerweise der Begriff der Bewegung oder des Wandels der grundlegendere. Da wir nur

dann sagen können, stellt Aristoteles fest, “daß Zeit vergangen sei, wenn wir von einem ‘davor’ und ‘danach’ bei der Bewegung Wahrnehmung gewinnen” (Phys. 219a23), “so ist offenkundig, daß ohne Bewegung und Veränderung Zeit nicht ist.” (Phys. 218b33) Wäre keine Bewegung, kein Wandel in der Welt, dann wäre es zwecklos, einen Zeitbegriff einzuführen, so, wie es unsinnig wäre, einen Raumbegriff einzuführen, welcher nicht die Existenz von Materie implizierte. Der Bewegungsbegriff wird aus diesem Grund in der Physik des Aristoteles früher untersucht als der Zeitbegriff, nämlich schon zu Anfang des dritten Buches. Um den Bewegungsbegriff zu erläutern, muß man einen Blick auf das Begriffspaar dynamis und energeia werfen, “Vermögen” und “Verwirklichung”, denn: “Das endliche Zur-Wirklichkeit-Kommen eines bloß der Möglichkeit nach vorhandenen, insofern es eben ein solches ist - das ist [...] Veränderung.” (Phys. 201a9) Im fünften Buch der Metaphysik wird der Terminus der Möglichkeit oder des Vermögens definiert: “So heißt nun einerseits Vermögen überhaupt das Prinzip der Veränderung oder Bewegung in einem verschiedenen Ding oder, insofern dies ein verschiedenes ist, andererseits das Prinzip der Veränderung oder Bewegung unter dem Einfluß eines verschiedenen Dinges oder, insofern dies ein verschiedenes ist.” So ist die Heilkunst beispielsweise ein einem Arzt innewohnendes Vermögen, welches seine Verwirklichung darin findet, daß der Arzt jemanden heilt. Auch in dem Geheilten selbst kann das Vermögen der Heilkunst vorhanden sein, falls auch er über medizinische Kenntnisse verfügt, jedoch wohnt es ihm nicht insofern inne, als er von dem Arzt geheilt worden ist. Bewegung vollzieht sich nun in dem Sinne, daß das dem Heilkundigen innewohnende Vermögen der Heilkunst verwirklicht wird in der Tätigkeit des Heilens. Heilkunst ist das Vermögen, das Heilen die Verwirklichung. Offensichtlich vollzieht sich hier eine Veränderung, eine Bewegung, nämlich durch das Zur-Wirklichkeit-Kommen der bloßen Möglichkeit des Heilens. Die Bewegung ist insofern nicht gleich der Verwirklichung, als die Bewegung selbst noch unvollendet ist (s. Met. 1048b28). C. F. v. Weizsäcker formuliert den aristotelischen Begriff des Vermögens um, in “gleichsam das, was von der Zukunft jetzt schon da ist, also in gewissem Sinne gerade die Gegenwart der Zukunft.” Die Zukunft ist schon gegenwärtig in der Seinsweise der Möglichkeit. Auch die Vergangenheit muß gegenwärtig sein, denn es “geht das Vermögen aus der Verwirklichung hervor” (Met. 1051a32), und “es ist offenbar, daß Verwirklichung früher ist als Vermögen.” (Met. 1049b5) Gewordene ‘energeia’ ist notwendig für neue ‘dynamis’. So löst sich also auch jene Aporie, welche Aristoteles an den Anfang seiner Zeitabhandlung stellt: Wie kann Zeit sein, wenn die Vergangenheit nicht mehr existiert, die Zukunft noch nicht existiert, und das ‘Jetzt’ kein Teil der Zeit ist? Die Zeit ist nun, wie schon gesagt, eine Affektion der Bewegung, während diese wieder eine Affektion des Raumes ist. Da der Raum für Aristoteles ein kontinuierliches Quantum ist, “ist auch die Bewegung ein Quantum, und da diese eines ist, ist es auch die Zeit.” (Met. 1020a30) “Also: Nicht gleich der Bewegung ist

die Zeit, sondern insoweit die Bewegung Zahl an sich hat (gehört sie zu ihr) [...] eine Art Zahl ist also die Zeit.” (Phys. 219b2) Um diese Aussage im Sinne von Aristoteles verstehen zu können, muß man sich einer wesentlichen Tatsache bewußt werden, nämlich der Unterschiedlichkeit der Zahlbegriffe im aristotelischen und im heutigen Denken. In unserem Denken sind Zahl und Kontinuum eng mit einander verwoben durch die mit dem Zahlbegriff assoziierte Vorstellung einer reellen Zahlgeraden. Und mit dem Zahlbegriff im Hinblick auf die mögliche Meßbarkeit einer Größe verbinden wir sofort auch die Kontinuität dieser Größe. Für Aristoteles jedoch sind Zahlen stets natürliche Zahlen, diskrete Größen. Auch die uns heute selbstverständlichen negativen Zahlen wurden erst viel später eingeführt, Aristoteles kannte sie nicht. Aristoteles assoziierte also niemals mit Zahlen eine Zahlgerade, wie wir es tun, sondern für ihn ist es nur so, “daß es bei der Zahl in Richtung auf das kleinste eine Grenze gibt, in Richtung auf das Mehr aber immer jede Anzahl noch übertroffen werden kann”. (Phys. 207b1) Wenn nun Aristoteles sagt, daß Zeit ‘Zahl’ sei, so ist damit ganz anschaulich gemeint, daß man Zeit messen kann, indem man einen Zeitabschnitt als “Maßeinheit” festlegt und die Zeit gleichsam durch Aneinanderreihen einer (natürlichen An-) Zahl dieser “Maßeinheiten” ausmißt, wie man auch Raumgröße messen kann, indem man eine hinreichende Anzahl von Meßplatten aneinanderreicht. Hiermit wird keinesfalls impliziert, daß der Zeitabschnitt, welcher gleichsam als Meßplatte dient, kontinuierlich sein muß. Die Kontinuität von Raumgröße oder Zeit ist etwas streng von Zahl Unterschiedenes, sogar Gegensätzliches: “in Richtung auf das ‘kleiner’ wird jede Größe unterschritten, in Richtung auf das ‘größer’ aber gibt es keine unbegrenzte Größe.” (Phys. 207b3) Nebenbei bemerkt gehört für Aristoteles der Zahlbegriff in den Bereich der Mathematik, während es “auffallend ist, daß das Kontinuum bei Aristoteles ein Gegenstand ist, mit dem sich die Physik zu beschäftigen hat, während es sich nach der heutigen wissenschaftlichen Auffassung um ein mathematisches Problem handelt.” (Wieland, S. 279) Diese “Auffälligkeit” zeigt mit aller Deutlichkeit, daß das heute in den Bereich der Mathematik (Topologie, Analysis, u.s.w) gehörende Problem des Kontinuums ursprünglich aus den Bedürfnissen der Physik heraus entstanden ist und daß der gesamte axiomatisch-deduktiv errichtete Apparat der Analysis zur Beschreibung des Kontinuums nur ein Hilfswerkzeug der Physik ist, nicht aber reine, auf keine technische Anwendung abzielende Mathematik. Auch bei dem Phänomen des Unendlichen zeigt sich übrigens diese “Auffälligkeit”. Auch die Untersuchung des Unendlichen gehört für Aristoteles in den Bereich der Physik.

Die Zeit also ist für Aristoteles einerseits kontinuierlich und andererseits Zahl. Insofern Zeit Zahl ist, ist Zeit auch unendlich, denn “in Richtung auf das Mehr kann jede Anzahl noch übertroffen werden.” Die Zeit muß auch deswegen unendlich sein, weil die Bewegung unendlich ist, deren Affektion sie ist. “Veränderung (ist ein unbegrenzt sich vollziehender Vorgang), weil die (Raum-)Größe, an der sich die Ortsbewegung, Eigenschaftsveränderung

und Wachstum vollziehen, (dies unbegrenzt tut); die Zeit dann ist es wegen der Veränderung.” Auch in Richtung der Vergangenheit sind Bewegung und Zeit unbegrenzt, denn “unmöglich kann Bewegung entstanden sein oder vergehen - denn sie war immer - ebensowenig die Zeit. Es ist nämlich nicht möglich, daß es ein früher oder später gibt, wenn es keine Zeit gibt.” (Met. 1071b6) Bei der Untersuchung des aristotelischen Zeitbegriffs darf es wohl nicht unterlassen werden, auf den Begriff des ‘Jetzt’ einzugehen, welcher einen großen Teil der Zeitabhandlung im vierten Buch der Physik für sich beansprucht. Was ist das ‘Jetzt’? Zu Beginn hält Aristoteles fest, daß es nicht Teil der Zeit sein kann, denn “der Teil mißt (das Ganze) aus, und das Ganze muß aus den Teilen bestehen; die Zeit besteht aber ganz offensichtlich nicht aus den ‘Jetzten’ ” (Phys. 218a6) Es scheint Aristoteles hier wichtig zu sein, darauf hinzuweisen, daß das Jetzt kein Maß für die Zeit ist, also kein Zeitabschnitt im Sinne der oben angeführten “Meßlatte”, so, wie ein Punkt für ihn auch kein Teil der Linie ist, da er sie nicht ausmißt. Er bezieht sich nur auf die zweite Bedeutung des Begriffes Teil, in der man nur das als Teil eines Quantums bezeichnet, was das Quantum mißt, nicht aber auf die Bedeutung, in der man mit Teil das bezeichnet, in das das Quantum irgendwie zerlegt werden kann (s. Met. 1023b12). Nun stellt Aristoteles sich die Frage, ob das gegenwärtige ‘Jetzt’, “welches augenscheinlich Vergangenes und Zukünftiges trennt [...]”, “die ganze Zeit hindurch immer ein und dasselbe bleibt, oder ob es immer ein anderes wird.” (Phys. 218a8) Nach einiger Überlegung gelangt er zu dem Ergebnis, daß der Begriff des ‘Jetzt’ zwei Bedeutungen in gewisser Weise vereint, jenachdem, wie man ihn verwendet: “Das Jetzt ist in einem Sinn genommen (immer) dasselbe, in einem anderen (wieder ist es) nicht dasselbe: insofern es immer wieder an anderer (Stelle begegnet), ist es unterschieden - das war doch eben das ‘Jetzt-sein’ an ihm -; (bezogen auf das,) was das Jetzt zu irgend einem Zeitpunkt eben ist, ist es das Selbe.” (Phys. 219b12) Aristoteles verdeutlicht diesen Bedeutungsunterschied mit einer Analogie: ‘Koriskos im Lykeion’ bezeichne in gewisser Hinsicht einen anderen als ‘Koriskos auf dem Markt’, in einer anderen Hinsicht aber denselben. Welche Eigenschaften aber charakterisieren das Jetzt? Ähnlich wie Aristoteles den Ort als eine Grenze definiert, so auch das Jetzt: “das Jetzt setzt Grenzen in die Zeit gemäß ‘davor’ und ‘danach’. Wie zwei unterschiedliche Punkte eine Linie begrenzen, so begrenzen zwei klar unterschiedene ‘Jetztte’ einen Zeitabschnitt, welcher die gesamte Zeit ausmessen kann. Da die Zeit aber aktual nicht existiert, sondern nur der Möglichkeit nach, begrenzen die zwei unterschiedenen ‘Jetztte’ einen Zeitabschnitt nur der Möglichkeit nach, und dies ist deshalb “nicht so sichtbar wie bei dem Punkt, der ja bleibt.” (Phys. 222a13) Während hinsichtlich dieser Bedeutung die Zeit “mittels des Jetzt durch Schnitte eingeteilt wird”, bildet das Jetzt in seiner Bedeutung als “ein und dasselbe” Jetzt “den Zusammenhang von Zeit” (Phys. 222a10). In dieser Bedeutung bildet es auch den gegenwärtigen Augenblick, welcher “augenscheinlich Vergangenes und Zukünftiges trennt”.

“Und die Zeit ist also aufgrund des Jetzt sowohl zusammenhängend wie sie (andrerseits) auch mittels des Jetzt durch Schnitte eingeteilt wird.[...]” (Phys. 220a4). “Auch es folgt (darin) irgendwie der Punkt: auch der Punkt hält die Länge sowohl zusammen und trennt sie ebensowohl; ist er doch des einen (Stückes) Anfang und des anderen Ende” (Phys. 220a10).

## 4 Ergebnis

Nachdem nun am Beispiel von Raum und Zeit dargelegt wurde, wie unterschiedlich das Verständnis physikalischer Phänomene in verschiedenen Epochen der Wissenschaftsgeschichte ausfallen kann, sollte deutlich geworden sein, daß das Studium historischer Ansichten zu jenen Phänomenen nicht sinnlos verschwendete Zeit ist, sondern den Horizont des Naturwissenschaftlers in der Weise erweitern kann, daß er die untersuchten Phänomene aus neuen Blickwinkeln zu betrachten lernt, im Sinne von Hegels “totaler Empirie” vielleicht: “Das philosophische Denken zeigt seine Eigenart, im Gegensatz zum gewöhnlichen Verstandesdenken, gerade darin, daß es nicht dabei stehen bleibt, seinen jeweiligen Gegenstand nur unter einer einzigen Bestimmung zu sehen, sondern die Mannigfaltigkeit der Gesichtspunkte, unter denen ein Gegenstand betrachtet werden kann, nacheinander durchgeht.” (Wieland, S. 38) Ganz im Gegensatz zum heutigen Naturwissenschaftler sieht Aristoteles die Hauptaufgabe der Naturwissenschaft noch nicht allein in einer streng objektiven Aufzeichnung und Beschreibung der Naturphänomene, sondern er stellt vorrangig die Frage nach den ersten Prinzipien und Ursachen der natürlichen Dinge, “denn wir sind überzeugt, dann einen jeden Gegenstand zu erkennen, wenn wir seine ersten Ursachen zur Kenntnis gebracht haben” (Phys. 184a1). Die aristotelische “zweite Philosophie”, die Physik, versucht also wie die Metaphysik über das reine “Fakten-” und “Erfahrungswissen” hinaus zum “Gründewissen” zu gelangen. Mag nun das Bild, welches die aristotelische Kosmologie vom Aufbau der Welt hat, von der heutigen Physik und Astronomie abgelehnt werden, da es dem Wahrheits- und Nützlichkeitsanspruch der heutigen Naturwissenschaft nicht mehr Rechnung tragen kann, so darf dies jedoch nicht in gleicher Weise für die aristotelische Physik gelten. Auch sie untersucht solche Naturvorgänge, welche der experimentellen Erforschung, der messenden Erfassung und mathematischen Darstellung zugänglich sind und allgemeingültigen Gesetzen unterliegen. Doch kann man ihr wohl nicht zum Vorwurf machen, daß sie methodisch nicht Experimente, Messungen und mathematische Modelle verwendet, sondern allein von der philosophischen Reflektion über beobachtete Naturerscheinungen und ihren Bezug zur Alltagssprache ausgehend zu den Prinzipien der Naturerscheinungen zu gelangen sucht.



## 5 Angaben zur verwendeten Literatur

### 5.1 Primärliteratur

- Aristoteles, Physik, übers., Einl., Anm. v. H.G. Zekl, Hamburg 1987 (Meiner)
- Aristoteles, Metaphysik, übers. u. Hrsg. v. Franz v. Schwarz, Stuttgart 1970 (Reclam)
- Aristoteles, Kategorien, übers., Hrsg., Einl., Anm. v. Dr. Paul Gohlke, Paderborn 1951 (Schöningh)
- Platon, Timaios, übers. v. F. Susemihl, München (Goldmann)

### 5.2 Sekundärliteratur

- G. Böhme, Zeit und Zahl. Studien zur Zeittheorie bei Platon, Aristoteles, Leibnitz und Kant, Frankfurt/M. 1974
- Max Born, Die Relativitätstheorie Einsteins
- Franz Brentano, Philosophische Untersuchungen zu Raum, Zeit und Kontinuum, Hamburg 1976 (Meiner)
- I. Craemer-Ruegenberg, Die Naturphilosophie des Aristoteles, Freiburg/München 1980 (Verlag Karl Alber)
- P.F. Conen, Die Zeittheorie des Aristoteles, München 1964 (Verl. C.H. Beck)
- Feynman/Leighton/Sands, The Feynman lectures on physics, München 1974 (R. Oldenbourg Verlag)
- Max Jammer, Das Problem des Raumes, Darmstadt 1980 (wissensch. Buchgesellschaft)
- Thomas S. Kuhn, Die kopernikanische Revolution, Braunschweig 1981 (Vieweg)
- H.J. Störig, Kleine Weltgeschichte der Wissenschaft, Stuttgart 1954 (W. Kohlhammer Verlag)
- C.F. v. Weizsäcker, 5 Aufsätze:
  - Die Unendlichkeit der Welt, aus: Zum Weltbild der Physik, Stuttgart 1960 (Hirzel)
  - Kontinuität und Möglichkeit, aus: ebd.

- Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, aus: Die Einheit der Natur, München 1971 (Hanser Verl.)
- Möglichkeit und Bewegung. Eine Notiz zur aristotelischen Physik, aus: ebd.
- Das Kontinuum, aus: Zeit, Bewegung, Handlung, Hrsg. v. E. Rudolph, Stuttgart 1988 (Klett-Cotta)
- W. Wieland, Die aristotelische Physik, Göttingen 1962 (Vandenhoeck & Ruprecht)
- H.G. Zekl, Topos. Die aristotelische Lehre vom Raum, Hamburg 1990 (Meiner)