Kolumnentitel: DAS ENDE DER PHILOSOPHISCHEN PHYSIK UND DER ANFANG DER EXPERIMENTELLEN PHYSIK

Das Ende der Philosophischen Physik und der Anfang der Experimentellen Physik

Name

Kurs

Datum

Inhaltsverzeichnis

Einführung……………………………………………………………………………………3

Das Altertum………………………………………………………………………………….3

Das Mittelalter………………………………………………………………………………..8

Die Renaissance………………………………………………………………………………9

Athanasius Kircher…………………………………………………………………………...12

Entwicklung der wissenschaftlichen Methode……………………………………………….15

Die Entwicklung der klassischen Physik: Mechanik, Wärme, Optik, Elektromagnetismus, Atome………………………………………………………………………………………...18

Darwin’s Theorie der Evolution……………………………………………………………...19

Moderne Physik: Relativitätstheorie und Quantenphysik……………………………………21

Die Vereinheitlichung der physikalischen Phänomene………………………………………25

Fazit. Anwendung der Physik………………………………...………………………………………………………27

Quellenverzeichnis ………………………………………………………………………….29

*Einführung*

In der Tat ist die Physik im Gegenteil zu anderen Wissenschaften keine statische Agglomeration von bewährten Tatsachen und unverletzlichen Theorien. Obwohl es viele wissenschaftliche Theorien gibt, die erfolgreich versucht und als richtig anerkannt wurden, sind alle von ihnen zu einem neuen reproduzierbaren Experiment noch offen. Die Geschichte unten bestätigt diese Tatsache. Diese Zusammenfassung soll die allgemeine Entwicklung der wichtigsten Zweige der Physik analysieren, die wir heute kennen. Es wird hier in einer ziemlich linearen Form dargestellt, und nur die Hauptfiguren werden in jedem Bereich besprochen. Wir müssen aber immer daran denken, dass viel mehr Leute an diesen Problemen, die hier erwähnt werden, arbeiteten, indem sich viele von ihnen von der Arbeit der anderen nicht bewusst waren. Im Ergebnis haben sich viele von diesen Bereichen von der Theorie (oder sogar Philosophie) zu einem Experiment bis zu den letzten zweihundert Jahren entwickelt, wenn eine verbesserte Kommunikation es viel einfacher machte, mit den Entwicklungen weltweit im Gleichschritt zu gehen.

*Das Altertum*

Die Menschen waren immer von der in der Natur vorkommenden Regelmäßigkeiten bewusst: die Sonne geht jeden Tag auf; der Mond erscheint an der gleichen Stelle in dem Himmel fast alle 27 Tage, etwa das gleiche wie ein Menstruationszyklus einer Frau; die Jahreszeiten kommen immer in der gleichen Reihenfolge; das Muster der „festen“ Sterne (alle Himmelskörper mit Ausnahme der Planeten, Sonne, Mond und Kometen) wiederholt sich in der gleichen Zeit jedes Jahr; alle Schneeflocken haben sechs Punkte; der fallende Stein fällt immer, etc. Tatsächlich hing der Wohlstand einer Familie bis vor kurzem von dem Wissen ab, wenn es gepflanzt wird oder wenn das Lager für die nächste Saison bewogen wird. Diese offensichtliche Ordnung bat um die Erklärung, und die frühesten Menschen haben es zu einer Reihe von Göttern und Göttinnen zugeschrieben, die die Welt kontrollieren. Bei den Griechen, zum Beispiel, war Gaea die Erdgöttin, Zeus warf die Blitze und Apollo fuhr den feurigen Wagen von der Sonne über den Himmel einmal pro Tag. „Die Wissenschaft“ ist ein Versuch, eine rationale anstatt religiöse oder magische Erklärung für die Ordnung in der Natur zu geben. Die Menschen in verschiedenen Teilen der Welt begannen, die Wissenschaft zu unterschiedlichen Zeiten mit unterschiedlichen Schwerpunkten zu entwickeln. Als ein Beispiel, so früh wie 36 v.Chr. verwendeten die Maya von den Territorien, wo Mexiko und Mittelamerika jetzt legen, einen Kalender mit einer Genauigkeit, die der Länge des Jahres innerhalb von 6 Sekunden entsprach, und zeichneten die Bewegung von der Sonne, Mond und Planeten. Sie benutzten auch ein „Ort-System“ für Zahlen (wie unser Dezimalstelles System) zu der Zeit, wenn die Römer noch ein neues Symbol für jedes neue Zehnerpotenz, das sie gestoßen haben, verwendeten. Außerdem haben die Maya die Null Jahrhunderte früher als Europa benutzt. (Die Null wurde in Indien von etwa 850 n.Chr. verwendet)[[1]](#footnote-1). Obwohl die Maya viele von ihren Gewohnheiten und Lernen auf Hunderte von Büchern aus geschlagenem Rindenpapier aufgezeichnet haben, bleibt nur sehr wenig davon heute. Ihre spanischen Eroberer zerstörten systematisch fast diese ganze „Heidenliteratur“. Die ersten europäischen Versuche, eine rationale Erklärung für das Wirken der Natur zu schaffen, begann mit den Griechen, etwa 600 v.Chr. Zum Beispiel gehörte Pythagoras (582-500 v.Chr.) und seine Anhänger zu einer religiösen Bruderschaft, die sich mit dem Studium der Zahlen beschäftigt hat. Sie glaubten, dass die Welt, wie das ganze Zahlensystem, in finite Elemente unterteilt ist, was ein früher Vorläufer der Idee der Atome war („Atom“ bedeutet „unteilbar“). Ihre Entdeckung der irrationalen Zahlen wie 2, die nicht als ein Verhältnis von ganzen Zahlen ausgedrückt werden konnte, war eine ernsthafte Bedrohung für dieses System, und die Geschichte sagt uns, dass sie die Pythagoreischen getötet wurden, die dieses Geheimnis in der Welt veröffentlichten[[2]](#footnote-2).

Die Griechen Leukippos (~ 440 v.Chr.), Demokrit (~ 420 v.Chr.) und Epikur (342-270 v.Chr.) stellten die Hypothese auf, dass die Materie aus extrem kleinen Atomen besteht, die mit verschiedenen Materialien von verschiedenen Kombinationen von diesen Atomen zusammengesetzt sind. Aristarch von Samos (310-230 v.Chr.) ist die erste bekannte Person, die es angenommen hat, dass sich die Erde pro Jahr einmal um die Sonne dreht, anstatt der intuitiven Erklärung, dass die Sonne um die Erde dreht. Er versuchte auch relative Größen für die Erde, Mond und Sonne zu berechnen. Es wurde jedoch nicht von den Griechen als notwendig erachtet, solche Hypothesen experimentell zu testen. Die meisten von ihnen suchten nach konsistenter Erklärung der Welt auf der Grundlage einer kleinen Anzahl von philosophischen Prinzipien. Aristoteles gilt in der Regel als ein Autor der umfassendsten von solchen Erklärungen. Er glaubte, dass es vier irdische Elemente gab: Erde, Wasser, Luft und Feuer. Jedes habe seinen natürlichen Platz, der durch sein Gewicht bestimmt werde. Erde war das schwerste und „wollte“ in der Mitte des Universums sein. Das Wasser war über der Erde, die Luft war über dem Wasser, und dann war Feuer. Diese Reihenfolge beruhte auf einem intuitiven Sinn. Die festen „erdigen“ Körper sinken im Wasser; wenn man Luft unter Wasser freisetzt, dann wird die Luft an der Oberfläche geblasen; die Flammen springen nach oben während des Brennens (das Holz konnte schwimmen, obwohl es ein fester Körper war, weil es sowohl Erde als auch Feuer enthält; das Feuer wurde am Brennen freigegeben). Je weiter ein Körper von der Erde war, desto vollkommener wurde er. Daher war der Mond am wenigsten perfekt von den Himmelskörpern, wie es durch seine unebene Erscheinung gesehen werden konnte, während die Fixsterne der perfekteste von allen waren und aus dem fünften Element (der „Quintessenz“) bestanden, das kein Gewicht hatte. In Aristoteles' Physik, musste ein sich bewegender Körper jeder Masse im Kontakt mit einem „Beweger“ sein, das heißt etwas, was seine Bewegung verursacht, ansonsten müsste es gestoppt werden. Dieser Beweger könnte entweder intern, wie für Tiere, oder extern, wie in dem Fall einer Bogensehne, die auf einen Pfeil gedrückt wird, sein. Der Pfeil wurde im Flug durch die Luft gehalten, die von vorne nach hinten verschoben wurde, um das vom Pfeil geschaffenen Vakuum zu füllen. Da Aristoteles sagte, dass ein Vakuum unmöglich war („Natur verabscheut ein Vakuum“), hält diese Erklärung für die Bewegung eines Pfeils wieder konsistent. Da jedoch die Sterne ohne Masse waren, sobald sie von einem „Motor“ in Bewegung gesetzt wurden, konnten sie sich auch weiterhin bewegen. Die Griechen haben sich große Mühe gegeben, die Bewegung von der Sonne, Mond, Planeten und Sterne zu erklären. Da diese Bewegung auch eine wichtige Rolle in der Entwicklung der modernen Wissenschaft spielt, ist es notwendig, sie ausführlich zu diskutieren. Die Sterne sind so weit von uns entfernt, dass ihre Relativbewegungen nur über Zeiträume von einigen Jahrhunderten beobachtet werden können. Deshalb erscheinen sie für jemanden, der auf der Erde steht und die Sterne beobachtet, in einer weiten Sphäre, die mit der Erde konzentrisch festgelegt wird. Diese Kugel dreht sich mit konstanter Geschwindigkeit über die Erde mit einer Häufigkeit von etwas mehr als einmal innerhalb von vierundzwanzig Stunden, bei einer bestimmten Tageszeit zu der fast gleichen Lage sobald jedes Jahr. Ebenso scheint die Sonne und Mond auf Sphären zu liegen, die sich um die Erde einmal pro Tag und einmal pro alle 27 Tage drehen. Die Bewegungen der Planeten scheinen viel komplizierter zu einem irdischen Beobachter zu sein. Wir wissen jetzt, dass die Planeten alle auf Umlaufbahnen mit unterschiedlichen mittleren Entfernungen von der Sonne sind, und dass die Umlaufzeiten erhöhen je weiter der Planet von der Sonne ist. Zum Beispiel hat Venus, die zur Erde und hellsten Nachbarplaneten am nächsten ist, eine Periode von 225 Tagen im Vergleich zur Erde mit 365 Tagen. Dies bedeutet, dass Venus ihre jährliche Pilgerfahrt durch den Nachthimmel macht, falls es von der Erde aus gesehen wird. Sie bewegt sich gelegentlich zu den Fixsternen nach hinten in „Rückwärtsbewegung“, weil ihre Umlaufbahn sie zur gegensätzlichen Richtung trägt, an der sich die Erde bewegt. (Daher kommt der Name „Planet“, das heißt „Wanderer“.) Die Griechen beschrieben in der Regel diese Bewegung mit einem Gerät, das von Eudoxus von Knidos (409-356 vor Christus) erfunden war. Er war offenbar der erste Grieche, der eine quantitative Beobachtung verwendet hat, um eine mathematische Beschreibung zu entwickeln. Indem er bemerkt hat, dass die Bewegung der Planeten periodisch war, entwickelte er ein System von Kugeln, jede von welchen einen Planeten mit jeder auf der Erde zentrierten Kugel, aber mit ihrer in einem größeren Bereich fixierten Drehachse, getragen hat. Diese Erklärung entsprach dem griechischen Glauben, dass der Kreis die perfekte geometrische Form hatte. Jedoch war dieses System von Apollonius von Perga (~ 220 v.Chr.) vorgeschlagen. Gemäß ihm, war jeder Planet zu einer kleinen Kugel befestigt, die sich wiederum auf einer großen auf der Erde zentrierten Kugel ungefähr einmal pro Tag rollte. Die große Kugel entfiel für die tägliche Bewegung des Planeten, während die kleine (die „Epizykloide“) die rückläufige Bewegung erklärte.

Eine spätere Zugabe war die Verwendung des „Exzenters“, der dem Zentrum der Rotation der großen Kugel jedes Planeten ermöglichte, sich aus dem Zentrum der Erde wegzulassen. Da die Genauigkeit der mathematischen Beschreibung erhöhte, so hat die Notwendigkeit von zuverlässigen Beobachtungen dementsprechend gestiegen. Dies wurde von Hipparchus von Nizäa (190-120 v.Chr.) anerkannt, wer die Beobachtungen und Aufzeichnungen der früheren Griechen und Babylonier studiert hat[[3]](#footnote-3). In diesem Prozess entdeckte Hipparchus die „Präzession der Tagundnachtgleichen“. Das heißt, dass es für die Sonne etwa 20 Sekunden mehr nimmt, jedes Jahr an der Tagundnachtgleiche zu ihrer Position zurückzukehren, als es dauert, um zu ihrer Position unter den Fixsternen zurückzukehren. Um den Bedarf an genauen Daten zu erfüllen, katalogisierte Hipparchus die Position und die Helligkeit von 1080 Sternen. Zu der Zeit von Ptolemäus (85-165 n.Chr.), wer in Alexandria in Ägypten beobachtet hat, benötigte das System der Epizyklen und Exzentriker achtzig Kreise, um die bekannten Periodizitäten des Himmels zu beschreiben. Natürlich haben die Griechen ihre Wissenschaft mit der Physik nicht beschränkt[[4]](#footnote-4).

*Das Mittelalter*

Die wissenschaftliche Arbeit in Europa während der dunklen Zeitalter (etwa von dem Fall von Rom zu Beginn des Mittelalters, etwa 1100) war in erster Linie auf das Kopieren der Kirchenmanuskripte konzentriert. Als alte Lernen Europa erreichten, wurden sie zuerst in den Domschulen untersucht. Diese Schulen entwickelten sich in den ersten Universitäten mit Hochschulen in Cambridge und Oxford, die beispielsweise in den 1200er Jahren gegründet wurden. Diese wurden von Universitäten gefolgt, die von der Stadt eingerichtet (z.B. Bologna, Padua) oder der Staatsregierung (z.B. Neapel) geschaffen worden sind. Die Gelehrten in diesen frühen Universitäten legten den Grundstein für die späteren wissenschaftlichen Entwicklungen.

 Eine der wichtigsten Schulen für die Entwicklung der Physik war in Oxford, wo die Theoretiker wie Wilhelm von Ockham begannen (~ 1295-1349), die Ursache der Bewegung zu untersuchen. Sie glaubten, dass ein Körper es nicht braucht, mit einem „Motor“ in Kontakt zu sein, um in Bewegung zu bleiben, was Aristoteles behauptet hatte. Diese Annahme kam aber aus seiner eigenen „Impulse‘. Dies war ein Vorläufer unseres modernen Konzepts der Dynamik. Ein weiterer wichtiger Beitrag ist als „Ockham’s Rasiermesser“ bekannt[[5]](#footnote-5). Dieses Prinzip besagt, dass die beste wissenschaftliche Theorie diejenige ist, die die wenigsten neuen Ausgangsannahmen erfordert. Es ist noch heute akzeptiert. Es war historisch wichtig, weil es ein objektives Mittel für die Wahl zwischen zwei Theorien zur Verfügung gestellt hat und nicht versuchte, die Frage zu beantworten, was richtig war. Die Flut der alten „heidnischen“ Wissen in Europa durch die Übersetzungen aus dem Arabischen verursachte eine Krise für christliche Theologen: Wie könnte man eine Weltphilosophie annehmen, die nicht im christlichen Glauben verwurzelt war? Dieses Problem wurde weitgehend zumindest für den Augenblick dank St. Thomas von Aquin (1225-1274) überwunden, wer die aristotelische Philosophie und griechische Logik mit der katholischen Theologie integrierte. Zum Beispiel war sein erster Beweis für die Existenz Gottes, dass die Fixsterne eine Bewegungsquelle benötigten, die er mit Aristoteles „Antriebmaschine“ identifizierte. Man muss sich fragen, warum und wenn so viele der frühen wissenschaftlichen Entdeckungen im Osten gemacht wurden, während die Entwicklung der modernen Wissenschaft in erster Linie im Westen war. Alfred North Whitehead legt nahe, dass dies mit der Integration des christlichen Monotheismus und der griechischen Rationalität unter Thomas von Aquin zu tun hat. Der alles sehende Gott des Christentums schuf die Welt auf einer geordneten logischen Art und Weise, wie es im biblischen Buch Genesis bezogen wird. Daher war es nur natürlich, nach einer rationalen Erklärung für die Phänomene der Natur zu suchen[[6]](#footnote-6).

*Die Renaissance (1300-1700)*

Die Wiedergeburt („Renaissance“) von Wissen und Lernen in Europa, die der Wiederentdeckung der griechischen und arabischen Lehren folgte, beeinflusste die gesamte Gesellschaft. Nach dem Verständnis der Tatsache, dass es so viele „neue“ Wissen gibt, wurden die Menschen frei, ihre eigenen Konzepte zu erfinden. Doch während der Renaissance führte die Integration der griechischen und vor allem aristotelischen Philosophie mit der katholischen Theologie schließlich zu vielen Problemen für die Kirche. Kopernikus' Vermutung (etwa 1530), dass sich die Erde und die anderen Planeten um die Sonne und nicht umgekehrt bewegen, wurde als Ketzerei von der Kirche gesehen. Dies widersprach nicht nur Aristoteles' Lehre und mehreren biblischen Behauptungen, dass die Erde stationär ist. Es forderte auch die Autorität der Kirche durch die hierarchische Struktur in Frage zu stellen, auf der ihre ganze Existenz beruhte. Wenn die Erde im Zentrum des Universums nicht stationär war, vielleicht war das Paradies nicht außerhalb der Sphäre der Sterne. Und wo hat Gott es verlassen? Die Idee der sich bewegenden Erde war so revolutionär, dass Kopernikus nicht einverstanden war, sie zu veröffentlichen, bis er in 1543 gestorben ist. Es ist keine Überraschung, dass die beiden Menschen, die Kopernikus' Buch veröffentlicht haben, die Anhänger von Martin Luther waren, wer die Autorität der katholischen Kirche biblischen Themen gewagt hatte[[7]](#footnote-7).

 Die Renaissance sah auch die Anfänge der modernen Wissenschaft unter Galileo Galilei (1564-1642). Eine der größten Beiträge von Galileo war die Erkennung, dass die Rolle des Wissenschaftlers nicht zu erklären war, warum die Dinge in der Natur geschehen, sonder nur sie zu beschreiben. In einem seiner „Dialoge“ fragt er einen Kollegen, warum die Objekte fallen, wenn sie losgelassen werden. Als der Kollege geantwortet hatte, dass jeder weiß, dass die Schwerkraft sie zu fallen zwingt, bemerkte Galileo, dass er nichts erklärt und nur einen Namen dazu gegeben hatte. Diese neue Rolle vereinfachte wesentlich die Arbeit der Wissenschaftler und Physiker, die nicht mehr wundern mussten, warum Gott ein bestimmtes Phänomen verursacht hätte[[8]](#footnote-8). Es genügte, zu erkennen, dass es geschehen ist, und zu denken, wie es am besten beschrieben werden soll. Dies führt uns zu Galileos‘ zweitem wichtigen Beitrag, nämlich der Beschreibung von Naturphänomenen der Mathematik und der Berufung auf die Natur durch Experimentieren, um zu sehen, ob die Beschreibung korrekt ist. Dies war eine große Abweichung von der Aristoteles’ qualitativen Wissenschaft, in der alles, was für eine Erklärung erforderlich war, zum größten Teil qualitativ der Realität entsprach: feste Gegenstände fallen, weil sie aus erdigem Material bestehen, dessen natürlicher Ort im Zentrum des Universums war. In Galileis’ Wissenschaft hatte man auf der anderen Seite mathematisch zu beschreiben, wie weit ein Objekt in einer bestimmten Zeit fiel, und dann experimentell zu überprüfen, dass diese Beschreibung richtig war. Außerdem erkannte er, dass der Experimentator das Experiment zu entwickeln hatte, um das untersuchte Phänomen zu isolieren, z.B. die Wirkung der Reibung in der Studie der fallenden Körper zu minimieren. Galileo’s wichtigsten Anwendungen dieser Ideen waren in der Mechanik von fallenden Körpern und beruhten auf den frühen Ideen der Impulse von Theoretikern. Er zeigte, dass alle kompakten Körper mit der gleichen Rate fielen, so dass die zurückgelegte Distanz zu dem Quadrat der verstrichenen Zeit des Fallens proportional war[[9]](#footnote-9).

Da Objekte im freien Fall zu schnell für die einfache Messung fallen, machte Galileo seine Messungen, indem er die Kugeln nach unten auf eine schiefe Ebene rollte. Trotzdem gab es dann keine Uhren, die präzise genug zu der Zeit waren, um die Messungen von Galileo aufgezeichnet zu machen. (Galileo hat in der Tat vorgeschlagen, ein Pendel als Uhr zu verwenden. Stillman Drake, ein Kanadier, wer einer der führenden Gelehrten von Galileo in der Welt war, hat festgestellt, dass eine Person Zeit halten kann, indem sie mit einer Genauigkeit von etwa 0,01 s. singt. Drake zeigt, dass Galileo seine Messungen mit der Feststellung gemacht haben könnte, wo die rollende Kugel bei jedem Schlag in einem Lied war. Galileo ist wahrscheinlich am besten für seinen Konflikt mit der katholischen Kirche wegen seiner Unterstützung der Kopernikus' Beschreibung des Sonnensystems bekannt. Als Galilei über die Erfindung des Teleskops gehört hatte, entwarf und baute er eines für sich selbst. Das ist das erste Teleskop, das für astronomische Beobachtungen verwendbar war. Das führte Galileo schnell zu erkennen, dass Kopernikus' Theorie mehr als nur eine Alternative zu dem ptolemäischen Ansatz für die Berechnung der Positionen der Planeten war. Er sah, dass Jupiter Monde hatte und so ein Miniatur-Modell des Sonnensystems in sich selbst war; dass die Venus Phasen ähnlich denen des Mondes zeigte, wie es unter dem kopernikanischen System sein muss; und dass der Mond Berge so ähnlich wie die Erde hatte[[10]](#footnote-10). Kein Wunder, dass die Kirche ihn als eine Bedrohung sah. Im Alter von achtundsechzig wurde er durch die Inquisition versucht und für den Rest seines Lebens zu Hausarrest verurteilt, weil er Kopernikus 'Theorie unterstützt hatte, obwohl er das abschwur, als er mit der Todesstrafe stieß. Ironischerweise benutzte er diese Zeit, um die Mechanik bis zu dem Punkt zu entwickeln, an dem die erklären konnte, warum die Planeten nicht in die Sonne fallen, wenn sie von ihrem „natürlichen Ort“ nicht gehalten würden.

*Athanasius Kircher*

Die Erklärungen, die bald in der neuen Wissenschaft dominierten, wurden von einem Jesuitenprofessor namens Athanasius Kircher erarbeitet, wer in der aristotelischen Naturphilosophie ausgebildet war. Anstatt mich auf eine bestimmte Person zu konzentrieren, werde ich einfach die Art der Argumente zeigen, die er entwickelt hat. Magnetismus, der nur für den Magnetit geeignet war und keine Aktivität seitens des Experimentators erforderte, könnte im Hinblick auf eine angeborene Sympathie erklärt werden. Die elektrische Wirkung, die erforderte, eine Stange zu reiben, und die verschiedenen Arten von Stoffen anzuziehen, konnte nicht auf diese Weise erklärt werden. Der Effekt war klar, nämlich die Bewegung der Spreu zu dem geriebenen Stab. Aristoteles hatte darauf bestanden, dass alles, was in einer Bewegung ist, bei einem anderen bewegt wird[[11]](#footnote-11). Da Bewegung eine kontinuierliche Wirkung ist, müssen die bewegenden Mittel in ständigem Kontakt mit dem sich bewegenden Objekt bleiben. Die hartnäckigen Hingaben von Kircher an das Esoterische und Exotische ist die Umkehrung von Descarte's disziplinierten Meditationen und radikaler Neuerfindung des Geistes, oder Newton’s brillanten Einblicken in die Dynamik der physischen Welt, die von einer neuen Mathematik begleitet war.

Mit seinen enormen wissenschaftlichen Beschäftigungen aus dem 17. Jahrhundert wurde der Polyhistor Athanasius Kircher als der letzte Mann der Renaissance und der „Meister der hunderten Künste“ genannt. Wollen wir das Buch „Mundus Subterraneus“ (1665), das durch ein unterirdisches Abenteuer, das Kircher selbst an der Schüssel des Vesuvs erlebt hatte, inspiriert wurde, analysieren[[12]](#footnote-12).

„Mundus Subterraneus“, ein zweibändiges Buch von Atlas-ähnlichen Abmessungen sollte vor den Augen der neugierigen Leser alles, was selten, exotisch und unheilvoll ist in dem fruchtbaren Schoß der Natur enthalten ist, darstellen. Es gebe eine „Idee der irdischen Sphäre, die „im göttlichen Geist“ existiere, verkündete Kircher, und in diesem Buch, versuchte er zu beweisen, dass er es begriffen hatte.

Es gab verlängerte Behandlungen auf die spontane Erzeugung von lebenden Tieren aus nicht-lebenden Materien, die unethischen Mittel, mit denen die Alchemisten unedle Metalle in Gold verwandeln wollten, und die scheinbaren Tricks der Natur, die wir heute als Fossilien erkennen. Das Buch enthält detaillierte Karten von „geheimen“ ozeanischen Bewegungen oder Strömungen unter den ersten, die jemals veröffentlicht wurden. Diese mehr oder weniger richtige Erklärung des Autors, auf welche Weise Lavagestein gebildet war, waren absolut neu für die Wissenschaft. Gemäß einem modernen Gelehrten, verstand Kircher „die Erosion“, und seine Einträge „auf die Qualität und die Verwendung von Sand“ und seine „Untersuchungen über die Pflege der Felder“ ihre praktische Anwendung hatten.

“Mundus Subterraneus“ identifiziert den Standort der legendären verlorenen Insel von Atlantis (etwas, das die moderne Wissenschaft nicht erreichen kann) sowie die Quelle des Nils: Er begann in den „Bergen des Mondes“, dann lief nach Norden durch „Guix“,“Sorgola“ und „Alata“ und „Bagamidi“ bis er Äthiopien und Ägypten erreichte. Kircher bot eine lange Diskussion von Menschen, die in Höhlen lebten (ihre Gesellschaften und ihre Wirtschaft). Er berichtete über die Überreste von Riesen (auch vor allem Höhlenbewohner), die im Boden gefunden worden sind. Auch erforschte er die Art der niederen Tiere, die zu der unteren Welt gehören (einschließlich Drachen)[[13]](#footnote-13).

Kurz gesagt, bedeckt „Mundus Subterraneus“ fast jedes Thema, das in dem Bereich der Erde relevant ist. Auch analysierte er die Tatsache, wie die Sonne scheint und ihre besonderen Eigenschaften, durch die sie in die irdische Welt fließt sowie „die Natur des Mondkörpers und seine Auswirkungen“. Ungeachtet aller diesen anderen Themen, erfasst oder zumindest verdient Kircher’s Theorie über das Innere der Erde die größte Aufmerksamkeit. Wie er erklärte, ist die ganze Erde nicht massiv, sondern überall klaffend und mit leeren Räumen versteckten Höhlen ausgehöhlt. Tief unten, hält sie viele große Ozeane und Bränden, die durch ein System von Gängen miteinander, die den ganzen Weg zu ihrem Kern erreicht, verbunden sind. Seiner Ansicht nach, sind die Vulkane nichts anderes als die Lüftungslöcher oder Atemrohre der Natur. Die Erdbeben sind nur die richtigen Effekte von unterirdischem Brennen. Die ungeheuren Vulkane und Feuer erbrechende Berge sind auf der Außenfläche der Erde sichtbar und voll von verschiedenen unsichtbaren unterirdischen Feuern. Überall, wo es einen Vulkan gibt, gibt es auch ein Lagerhaus von Feuer darunter[[14]](#footnote-14).

Nach Kircher, verschwören das Feuer und Wasser zusammen in gegenseitigem Dienst. Die Gezeiten, die von den nitrosen Ausdünstungen des Mondes verursacht werden, bewegen „eine ungeheure Masse von Wasser“ durch „versteckte und okkulte Passagen an der Unterseite des Ozeans“ und stoßen sie mit Gewalt mit den intimen Inneren der Erde. Die daraus resultierenden Winde „erregen, schüren“ und füttern die unterirdischen Feuer wie ein riesiger Blasebalg. Die Meere, die ohne das Feuer stagnieren und eingefroren werden würden, stellen die Feuer unter Kontrolle, um die „unbegrenzten Ausbrüche“ zu verhindern, die bald alle in Schutt und Asche drehen. Das Geheimnis der Zusammensetzung der Berge besteht darin, dass sie als Reservoire dienen. Heiße Bäder Quellen und Brunnen entstehen dort, wo unterirdische Wasserdurchgänge in Verbindung mit den Feuerkanälen kommen.

Mehr als einmal vergleicht Kircher die Bewegung des Wassers auf der Erde mit dem Kreislauf des Blutes im Körper. Das Wasser der Ozeane folgt seine „geheimen Bewegungen“ rund um den Globus in der Richtung vom Nordpol. Irgendwo vor der Küste von Norwegen (die eigentliche Lage eines großen Systems, das der Moskenstraumen genannt wird), ist ein riesiger Strudel, durch den das Wasser wie durch einen großen Abfluss vorbei in die Erde eintritt. Es läuft dadurch, macht es kühl, versorgt mit den Nährstoffen bis es am Südpol durch eine untere Öffnung eliminiert wird. Manchmal beziehen sich die Analogien mehr auf den kontinuierlichen Prozess des Verdauungssystems als das Radfahren vom Blut, aber es ist sowieso die Art und Weise der Zirkulation der Natur. Kircher hat nicht nur seine Ideen über das Innere der Erde gebildet. Er hatte auch zuerst „die großen Geheimnisse der Natur“ gelernt[[15]](#footnote-15).

Während viele Leser begeisterten sich für die ausreichenden Illustrationen und phantasierten darüber, wie sie Kircher’s Maschinen abbilden können, lachten die anderen, wie z.B. Torricelli und Mersenne, über die Behauptung des Jesuiten und seine von dem mathematischen Blickwinkel ungenauen Beweise, die seinen Verdacht bestätigten, dass Kircher nicht genau die Grundsätze der Mathematik dargestellt hatte. Deswegen waren seine Ideen als Humbug eingeschätzt worden, was ihn später in Verruf brachte.

*Entwicklung der wissenschaftlichen Methode*

Francis Bacon (1561-1626) hat für einen Großteil die philosophische Grundlage für unsere moderne wissenschaftliche Methode geschaffen. Seine wichtigsten Werke wurden in 1605 und 1620 veröffentlicht und sind zu einer Basis des Ansatzes für die ganze Wissenschaft in den nächsten 200 Jahren geworden. Sie sind noch heute relevant. Bacon hatte eine Vision, dass die Wissenschaft stark das Leben der Menschheit verbessern könnte, und erläuterte, wie er dachte, auf welche Weise es am besten erreicht werden könnte. Dieser Glaube an den menschlichen "Fortschritt", dass sich die Menschheit in der Richtung einiges ultimativen Glückszustands, in dem Krieg, Krankheit und Armut abgeschafft worden sind, bewegt, war im Westen einzigartig[[16]](#footnote-16). Ein Teil dieser Vision war sein in der Genesis der Schöpfungsgeschichte gegründeter Glaube an das Recht des Menschen, die Natur zu beherrschen, „sie zu seinen Diensten zu binden und sie seinen Sklaven zu machen“. Seit Bacon ist dieses Recht der Herrschaft über den Rest der Natur für die meiste Zeit ein Leitprinzip der Wissenschaft und Technologie. Es ist erst am Anfang nun durch das Entwicklungsumweltbewusstsein in Frage gestellt werden, dass die Menschen auch Teil der Natur sind, und dass sie die gegenseitigen Beziehungen auf eigene Gefahr ignorieren.

Bacon’s Ansatz war im Grunde experimentell, qualitativ und induktiv. Er erwiderte die a priori-Annahmen wie die Idee der Vollkommenheit der sphärischen Bewegung, die von den Griechen verwendet worden ist. Vielmehr glaubte Bacon, dass, wenn genügend Beobachtungen gemacht werden könnten, die ein bestimmtes Phänomen analysieren, könnte ein Beobachter diese nutzen, um die grundlegenden Prinzipien zu induzieren[[17]](#footnote-17). Der erste Schritt dieses Prozesses war dann das Sammeln von möglichst vielen unvoreingenommenen Fakten, die stark auf die bereits verfügbaren Informationen in handwerklichen und industriellen Prozessen zeichnen. Der nächste Schritt war diese Daten in Beziehung zu setzen, um die grundlegenden Wahrheiten in ihnen zu erkennen. René Descartes (1596-1650) aus Frankreich schlug eine andere Herangehensweise an die Entwicklung der Wissenschaft vor. Statt der rohen Fakten, wie es Bacon vorgeschlagen hatte, glaubte Descartes, dass die Grundprinzipien der Natur durch eine Kombination aus reinem Vernunft und der mathematischen Logik erhalten werden konnten (zum Beispiel: „Ich denke, also bin ich“)[[18]](#footnote-18). Sein Ansatz war analytisch. Dabei handelte es sich darum, ein Problem in verschiedene Punkte zu unterteilen und sie logisch zu organisieren, das heißt eine Technik der Anordnung, die noch heute ständig in der Wissenschaft verwendet wird. Sie wird als „Reduktionismus“ bezeichnet, weil ihre Grundannahme darin besteht, dass wir ein Phänomen zu einer Sammlung von unabhängigen Komponenten reduzieren können. Wenn wir jede von ihnen, die unabhängig genommen sind, verstehen können, dann können wir die gesamte Erscheinung auf einer Weise, die ähnlich zu unserem Verständnis des Betriebs einer Maschine ist, erkennen. Dieser Ansatz hat in der wissenschaftlichen Untersuchung über die letzten 300 Jahre dominiert und sich als sehr erfolgreich in Bereichen erwiesen, in denen die Teile wirklich weitgehend unabhängig sind. „Holismus“ als ein Gegenteil von Reduktionismus annimmt, dass einige Phänomene zumindest nur als integriertes Ganzes verstanden werden, und somit nicht nach unten in unabhängige Teile gebrochen werden können. Eine ausgezeichnete Diskussion über die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Denkens in der modernen Wissenschaft kann in Fritjof Capra’s „Der Wendepunkt“ gefunden werden. Capra argumentiert, dass die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes eine theoretische Grundlage in der Quantennatur der Materie hat, wie unten diskutiert wird. Descartes' „mathematisch-deduktiver“ Ansatz wurde diametral zu Bacon’s „qualitativ-induktiver Methode“ gegenüber, während die moderne Wissenschaft eine Kombination der beiden Ansätze verwendet. Wegen des Bacons‘ Nachdrucks auf Experimente und Descartes' Betonung der deduktiven Elemente, ist es nicht allzu überraschend, dass englischer Wissenschaftler in den nächsten hundert Jahren die Experimente betont, während der französische Wissenschaftler mathematische Theorie unterstützte. Indem er seinen Ansatz entwickelte, leistete Descartes einen großen Beitrag zu der Mathematik. Die Hauptsache unter diesen war die Erfindung kartesischer Geometrie, die in Form von algebraischen Gleichungen geometrische Figuren beschrieb. Descartes glaubte wirklich, dass die Welt und die meisten, was es in der Welt gibt, im Wesentlichen die Maschinen sind. Gott hat das System am Anfang geschaffen und es funktionierte seitdem unter den Gesetzen der Natur ohne weiteres Zutun. Die einzige Ausnahme von einer Maschine war die Seele (oder Geist) eines Menschen, die von dem mechanischen Körper getrennt war. Da Tiere keinen Verstand besitzen, waren sie reine Maschinen, die keinen Schmerz empfinden konnten. Für einen Zeitraum gab es cartesianische Anhänger, die Tiere vivisezieren, um zu zeigen, wie eine von der Natur geschaffene Maschine leiden könnte. Dieses Konzept der Welt als Maschine blieb seit vielen Jahren, und wurde von Newton’s Mechanik gestärkt[[19]](#footnote-19).

*Die Entwicklung der klassischen Physik: Mechanik, Wärme, Optik, Elektromagnetismus, Atome*

*Mechanik*

Sir Isaac Newton (1642-1727), wer im Jahre geboren war, in dem Galileo starb, ist die wichtigste Figur in der Entwicklung der Mechanik. Seine drei „Gesetze“ bilden die Basis, auf der die ganze Mechanik vor 1900 beruhte. Dieses Modell des Aufbaus der Theorie auf der Grundlage von einigen grundlegenden Definitionen und Gesetzen ist im Wesentlichen von Euklid in seiner Geometrie verwendet. Es wurde ideal für alle zukünftigen physikalischen Theorien einschließlich der Thermodynamik mit drei Grundgesetzen (nulltem, erstem und zweitem), Optik (Gesetze der Reflexion und Brechung) und Elektromagnetismus (Maxwell-Gesetze). Ein großer Teil der Physik von hunderten Jahren nach dem Tod von Newton beruhte auf der Anwendung seiner drei Gesetze auf verschiedene Phänomene. Newton’s krönende Leistung war die Anwendung seiner Mechanik, um zu zeigen, dass das gesamte Universum den gleichen Gesetzen der Natur gehorcht, wie es in seinen mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie (die Principia) in 1687 veröffentlicht wurde[[20]](#footnote-20). Unter der Annahme, dass zwei Massen mit einer Kraft, die umgekehrt zum Quadrat der Entfernung zwischen ihnen proportional gegenseitig ist, angezogen werden, bewies Newton, dass die Mechanik, die den Fall der Körper auf die Erde bestimmte, auch die periodischen Bewegungen der Planeten erklärte. Allerdings beschränkte Newton seine Arbeit nicht mit der Mechanik. Er hat auch umfangreiche Studien über Licht und teilt die Gutschrift für die Erfindung der Infinitesimalrechnung mit dem Deutschen, Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), mit dem er einen langen Streit zu der Frage hatte, wer der erste war. Newton schrieb auch über die Theologie und war Meister der Royal Mint[[21]](#footnote-21).

*Darwin’s Theorie der Evolution*

Eine kurze Erwähnung verdient hier die Theorie der biologischen Evolution wegen ihrer philosophischen Bedeutung für die physische Idee eines sich entwickelnden Universums. Eine grundlegende Lehre der Evolutionstheorie besagt, dass sich die Welt, wie wir sie heute kennen, aus einer früheren Form der Welt unter dem Druck der Kräfte der Natur, die zu der Zeit existierten, wie Erosion und Sedimentation, und nicht durch göttliches Eingreifen in diesen Prozess, entwickelt hat[[22]](#footnote-22). Diese Idee des „Uniformitarianismus“ wurde zuerst von James Hutton von Edinburgh im Jahre 1785 als eine Erklärung für die Bildung der geologischen Strukturen der Erde geäußert. Er fand die Rechtfertigung dieser Theorie in der Bewegung der Planeten, die nur die Kräfte der Natur benötigten, um für immer in ihren Umlaufbahnen in Bewegung zu bleiben. In Analogie zu der zeitlosen Bewegung der Planeten vermutete Hutton, dass die Bildung der Erde über extrem langen Zeiträumen stattgefunden hatte. Hutton’s Ideen waren in seiner Zeit unbeliebt, weil sie mit der Lehre der Bibel in einen Konflikt gerieten. Sie wurden wenig besser von Wissenschaftlern empfangen, als sie von Charles Lyell in den Grundsätzen der Geologie in 1830-33 veröffentlicht worden waren. Mason schlägt vor, dass einer der Gründe für eine solche Änderung im Empfang die Idee des Fortschritts der Menschheit war, deren Autoren Francis Bacon und der Ökonom Adam Smith, der eine Anfrage im Jahre 1776 „Die Natur und die Ursachen des Reichtums der Nationen“ veröffentlichte, waren[[23]](#footnote-23).

Charles Darwin erkennt, dass es das Konzept des Uniformitarianismus war, was ihn zu seiner Evolutionstheorie geführt hat, d.h. die Idee, dass sich die biologische Spezies auf die gleiche Weise wie die Geologie der Erde unter den Naturkräften, die ständig in der Existenz sind, weiterentwickeln können. Der Teil, der hinzugefügt werden musste, war die Antwort darauf, was die Richtung dieser Entwicklung bestimmt. Nachkommen sind mit Eigenschaften geboren, die sich von denen der Eltern leicht unterscheiden. Darwin behauptete, dass, wenn diese neuen Eigenschaften den Organismus besser dafür vorbereitern, gebärfähiges Alter zu leben, dann wäre er in der Lage sein, diese Eigenschaften an ihre Kinder weiterzugeben: so wählt die Natur jene Nachkommen für das Überleben aus, wie ein Vieheigentümer diese Tiere für die Zucht gewählt, die mit wünschenswerten Eigenschaften geboren sind. Seine Theorie verlangt nicht, einen Grund für die Veränderung bei den Nachkommen zu beobachten, obwohl er spekuliert, dass es durch die Veränderungen in Lebensmitteln oder Klima verursacht werden könnte. Er glaubte jedoch, dass diese Veränderungen sehr gering waren und sich bei den neuen Spezies (einer Klasse des Lebens, die nur innerhalb dieser Klasse fruchtbar ist) über sehr lange Zeiträume zeigen könenn. Wissend, dass seine Theorie mit einer wörtlichen Auslegung der Bibel in Widerspruch war, schenkte Darwin 20 Jahre für die Datensammlung vor der Veröffentlichung „Über die Entstehung der Arten“ in 1859. Obwohl dieses Buch Furore ausgelöst hat, als es veröffentlicht worden war, war die Logik der Argumente und seine philosophischen Kohärenz mit anderen wissenschaftlichen Theorien so Zeit voraus, dass es noch heute relevant ist. Tatsächlich stellte sich die Evolution heraus, ein nützliches aber auch trügerisches Argument zu sein, um sowohl den Kolonialismus als auch den Rassismus rechtzuferigen[[24]](#footnote-24).

*Moderne Physik: Relativitätstheorie und Quantenphysik*

*Relativität*

Bis zum Ende des neunzehnten Jahrhunderts fühlten sich die meisten Physiker ziemlich selbstgefällig. Sie schienen die Theorien bereit zu haben, die alle physikalischen Phänomene erklären würden. Man sollte eindeutig einige „Reinigung“ durchführen, aber es sah wie eine ziemlich mechanische Arbeit aus: die Kurbel auf den Rechner zu drehen, bis die Ergebnisse herauskommen, abgesehen von einigen Problemen, wie jene Linien in dem Licht, die durch Gasentladungen emittiert wurden, und die scheinbare Abhängigkeit der Masse der Hochgeschwindigkeitselektronen von ihrer Geschwindigkeit ....

Fünfundzwanzig Jahre später war diese Selbstzufriedenheit durch die Erfindung der drei völlig neuen Theorien, nämlich spezialer Relativität, gesamter Relativität und Quantenmechanik, völlig zerstört. Die herausragende Figur dieser Zeit war Albert Einstein. Sein Name wurde zu einem geflügelten Wort, weil er praktisch im Alleingang die Relativitätstheorie entwickelt hat. Er leistete einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Quantenmechanik durch seine Erklärung des photoelektrischen Effekts.

Einstein war ein Schreiber in einem schweizerischem Patentamt, als er seine spezielle Relativitätstheorie im Jahre 1905 veröffentlichte. Im späteren Leben behauptete er, dass die Notwendigkeit für diese Theorie aus den Maxwell-Gleichungen entstand. Diese Gleichungen verändern ihre Form, wenn man sie von der herkömmlichen Perspektive einer Person, die sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, neu schreibt. Auf der anderen Seite sagt unsere Erfahrung uns, dass wir nicht behaupten können, ob wir uns so lange wie unsere Geschwindigkeit konstant bewegen: man kann einen Ball hin und her in einen schnell fahrenden Zug oder ein Auto genauso wie in einen gestoppten Zug oder Auto werfen. Nur wenn es beschleunigt, d.h. verlangsamt oder beschleunigt, erlebt man eine Veränderung. Außerdem haben die Maxwell's Gleichungen bewiesen, dass die Geschwindigkeit des Lichts nicht von der Geschwindigkeit der Person, die diese Geschwindigkeit messt, abhängt. Und wenn man einen Stein beim Laufen wirft, trägt die Geschwindigkeit des Läufers zur Geschwindigkeit des Steines. Um diese offensichtlichen Schwierigkeiten mit der Maxwell’s Theorie zu überwinden, die Einstein richtig beschreiben wollte, hat er die Wirkung von zwei Postulaten betrachtet. Das erste Postulat war, dass alle physikalischen Phänomene denselben Gleichungen für die Menschen, die sich mit verschiedenen konstanten Geschwindigkeiten (das Prinzip der Relativität) bewegen, gehorchen müssen. Das zweite bestand darin, dass die Geschwindigkeit, *c*, die für das Licht gemessen wird, nicht von der Geschwindigkeit des „Beobachters“ (der Person, die die Messung durchführt) abhängt. Diese beiden Postulate führten direkt zu fast unglaublichen Ergebnissen. Sie zeigten, dass die Messung von Raum und Zeit voneinander (dass die Zeit, die eine Person für eine Lage gemessen hat, von ihrer Position abhängig ist) und auch von der Geschwindigkeit des Beobachters abhing. Eine unmittelbare Folge war, dass die „Gleichzeitigkeit“ für einen Beobachter relativ ist. Zwei „Ereignisse“, die für einen Beobachter zur gleichen Zeit geschehen, treten für einen Beobachter, der in Bewegung relativ dem ersten gegenüber ist, zu unterschiedlichen Zeiten auf, wenn die Ereignisse in unterschiedlichen räumlichen Orten passieren. Einstein’s Theorie zeigte auch, dass die gemessene Masse eines Objekts von seiner Geschwindigkeit abhängt, und dass die Masse (*M*) in die Energie (*E*) nach *E = mc2* umgewandelt werden kann, was das Hauptprinzip der Atombombe und Kernkraftwerke ist. Eine der Stärken der Einstein’s Theorie war, dass, wenn man die Geschwindigkeit der Körper der Geschwindigkeit des Lichts ernährt, würden die Gleichungen zu denen der Newtonschen Mechanik reduzieren. Diese Anforderung der Physik, dass sich eine allgemeine Theorie in gewissen Grenzen zu engen eingeschränkten Theorien reduzieren muss, wird das „Korrespondenzprinzip“ genannt. So sehen wir, dass die Entwicklung einer speziellen Relativitätstheorie in keiner Weise die Statur von Newton abnimmt. Obwohl sein Konzept der absoluten Raum und Zeit nicht korrekt war, bleibt sein Genie relevant: Newton’s Mechanik ist immer noch korrekt mit Ausnahme von den Körpern, deren Geschwindigkeiten der vom Licht nahe ist[[25]](#footnote-25).

Es ist eine wichtige Tatsache, dass die Ergebnisse der speziellen Theorie “gesudem Menschenverstand“ widersprechen: wir wissen, dass wir unsere Uhren nicht korrigieren müssen, nachdem wir in einem Auto gewesen sind, oder dass die laufenden Menschen nicht dünner als im Ruhezustand sind. Das Problem hierbei ist, dass unser gesunder Menschenverstand per Definition ein Gefühl von dem Aufbau der Welt ist. Jedoch sind die durch spezielle Theorie vorhergesagten Effekte nur bei einer Geschwindigkeit, die der Geschwindigkeit von Licht nähert, relevant. Keiner von uns hat sich jemals mit einer solchen Geschwindigkeit relativ zu einem anderen Objekt bewegt, mit dem wir interagieren. Deshalb müssen wir nicht davon ausgehen, dass unser​​ langsamer gesunder Menschenverstand auch bei sehr hohen Geschwindigkeiten gilt. Auf ähnlicher Weise werden wir sehen, dass sich die Mechanik, die submikroskopische Körper wie Atome regelt, von der Mechanik, die die Menschen mit dem Gewicht von 60 kg beschreibt, wesentlich unterscheidet. Im Jahre 1887 haben die Amerikaner Albert Michelson und Edward Morley versucht, die Geschwindigkeit der Erde durch den Äther zu messen, indem sie den Unterschied von der sich in zwei senkrechte Richtungen bewegender Lichtgeschwindigkeit maßen. Ein Unterschied wurde ebenso wie bei der Geschwindigkeit einer Wasserwelle einer Person gegenüber erwartet: sie hängt davon ab, ob Sie in die gleiche Richtung wie die Welle oder anderweitig in Bewegung sind. Sie fanden keine Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Lichts und interpretierten dieses Nullergebnis, indem sie behaupteten, dass die Erde den Äther mit sich schleppte. Aber wenn der Äther mit der Materie auf dieser Weise interagiert, warum konnte er nicht direkt nachgewiesen werden? Darüber hinaus shließ die Beobachtung der Sternaberration von James Bradley im Jahre 1725 die Hypothese des Äthers aus. (Stellaraberration ist die scheinbare Bewegung der Sterne in einer kleinen Ellipse über den Verlauf eines Jahres, weil die Erde in Bewegung ist und es für das Licht der Sterne einige Zeit dauert, die Erde zu erreichen.) Im Jahre 1892 vermuteten Hendrik Lorentz und G. F. Fitzgerald unabhängig voneinander, dass die Größe von Michelson und Morley’s Messgerät von seiner Geschwindigkeit abhängen muss, um die Richtung der Bewegung genau zu schrumpfen und das Nullergebnis zu bringen. Einstein’s zweites Postulat hat eine weitere Möglichkeit vorgeschlagen: die gemessene Geschwindigkeit des Lichts war von der Geschwindigkeit des Beobachters unabhängig. Aber es ging viel über der Interpretation vom Michelson-Morley’s Ergebnis und erklärte zum Beispiel die experimentelle Beobachtung, dass die Masse des Elektrons von seiner Geschwindigkeit abhängt. In der Tat hat Henri Poincaré, ein bekannter Physiker, ein Jahr vor Einstein vorgeschlagen, dass eine ganz neue Mechanik erforderlich sein könnte, in der die Masse von der Geschwindigkeit abhängt. Einstein’s Theorie hat so viele ungelöste Probleme aufgeklärt, dass es ziemlich schnell von den meisten Physikern angenommen wurde. Vor dem Verlassen der speziellen Relativitätstheorie ist es wichtig, kurz Einstein’s Rolle in der Entwicklung von Atomwaffen zu diskutieren[[26]](#footnote-26). Die Kernspaltung war im Jahr 1938 in Deutschland kurz nach dem Einmarsch der Hitler’s Truppen in Österreich entdeckt worden. Im Jahr 1939 angesichts der Gefahr, dass Deutschland eine Atombombe entwickeln würde, überzeugte der Physiker Leo Szilard Einstein an Präsident Roosevelt einen Brief über die Möglichkeit, amerikanische Forschung in dieser Richtung zu fördern, zu schreiben. Trotz dieser widersetzte sich Einstein aktiv der Weiterentwicklung von Kernwaffen nach dem Zweiten Weltkrieg. In der Tat gründete er mit der britischen Philosophen/Mathematiker Bertrand Russell die Pugwash Organisation, die nach ihrem ersten Treffen in Pugwash, Nova Scotia, im Jahr 1954 benannt wurde. Diese Organisation von führenden Wissenschaftlern auf der ganzen Welt und seine Schüler treffen sich immer noch regelmäßig, um die Fragen über die Auswirkungen der Wissenschaft auf die Gesellschaft zu erörtern. Die Allgemeine Relativitätstheorie erweiterte Einstein’s Ideen zu den Körpern, die beschleunigen anstatt sich mit konstanter Geschwindigkeit zu bewegen. Einstein zeigte, dass die Raumzeit neben den Massen nicht durch die euklidische Geometrie beschrieben werden könnte. Stattdessen sollte eine Geometrie von Riemann verwendet werden. Auf diese Weise wurde die Gravitation als ein Ergebnis der Krümmung der Raumzeit in der Nähe von Masse erwiesen. Die allgemeine Theorie ermöglichte Einstein, die Menge der Ablenkung des Lichts in den Finsternissen von 1919 und 1921, vorherzusagen. Einstein’s Theorie der allgemeinen Relativitätstheorie war jedoch nicht das letzte Wort zu diesem Thema. Die Allgemeine Relativitätstheorie ist nach wie vor ein aktives Gebiet der Forschung heute, zum Teil weil es uns mit viele Beweise für die Evolution des Universums, einschließlich solche Fragen wie „Wird das Universum eines Tages beginnen, auf sich selbst unter seiner Anziehungskraft zu kollabieren?“, zur Verfügung stellt[[27]](#footnote-27).

*Die Vereinheitlichung der physikalischen Phänomene*

Die Arbeit von Maxwell stellt die erste große theoretische Vereinheitlichung der physikalischen Phänomene dar. In diesem Fall ist es eine Integration der magnetischen, elektrischen und optischen Theorie in einen allumfassenden Rahmen. Auch hier muss dies gemäß „Ockham’s Rasiermesser“ wünschenswert sein, das die Wirtschaft des Verständnisses unterstützt [[28]](#footnote-28). Eine solche Wirtschaft ist die Stärke der modernen analytischen Wissenschaft und legt Wert auf die logische Beschreibung einer großen Reihe von physikalischen Phänomenen anstatt das Auswendiglernens von einer großen Anzahl von Einzeltatsachen oder Formeln. Der erste Ansatz ermöglicht es dem Anwender, die Effekte vorherzusagen, die zuvor nicht gesehen wurden, während sich die letzte dazu beschränkt, was bereits bekannt ist. Die anderen großen Vereinheitlichungen, die in der Physik geschehen sind, schließen die Integration der klassischen Mechanik, Quantenphysik und Wärme in die Entwicklung der statistischen Mechanik ein. Dieses Thema wird davon ausgegangen, dass die Eigenschaften von großen Systemen wie Gase oder Feststoffe durch Ausarbeiten des Durchschnitts der Eigenschaften aller ihrer konstituierenden Teilchen berechnet werden können. Beispielsweise kann die Beziehung zwischen der Temperatur und dem Druck eines Gases berechnet werden, indem man das Gas als aus einer sehr großen Anzahl von unabhängigen Molekülen bestehenende Substanz betrachtet und die durchschnittliche Kraft, die sie erzeugen, mit der Verwendung der Newtonschen Mechanik für die Partikel berechnet, weil sie mit den Behälterwänden zusammenstoßen. Dieser Ansatz wurde für Gase von Maxwell und Ludwig Boltzmann (1844-1906) gefolgt. Boltzmann zeigte auch, dass Clausius' Entropie als Maß für die Störung eines Systems interpretiert werden könnte. Insbesondere bewies er, dass der Wert für die Entropie aus der Kenntnis der Gesamtzahl der verschiedenen Zuständen, in denen ein System gefunden werden kann, erhalten werden kann. Dies wiederum hängt von der Anzahl der unterschiedlichen potentiellen Konfigurationen aller Teilchen ab, die das System umfasst. Dieser statistische Ansatz führte zu der Entwicklung von „Quantenstatistik“ und der Anwendung der statistischen Mechanik zur Quantenphänomene. Vielleicht ist die größte solche Vereinigung, die in diesem Jahrhundert geschah, die Integration der Elektrodynamik und Quantenmechanik in die Quantenelektrodynamik (QED). Dafür bekamen Richard Feynman, Julian Schwinger und Shin'ichirō Tomonaga den Nobelpreis für Physik im Jahr 1965. Sie ist sogar fähig, den Spin-g-Faktor des Elektrons mit einer numerischen Genauigkeit von 1 Teil in 1010 hervorzusagen! Im Jahr 1979 wurden Sheldon Glashow, Abdus Salam und Stephen Weinberg den Nobelpreis für ihre „elektroschwachen Theorie“ gegeben, die die elektromagnetische und schwache Kernkraft vereint. Man hat versucht, auch eine Quantentheorie der starken Kernkraft zu bilden. Wegen ihrer Ähnlichkeit mit QED, wurde sie die Quantenchromodynamik (QCD) genannt. „Chromo“ kommt aus dem griechischen Wort für Farbe und bezieht sich auf die Tatsache, dass die Quarks, die die Neutronen und Protonen bilden, mehrere Sorten haben, die die Namen rot, blau und grün gegeben wurden. (Diese Namen wurden in Analogie mit dem Licht gewählt. Diese drei Farben können kombiniert werden, um weißes Licht zu geben. Die drei Quarks werden kombiniert, um ein „farbloses“ Teilchen zu geben.) Die Kombination aus elektroschwacher Theorie und QCD umfasst eine Erscheinung, die das „Standardmodell“ genannt wird. Versuche sind noch im Gange QCD und elektroschwachen Theorie in eine einzige „Große Vereinheitlichte Theorie“ (GUT) zu integrieren. Große Mühe werden gegeben, um Elektromagnetismus und Gravitation zu integrieren. In der Tat verbrachte Einstein den größten Teil seines Lebens, in dem er versuchte, eine Quantenform der allgemeinen Relativitätstheorie zu schaffen[[29]](#footnote-29). Wie aus diesen wenigen Beispielen zu sehen ist könnte die Überzeugung des 19. Jahrhunderts, dass die wichtigsten theoretischen Arbeiten der Physiker zu Ende kommen, nicht mehr war sein!

*Fazit*

*Anwendung der Physik*

Bacon’s Vision der Anwendung der Wissenschaft zur Anwendung beim Menschen wurde in diesem Jahrhundert von Zehntausenden von Wissenschaftlern und Ingenieuren weltweit durch ihre nutzbaren Produkte verwirklicht. Wir haben unsere Jumbo-Jets, Mobiltelefone, Personalcomputer und CD-Player, alle direkten Anwendungen der Physik, die wir genießen. Außerdem haben wir die Atombombe, die 110.000 in Hiroshima und ähnliche Zahlen in Nagasaki getötet hat; moderne konventionelle Waffen halten Millionen von Menschen auf der Welt in wirtschaftlicher Sklaverei; das Ökosystem der Welt, von dem wir ein Teil sind, ist durch die Verschmutzung durch unsere technologischen Erfolge gefährdet; die technologisch entwickelte Welt verbraucht per capita etwa zehn Mal so wie die weniger entwickelte Welt und begrenzt damit die Wirtschaftlichkeit des Restes der Welt. Wie es in „Der Wendepunkt“ von Capra vorgeschlagen ist, ist es die Zeit, ein Fazit aus dem EPR-Paradoxon zu ziehen und die Welt ganzheitlicher zu betrachten. Die Physik spielt immer noch eine wichtige Rolle bei der Entwicklung unserer Gesellschaft, und es ist unsere individuelle und kollektive Verantwortung, ihre Richtung sorgfältig zu wählen.

Quellenverzeichnis

Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf>

Cassirer, E. & Bast, R. (2013). *René Descartes.* Hamburg: Felix Meiner Verlag.

Feuerbach, L. (1833). *Geschichte der neuern Philosophie von Bacon von Verulam bis Benedict Spinoza*. Ansbach: C. Brügel.

Glassie, J. & Kleinschmidt, B. (2014). *Der letzte Mann, der alles wusste*. Berlin: Berlin Verlag.

Kistner, A. (2013). *Geschichte der Physik 2: Die Physik von Newton bis zu Gegenwart*. Bremen: DOGMA.

Lange, A. (2012). *Darwins Erbe im Umbau*. Würzburg: Königshausen & Neumann.

Lichtenegger, K. (2015). *Schlüsselkonzepte zur Physik*. Berlin: Springer Spektrum.

Schrödinger, E. (1956). *Die Natur und die Griechen*. Hamburg: Rowohlt.

1. Schrödinger, E. (1956). *Die Natur und die Griechen*. Hamburg: Rowohlt. [↑](#footnote-ref-1)
2. Schrödinger, E. (1956). *Die Natur und die Griechen*. Hamburg: Rowohlt. [↑](#footnote-ref-2)
3. Schrödinger, E. (1956). *Die Natur und die Griechen*. Hamburg: Rowohlt. [↑](#footnote-ref-3)
4. Schrödinger, E. (1956). *Die Natur und die Griechen*. Hamburg: Rowohlt. [↑](#footnote-ref-4)
5. Lichtenegger, K. (2015). *Schlüsselkonzepte zur Physik*. Berlin: Springer Spektrum. [↑](#footnote-ref-5)
6. Lichtenegger, K. (2015). *Schlüsselkonzepte zur Physik*. Berlin: Springer Spektrum. [↑](#footnote-ref-6)
7. Lichtenegger, K. (2015). *Schlüsselkonzepte zur Physik*. Berlin: Springer Spektrum. [↑](#footnote-ref-7)
8. Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf> [↑](#footnote-ref-8)
9. [↑](#footnote-ref-9)
10. Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf> [↑](#footnote-ref-10)
11. Glassie, J. & Kleinschmidt, B. (2014). *Der letzte Mann, der alles wusste*. Berlin: Berlin Verlag. [↑](#footnote-ref-11)
12. [↑](#footnote-ref-12)
13. Glassie, J. & Kleinschmidt, B. (2014). *Der letzte Mann, der alles wusste*. Berlin: Berlin Verlag. [↑](#footnote-ref-13)
14. Glassie, J. & Kleinschmidt, B. (2014). *Der letzte Mann, der alles wusste*. Berlin: Berlin Verlag. [↑](#footnote-ref-14)
15. Glassie, J. & Kleinschmidt, B. (2014). *Der letzte Mann, der alles wusste*. Berlin: Berlin Verlag. [↑](#footnote-ref-15)
16. [↑](#footnote-ref-16)
17. Feuerbach, L. (1833). *Geschichte der neuern Philosophie von Bacon von Verulam bis Benedict Spinoza*. Ansbach: C. Brügel. [↑](#footnote-ref-17)
18. Cassirer, E. & Bast, R. (2013). *René Descartes.* Hamburg: Felix Meiner Verlag. [↑](#footnote-ref-18)
19. Cassirer, E. & Bast, R. (2013). *René Descartes.* Hamburg: Felix Meiner Verlag. [↑](#footnote-ref-19)
20. Kistner, A. (2013). *Geschichte der Physik 2: Die Physik von Newton bis zu Gegenwart*. Bremen: DOGMA. [↑](#footnote-ref-20)
21. [↑](#footnote-ref-21)
22. Lange, A. (2012). *Darwins Erbe im Umbau*. Würzburg: Königshausen & Neumann. [↑](#footnote-ref-22)
23. Lange, A. (2012). *Darwins Erbe im Umbau*. Würzburg: Königshausen & Neumann. [↑](#footnote-ref-23)
24. Lange, A. (2012). *Darwins Erbe im Umbau*. Würzburg: Königshausen & Neumann. [↑](#footnote-ref-24)
25. Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf> [↑](#footnote-ref-25)
26. Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf> [↑](#footnote-ref-26)
27. Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf> [↑](#footnote-ref-27)
28. Lichtenegger, K. (2015). *Schlüsselkonzepte zur Physik*. Berlin: Springer Spektrum. [↑](#footnote-ref-28)
29. Büttner, J. & Renn, J. (2009). Kosmologie zwischen Physik und Philosophie bei Galileo und Einstein. *Kosmologie, Evolution Und Evolutionäre Anthropologie*, *19*, 49-79. Retrieved from <http://www.verlag-alber.de/elvis_img/alber/titel/pdf/0002136617_0001.pdf> [↑](#footnote-ref-29)