

Justus-Liebig-Universität Gießen
Zentrum für Philosophie und
Grundlagen der Wissenschaft

Schriftliche Ausarbeitung des Referats über
„Die Einheit der Physik als konstruktive Aufgabe“
von C. F. v. Weizsäcker

Referent: Diego Rybski
Vortragsdatum: 28.11.2000

Seminar: Die Einheit der Natur
Prof. Dr. W. Becker und Prof. Dr. B. Kanitscheider
WS 2000/2001

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

2. Hauptteil

2.1 Die Entwicklung der Physik zur Einheit

2.2 Der Ansatz Kants

2.3 Abgeschlossene Theorien

2.4 Zwei methodische Prinzipien

2.5 Der Objektbegriff

2.6 Skizze des Konstruktionsplans: Die Quantenmechanik

2.7 Skizze des Konstruktionsplans: Raum und Wechselwirkung

3. Zusammenfassung

4. Anhang: Folien des Referats

1. Einleitung

Bei dem Text „Die Einheit der Physik als konstruktive Aufgabe“¹ von Carl Friedrich von Weizsäcker handelt es sich um einen Vortrag, den der Autor 1965 an der Universität Lausanne aus Anlaß der Verleihung des A.Reymond-Preises hielt.

2.1 Die Entwicklung der Physik zur Einheit

Nach einer kurzen Einleitung beginnt von Weizsäcker mit einer, wie er sagt, „vagen These“: „Die Physik ist wesentlich eine Einheit“ (S.372). Dabei versteht er unter dem Begriff der Physik die Wissenschaft der anorganischen Natur und nennt die Physik, die Chemie, die Astronomie und die Geologie als Beispiele. Außerdem würde er sich gerne Aristoteles anschließen und die Physik als das auffassen, „was in sich ein Prinzip der Bewegung hat“ (S.372). Er persönlich ist zwar der Meinung, daß diese Wissenschaft auch auf das organische Leben anwendbar sei, geht aber während des Vortrags nicht darauf ein.

Das Wort „wesentlich“ nutzt er nicht nur wegen der „Gleichartigkeit der Methode“ (S.373), sondern wegen der „letzten Einheit ihres Gegenstandes“ (S.373), und zwar sei die Natur, als Gegenstand der Physik eine Einheit. Von Weizsäcker zieht den Vergleich zu einem Organismus, bei dem die Teildisziplinen den Gliedern des Organismus entsprechen.

Die Beschreibung der historischen Entwicklung beginnt dann mit Newton. Er habe die Einheit der Mechanik stabilisiert und somit das mechanische Weltbild begründet. Newtons Mechanik besteht aus vier verschiedenen Entitäten: Körper, Kräfte, Raum und Zeit. In der neuzeitlichen Physik spielt dann der Begriff des Naturgesetzes eine wesentliche Rolle. Dabei ist die Differentialgleichung nach der Zeit „das umfassendste mathematische Schema eines Naturgesetzes“ (S.373), denn bei dieser bestimmt der Zustand eines Objektes seine eigene Änderung. Als Beispiele dienen Newtons 2. Axiom, der allgemeine Energiesatz und die Schrödingergleichung. Zugleich werden auch

die vier ontologischen Prinzipien verdeutlicht. Der Objektbegriff manifestiert sich als Körper, Objekt oder System, mit einem Zustandsmerkmal als Bewegungsgröße, Energie oder Zustandsvektor. Es handele sich also um eine Struktur auf die das Substanz-Akzidenz-Schema (1) angewandt werden kann. Die Substanz ist dabei das Beharrende, das die Erscheinung trägt, und die Akzidenz die wechselnde, veränderliche Komponente. Der nächste Aspekt ist die Einwirkung der Umwelt (2), die sich in allen drei Fällen zeigt, sei es eine einwirkende Kraft, die Geschlossenheit eines Systems oder der Hamilton-Operator. Als drittes wird die Zeitabhängigkeit (3) der drei Fälle erläutert, und zu guter Letzt der Raum (4).

Im 17. Jahrhundert suchte man in Druck und Stoß die mechanische Erklärung für Kräfte, und diese wiederum führte man auf die Undurchdringlichkeit der Körper zurück. Jedoch mußte schon Newton den Begriff der Fernkraft einführen, um sich die Gravitation plausibel zu machen. Die Physik des 19. Jahrhunderts triumphiert zwar mit der „Einverleibung immer neuer Bereiche ins mechanische Weltbild“ (S.373), andererseits aber will die Auslassung eines der vier ontologischen Prinzipien, bevorzugt das der Kraft, nicht so recht gelingen. Faßt man die Kraft als Einwirkung der Umwelt auf, und betrachtet die Umwelt als aus anderen Körpern aufgebaut, so liegt der Schluß nahe, daß Kräfte Wechselwirkungen zwischen Körpern sind.

Im 20. Jahrhundert wandelt sich der Dualismus von Körper und Kraft in den Dualismus von Teilchen und Feld, wobei die Felder, ursprünglich von Faraday eingeführt, eigene physikalische Objekte und, wie von Einstein bewiesen, eben nicht „ein Körper besonderer Art (ein Äther)“ (S. 374) sind. Er war es wiederum, der den absoluten Raum und die absolute Gleichzeitigkeit abschaffte, womit die Reduktion der Entitäten auf eine neue Weise angestrebt wurde. Raum und Zeit werden über die Bewegung der Körper miteinander verknüpft. Wie allgemein bekannt ist, hat die spezielle Relativitätstheorie (SR) weitreichende Konsequenzen in allen Bereichen der Physik und im „täglichen“ Leben, wenn man das Satelliten-Navigationssystem GPS als Beispiel nimmt. Die allgemeine Relativitätstheorie (AR) generalisiert Einsteins SR dahin, daß auch beschleunigte Bezugssysteme berücksichtigt werden. Sie und Einsteins Versuch einer einheitlichen Feldtheorie stellen den Versuch dar, „den

¹ in: Lorenz, K., 1970: Erkenntnisprobleme der Naturwissenschaften. Verlag Kiepenheuer &

Kraftbegriff mit dem des Raum-Zeit-Kontinuums zu verschmelzen“ (S. 374). Hierbei wurden jedoch die später entdeckten Quantenphänomene nicht berücksichtigt, weshalb dies zum Scheitern verurteilt war. Die Quantentheorie als allgemeines Gesetzesschema für beliebige Kräfte überwindet den Gegensatz von Teilchen und Feld durch den Begriff der Wahrscheinlichkeit und somit durch den Begriff der Zeit. Es werden sowohl Teilchen-, als auch Feldcharakter berücksichtigt, denn genauer gesagt handelt es sich um Wahrscheinlichkeitsfelder, die angeben, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, ein Teilchen in einem bestimmten Zustand vorzufinden. In der Quantenelektrodynamik (QED), die erste und präziseste Feldtheorie, wird die Feldquantisierung par excellence vollzogen. Von Weizsäcker schließt seine historische Einführung mit der These ab, daß Wahrscheinlichkeit primär in die Zukunft, „und insofern auf ein Moment in der Struktur der Zeit“ (S.375) gerichtet sei.

2.2 Der Ansatz Kants

„Offenbar gehorcht die Natur den Gesetzen, die die Physik aufstellt, wenigstens in sehr guter Näherung. Warum tut sie das? Wer ist diese Natur, daß sie Gesetzen gehorchen müßte, die der Mensch mit seinem Verstand formulieren kann“ (S.375)? Mit diesen Fragen bringt von Weizsäcker sein Erstaunen über den Erfolg der Physik zum Ausdruck. Eine scheinbare Antwort liefere das Kausalprinzip, nämlich daß nichts ohne Grund geschieht, oder nach Kant: „Alles, was geschieht, setzt etwas voraus, worauf es nach einer Regel folgt“ (S. 376). Allerdings führe diese Argumentation zu einer umfangreicheren Fragestellung. Warum muß die Natur irgendwelchen Regeln, einschließlich des Kausalprinzips, folgen? „Und wenn sie das schon muß, warum genau diesen Regeln“ (S. 376)? Man wird sagen, die Regeln seien aus der Erfahrung entstanden. Von Weizsäcker schlägt eine Brücke zu David Hume, in dem er nach dem Grund der Regeln fragt, und genauer nach der Notwendigkeit der Regeln. „Welche Garantie gibt sie uns, daß die Natur den Regeln auch in Zukunft, auch unter veränderten Umständen folgen wird“ (S.

376)? David Hume formulierte, daß Erfahrung keine strengen Naturgesetze begründen kann. Zum Beispiel kann man aus dem bisher täglichen Sonnenaufgang nicht schließen, daß sie auch morgen aufgehen wird. Oder wenn man noch weiter gehen will, folgt daraus, daß der Schluß aus vergangener Erfahrung sich bisher bewährt hat, nicht daß er auch in Zukunft zutreffen wird. Hume habe die Konsequenz gezogen, daß unsere Wissenschaft nicht streng sein könne. „Ihre Wahrheit ist ein für unser praktisches Leben hinreichender Glaube (belief), psychologisch begründet auf Gewohnheit (custom)“ (S. 376), so von Weizsäcker. Selbst das Kausalprinzip fällt hierunter. Nun geht von Weizsäcker zu Kant über. Dieser sei das Problem von der anderen Seite angegangen. „Unsere Wissenschaft ruht nicht nur auf Erfahrung. Sie enthält einen grundlegenden Teil, der a priori gewiß ist. Daß wir auch diesen Teil erst an Hand der Erfahrung entwickeln, ist kein Einwand.“ (S. 376). Er wurde auf Grund besonderer Erfahrung aufgestellt. Steht er, „so bedarf er dieser Erfahrung nicht mehr zu seiner Rechtfertigung“ (S. 376). Nach Kant ist Erkenntnis a priori Bedingung der Möglichkeit von Erfahrung. Dabei benutzt von Weizsäcker „a priori“ in dem Sinn, daß es das bezeichnet, was man weiß oder zugeben muß, wenn man davon ausgeht, daß es Erfahrung gibt. Folglich muß derjenige, der fragt, ob Erfahrung die Naturwissenschaft begründen könne, zuerst fragen, was er damit schon eingestanden hat, indem er zugibt, daß es überhaupt Erfahrung gibt. Bleibt zu klären, was Erfahrung heißt und was die Akzeptanz der Existenz mit sich bringt. Weizsäcker knüpft an Kant an: „Er fordert einerseits zu viel, andererseits zu wenig von der Erkenntnis a priori“ (S. 377). Heute sei die dogmatische Behauptung bestimmter Sätze als a priori gewiß nicht mehr glaubwürdig. Kant fordert also zu viel, wenn er die für uns klassische Mechanik als Grundlage der Naturwissenschaft überhaupt einstuft. Ebenso gilt dies für andere genannte Beispiele. In Kants Terminologie ausgedrückt sagt er: „nicht die metaphysische, aber die transzendente Exposition überlebt die aus der Weiterentwicklung der Wissenschaft erwachsene Kritik“ (S. 377). Andererseits fordert Kant zu wenig, denn die heutige Physik ist einer Einheit viel näher, als die die Kant begründen wollte. Dabei lassen sich nach Kants Überzeugung die Fülle der speziellen Naturgesetze nur durch Erfahrung rechtfertigen. So gehört nach Kant das Kausalprinzip zu den Bedingungen der Möglichkeit der Erfahrung. Für von

Weizsäcker sind Kants „Grundsätze des reinen Verstandes“, also zum Beispiel genau das Kausalprinzip, nicht Naturgesetze, sondern Gesetze über solche. Er nennt sie Prinzipien.

Wäre die Theorie der Elementarteilchen samt der Gravitationstheorie vollendet, so von Weizsäcker, dann wären alle Naturgesetze grundsätzlich theoretisch aus dem Grundgesetz ableitbare Sätze. Aus praktischen Gründen ließen sich viele Regeln trotzdem nur empirisch begründen, denn die theoretische Erforschung vieler Konsequenzen der fundamentalen Theorie würde (auch noch aus heutiger Sicht) unrealisierbar viel Rechnerkapazität erfordern. Es bleibt also nur das praktische Experiment. Kants Programm für die klassische Physik „ist heute entweder unausführbar oder es wird sich als ausgeführt erweisen, wenn aus einleuchtenden Behauptungen über die Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung genau die inhaltlich eindeutig bestimmte einheitliche Physik konstruiert sein wird, der die heutige Physik so offensichtlich zustrebt“ (S. 378). Eine so geartete Theorie müßte also die physikalischen Phänomene in all ihren Details wiedergeben. „Dieser Weg ist ungangbar oder er führt zu dem Ziel, das ich geschildert habe“ (S. 378). Von Weizsäcker schließt diesen Abschnitt in dem er Hoffnung für sein Programm wecken will.

2.3 Abgeschlossene Theorien

In der Geschichte der Physik haben sich ausgezeichnete Stationen bei der Theorienbildung gezeigt, wie etwa die klassische Mechanik, die spezielle Relativitätstheorie und die Quantenmechanik (QM). Heisenberg hat auf sie hingewiesen und nannte sie abgeschlossene Theorien. Offensichtlich treten „bei kontinuierlichem Wachstum des Erfahrungsschatzes“ (S. 378) Sprünge im Fortschritt der physikalischen Theorien auf. Von Weizsäcker fragt: „Was sind die Kennzeichen einer abgeschlossenen Theorie“ (S. 379)? Als äußerliche Merkmale nennt er Durchsichtigkeit und langdauernder historischer Erfolg. In Anlehnung an das relative Maximum als Extremwert aus der Differentialrechnung formuliert von Weizsäcker: „Eine abgeschlossene Theorie ist eine Theorie, die durch kleine Änderungen nicht verbessert werden

kann“ (S. 379). Er fügt jedoch hinzu, daß es sich nicht um ein absolutes Optimum handelt, sondern um ein relatives. Mit kleiner Änderung ist dabei gemeint, daß entweder die Allgemeinheit eingeschränkt oder unter bestimmten Prämissen notwendigen Forderungen widersprochen wird. Nach dem Korrespondenzprinzip schließen im allgemeinen neuere abgeschlossene Theorien die früheren als Spezial- oder Grenzfälle ein, weshalb der Autor schließt, daß mit dem Fortschritt der Physik immer umfassendere und elementarere Prämissen aufgestellt werden. Deshalb ist von Weizsäcker in seiner Rede zuversichtlich, daß die „Konvergenz der neuzeitlichen Physik zu einer einzigen, einfachen Theorie führen wird“ (S. 379). Fast humorvoll fügt er jedoch an, daß man nicht „das letzte Wort menschlicher Erkenntnis“ (S. 379) erwarten darf, aber daß die Theorie sehr wohl die Merkmale einer abgeschlossenen Theorie aufweisen wird.

2.4 Zwei methodische Prinzipien

Mit diesen beiden Prinzipien will der Autor die Untersuchungen anreißern, die angestellt werden müßten, um der Frage nach zu gehen, was man von einer Theorie fordern sollte, damit sie als Physik gelten kann.

Zunächst wird das Prinzip der Reflexion genannt. Es kann als eine spezielle Form des Prinzips der Notwendigkeit angesehen werden und formuliert zugleich eine Forderung an den Theoretiker. „Man soll beim Aufbau der Theorie möglichst weitgehend den Gebrauch von dem vorweg verständlichen Sinn derjenigen Begriffe machen, ohne welche nicht einmal die Fragen formuliert werden könnten, die die Theorie beantworten soll“ (S. 380). Die Theorie soll die Begriffe also in dem Sinn gebrauchen, wie auch die Frage formuliert ist. Man sucht Theorien, die sich in der Erfahrung bewähren. Erfahrung wiederum sei „aus Vergangenen für die Zukunft“ lernen (S. 380). Folglich ist eine Theorie empirisch verwendbar, wenn sich ihre Vorhersagen bestätigen. Da sich eine Vorhersage stets auf die Zukunft bezieht, ist die Zeit eine Grundgegebenheit für jede Theorie. Außerdem muß sie allgemeingültige Begriffe beinhalten, die ihrerseits faktische und mögliche Ereignisse beschreiben. Gewissermaßen interpolieren die Begriffe zwischen den

abzählbaren faktischen zu den universal möglichen Ereignissen, was sie zu Naturgesetzen macht. „Die Reflexion hat sich also dem Faktum der allgemeinen Gesetze zuzuwenden“ (S. 380), denn ohne Naturgesetze gibt es keine Physik im Sinne der Neuzeit (PSN). Mit der Beschreibung der Forderung nach semantischer Konsistenz geht von Weizsäcker auf einen besonderen Aspekt des Reflexionsprinzips ein. Als Beispiel nennt er die Quantenmechanik. Die Meßapparaturen, die man bei Experimenten der Quantenmechanik benutzt, werden klassisch beschrieben, obwohl sie streng genommen auch der Quantenmechanik genügen. Die neue Theorie (QM) muß dann also die Ereignisse, die zu ihrer Aufstellung führten, in Einklang mit der ursprünglichen (klassischen) Beschreibung beschreiben.

Das zweite methodische Prinzip ist das Prinzip der Homogenität. Es beschreibt die „Forderung möglichst großer Allgemeinheit der Naturgesetze“ (S. 381). Naturgesetze haben meist die Struktur „wenn A, so B“ (S. 381), wie zum Beispiel das wörtlich ausformulierte Gravitationsgesetz. Sie enthalten oder schließen also in sich konditionale Aussagen ein und geben „formal mögliche Eigenschaften der betrachteten Objekte“ (S. 382) wieder, zum Beispiel sind dies in der klassischen Mechanik Masse und Ort. Aus einem Naturgesetz geht nicht hervor, welche Eigenschaft vorliegt. Als kontingent bezeichnet von Weizsäcker also das nach einem Gesetz formal Mögliche, aber durch es nicht Festgelegte. Er behauptet: „Der Fortschritt der Physik führt zu immer allgemeineren Naturgesetzen; die größere Allgemeinheit kommt dadurch zustande, daß die Bedingungen, unter denen die vorher bekannten Naturgesetze gelten, als kontingent, d.h. als Spezialfälle umfassenderer formal möglicher Fälle erkannt werden“ (S. 382).

2.5 Der Objektbegriff

Zunächst beginnt von Weizsäcker damit, den Begriff des Objekts zu präzisieren. Physiker verstünden darunter nicht einen beliebigen Denkgegenstand, sondern konkrete physikalische Objekte. Es sind also nicht die Farbe rot, die Zahl zwei oder am Ort x gemeint, sondern zum Beispiel ein Planet oder ein Atom. Weiterhin sind es „Objekte für Subjekte“ (S. 383), also

Objekte von denen Menschen etwas wissen können. Ausgeschlossen sind auch menschliche Gedanken oder Empfindungen. Gemeint ist das worüber man Empfindungen hat. So ist zum Beispiel nicht das Erlebnis eines roten Punktes, statt dessen der Planet Mars, das Objekt. Auch ist nicht die ganze Welt gemeint, sondern das Objekt muß gedanklich isolierbar sein.

Problematisch wird diese Einschränkung dadurch, daß alles im Universum miteinander zusammenhängt. Das Herauslösen eines Objektes versteht sich also nicht von selbst und ist stets mit einem Fehler verbunden. In der Physik betrachtet man nun isolierte Objekte, die bis auf den vernachlässigbaren Beobachtungsakt, keine Wechselwirkung mit der Umwelt aufweisen. Zudem bedient man sich der Näherung äußerer Kräfte. Hierbei läßt man nur die Einwirkung des Rests der Welt auf ein Objekt zu und schließt den umgekehrten Fall aus. Die Näherung der Wechselwirkung spielt wiederum eine wesentliche Rolle. Bei ihr löst man einen Teil der Umwelt selbst in Objekte auf. Die Mehrheit der miteinander wechselwirkenden Kräfte kann dann begrifflich zu einem einzigen Objekt mit inneren Parametern zusammengefaßt werden. „Der Prozeß der Auflösung der Umwelt in Objekte kann iteriert werden; ein Traum der Physik ist die gedankliche Zerlegung der ganzen Welt“ (S.383, Ende). Dabei versteht der Autor „hier unter Objekten stets Objekte in einer vorausgesetzten und nicht voll analysierten Welt“ (S. 383).

Es wurden kausale Begriffe wie Einwirkung, Wechselwirkung und Isolation benutzt. Kausalität kann jedoch nur zeitlich verstanden werden, weshalb auch der Objektbegriff nur in bezug auf die Zeitlichkeit explizierbar ist. Das Objekt bleibt in der Zeit mit sich identisch und nur die formal möglichen Eigenschaften charakterisieren es.

2.6 Skizze des Konstruktionsplans: Die Quantenmechanik

Als erstes hebt von Weizsäcker die zentrale Bedeutung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Quantenmechanik hervor. Zwar sei es möglich die Wahrscheinlichkeitsrechnung so aufzubauen, daß sie sich primär auf zukünftige Ereignisse bezieht, jedoch ist es ihm noch nicht gelungen eine „Logik zeitlicher Aussagen“ (S. 384) zu formulieren, die für eine strenge

Formulierung nötig sei. Unter Wahrscheinlichkeit versteht der Autor die Quantifizierung der Möglichkeit, wobei es sich bei dieser nicht um den zuvor eingeführten Begriff der formalen Möglichkeit handelt. Er „ist vielmehr selbst primär durch das Phänomen der Zukunft definiert“ (S. 385). Die Rolle der Quantenmechanik ist es, Gesetze zur Verfügung zu stellen, die beschreiben, wie sich die Wahrscheinlichkeit für oder wider eine Entscheidung einer zeitlich erhaltenen Alternative mit der Zeit ändert. Seine damaligen Arbeiten an den Herleitungen einer unitären Gruppe im abstrakten Hilbert-Raum, die zur Darstellung der möglichen zeitlichen Änderungen dienen könne, war nicht abgeschlossen, so daß von Weizsäcker nur zwei hauptsächliche Prämissen vorstellen konnte: Die Forderung nach Indeterminismus und Reversibilität.

In der klassischen Physik schließen sie sich aus. Dort sind die wesentlichen Fundamentaltheorien deterministisch. Anders bei der statistischen Thermodynamik, sie ist irreversibel. Die Vereinigung beider Forderungen (Indeterminismus, Reversibilität) gelinge in der Quantenmechanik „durch den Verzicht auf die Ontologie der klassischen Physik“ (S. 385). Begründet wird dies damit, daß quantenmechanische Zustände als Wahrscheinlichkeiten definiert sind und somit nicht auf ‚1‘ bzw. ‚0‘ (Notwendig bzw. Unmöglich) reduziert werden können.

Der Autor fährt damit fort, daß jene beiden Forderungen zugleich die Möglichkeiten und Grenzen des Objektbegriffs abstecken. Dabei scheint die Reversibilität die Konstanz der Alternativen zu bedeuten, denn irreversibel heißt doch, daß ein zuvor erreichbarer Zustand anschließend nicht mehr erreichbar ist. Umgekehrt sei der Determinismus die Leugnung der Offenheit der Zukunft, also der Zeitlichkeit.

2.7 Skizze des Konstruktionsplans: Raum und Wechselwirkung

Als zweiten Fundamentalbegriff, neben dem zeitlichen der Wahrscheinlichkeit, nennt von Weizsäcker den Raum. Es ist ein sehr inhaltsreicher Raum, der folgende Charakteristika aufweist: Kontinuität, Dreidimensionalität, Metrik²

² Menge von Elementen. Zwei Elementen x, y wird eine nicht neg. reelle Zahl als Metrik (Entfernung, Abstand oder Distanz) zugeordnet. $d(x,y)=0$ genau dann wenn $x=y$; $d(x,y)=d(y,x)$; Dreiecksungleichung


und Verknüpfung mit der Zeit über die Lorentz-Gruppe. Mit zwei Schritten können die Eigenschaften des Raumes präzisiert werden. Dies seien die begriffliche Herleitung der Wechselwirkung und der Lorentz-Gruppe.

Zur Elementarisierung der Wechselwirkung betrachtet der Autor zwei Objekte A und B, die in Wechselwirkung stehen. Man kann sie nun als ein einziges Objekt AB, mit „reicher innerer Struktur“ (S. 386) auffassen. Es seien A und B so etwas wie Elementarteilchen, die miteinander wechselwirken. In einer gewissen Zeitspanne gelten A und B jedoch als wechselwirkungsfrei. Dann kann man sie überhaupt erst als zwei Objekte erkennen. Wann Wechselwirkung eintritt ist entscheidend. Diese Eigenschaft wird von Physikern mit dem räumlichen Namen „Distanz“ belegt. Es folgt also aus dem Sinn des Objektbegriffs, daß Ort die Eigenschaft ist, von der die Wechselwirkung abhängt. Ist dem so, dann ließe sich die mathematische Struktur von Raum und Wechselwirkung nur gemeinsam herleiten. Seiner Meinung nach scheiterte dieses Vorhaben „an der noch nicht verstandenen Beziehung der Quantenfeldtheorie zur allgemeinen Relativitätstheorie“ (S. 387).

Zum Abschluß gibt von Weizsäcker Ausblicke beziehungsweise Ansatzpunkte. Fragt man nach der semantischen Konsistenz der kräftefreien Quantenfeldtheorie, so würde die Beziehung der Quantenfeldtheorie zur allgemeinen Relativitätstheorie klar. Er kommt zu der Erkenntnis, daß der Nachweis der semantischen Konsistenz der lorentzinvarianten Beschreibung des Raumes grundsätzlich nur in der Theorie der Wechselwirkung gegeben werden kann (S. 387). Bei seinem anderen Ansatz handelt es sich um die „mehrfache Quantelung“ (S. 387), wie er es nennt. Dabei handelt es sich um die Idee, daß alle Alternativen auf eine Grundalternative, auf eine Ja-Nein-Entscheidung, zurückgeführt werden.

3. Zusammenfassung

Ausgehend von Kants Gedanken, daß die Einheit der Physik aus den Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung hervorgeht, wird in den ersten Abschnitten von Weizsäckers philosophischer Entwurf skizziert. Die auftretenden Abweichungen von Kant begründen sich zum Teil in der begrifflichen Einheit, die die Physik heute erlangt hat. In dieser Beziehung dürfte die heutige Situation günstiger zur Durchführung des Grundgedanken Kants sein, als die des 18. Jahrhunderts. Im Gegensatz zu Kant geht von Weizsäcker auf die Zeit zurück. Die zentrale Rolle der Zeit hatte sich ihm in der statistischen Thermodynamik und in der Analyse der Quantenlogik als Logik zeitlicher Aussagen aufgedrängt. Während die subjektive Sprechweise Kants undeutlich erkennen ließ, wie der Anschluß, an die Abhängigkeit des erkennenden Menschen von der Natur, bewerkstelligt werden sollte, schließt sich der Kreis erst in der transzendentalen Betrachtung der Zeit.

 Justus-Liebig-Universität Gießen
Zentrum für Philosophie und
Grundlagen der Wissenschaft

Referat über
**„Die Einheit der Physik als
konstruktive Aufgabe“**
von C. F. v. Weizsäcker

Referent: Diego Rybski
Vortragsdatum: 28.11.2000

Seminar: Die Einheit der Natur

Prof. Dr. W. Becker und Prof. Dr. B. Kanitscheider

WS 2000/2001

E1 Gliederung

E2 C. F. v. Weizsäcker

1 Die Entwicklung der Physik zur Einheit

2 Der Ansatz Kants

3 Abgeschlossene Theorien

4 Zwei methodische Prinzipien

5 Der Objektbegriff

6 Skizze des Konstruktionsplans:

Die Quantenmechanik

7 Skizze des Konstruktionsplans:

Raum und Wechselwirkung

E2 Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker

- geboren am 28.6.1912
in Kiel
- Studium der Physik,
Mathematik und
Astronomie in Berlin,
Göttingen und Leipzig
- u.a. bei W. Heisenberg
und N. Bohr
- Prof. für theoretische
Physik in Straßburg
(1942-1945)
- ab 1946 Abteilungsleiter am MPI für Physik und Prof.
in Göttingen
- 1957-1969 Prof. für Philosophie in Hamburg (dabei
v.a. Auseinandersetzung mit Platon und I. Kant)
- 1970-1980 Leiter des auf seine Anregung neu
gegründeten MPI zur Erforschung der
Lebensbedingungen in der wissenschaftlich-
technischen Welt in Starnberg
- Bethe-Weizsäcker-Formel (1935)
- Bethe-Weizsäcker-Zyklus (1937/1938)



zu 1. Die Entwicklung der Physik zur Einheit

„Die Einheit der Disziplinen der Physik besteht nach dieser Auffassung nicht nur in der Gleichartigkeit der Methode, sondern in einer letzten Einheit ihres Gegenstandes. Ich nenne diese Einheit wesentlich, weil sie nach der These, die ich erläutern will, schon damit gegeben ist, daß alle diese Disziplinen Physik im soeben angedeuteten Sinne sind, also weil der Gegenstand der Physik, die Natur, eine Einheit ist.“ (S.373, erster Absatz)

zu 2. Der Ansatz Kants

„Offenbar gehorcht die Natur den Gesetzen, die die Physik aufstellt, wenigstens in sehr guter Näherung. Warum tut sie das? Wer ist die Natur, daß sie Gesetzen gehorcht, die der Mensch mit seinem Verstand formulieren kann?“ (S.375, letzter Absatz)

„Es handelt sich um Kants Ansatz, daß Erkenntnis a priori Bedingung der Möglichkeit von Erfahrung sei. M.a.W., wer fragt, ob Erfahrung die Naturwissenschaft begründen könne, muß zuerst fragen, was er damit schon zugegeben hat, daß er zugibt, daß es überhaupt Erfahrung gibt.“ (S.376, letzter Absatz)

zu 3. Abgeschlossene Theorien

„Ich möchte vermuten, daß sich die einfachsten Voraussetzungen, aus denen eine abgeschlossene Theorie herleitbar ist, zu den vom Apriorismus vorausgesetzten schlechthin notwendigen und allgemeinen Grundsätzen ähnlich verhalten wie die abgeschlossene Theorie selbst zum Ideal einer schlechthin gewissen Physik.“ (S.379, Mitte)

zu 4. Zwei methodische Prinzipien

„Der Fortschritt der Physik führt zu immer allgemeineren Naturgesetzen; die größere Allgemeinheit kommt dadurch zustande, daß die Bedingungen, unter denen die vorher bekannten Naturgesetze gelten, als kontingent, d.h. als Spezialfälle umfassenderer formal möglicher Fälle erkannt werden.“ (S.382, Mitte)

zu 5. Der Objektbegriff

„Der Prozeß der Auflösung der Umwelt in Objekte kann iteriert werden; ein Traum der Physik ist die gedankliche Zerlegung der ganzen Welt.“ (S.383, Ende)