

# Ist die Suche nach einer Weltformel sinnlos?

Von Silke Hoffmann

Es gibt Dinge, die sich mit Vernunft und Logik nicht erschließen oder erforschen lassen. So sagt die Philosophin Mathilde Ludendorff (8):

Wenn aber ein Naturwissenschaftler das Erkenntnisorgan: Vernunft, die ihm die Erscheinungswelt und ihre Gesetze erschlossen hat, auf dem philosophischen Gebiete anwendet, um Fragen über das Wesen der Erscheinung zu lösen, so muß er scheitern, (...)

Und an anderer Stelle (9):

Eine starke Hilfe in die Gottferne wird die Vernunft, wenn sie, die nur die Gesetze aller Erscheinung erfaßt, sich zutraut, auch das Wesen des Alls und göttliches Leben begreifen zu können. Gottvorstellung, Gottesbegriffe und Gottideen bildet Vernunft und lockt so die Menschen in den Wahn. Das göttliche Wünschen im Ich läßt sie durch „ihr Gewissen“ bewerten, statt all dieses heilige Leben dem Ich allein anzuvertrauen.



*Stephen Hawking*

Demgegenüber schreibt der Physiker Stephen Hawking am Schluß seines Buches „Die illustrierte kurze Geschichte der Zeit“ (4): Wenn wir jedoch eine vollständige Theorie entdecken, (...) werden wir uns alle – Philosophen, Naturwissenschaftler und Laien – mit der Frage auseinandersetzen können, warum es uns und das Universum gibt. Wenn wir die Antwort auf diese Frage fänden, wäre das der endgültige Triumph der menschlichen Vernunft – denn dann würden wir Gottes Plan kennen.

Hawking scheint also zu glauben, daß die Vernunft Anteil daran haben könne, das Wesen aller Dinge zu erkennen. Und er scheint eine *Theorie für Alles*, eine „Weltformel“ als Ausgangspunkt für ihre Beantwortung anzusehen.

Ist die moderne Physik, die sich auf der Suche nach einer „Weltformel“ befindet, hier auf dem Holzweg? Sucht die Physik nach Dingen,

die auf einem ihr fremden Gebiet angesiedelt sind und sich mit den ihr zur Verfügung stehenden naturwissenschaftlichen Mitteln nicht greifen lassen? Glauben Physiker, mit genügender Ausrüstung an mathematischen Formeln werde sich das Wesen der Dinge „zusammenrechnen“ lassen?

Physiker sind gewohnt, einmal begonnene Gedankengänge in allen Konsequenzen bis zum Ende zu durchdenken. Wenn also die forschende Wissenschaft an ihre Grenzen kommt, sollten diese in irgendeiner Weise für sie selbst erkennbar sein. Für den naturwissenschaftlich Gebildeten ist es schwer zu glauben, daß eine wissenschaftliche Disziplin, die dabei ist, die ersten Sekundenbruchteile des Urknalls zu erforschen, nicht in der Lage sein soll, ihre eigenen Grenzen zu erkennen.

Aber was versteht man unter der sogenannten Weltformel? Und was will die Physik damit? Die Weltformel ist nicht eine Fortsetzung von Newtons mechanistischem Weltbild, das glaubte, mit der Gravitationstheorie sämtliche Planetenbahnen genau berechnen zu können, damit bei genauerer Betrachtung aber bereits beim Merkur scheitert. Sie ist auch nicht eine Äußerung des in diesem Zusammenhang häufig strapazierten Determinismus nach Laplace (1749–1827), der glaubte, den Zustand des gesamten Universums samt seines Inhalts in allen Einzelheiten berechnen zu können, wenn man ihm nur ausreichend genaue Meßwerte über seinen Zustand zu einem beliebigen Zeitpunkt zur Verfügung stelle. – Nur: was versteht man unter „ausreichend genau“? Daß diese ausreichende Genauigkeit aus grundsätzlichen physikalischen Gründen gar nicht zu erhalten ist, wie Werner Heisenberg 1927 mit seiner Unschärferelation nachwies, konnte Laplace zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch nicht wissen. Und daß es so etwas wie „chaotische Systeme“ gibt, bei denen eine aller kleinste Veränderung der Ausgangssituation ein vollkommen anderes Ergebnis zeitigt, wie es z. B. häufig beim Wettergeschehen oder beim Verlauf turbulenter Strömungen zu beobachten ist, das hätte Laplace höchstens merken können, wenn sich die allgemeine naturwissenschaftliche Sicht damals nicht gerade voller Euphorie auf die wenigen Inseln des Alltags konzentriert hätte, auf denen eine vernünftige Vorhersage überhaupt möglich ist.

Was also ist die Weltformel und was will sie? Zunächst einmal ist die Weltformel bis heute noch ein Wunsch für die Zukunft. Die moderne Physik ist trotz rasanter Fortschritte und ungeahnter neuer Erkenntnisse weit davon entfernt, sie entschlüsselt zu haben. Und in einschlägigen Sachbüchern ist zu lesen, daß sie mit den bisher in der Physik angewandten Methoden der Forschung und den bisher zur Verfügung ste-

henden experimentellen Methoden möglicherweise auch nicht zu erreichen sei. Möchte man verstehen, was die Weltformel will, dann muß man zunächst alles vergessen, was mit dem Determinismus nach Laplace zusammenhängt. Laplace ist seit mehr als einem Jahrhundert überholt und die Physiker, die sich heute noch ernsthaft mit seinen Ideen abgeben, sind vermutlich an einer Hand abzuzählen. In modernen Lehrbüchern der Physik taucht er hier und da als „Kuriosum“ auf.

Angefangen hat die Idee einer „Weltformel“ letztlich damit, daß Maxwell 1861 feststellte, daß die elektrische und die magnetische Kraft zur elektromagnetischen Kraft zusammengefaßt werden können und damit also keine getrennten Gebiete der Physik mehr darstellen. Aus dem so entstandenen übergreifenden Gebiet der Elektrodynamik erwuchs auch die Erkenntnis, daß das Licht eine elektromagnetische Welle sei. Man hatte also eine Theorie, aus der sich sowohl elektrische wie auch magnetische Erscheinungen ableiten lassen. Dann wurde entdeckt, daß auch die schwache Kernkraft kein von allen anderen unabhängiges Gebiet der Physik besetzt, sondern mit der Elektrodynamik zusammenhängt. Mit anderen Worten: Elektromagnetische Wellen, mit denen auch das Licht erklärt werden kann, erklären die Stabilität von Atomen. Obwohl dies unter den theoretischen Physikern bereits seit langer Zeit anerkannt war, gelang der experimentelle Nachweis hierfür erst 1983. Schließlich kann man auch noch die starke Kernkraft, die die Atome zusammenhält, mit einbeziehen, obwohl der experimentelle Nachweis aufgrund der dafür benötigten Energiemengen als unmöglich gilt.

Dirac „quantisierte“ 1931 das elektromagnetische Feld (Quantenfeldtheorie), so daß die Quantentheorie in die anderen physikalischen Bereiche einbezogen werden konnte. Ein wesentlicher Punkt dabei ist, daß die Quantentheorie für alle betrachteten Kräfte ein „Botenteilchen“ bereithält, das diese Kraft überträgt (z. B. Photonen als „Lichtteilchen“). Man konnte also einige der verschiedenen Gebiete der Physik bereits vereinigen, so daß – der Natur entsprechend, die ja auch in jeder Beziehung Übergänge bereithält – eine wenigstens teilweise fachübergreifende Betrachtung möglich ist, bei der das eine aus dem anderen hergeleitet werden kann.

Lediglich die Gravitation entzieht sich noch ihrer „Quantisierung“ und Vereinigung mit den bisher vereinigten Theorien. Konnte man doch bis jetzt weder die von Einsteins Relativitätstheorie vorhergesagten „Gravitationswellen“ messen, noch die aus der Quantentheorie folgenden Überträger der Gravitationskraft, die Gravitonen“ nachweisen, obwohl es an Vorschlägen für Versuchsanordnungen für diese

Nachweise nicht fehlt. Hier ist also die Physik zur Zeit an der Arbeit bzw. auf der Suche. Ob sie damit je Erfolg haben wird, wird von vielen führenden Wissenschaftlern als durchaus fraglich eingeschätzt.

Da nun also von den bekannten fünf physikalischen Kräften drei theoretisch wie durch experimentelle Nachweise zusammengefaßt werden konnten und die vierte zumindest in der Theorie widerspruchsfrei hinzugefügt werden konnte, liegt die Vermutung nahe, daß auch die fünfte – die Gravitation – noch mit einbezogen werden kann. Daß verschiedene, voneinander getrennte Gebiete der Physik, die ja immerhin nichts geringeres als die Natur beschreiben will, auf die Dauer nicht zufriedenstellend sind, klingt einleuchtend. Dies ist der alte Traum von der Vereinigung aller physikalischen Einzeltheorien!

Zurück zur elektromagnetischen Kraft und schwachen Kernkraft: Um den Zusammenhang dieser beiden Kräfte zu beweisen, muß man zeigen, daß beide aus einer noch grundlegenderen Kraft hergeleitet werden können. Die für die Übertragung dieser Kraft vorhergesagten „Botenteilchen“ bekamen den Namen „w“ und „z“. Um die Existenz dieser Beiden nachzuweisen, bedurfte es bereits einer sehr hohen Energie, die nur in einem Teilchenbeschleuniger zu erreichen war. Für den experimentellen Nachweis der noch grundlegenderen Teilchen, die für die Vereinigung der starken Kernkraft mit den bisher vereinigten Theorien vorhergesagt wurden, ist eine Energie zu veranschlagen, die die bisherigen technischen Möglichkeiten bei weitem übertrifft.

Hier klärt sich die Frage, wozu Physiker immerfort neue und größere Teilchenbeschleuniger brauchen: Nur in ihnen können die erforderlichen Energien erzeugt werden, die zum Nachweis solcher Teilchen notwendig sind. Und nur der Nachweis dieser immer noch grundlegenderen Teilchen, die natürlich immer noch mehr Energie erfordern, kann die beweiskräftige Bestätigung erbringen, daß die Vereinigung der Theorien wirklich geglückt ist. Im Falle der w- und z-Teilchen ist das die Theorie der elektroschwachen Kraft, also eine Vereinigung aus elektrischer und magnetischer Kraft mit schwacher Kernkraft. Damit ist nun klar, wohin die Reise gehen soll: Die Einzeltheorien über die verschiedenen Gebiete der Physik sollen miteinander in Einklang gebracht werden, so daß die eine Kraft auf die andere zurückgeführt werden kann. Da die verschiedenen bekannten Kräfte jedoch alle von verschiedenen Teilchen übertragen werden, liegt es nahe, daß es noch grundlegendere Teilchen geben müßte, aus denen alle anderen hervorgegangen sein müßten. Das hieße dann, daß diese bekannten Teilchen unter bestimmten Umständen (– nämlich unter sehr hoher Energieaufwendung

-) in die grundlegenden Teilchen übergehen bzw. sich in diese aufspalten müßten. Leider sind die meisten der bisher bekannten Teilchen so stabil, daß sie nur unter Aufwendung riesiger Energien dazu bewegt werden können, diese noch grundlegenden Teilchen der Entdeckung preiszugeben. Die für manche solcher Versuche notwendigen Energien sind so hoch, daß man heute bereits vorhersagen kann, daß man sie vermutlich niemals wird erreichen können.

Spätestens an dieser Stelle kommt der Urknall ins Spiel: Wenn man den Physikern glauben will, so hatte er eine Energie, die alles übertrifft, was sich ein Hochenergiephysiker im Traum vorstellen könnte. Wenn man also die Vorgänge beim Urknall genauer erforschen könnte, könnte man mehr über die Kräfte erfahren, die dabei geherrscht haben und die in gewisser Weise noch heute herrschen. Oder anders ausgedrückt: Könnte man den Ablauf des Urknalls als Film sehen, müßte man beobachten, daß sich im Laufe der nach dem Urknall folgenden Ausdehnung und Abkühlung des Universums aus der anfänglichen „reinen Energie“, also einer Art Einheitskraft, die verschiedenen heute bekannten Kräfte allmählich herausbilden: zuerst die Gravitationskraft, dann die starke und die schwache Kernkraft und zuletzt die magnetische und die elektrische Kraft.

Will man also die Grundlagen der Naturgesetze beschreiben, so muß man den Stammbaum der heute herrschenden physikalischen Kräfte in der Zeit zurückverfolgen, um deren zugrundeliegende Prinzipien zu erkennen.

Die Weltformel will also eine Vereinigung der gängigen physikalischen Einzeltheorien und damit eine Grundlage zum Verständnis der Entstehung unserer Welt. Bis hierhin ist dieses Unterfangen verständlich und nachvollziehbar. Die Neugier auf die Herkunft der Welt ist weder eine neue, noch eine verwerfliche Erscheinung.

Wenn nun behauptet wird, die Physik wolle mit der „Weltformel“ eine mathematische Formulierung finden, die zum Verständnis der Welt und ihrer Entstehung beiträgt, so ist das also nicht völlig falsch. Nur sollten, um der vollständigen Darstellung willen, die anderen damit verbundenen Erkenntnisse ebenfalls erwähnt werden.

Dazu gehört unter anderem auch die Erkenntnis der Physiker, daß die zur Zeit bestehenden Probleme mit der Quantisierung der Gravitation vielleicht lange nicht, vielleicht aber auch nie gelöst werden können.

Und es gehört die Erkenntnis dazu, daß auch mit Kenntnis aller mathematischen Zusammenhänge aller bekannten Kräfte, also mit der Vereinigung aller physikalischen Theorien zu einem einheitlichen Ge-

dankengebäude, niemals die Welt, wie sie heute ist, aus den Anfangsbedingungen des Urknalls vorhergesagt werden könnte. Anders ausgedrückt: Die Welt, wie wir sie kennen, ist durch keine Formel in kürzerer Form darstellbar als sie selbst ist. Man kann ihr Schicksal nicht vorher sagen, weil es nicht im voraus festgelegt ist. Will man also die Welt, wie sie ist, abbilden, so bleibt einem nichts anderes übrig, als wirklich jede ihrer Einzelheiten aufzuzählen. Es gibt keine kürzere Darstellung als sie selbst. Es kann daher auch keine Weltformel geben, die eine kürzere Darstellung erlaubt. Was nicht heißt, daß eine Weltformel unmöglich ist, sondern daß eine Weltformel zur Berechnung aller Vorgänge unserer Welt nicht geeignet ist. Der Grund dafür ist einfach: Unsere Welt enthält Zufälle, die eine genaue Voraussage verhindern; mit oder ohne Weltformel.

Philosophisch betrachtet, kann dies nicht anders sein, da in unserer Welt die Freiheit ihren Platz haben muß. Wäre alles in unserer Welt vorhersehbar, sofern man nur die richtige Berechnungsmethode zur Hand hätte, so gäbe es keinen Platz für Freiheit, denn im ersten Augenblick der Welt wäre alles, was danach kommt, bereits festgelegt. Da die Weltformel, die die moderne Physik zu finden hofft, jedoch gar nichts mit einer „Vorhersage für alles“ zu tun hat, sondern lediglich mit einer Vereinheitlichung der naturwissenschaftlichen Schau der Welt, bleibt die Frage der Freiheit davon unberührt.

Mit dem Vorangegangenen als Voraussetzung soll nun auf einige Fragestellungen der Physik näher eingegangen und wenigstens ansatzweise nachvollzogen werden, wie weit eine Weltformel, sofern sie je gefunden werden kann, von einer vollständigen Erkenntnis aller Dinge entfernt sein muß.

## **Naturgesetze und ihre Auswirkungen**

In Hawkings Buch „Die illustrierte kurze Geschichte der Zeit“ (4) liest man im letzten Kapitel folgende Aussage: „Wenn wir jedoch eine vollständige Theorie entdecken, dürfte sie nach einer gewissen Zeit in ihren Grundzügen für jedermann verständlich sein, ...“

Wem würden nicht, angesichts der für den Laien unvorstellbar verwickelten modernen Physik, bei dieser Aussage Zweifel kommen! Man muß hier jedoch zwischen einem Naturgesetz einerseits und seinen Auswirkungen andererseits unterscheiden. Newtons Gravitationsgesetz ist als solches eine einfache Sache: Massen ziehen sich gegenseitig an. Punkt. Nichts weiter. Selbst die mathematische Formel des Gravitati-

onsgesetzes ist so wenig anspruchsvoll, daß sie jeder leicht begreifen kann. Jeder lernt das in der Schule. Hier kann man wirklich von Einfachheit, wenn nicht gar von Eleganz sprechen! Soweit das Gesetz selbst. – Nun zu seinen Auswirkungen: Alltäglichkeiten wie herunterfallende Gegenstände lassen sich leicht auf dieses Gesetz zurückführen und bereiten noch keine Schwierigkeiten. Auch die Zurückführung von Planetenbewegungen auf die herrschenden Gravitationskräfte gelang schon vor einigen Jahrhunderten und gehört heute zum Allgemeingut. Doch bereits bei dem Versuch, den Einfluß der Gravitationswirkung der Erde auf die Umlaufbahn des Merkur um die Sonne zu berechnen, warten Schwierigkeiten. Newtons so einfaches und elegantes Gravitationsgesetz behandelt den Einfluß von zwei Massen auf einander. Bereits ab der dritten einflußnehmenden Masse wird die Berechnung schwierig und ist für noch mehr beteiligte Massen überhaupt nur durch Vereinfachungen und Pauschalierungen möglich. Die Auswirkung eines so einfachen und eleganten Naturgesetzes wie das Gravitationsgesetz sind also alles andere als einfach und elegant. Und Ähnliches gilt auch für die übrigen Naturgesetze. Selbst Einsteins berühmte Formel  $E=mc^2$  klingt, für sich genommen, sehr einfach und klar. – Aber wer hätte sich nicht schon an den Auswirkungen dieses so einfach formulierten Gesetzes die Zähne ausgebissen?

Aus dieser Warte klingt Hawkings oben erwähnte Aussage nicht mehr ganz so abwegig, denn eine „vollständige Theorie“ könnte durchaus auf eine sehr einfache Formulierung zu bringen sein, wenngleich ihre Auswirkungen unüberschaubar sein dürften. Diese Überlegungen können vielleicht einen kleinen Vorgeschmack darauf geben, wie weit eine „vollständige Theorie“ von einer „Erklärung für alles“ noch entfernt sein müßte.

### **Quanten mit eingebauter Unschärfe**

Die Quantentheorie gilt für den Mikrokosmos, also für Teilchen, die so klein sind, daß sie durch Lichtquanten beeinflusst werden können. In so kleinen Maßstäben kommt auch Heisenbergs berühmte Unschärfere-lation zum Tragen, die einer *Theorie für Alles* ein Veto entgegenzuhalten scheint. Gäbe es der Behauptung, mit einer *Theorie für Alles* sei einfach alles berechenbar, nicht so viele andere Tatsachen entgegenzusetzen, so wäre allein die Unschärfere-lation ein schlagendes und ausreichendes Argument dagegen.



*Werner Heisenberg*



*Erwin Schrödinger*

Auf den ersten Blick betrachtet ist die Unschärferelation eine Art Mauer, über die keiner hinwegsehen kann und die, die mit der Vernunft erfassbare Welt, von der nicht mit der Vernunft erfassbaren Welt trennt. Tatsächlich ist es mit allen denkbaren physikalischen oder technischen Trickereien nicht möglich, gleichzeitig die genaue Geschwindigkeit bzw. Energie und den genauen Aufenthaltsort eines Quantenteilchens (z. B. eines Elektrons) anzugeben. Und trotzdem ist dies nicht das Ende der Physik. Schrödingers Wellengleichung verknüpft die örtlichen und zeitlichen Unschärfen so, daß eine Wellenfunktion für die betrachteten Teilchen aufgestellt werden kann, aus der letztlich Wahrscheinlichkeiten für den Aufenthaltsort und die Geschwindigkeit des Teilchens abgeleitet werden können. Damit hat man ohne Verletzung der Unschärferelation eine Aussage über den Aufenthaltsort eines Teilchens gewonnen. Aus der Quantentheorie ergibt sich übrigens, daß die Wahrscheinlichkeiten für große Mengen z. B. an Lichtquanten genau das angeben, was jeder in der Schule im Kapitel Optik gelernt hat: Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel und so weiter. Nur: Es gibt Ausnahmen, die entweder so selten auftreten, daß sie bei großmaßstäblicher Betrachtung nicht ins Gewicht fallen oder aber sich gegenseitig aufheben. Nur bei kleinmaßstäbiger Betrachtung müssen die von der Quantentheorie beschriebenen Erkenntnisse berücksichtigt werden, um eine schlüssige Erklärung zu erhalten.

Die Aufstellung einer Wellengleichung und die Errechnung von Aufenthaltswahrscheinlichkeiten ist jedoch noch nicht alles. Man kann noch einen Schritt weiter gehen und aus diesen „Nicht-Bestimmbarkeiten“

bei kleinsten Teilchen folgendes schließen: Da es sich hier nicht darum handelt, daß die Größen nicht genau gemessen werden können, daß es sich also nicht um eine Meßungenauigkeit handelt, scheinen diese Größen tatsächlich nicht festzustehen. Es scheint daher ein Teilchen zu keinem Zeitpunkt eine genau festgelegte Energie zu besitzen. Oder anders ausgedrückt: Ein Teilchen kann in sehr kurzen Zeiträumen seine Energiemenge verändern. Der scheinbare Widerspruch zum Energieerhaltungssatz ist tatsächlich nur scheinbar: Die Energieschwankungen der Teilchen sind so kurzlebig, daß seine Energie, über größere Zeiten gemessen, gleich bleibt. Genauer: Kleinste Teilchen können für unvorstellbar kurze Zeit eine unvorstellbar kleine Energiemenge von einem Nachbarn ausleihen, geben sie aber sofort wieder zurück. Bei einem einzelnen Teilchen ist dieser Vorgang natürlich nicht zu messen. Aber da Quantenobjekte im allgemeinen in sehr großen Mengen auftreten, ist eine Messung tatsächlich möglich.

In der Tat sind quantenmechanische Effekte unerlässlich für die Erklärung vieler großmaßstäbiger Erscheinungen wie z. B. viele Vorgänge bei Sternen. Auch die Vorgänge in den heute technisch so interessanten Supraleitern, sind ohne Quantenmechanik nicht zu deuten. Seit vielen Jahren ist die Quantenmechanik in vielerlei Hinsicht immer wieder für eine Überraschung gut.

So kommt man mit der Unschärfe in der Quantenwelt zwar an eine unüberschreitbare Grenze, ohne jedoch damit am Ende aller Forschung angekommen zu sein. Im Gegenteil tut sich hier durch die Grenze erst eine völlig neue Welt auf. Die Tatsache der Unschärferelation hilft, viele Dinge zu verstehen, denen auf keine andere Weise beizukommen wäre.

Der Physik im allgemeinen vorzuwerfen, sie würde ihre Grenzen nicht anerkennen, ist falsch. Ohne die „Grenze“ der Unschärfe und ein konsequentes Zu-Ende-Denken dieser Tatsache wären viele wesentliche Erkenntnisse der Physik nicht möglich gewesen.

### **Die Chaostheorie – Verbündete des Zufalls**

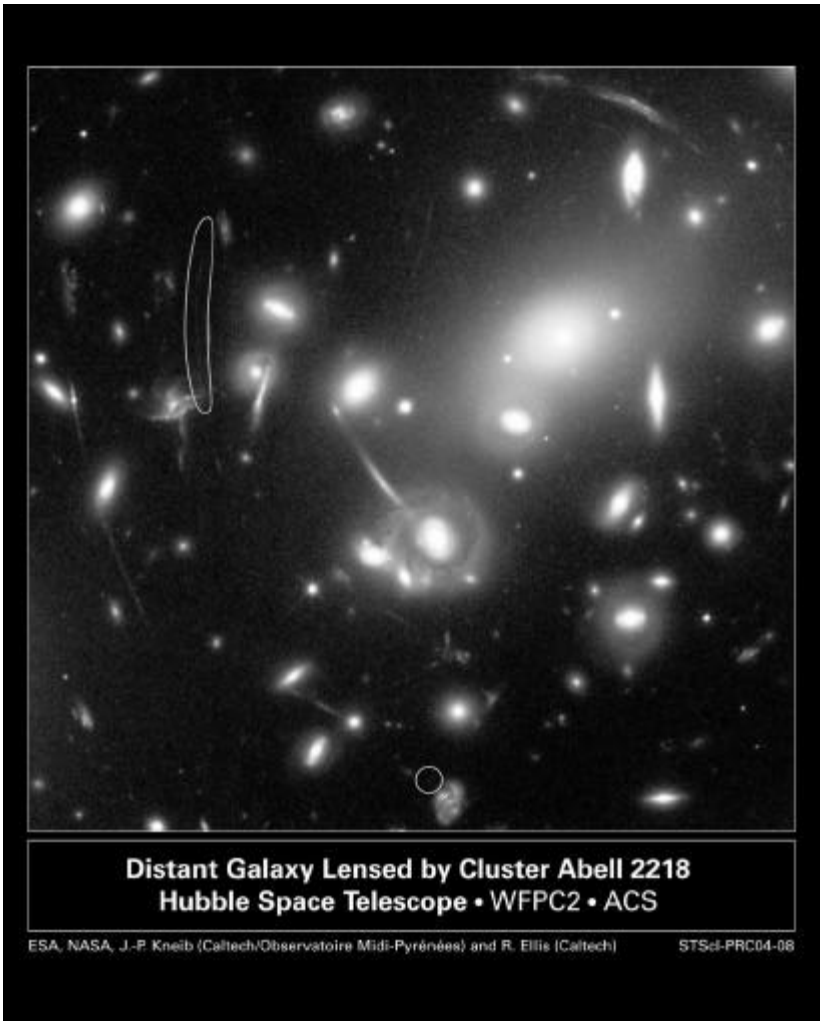
Ein klassisches Beispiel für ein chaotisches System bildet immer wieder unser Wetter. Jeder kennt den Spott, der die Wetterfachleute nach einer mißglückten Vorhersage trifft. Zur Rettung ihrer Ehre sei gesagt, daß sich nicht jede Wetterlage zu einer Vorhersage mit befriedigender Zutreff-Wahrscheinlichkeit eignet.

Die Unmöglichkeit einer Vorhersage liegt hier nicht am Meteorologen, sondern daran, daß ein „Wettermodell“ mit all seinen Kennwerten (Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchte, ...) manchmal so empfindlich gegen eine Änderung der Anfangswerte reagiert, daß die aller kleinste Änderung der Ausgangswerte riesige Unterschiede bei den Folgen bewirkt. Das Wetter ist in so einem Fall ein chaotisches System. Eine genaue Vorhersage ist dann praktisch unmöglich. Man hüte sich jedoch vor der voreiligen Schlußfolgerung, daß das Wetter dann nicht den sonst gelten Naturgesetzen folge! Die Naturgesetze gelten immer und ausnahmslos, nur sind sie nicht immer ausreichend, um aus ihrer Anwendung eine Vorhersage abzuleiten.

Natürlich denkt hier mancher an den berühmten Flügelschlag eines Schmetterlings, der einen Wirbelsturm auslöst. Vielleicht würde ein Physiker lieber von Quantenfluktuationen sprechen, aber letztlich trifft das Bild zu. Wer genau hinsieht, wird in seiner Umgebung viele solcher chaotischen Systeme entdecken. Zum Beispiel in der Strömung eines Wildbaches oder im Trudeln eines Blattes im Wind. Mit etwas Aufmerksamkeit kann man in seiner Umgebung täglich so viele Beispiele für chaotische Systeme entdecken, daß es eigentlich erstaunlich ist, daß um uns herum überhaupt irgend etwas voraussagbar ist. Nur sucht sich der Mensch scheinbar automatisch bevorzugt die Dinge in seiner Umgebung zusammen, die vorhersehbar sind, denn an ihnen kann man sich „festhalten“. Und so scheint es bereits Laplace gegangen zu sein, als er mit seinem berühmt gewordenen Satz den Determinismus begründete.

Es gibt also – auch und gerade in der modernen Physik – einen Zufall. An der Unvorhersehbarkeit chaotischer Systeme wird sich auch durch die Erkenntnis einer Weltformel nichts ändern, denn das Chaos, die Unordnung – oder der Zufall – ist fester Bestandteil unserer Welt. Wie Hermin Leupold (5, 6) ausführlich dargelegt hat, können solche Zufälle und Unbestimmtheiten als „Lücken der Kausalität“ bezeichnet werden: ein Freiraum für die Schöpfung!

Trotzdem gibt es bei näherem Hinsehen auch im Chaos Bereiche der Ordnung, die sich nach einiger Zeit und unter bestimmten Umständen wieder verlieren oder aber durch Selbstverstärkung vergrößern können (2). Man spricht auch von „Selbstorganisation“, einem Vorgang, der bei der biologischen Evolution ebenfalls von Bedeutung ist.



*In einer Entfernung von rund 13 Milliarden **Licht**jahren haben US-Astronomen das am weitesten von der Erde entfernte bekannte Objekt entdeckt. Es handele sich um eine Galaxie, die bereits 750 Millionen Jahre nach dem Urknall entstand. Dies berichten Forscher des Keck-Observatoriums aus Hawaii und des California Institute of Technology (Caltech) in Pasadena. Damals hatte das Universum nur fünf Prozent seiner heutigen Ausdehnung.*

*Damit habe die Wissenschaft einen Einblick in die Evolution des frühen Universums gewonnen, sagte Frederic Chaffee vom Keck Observatorium. Die jetzt beschriebene Galaxie sei eine der ersten, die sich im All geformt habe.*

*Da sich das Universum ausdehnt, entfernt sich die Galaxie mit sehr hoher Geschwindigkeit von der Erde. Nach Einschätzung des Teams hat die schwach leuchtende Sternenansammlung einen Durchmesser von nur 2000 Lichtjahren – unsere Galaxie, die Milchstraße, ist 80 mal so breit. Ein Lichtjahr entspricht rund 10 Billionen Kilometern; ergibt sich aus:  $(300\,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365)$ .*

*Die Entdeckung gelang bei der Auswertung von Bildern des Hubble-Weltraumteleskops und des Keck-Observatoriums auf Hawaii. Dabei nutzte „Hubble“ die aus Millionen Sternen bestehende Galaxie Abell 2218 als Zoom. Diese habe wie ein natürlicher Spiegel das Licht der dahinter liegenden Galaxien zurückgeworfen und es dadurch erst sichtbar gemacht.*

---

## **Bedeutung physikalischer Modelle**

Wer die moderne Physik betrachtet, darf nicht vergessen, daß ein Modell kein exaktes Abbild der Wirklichkeit ist und man durch genaue Kenntnis dieses Modells die Wirklichkeit noch nicht erschöpfend kennt. Das mag zwar für die Newton'sche Mechanik so sein, die jeder täglich im Alltag beobachten kann. Für die moderne Wissenschaft gilt jedoch, daß ein Modell ein Erklärungsversuch für die Wirklichkeit ist, das der Wirklichkeit möglichst nahe kommen soll, sie aber letztlich nie erreichen kann und dadurch immer verbesserungsbedürftig bleiben wird.

Auf diese Weise bleibt der Physiker auf ewig ein Wanderer, der sich einer Erklärung der Erscheinungswelt zwar mit großen Schritten nähern kann, aber doch nie am Ziel seiner Idealvorstellung, der völligen Übereinstimmung von Modell und Wirklichkeit, ankommen wird. Gerade die für manchen so abstrakt erscheinende moderne Physik ist dabei, zu entdecken und ihre Erkenntnisse daraus zu ziehen, daß eine Vereinigung aller physikalischer Teilgebiete – eine Weltformel oder *Theorie für Alles* – mit den bisherigen Mitteln der physikalischen Forschung nicht möglich ist.

Der Naturwissenschaftler und Wissenschaftsjournalist Joachim Bublath schreibt hierzu in seinem Buch „Chaos im Universum“ (2): Hat man eine Theorie aufgestellt, also ein Modell von den Abläufen in der Natur gemacht und mathematisch formuliert, so sieht alles sehr klar und einfach aus. Die Natur wird überschaubar. Wir wissen jedoch, daß

diese Strukturierung in den Grenzen unserer menschlichen Vorstellungskraft erfolgt und allein schon deshalb nicht vollkommen ist.

Das ist jedoch nicht das Ende der physikalischen Forschung, sondern der Beginn einer weiteren Vertiefung fachübergreifender Forschung und einer Verlagerung zu anderen Methoden und Vertiefungsrichtungen (Selbstorganisation aus dem Chaos, Gruppentheorie, Symmetriebeobachtungen). Moderne Physik denkt immer mehr auch kritisch über die eigenen Grundsätze und Voraussetzungen nach und darüber, was sie überhaupt zu erreichen in der Lage ist.

### **Schlußfolgerung**

Kann die Weltformel erklären, warum die Welt entstand?

Diese Frage kann man getrost verneinen. Selbst wenn die Physik sämtliche Vorgänge der Welt erklären und deren Ursache finden könnte, was sie – wie sie sehr wohl weiß – nicht kann, dann bliebe doch immer noch die letztendliche Frage, warum es eigentlich eine Welt gibt, oder mit Worten von Hawking (4) ausgedrückt: „Warum unterzieht sich das Universum all dem Ungemach seiner Existenz?“ Diese Frage wird nur in wenigen physikalischen Lehrbüchern überhaupt gestellt, aber in keinem mir bekannten näher behandelt, geschweige denn beantwortet. Üblicherweise ist hierzu zu lesen, daß die Beantwortung nicht auf das Gebiet der Naturwissenschaft fällt.

Hier besteht also – zumindest in der gängigen, allgemein anerkannten naturwissenschaftlichen Literatur – kein offener Widerspruch zur Philosophie Mathilde Ludendorffs. Auch Hawkings Ansicht, eine Weltformel könne dazu beitragen, „Gottes Plan“ kennenzulernen, steht unter den herausragenden Physikern unserer Zeit verhältnismäßig alleine da.

Timothy Ferris, Professor für Astronomie, schreibt dazu – stellvertretend für viele andere – folgendes (3): „Die Frage scheint also angebracht, was die Kosmologie jetzt, da sie eine Naturwissenschaft ist, über Gott sagen kann. Leider, aber allen Ernstes, muß ich sagen, daß die Antwort aus meiner Sicht lautet: Nichts. Die Kosmologie präsentiert uns weder Gottes Antlitz, noch seine Handschrift, noch die Gedanken, die den Geist Gottes beschäftigen könnten. Das bedeutet nicht, daß es Gott nicht gibt oder daß er das Universum nicht geschaffen hat. Es bedeutet, daß die Kosmologie solche Fragen nicht beantworten kann.“

Kann die Weltformel jeden Aspekt der Entstehung der Welt erklären?

Auch diese Frage läßt sich verneinen. Eine Weltformel wird niemals erklären können, wie die Evolution der Lebewesen genau vor sich ging, da es sich bei Lebewesen um „komplexe Systeme“ handelt, die nicht einfach aus den Kräften zwischen Atomen erklärt werden können. Und selbst wenn im Nachhinein verstanden werden könnte, wie dieser und jener Mechanismus der Evolution vor sich gegangen sein könnte, so wird doch niemand glauben, dadurch aus den Anfangsbedingungen des Urknalls eine biologische Evolution vorhersagen zu wollen, bei der genau die Pflanzen und Tiere entstehen und teilweise wieder aussterben müssen, wie das tatsächlich heute zu beobachten ist. Auch das Verhalten von Lebewesen kann nicht für jeden Fall genau vorausgesagt werden, wie wir täglich an uns selbst beobachten können. Also ist hier eine Erfassung in Form von Naturgesetzen nur äußerst bedingt möglich; was nicht heißt, daß sie hier nicht gelten würden. Die Naturgesetze gelten immer und überall, nur sind sie nicht hinreichend, um in jeder Lage eine zutreffende Voraussage zu machen.

Hieraus ließe sich aus wissenschaftlicher Sicht durchaus der Schluß ziehen, daß es außer den bekannten Naturgesetzen noch weitere „Faktoren“ oder „Kräfte“ geben muß, die die Geschicke unserer Welt lenken. Da sich die Naturwissenschaft aber ausschließlich mit der Erscheinungswelt befaßt, in der Raum, Zeit und Ursächlichkeit gelten, und dort keine weiteren Hinweise zu finden sind, muß die Antwort auf einem anderen Gebiet zu suchen sein. Die Naturwissenschaft kann lediglich feststellen, daß sie auf ihrem Gebiet nicht liegt.

Philosophisch ausgedrückt, stößt hier die Vernunft an ihre Grenzen, da sie über das „Jenseits der Erscheinungen“ keine Aussagen treffen kann. Erkenntnisse hierüber zu erlangen, ist dem zweiten Erkenntnisorgan des Menschen vorbehalten: dem „Ich“. Aus der Sicht der Philosophie Mathilde Ludendorffs ist in diesem naturwissenschaftlich nicht erfäßbaren Gebiet das Wesen der Dinge zu suchen.

Eine etwas schwierigere Frage ist, ob eine Weltformel die Entstehung der unbelebten Welt vollständig erklären kann. Nach der Philosophie Mathilde Ludendorffs ist dies zu verneinen. Ein Naturwissenschaftler wird vielleicht erst einmal darüber nachdenken, was man denn eigentlich unter „erklären“ zu verstehen hat und müßte dann zu dem Schluß kommen: Das Auffinden der geltenden Naturgesetze und die Erforschung der Entwicklung der Welt ist durchaus eine Erklärung dessen, was man heute von der Welt sieht. Und eine Weltformel, so sie denn

tatsächlich gefunden werden kann, ist durchaus notwendig, um die Entstehung des Weltalls und seine Gesetzmäßigkeiten erklären zu können. Und nun kommt das große „Aber“: Die Weltformel ist nicht hinreichend, um das weitere Schicksal des Weltalls vorauszusagen. Sie ist nicht einmal hinreichend, um wirklich alle Fragen des gegenwärtigen Weltalls zu beantworten, wie weiter oben bereits beschrieben wurde. Der Unterschied liegt hier in den beiden Worten „notwendig“ und „hinreichend“ begründet: Ohne die Weltformel weiß man sehr vieles nicht – aber mit der Weltformel weiß man noch längst nicht alles.

Vielleicht kann der Begriff der „Weltformel“ seinen Schrecken verlieren, wenn man ihn einfach umbenennt. Im englischsprachigen Raum spricht man von G.U.T., gesprochen: *great unifying theory* – der großen vereinheitlichten Theorie. Dieser Begriff trifft den Kern der Sache ein wenig besser, als der viel zu allumfassend klingende Begriff der „Weltformel“.

Vor dem Hintergrund des bisher Gesagten klingt die eingangs erwähnte Aussage von Hawking ein wenig vermessen. Selbst wenn er nicht, wie ihm vielfach unterlegt wird, schreibt, daß man lediglich eine Weltformel brauche, um Gottes Plan zu kennen, so scheint er doch zu glauben, eine Gotterkenntnis sei mit der Vernunft möglich. Hier drängt sich die Frage auf, ob Hawkings persönliche Vorstellungen von „Gottes Plan“ nicht wesentlich anders sind als die der Philosophin Mathilde Ludendorff. Seine Welt scheint überhaupt ausschließlich aus Vernunft zu bestehen. Damit jedoch unterscheidet er sich von sehr vielen, wenn nicht gar von den meisten Physikern unserer Zeit.

John D. Barrow, Professor für Astronomie und Verfechter eines Brückenschlags der Naturwissenschaft zur Philosophie, schreibt in *Theorien für Alles* (1):

Der Anwendungsbereich der *Theorien für Alles* ist unendlich, aber beschränkt, sie sind für ein volles Verständnis der Dinge notwendig, aber weit davon entfernt, die feinen Details eines Universums wie des unseren hinreichend zu erhellen. Auf den Seiten dieses Buches haben wir einiges darüber gelernt, was eine Theorie für Alles aussagen und wie sie über unsere jetzige Sicht der säuberlich geschiedenen Bereiche der Natur hinausgehen könnte. Aber wir haben auch gelernt, daß Alles mehr umfaßt, als man zunächst denken könnte. Anders als viele andere vorstellbare Welten enthält die unsere kontingente (= zufällige) Elemente. *Theorien für Alles* können diese Eigenschaften unmöglich voraussagen ...

Es gibt keine Weltformeln, die alle Wahrheit, alle Harmonie, alle Einfachheit enthalten. Keine Theorie für Alles kann je eine vollständige Erkenntnis sein.

Die Antwort auf die Frage, ob die Suche nach der Weltformel unsinnig ist, liegt also auf dem Gebiet der Naturwissenschaft. Die philosophische Erkenntnis, daß das Wesen aller Dinge nicht mit der Vernunft erfaßbar ist, wird durch eine Suche nach der „Theorie für Alles“, der „Weltformel“, nicht berührt. Im Gegenteil kann sie wertvolle Hinweise darauf geben, wo der Freiraum für eine Schöpfung zu finden ist: Nämlich dort, wo mit den Naturgesetzen nicht weiterzukommen ist – in den „Lücken der Kausalität“ (5, 6).

Quellen:

- (1) Barrow, John D. (1992): *Theorien für Alles. Die philosophischen Ansätze der Physik.* – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, New York.
- (2) Bublath Joachim (2001): *Chaos im Universum.* – Droemersche Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf., München.
- (3) Ferris, Timothy (2000): *Chaos und Notwendigkeit. Report zur Lage des Universums.* – Droemersche Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf., München.
- (4) Hawking, Stephen (2000): *Die Illustrierte kurze Geschichte der Zeit.* – Rohwolt Verlag, Reinbek bei Hamburg.
- (5) Leupold, Hermin (1991): *Evolution – „Schöpfung“ oder Ablauf eines „Uhrwerkes“ – Grenzen der Kausalität bei der Kristallbildung.* – Die Deutsche Volkshochschule, Folge 74, S. 1–10.
- (6) Leupold, Hermin (1992): *Der Beginn der Schöpfung. Die Entstehung von Raum, Zeit und Materie.* – Die Deutsche Volkshochschule, Folge 78, S. 1–15.
- (7) Ludendorff, Mathilde (1941): *Der Siegeszug der Physik – Ein Triumph der Gotterkenntnis meiner Werke.* – Ludendorffs Verlag, München.
- (8) Ludendorff, Mathilde (1950): *Wunder der Biologie im Lichte der Gotterkenntnis meiner Werke*, Bd. 1. Verlag Hohe Warte, Stuttgart.
- (9) Ludendorff, Mathilde (1982): *Des Menschen Seele.* – Verlag Hohe Warte, Pähl. Erstaussgabe 1923.