

Entwurf eines Manuskriptes zum Thema:

## **Gott in Allem**

### **Wie uns die Quantenphysik hilft, ein neues Gottesbild zu finden**

von

Andreas Neyer

andreas.neyer@tu-dortmund.de

#### Gliederung

1. Einleitung: Zusammenbrüche des theistischen Gottesbildes und des „naturwissenschaftlichen“ Weltbildes
2. Antworten der „klassischen“ Naturwissenschaften auf die Frage nach einem letzten Grund und Kritik am materialistischen Weltbild
3. Hinweise auf plausible Antworten auf die Frage nach einem letzten Grund aus den Bereichen der Philosophie, Quantenphysik und Theologie
4. Mystiker haben es immer schon gewusst
5. Zusammenfassung: Ein neues Gottesbild – GOTT IN ALLEM

## **1. Einleitung: Zusammenbrüche des theistischen Gottesbildes und des „naturwissenschaftlichen“ Weltbildes**

Ausgangspunkt meiner Überlegungen sind zwei epochale kulturelle Zusammenbrüche, die sich in unserer Zeit in beschleunigter Weise ereignen:

Das Ende der Tragfähigkeit des theistischen Gottesbildes und die Erosion des naturwissenschaftlich geprägten materialistischen Weltbildes.

Während sich die öffentliche Kritik am materialistischen Weltbild noch in Grenzen hält und erst allmählich beginnt, sich zu artikulieren, sind die Folgen des Zusammenbruchs des theistischen Gottesbildes unübersehbar.

„Der Theismus bricht von innen her zusammen. Das ist ein Prozess, den nichts aufhalten kann. Gott ist keine Gottheit (auch nicht die oberste), sondern „in Gott leben wir, handeln wir und sind wir“ (Apg17,28) schreibt David Steindl-Rast in *Christ in der Gegenwart* (39/2003)

„Der christliche Glaube wird zunehmend zu einem „Auslaufmodell“ bemerkt der Pfarrer und Physiker Hans-Rudolf Stadelmann in seinem Buch „Im Herzen der Materie“. Und weiter führt er aus: „Den Kirchen laufen zusehends die Mitglieder davon, Wirtschaft und Politik haben sich schon längst von christlichen Grundwerten verabschiedet. Sicher sind für diese

Entwicklung verschiedene Faktoren verantwortlich. Meines Erachtens dürfte aber der wichtigste das Fundament des christlichen Glaubens selbst betreffen, nämlich den Glauben an Gott. Die bis heute tradierten und im Kircheng Volk verankerten Gottesbilder, also die vorwiegend anthropomorphen Vorstellungen von Gott als einer Art von absolutem Weltenherrscher, welche die meisten von uns in unserer Kindheit mitbekommen und später kaum je ernsthaft in Frage gestellt haben, stammen aus längst vergangenen Zeiten und sind mit unserem heutigen Weltbild einfach nicht mehr vereinbar. Was uns fehlt, ist ein zeitgemäßes, heutige Menschen ansprechendes Gottesbild.“ (/1/ S. 9)

Hier setzt auch meine eigene Suche nach einem plausiblen Gottesbild an: Welches Gottesbild entspricht am ehesten meinem wissenschaftlichen Verständnis von der Welt und gleichzeitig meinen tiefsten religiösen Erfahrungen?

Auf dem Weg dieser Suche haben mich von Anfang an die Antworten der Mystiker fasziniert, weil sie erfrischend authentisch und lebensnah waren und konfessionelle Besonderheiten nur eine untergeordnete Rolle spielten. Einer der bekanntesten deutschen Mystiker unserer Tage, Willigis Jäger, hat seine Lebenserfahrungen mit der Mystik auf wunderbare Weise in dem Buch „Die Welle und das Meer“ beschrieben. Bei der Lektüre dieses Buches fiel mir im Laufe des Kapitels „Wie die Naturwissenschaft die Erfahrung der mystischen Spiritualität bestätigt“ der Titel eines zitierten Buches auf: „Der Geist der Materie“, verfasst von dem französischen Atomphysiker Jean E. Charon. Dieser Titel hat mich sofort elektrisiert und die damit intuitiv aufkommende Frage „Ist vielleicht ‚Der Geist in der Materie‘ die letztliche Ursache für Geist und Spiritualität im Menschen?“ hat mich bis heute nicht mehr losgelassen.

Beim Versuch, dieses Buch zu erwerben, stieß ich zu meiner Überraschung auf weitere Bücher mit ähnlichen Titeln wie „Der kreative Kosmos: Geist und Materie aus Quanteninformation“ von Thomas und Brigitte Görnitz oder „Physik und Transzendenz: Die großen Physiker unserer Zeit über ihre Begegnung mit dem Wunderbaren“, herausgegeben vom Quantenphysiker Hans-Peter Dürr. Während der Lektüre dieser Bücher wurde mir immer deutlicher, dass der Quantenphysik eine ganz entscheidende Rolle für ein plausibles Gesamtverständnis vom Ganzen zukommt – vom Universum, vom Leben und Bewusstsein, aber auch von Transzendenz und Spiritualität.

Aber wieso? Weshalb kommen so viele Autoren auf die Quantenphysik zu sprechen, wenn es um Erklärungen des Ganzen geht? Der Grund liegt meiner Meinung in der Grundstruktur der Quantenphysik, die zur Erklärung von Naturphänomenen nicht nur sichtbare, materielle Aspekte berücksichtigt, sondern vor allem auch unsichtbare, nicht-materielle. Damit stellt die Quantenphysik als einzige Wissenschaft ein Modellsystem zur Naturbeschreibung zur Verfügung, welches dazu geeignet ist, auf analoge Weise die Struktur von Wirklichkeiten zu erfassen, die aus einem Wechselspiel von materiellen und informationsartigen, nicht-materiellen Anteilen bestehen - wie z.B. das Zusammenspiel von Körper und Geist.

Da ich von meiner Ausbildung her Physiker bin, hatte ich glücklicherweise auch Vorlesungen über Quantenphysik gehört. Auch wenn das Studium 40 Jahre zurückliegt, so reichen die vagen Erinnerungen erfreulicherweise doch noch aus, um die in diesen Büchern getroffenen Aussagen zur Quantenphysik nachvollziehen zu können. Zur Beantwortung weitergehender philosophischer Fragen war das Physikstudium damals jedoch genauso wenig wie heute geeignet, da im Wesentlichen Rechenregeln im Umgang mit Quantenphänomenen gelehrt wurden bzw. werden. Die Grundhaltung vieler Physiker – damals wie heute - hat David Mermin auf den Punkt gebracht: „Shut up and calculate!“ („Sei still und rechne!“) Anstatt sich mit der schwierigen Frage aufzuhalten, wie die Quantentheorie zu interpretieren sei, solle man sich lieber damit begnügen, deren höchst erfolgreiche Rechenregeln zu befolgen.

Es ist gut, dass sich nicht alle Physiker an dieses Denkverbot gehalten haben und immer wieder Fragen stellen nach den Konsequenzen der Quantenphysik für unsere Weltanschauung und den Sinn unserer Existenz.

„Auf die Dauer zahlt sich das Nachdenken über die Grundlagen der Quantentheorie aus“, argumentierten kürzlich Lucien Hardy und Robert Spekkens vom Perimeter Institute in einem Diskussionsbeitrag über die neuen Erkenntnisse von drei britischen Quantenphysikern. Den Physikern gaben sie deshalb den folgenden Slogan mit auf den Weg: «Shut up and contemplate!» („Sei still und denk (erst einmal) nach!“)“ (Neue Züricher Zeitung vom 07.12.2011)

Im 2. Abschnitt werden die Antworten der klassischen Naturwissenschaften diskutiert. Nichts bestimmt den Lebensstil und die Denkgewohnheiten der westlichen Gesellschaften mehr als die Erkenntnisse der Naturwissenschaften und in der Folge die Errungenschaften der Technik. Daher soll in diesem Abschnitt der Versuch gemacht werden, herauszufinden, ob die klassischen Naturwissenschaften (ohne die Quantenphysik) einen Beitrag zu unserer Fragestellung leisten können.

Im 3. Abschnitt kommen wir dann zu einem auf philosophischen und quantenphysikalischen Fundamenten aufgebauten theologischen Gesamtkonzept eines tragenden Grundes von Allem, nämlich eines Gottes in Allem und über Allem. Dieses Konzept wird vom Panentheismus (in Allem ist Gott) vertreten. Der Panentheismus ist eng verknüpft mit der Prozesstheologie (Gott im Werden), die konzeptionell auf der Prozessphilosophie (grundlegend sind nicht Dinge, sondern Prozesse) und einem damit verbundenen Panpsychismus beruht (in allem steckt – wenn auch nur rudimentär – das Prinzip des Geistigen). All diese Konzepte wären jedoch ausschließlich Gedankenkonstrukte – neben anderen -, gäbe es nicht die eine wichtige und entscheidende Schnittstelle dieser Konzepte mit der physikalischen Welt - die Quantenphysik. Erstmals und einmalig im Bereich der gesamten Naturwissenschaften benötigt nämlich die Quantenphysik ein Zwei-Ebenen-Modell zur Beschreibung und Erklärung der physikalischen Effekte, insbesondere im Bereich der Atome: eine klassisch-physikalische, materiell-energetische, sichtbare Ebene und eine nicht-materiell-energetische, eher informationsartige, nicht-sichtbare Ebene. Da diese nicht-sichtbare Ebene eher Eigenschaften des Lebendigen und Geistigen aufweist als

Eigenschaften „toter“ Materie, ergeben sich dadurch Hinweise und Möglichkeiten für ein umfassendes, ganzheitliches Weltbild, in dem materielle und geistige Eigenschaften eng miteinander verknüpft sind und zu einer einheitlichen Gesamtschau führen.

Gilt die enge Verbindung von geistigen und materiellen Eigenschaften bereits für alle Erscheinungen dieses Universums, so liegt es nahe, diese auch für den Grund des Ganzen anzunehmen, den wir im christlichen Sprachgebrauch Gott nennen.

Diese von der Quantenphysik und einigen philosophischen Denkrichtungen inspirierte Gesamtschau ist in ihrer Tiefe und Breite zwar neu, im Kern jedoch war sie schon immer den Mystikern der Menschheit – in allen Zeiten und Kulturen – bekannt (Abschnitt 4). Insofern erleben wir heute den wunderbaren Ringschluss der tiefen Erkenntnisse Jahrtausend-alter menschlicher Weisheiten mit den tiefgreifendsten Erkenntnissen der modernen Wissenschaften.

Ein mögliches daraus resultierendes Gottesbild wird abschließend in Abschnitt 5 vorgestellt, wobei sich zeigt, dass es sich sehr gut verbinden lässt mit den tiefen Erfahrungen eines Psalmdichters vor 2500 Jahren.

## **2. Antworten der „klassischen“ Naturwissenschaften auf die Frage nach einem letzten Grund und Kritik am materialistischen Weltbild**

Nichts bestimmt den Lebensstil und die Denkgewohnheiten der westlichen Gesellschaften mehr als die Erkenntnisse der Naturwissenschaften und die aus diesen Erkenntnissen resultierenden Errungenschaften der Technik. Daher soll in diesem Abschnitt der Versuch gemacht werden, herauszufinden, ob die Denkgewohnheiten der klassischen Naturwissenschaften (ohne die Quantenphysik) einen Beitrag zu unserer Fragestellung nach einem letzten tragenden Grund leisten können.

Zunächst: Was sind Naturwissenschaften?

Zu den Naturwissenschaften gehören u.a. die Astronomie, Physik, Chemie, Biologie, sowie einige Umweltwissenschaften. Die Begrenzung der Naturwissenschaften auf „klassische“ soll andeuten, dass insbesondere die Antworten der Quantenphysik nicht unter die Betrachtungen dieses Abschnitts fallen.

Womit beschäftigen sich Naturwissenschaften, welche Methoden wenden sie an?

„Unter dem Begriff Naturwissenschaften werden empirisch arbeitende Wissenschaften zusammengefasst, die sich mit der Erforschung der Natur befassen. Naturwissenschaftler beobachten, messen und analysieren die Zustände und das Verhalten der Natur durch

Methoden, die die Reproduzierbarkeit (und damit die Objektivität) ihrer Ergebnisse sichern sollen, mit dem Ziel, Regelmäßigkeiten zu erkennen.“ (Wikipedia: Naturwissenschaft)

Wo sind die Grenzen der Naturwissenschaften?

Nicht-messbare Phänomene wie Geist oder Gott, aber auch Sinn- und Bedeutungsfragen sowie subjektive Aspekte der Wirklichkeit kommen methodisch in den Naturwissenschaften nicht vor.

Die Naturwissenschaften können daher mit Hilfe ihrer Methodik auch prinzipiell keine Fragen nach Sinn und Ziel der Natur und schon gar nicht nach einem tragenden Urgrund des Universums beantworten. Somit sind die Ergebnisse der Naturwissenschaften auf Grund ihrer Methoden streng Sinn-neutral.

Was versteht man unter einem „Naturwissenschaftlichen Weltbild“

Wenn es dennoch viele Naturwissenschaftler gibt, die die Ergebnisse der Naturwissenschaften verwenden, um daraus ein Bild vom Ganzen zu entwerfen - ein „naturwissenschaftliches“ Weltbild – dann müssen sie sich darüber im Klaren sein, dass sie dabei ihre wissenschaftliche Methode verlassen und eine persönliche Meinung vertreten. Daher ist das von ihnen entworfene Weltbild auch nicht „naturwissenschaftlich“, sondern das Weltbild eines Naturwissenschaftlers und es ist nicht verwunderlich, dass es das naturwissenschaftliche Weltbild gar nicht gibt.

Entstehung des Reduktionismus

Die Übertragung der naturwissenschaftlichen Methode auf alle uns bekannten Phänomene (auch geistige und religiöse) wird als Reduktionismus bezeichnet. Der Reduktionismus reduziert Alles auf physikalisch-chemisch-biologische Vorgänge und letztlich auf klassische physikalische Gesetze.

Zur Verdeutlichung ein Beispiel für reduktionistisches Denken und seine Konsequenzen: Das Bewusstsein des Menschen wird vollständig durch die Neurobiologie beschrieben, die wiederum von der Biochemie erklärt wird. Die Biochemie lässt sich dann schließlich auf die Physik reduzieren, wobei im Endeffekt der Mensch als komplexes Lebewesen vollständig aus der Summe seiner Einzelteile und deren Wechselwirkungen erklärt wird.

Da es in der Physik (methodisch) keinen Geist und keinen Gott geben kann und darf, ist es nicht verwunderlich, wenn der Reduktionismus ein materialistisches und atheisches Weltbild zur Folge hat.

Determinismus

Eine weitere Folge des „naturwissenschaftlichen“ Weltbildes ist ein strenger Determinismus: In der klassischen Physik sind bei bekannten Anfangsbedingungen alle zukünftigen (und auch vergangenen) Ereignisse exakt berechenbar und somit

vorherbestimmt. Das Unvermögen, zukünftige Ereignisse genau vorherzuberechnen liegt laut klassischer Physik einzig in der Unkenntnis aller Anfangsbedingungen begründet.

Die deterministische Sichtweise (der klassischen Physik) wird heute u.a. von Neurophysiologen gerne dazu herangezogen, den freien Willen des Menschen in Frage zu stellen

### **Kritik am materialistischen Weltbild**

Neben der oben bereits angemerkten methodischen Unfähigkeit der Naturwissenschaften Bedeutungs- und Sinnfragen zu beantworten, gibt es große Probleme mit den Lösungsvorschlägen zur Entstehung von Leben und Geist. Die bekannten Schlagworte zur Erklärung dieser Phänomene im Laufe der Evolution lauten u.a.: Selbstorganisation, zufällige Mutation und Selektion, Emergenz, etc. Diese Begriffe beschreiben allerdings nur die beobachteten Phänomene, können sie aber nicht erklären. So bedeutet z.B. der Übergang von Molekülstrukturen zu einer lebenden Zelle die Einführung von „Bedeutung“ in die Evolution. Die Zelle kann für sie wertvolle Nährstoffe von schädlichen unterscheiden und darauf reagieren: Sie bewertet die Nährstoffe. Eine solche Bewertungs-Kategorie ist der atomaren bzw. molekularen Ebene fremd. Die entscheidende Frage lautet: Wie kann aus Bedeutungs-neutralen Bausteinen wie Atomen und Molekülen ein neues Element entstehen, welches seiner Umgebung eine Bedeutung zumisst?

Weiterhin wird von der Evolutionsbiologie bestritten, dass die Evolution ein Ziel verfolge bzw. einen Sinn habe. Einziger Motor der Evolution ist die Steigerung des Überlebensvorteils und die Vererbung der eigenen genetischen Anlagen (Dawkins: Das egoistische Gen). Im Rahmen dieser Logik ist es jedoch sehr verwunderlich, dass am (vorläufigen) Ende der Evolution der Mensch erscheint und danach fragt, welchen Sinn sowohl sein Leben als auch das Ganze haben soll.

Die Antworten, das Leben habe sich zufällig durch Selbstorganisation entwickelt und der Geist sei ein beiläufiges Ergebnis und Epiphänomen der neuronalen Gehirnstruktur erklärt nichts und ist wenig einleuchtend. Zweifel an diesen Argumenten kommen mittlerweile nicht nur von Theologen, sondern auch von namhaften Philosophen wie Thomas Nagel, der seit 1980 als Professor für Philosophie an der New York University lehrt. Der Untertitel seines neuen Buches „Geist und Kosmos“ /3/ lautet: „Warum die materialistische neodarwinistische Konzeption der Natur so gut wie sicher falsch ist.“ Auf der Innenseite des Buchdeckels ist zu lesen: „Das, was den menschlichen Geist auszeichnet – Bewusstsein, Denken, Werte -, lässt sich nicht reduzieren, schon gar nicht auf überzeitliche physikalische Gesetze.“

Im Schlusswort seines Buches „Geist und Kosmos“ kommt Nagel zu folgender persönlichen Einschätzung: „Ich würde darauf wetten wollen, dass der gegenwärtige Konsens, was zu denken richtig ist, in einer oder zwei Generationen lachhaft wirken wird.“ (/3/ S. 183)

Fazit:

Wenn die begrenzte – und für viele Zwecke sehr erfolgreiche - Methode der klassischen Naturwissenschaften als einzige zuverlässige Quelle der Erkenntnis auf alle Bereiche des menschlichen Lebens angewendet wird, so erhält man ein materialistisches, deterministisches und atheistisches Weltbild, welches unseren Alltagserfahrungen jedoch in keiner Weise entspricht. Daher sind die klassischen Wissenschaften nicht geeignet, plausible Antworten auf die Frage nach einem wie auch immer gearteten tragenden Urgrund des Universums und dem Platz des Menschen im Universum zu geben.

### **3. Hinweise auf plausible Antworten auf die Frage nach einem letzten Grund aus den Bereichen der Philosophie, Quantenphysik und Theologie**

#### **3.1 Hinweise auf plausible Antworten aus dem Bereich der Philosophie**

Die Frage nach Gott oder einem wie auch immer gearteten letzten Grund war von Beginn an eine der zentralen Fragen der Philosophie und wurde in der Disziplin der Metaphysik behandelt.

„Die klassische Metaphysik verhandelt „letzte Fragen“, beispielsweise: Gibt es einen letzten Sinn, warum die Welt überhaupt existiert? Und dafür, dass sie gerade so eingerichtet ist, wie sie es ist? Gibt es einen Gott/Götter und wenn ja, was können wir über ihn/sie wissen? Was macht das Wesen des Menschen aus? Gibt es so etwas wie „Geistiges“, insbesondere einen grundlegenden Unterschied zwischen Geist und Materie (Leib-Seele-Problem)? Besitzt der Mensch eine unsterbliche Seele, verfügt er über einen Freien Willen?“ (Wikipedia: Metaphysik)

Die Metaphysik bedient sich ausschließlich rationaler, logischer Argumente und greift nicht auf Erkenntnisse der sinnlichen Erfahrung zurück. Mit dem Aufkommen der empirischen Wissenschaften, besonders im 19. Jahrhundert, geriet die Metaphysik verständlicherweise wegen ihrer Empirielosigkeit in Verruf als „zweifelhaft spekulativ“, „unwissenschaftlich“, „sinnlos“, oder „nicht-empirische Gedankenspielerlei“. „Seit Mitte des 20. Jahrhunderts werden, klassischer analytisch-empiristischer und kontinentaler Metaphysikkritik zum Trotz, wieder komplexe systematische Debatten zu metaphysischen Problemen von Seiten meist analytisch geschulter Philosophen geführt.“ (Wikipedia: Metaphysik)

Im Zusammenhang mit der Frage nach Gott bzw. nach einem tragenden Grund ist insbesondere das Problem der Herkunft des Geistes oder des Geistigen in unserer Welt von großer Bedeutung, da ja auch Gott geistige Eigenschaften zugeschrieben werden - zumindest von Theisten. In der Philosophie wurde und wird dieses Problem unter der Rubrik „Philosophie des Geistes“ in einer kaum überschaubaren Breite und Tiefe diskutiert (siehe Wikipedia: Philosophie des Geistes). Mit den großen Erfolgen der empirischen Naturwissenschaften ist das Interesse an Themen des Geistes sehr stark zurückgegangen

und spielt in der heutigen Philosophie praktisch keine Rolle mehr. Es wächst jedoch die Zahl der Philosophen, bei denen sich ein Unbehagen bemerkbar macht über das heute gesellschaftlich unbesehen akzeptierte „naturwissenschaftliche“ (reduktionistisch materialistische) Weltbild. Thomas Nagel (s.o.) hält es für falsch, weil es in sich nicht logisch und konsistent ist. Eine ähnliche Ansicht äußert der Philosoph Patrick Spät in dem von ihm mitherausgegebenen Buch „Post-Physikalismus“ /4/: „Die Naturwissenschaften haben unser Weltbild entscheidend geprägt. Der sogenannte Physikalismus behauptet gar, dass die Naturwissenschaften ALLES über die Wirklichkeit sagen, was es zu sagen gibt. Viele Philosophen schließen sich dieser These an – doch es scheint Phänomene zu geben, die sich einer solchen Reduktion auf „Maß, Zahl und Gewicht“ hartnäckig widersetzen.“ ( /4/ aus dem Vorwort). Zu diesen Phänomenen zählt insbesondere das Auftauchen des Geistigen in der Evolution speziell das Phänomen des Selbstbewusstseins beim Menschen. Für Spät wie für viele weitere Philosophen (Alfred North Whitehead, Thoma Nagel) und Naturwissenschaftler (Rupert Sheldrake, Teilhard de Chardin) besteht eine plausible Erklärung für das Auftauchen des Geistigen darin, dass es bereits rudimentär in den Bausteinen des Lebens und darüber hinaus in den Grundbausteinen der Materie vorhanden sein muss und durch zunehmende Komplexifizierung in den Formen des Lebens und Bewusstseins sich immer mehr konkretisiert und zu sich selber kommt. Der Zweig der Philosophie, der diese Auffassung vertritt, nennt sich „Pan-Psychismus“ (übersetzt: „in Allem steckt Geist“).

„Für Panpsychisten ist die Entwicklung des Geistigen und Mentalen nur dann erklärbar, wenn Vorstufen des Geistigen oder Mentalen schon in die Grundstruktur der materiellen Welt integriert sind.“ (Wikipedia: Panpsychismus)

Der Panpsychismus behauptet also – aus logischen Gründen – dass es in unserem Universum neben der materiellen Ebene auch noch eine geistige geben muss, die mit der materiellen auf geheimnisvolle Weise verwoben ist, und die für das Auftauchen expliziter geistiger Phänomene – insbesondere beim Menschen – verantwortlich ist. Auch wenn der Panpsychismus das Wie der Verwobenheit von Geist und Materie nicht erklären kann, ist mit dieser Auffassung ein großer Schritt getan in Richtung auf einen tragenden geistigen Grund des Ganzen.

### **3.2 Hinweise auf plausible Antworten aus dem Bereich der Quantenphysik**

Wie bereits erläutert, können Naturwissenschaften – und damit auch die Quantenphysik - Fragen des Geistigen prinzipiell nicht behandeln, da sie auf reproduzierbare experimentelle Überprüfung angewiesen sind, der sich geistige Phänomene entziehen. Im Unterschied zu den klassischen Wissenschaften arbeitet jedoch die Quantenphysik - als einziger Teilbereich aller Wissenschaften - mit Konzepten, die durch Analogieschlüsse sehr treffend mit geistigen Phänomenen in Verbindung gebracht werden können. Für die Quantenphysik als physikalischer Wissenschaft sind geistige Wirklichkeiten prinzipiell belanglos, ihre Konzepte

haben jedoch eine Struktur, die Denkmöglichkeiten für die rätselhafte Verwobenheit von Materiellem und Geistigen in unserem Universum eröffnen.

Grundsätzlich beschreibt die Quantenphysik das physikalische Verhalten aller Elemente, die sich auf einer atomaren oder subatomaren Skala befinden: Das sind im Wesentlichen die atomaren Kernbausteine, die Protonen und Neutronen, und dazu die Elektronen als Konstituenten der atomaren Hülle sowie die Photonen (Lichtteilchen). Da Protonen, Neutronen und Elektronen die ausschließlichen Grundbestandteile aller Atome sind, besteht unser ganzes Universum aus vielfältigen Kombinationen von (im Wesentlichen) **nur drei** Quantenobjekten. Daraus folgt: ***Letztlich haben alle grundlegenden Bausteine unseres Universums Quantencharakter!***

### 3.2.1 Das einzelne Elektron

Für die folgenden Ausführungen wird beispielhaft das Elektron als Prototyp eines Quantenobjektes ausgewählt. Die dabei gewonnen Erkenntnisse gelten jedoch im Prinzip auch für alle anderen Quantenobjekte.

Das Elektron wurde bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckt als durchaus klassisches Teilchen (Kügelchen) mit einer Masse  $m_e$  und einer elektrischen Ladung  $-e$ .

Seine Bewegungen im elektrischen Feld und im Gravitationsfeld ließen sich perfekt mit den Gleichungen der klassischen Physik beschreiben.

Erst bei Untersuchungen des Atoms am Anfang des 20. Jahrhunderts stellte man fest, dass irgendetwas mit dem Bild vom Elektron als einem geladenen Kügelchen nicht stimmen konnte. Betrachtete man nämlich das Atom wie ein kleines Planetensystem, in dem die Elektronen um den Atomkern kreisten, dann – das wusste man bereits um 1900 - müssten die Elektronen Energie abstrahlen, als wären sie kleine Antennen. Der Verlust an Energie würde dann nach Bruchteilen von Sekunden dazu führen, dass das Elektron in den Kern stürzen und das Atom ins sich kollabieren würde.

Aus dieser Not heraus entwickelte sich dann die Vorstellung des Elektrons als einer verschmierten, dreidimensionalen Materiewelle um den Atomkern. Die Idee der Materiewellen wurde ursprünglich von dem französischen Physiker Louis de Broglie (1892-1987) entwickelt, dann aber vom österreichischen Physiker Erwin Schrödinger (1887-1961) auf geniale Weise als mathematische Gleichung formuliert: die Schrödingergleichung. Ihre Lösung ist die Wellenfunktion des Elektrons. Diese Gleichung gilt bis heute unverändert und wird immer wieder durch Experimente bestätigt.

Berechnet man mit der Schrödinger Gleichung die Wellenfunktion des in Abb. 1a) gezeigten freien Elektrons, so lässt sich das einem definierten Ort befindliche (lokalisierte) Elektron als Überlagerung von vielen Wellen, als sog. Wellenpaket, darstellen. Aus der Lösung der Schrödingergleichung wird dann allerdings deutlich, dass dieses Wellenpaket mit der Zeit

nicht stabil ist, sondern auseinander läuft bzw. sich verbreitert. Das ist einfach gesagt und steht auch so einfach auf den ersten Seiten eines jeden Quantenphysik Lehrbuches (z.B. Gernot Münster: Quantentheorie, /5/ S.8). Die Konsequenz ist jedoch für uns kaum vorstellbar und führt bereits für das ganz einfache Beispiel des freien Elektrons im leeren Raum zu dramatischen Folgen.

Betrachten wir nun ein einziges Elektron im gesamten Universum.

Im ersten Schritt versuchen wir, das Elektron zu beobachten bzw. festzustellen, wo es sich befindet. Dazu müssen wir es mit irgendwelchen anderen Teilchen beschießen, z.B. mit Lichtteilchen. Die vom Elektron abprallenden bzw. gestreuten Lichtteilchen können dann unser Auge oder einen Detektor treffen und wir können daraus die aktuelle Lage des Elektrons feststellen. Solange diese Beobachtung andauert, verhält sich das Elektron so, wie wir es erwarten. Es gehorcht den Regeln der klassischen Physik – es hat einen beobachtbaren Ort (der allerdings nur mit einer Genauigkeit bestimmbar ist, die durch die Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation gegeben ist), eine Ladung und eine Masse (Abb. 1a)

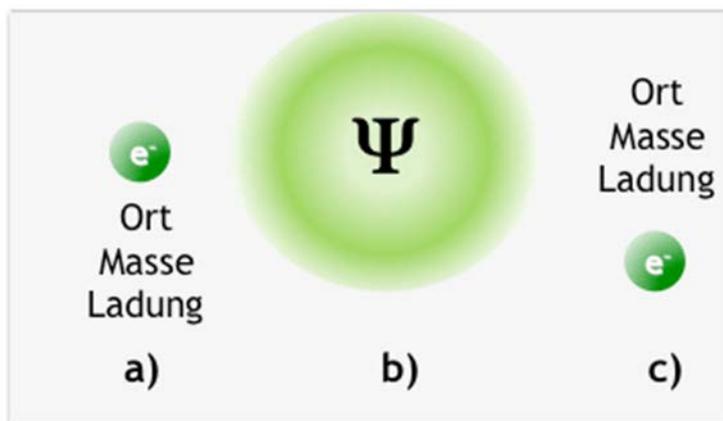


Abb. 1: a) Das Elektron im beobachteten Zustand als Teilchen. b) Wird es nicht beobachtet, entwickelt es sich als Wellenfunktion  $\Psi$ . c) Bei erneuter Beobachtung erscheint es wieder als Teilchen, allerdings an einem nicht vorhersehbaren Ort.

Schalten wir die Lichtquelle aus, wird das Elektron, das sich ganz alleine im leeren Raum befinden soll, von uns nicht mehr wahrgenommen. Und nun geschieht eine wundersame Verwandlung, welche die Physiker ganz nüchtern als Zerfließen des Wellenpaketes bezeichnen: Das Elektron verliert seine Eigenschaft „Ort“ und damit seinen Zustand als definiertes Teilchen. Gleichzeitig breitet sich vom „Ort des Verschwindens“ mit sehr hoher Geschwindigkeit im Raum eine Wahrscheinlichkeitswelle aus (Abb. 1b), die in der Physik mit dem Buchstaben  $\Psi$  gekennzeichnet wird. Was sich da genau ausbreitet, weiß keiner, aber fest steht, dass der Raum, den diese Welle ausfüllt, der Raum ist, in dem das Elektron prinzipiell gefunden werden kann. In dieser Phase „existiert“ das Elektron nicht als physikalisches Teilchen, sondern nur als abstrakter Möglichkeitsraum. Man könnte es so ausdrücken: „Das Elektron erkundet seine Umgebung als Wahrscheinlichkeitswelle und generiert so einen Möglichkeitsraum, in dem es dann, wenn das Licht wieder eingeschaltet

wird bzw. wenn es gestört wird, wieder als physikalisches Teilchen mit der Eigenschaft „Ort“ erscheinen kann. Dabei sind aber nicht alle Orte gleich wahrscheinlich, sondern diese Wahrscheinlichkeit hängt vom Wert der Wellenfunktion an einem bestimmten Ort ab. In unserem Beispiel könnte die Stärke der Grünfärbung ein Maß für die Wahrscheinlichkeit sein, das Elektron anzutreffen.

Schaltet man nun das Licht wieder an, stoppt die wellenartige Erkundungsfahrt des Elektrons und es zeigt sich wieder als klassisches Teilchen an einem Ort, der im Einzelfall jedoch unvorhersagbar und damit völlig (objektiv) zufällig ist (Abb. 1c). Wahrscheinlichkeiten haben nämlich keine Aussagekraft für einen Einzelprozess, sondern nur für eine große Zahl von Ereignissen. Dieses für Quantenphänomene typische Phänomen, dass die Ergebnisse von Einzelmessungen auf keine Weise vorhersagbar sind, ist die Achillesferse der Physik, die doch immer alles möglichst genau berechnen und vorhersagen will.

Der rettende Ausweg für die Physiker bietet sich allerdings mit Hilfe der Statistik. Wenn auch im Einzelfall das Ergebnis – das Antreffen des Elektrons an einem Raumpunkt beim Einschalten des Lichtes – völlig zufällig ist, so bilden eine Vielzahl identisch präparierter Elektronen doch sehr genau die Wahrscheinlichkeitsverteilung ab, die jedes Elektron mit sich trägt.

Ein jedes Elektron kennt also genau seinen Möglichkeitsraum auch mit der entsprechenden Gewichtung, kann sich aber „frei“ für einen Ort entscheiden.

Wir sehen bereits an dieser ersten Abbildung 1 die wichtigsten Grundzüge der Quantenphysik bzw. der Quantenwelt:

Quanten haben zwei Gesichter: Im beobachteten Zustand sind sie sichtbar und messbar und verhalten sich wie klassische Teilchen, im unbeobachteten Zustand entfalten sie einen unsichtbaren, wellenartigen Möglichkeitsraum. Dieser ist nicht zu sehen und zu messen, lässt sich aber mathematisch exakt durch die Wellenfunktion  $\Psi$  beschreiben.

Ein treffenderes Bild als das der zwei Gesichter zur Beschreibung des Verhaltens von Quanten ist das von zwei Phasen, z.B. der flüssigen und gasförmigen Phase von Wasser: Ein verdampfter Wassertropfen ist unsichtbar und nicht lokalisierbar, kondensiert er jedoch wieder zu einem Wassertropfen, so ist dieser zum einen wieder zu sehen und nimmt einen definierten Platz ein. Jede Messung bzw. Störung eines im Möglichkeitsmodus befindlichen Quantenobjektes ist mit einer instantanen Kondensation zu vergleichen. Dieses Bild entspricht dem Verhalten von Quantenobjekten wesentlich besser als das missverständliche Bild vom „Welle-Teilchen-Dualismus“. Aber auch bei diesem Bild ist Vorsicht geboten: der nicht sichtbare Wasserdampf ist immerhin noch eine physikalische, messbare Größe, während der unsichtbare, wellenartige Möglichkeitsraum eine rein abstrakte Größe ist, die keine physikalische Realität besitzt.

Dass sich Quanten so „verrückt“ verhalten, wie eben beschrieben, ist nicht nur mathematisch formulierbar, sondern auch experimentell verifizierbar und visualisierbar.

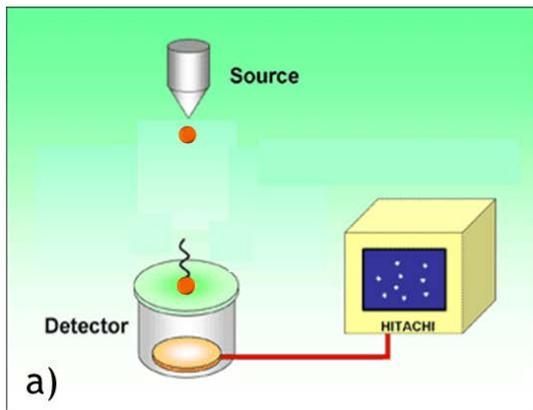


Abb: 2 a) Im Elektronenmikroskop werden von einer Quelle (Source) einzelne Elektronen ausgesendet und landen auf einer Empfängerplatte (Detector). Die Auftreffpunkte der Elektronen werden durch einen Monitor sichtbar gemacht. b) Monitorbild der Elektronenverteilung auf dem Empfänger nach dem Durchlauf sehr vieler Elektronen

In Abb. 2 wird eine Anordnung gezeigt, wie sie von den Hitachi Forschungslaboratorien in Japan eingesetzt wurde ( Quelle: [www.hitachi.com/rd/portal/research/em/movie.html](http://www.hitachi.com/rd/portal/research/em/movie.html)). Es handelt sich um ein Elektronenmikroskop, in dem Elektronen benutzt werden, um kleine Objekte sichtbar zu machen. Hier nutzt man die Eigenschaft, nacheinander einzelne Elektronen zu erzeugen, die durch eine Spannung auf eine Empfängerplatte gelenkt werden und die Einschlagsorte sichtbar gemacht werden können. Der Raum vom Austritt der Elektronen aus einer Wolframspitze bis zur Empfängerplatte ist evakuiert, sodass die Elektronen auf ihrem Weg nicht gestört / beobachtet werden.

Würden sich die Elektronen an die Gleichungen der klassischen Physik halten, dann würden sie entlang der kürzesten und damit intensivsten elektrischen Feldlinien verlaufen und immer genau am Ort unterhalb der Wolframspitze auf der Empfängerplatte auftreffen. Was wir jedoch beobachten, ist eine statistisch Gleichverteilung der Elektroneneinschläge auf der gesamten Platte. Damit ist gezeigt, dass sich die Wahrscheinlichkeitswellen der einzelnen Elektronen über die gesamte Empfängerplatte hinweg ausgebreitet haben und ihr Amplitudenwert an allen Stellen ungefähr gleich ist.

Eines der bedeutendsten Experimente zum Nachweis des Wellencharakters der Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Quanten ist das Doppelspaltexperiment.

Beim klassischen Doppelspaltexperiment wird eine Platte mit zwei Spalten in den Strahlengang gestellt. Dieses Hindernis bewirkt, dass sich die Quanten (das können Lichtteilchen (Photonen) oder auch Elektronen sein) entscheiden müssen, durch welchen Spalt sie fliegen sollen. Beim hier beschriebenen Experiment mit dem Elektronenmikroskop wird in den Strahlengang der Elektronen von der Wolframspitze zum Detektor ein Hindernis (Stab) eingebracht, der denselben Effekt wie der Doppelspalt besitzt: Die Elektronen müssen sich entscheiden, ob sie links oder rechts am Stab vorbeifliegen sollen.(Abb. 3a)

Nach der Vorhersage der klassischen Physik wären nach dem Durchlauf von vielen Elektronen zwei Maxima jeweils links und rechts hinter dem Stab auf der Detektorplatte zu beobachten.

Im Experiment stellt jedoch ein Streifenmuster ein, welches nach dem Durchlauf von tausenden, unabhängig voneinander durch die Apparatur laufenden Elektronen entsteht (Abb. 3b)

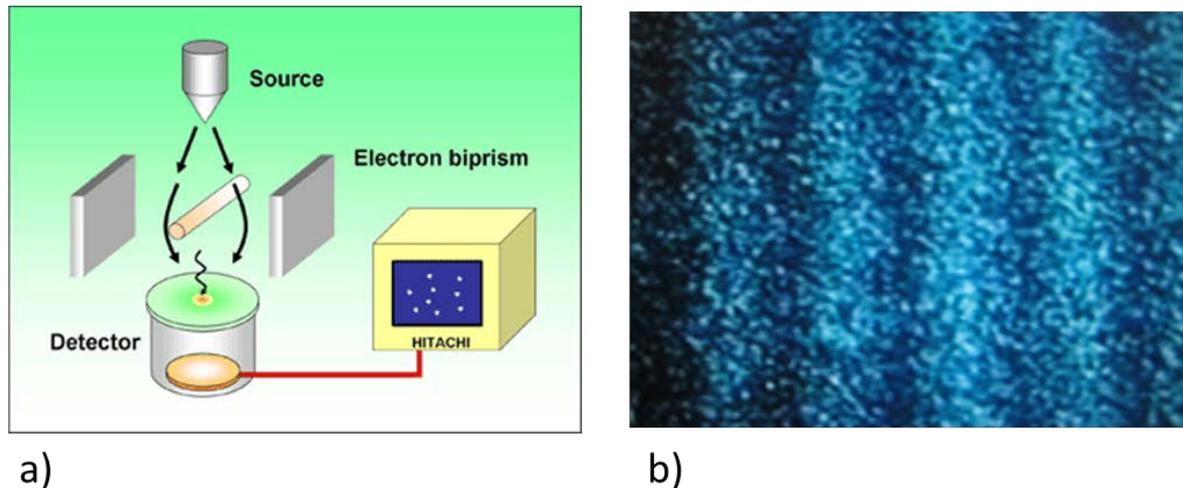


Abb. 3 a) Elektronenmikroskop mit Stab als Äquivalent zum Doppelspaltversuch.

b) Auf der Detektorplatte entstehendes Streifenmuster.

Streifenmuster dieser Art entstehen in der klassischen Physik durch die Überlagerung von zwei Wellen (Interferenz).

Eine Besonderheit bei dem hier vorliegenden Experiment ist, dass sich immer nur ein Elektron gleichzeitig in der Apparatur befindet und daher die Interferenz nur eine Interferenz mit sich selbst sein kann. Eine solche Selbstinterferenz ist der klassischen Physik nicht bekannt.

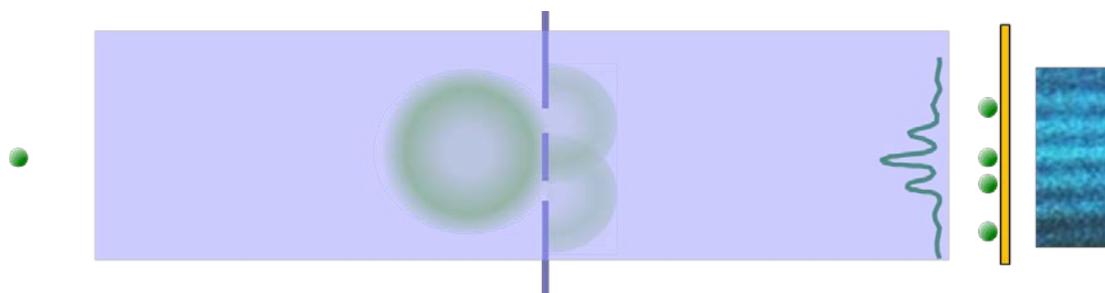


Abb. 4 Erklärung der Entstehung des Streifenmusters durch Interferenz der Wahrscheinlichkeitswellen.

Die Erklärung dazu liefert Abb. 4: Nach der Aussendung des physikalischen, lokalisierten Elektrons von der Wolframspitze verliert es in der ungestörten Umgebung (farbige Fläche) seine physikalischen Eigenschaften und entwickelt sich als Aufenthaltswahrscheinlichkeit in Form einer Kugelwelle. Ähnlich einer Wasserwelle durchdringt die Welle die beiden Spalte

(gleichzeitig – obwohl es sich faktisch nur um ein Elektron handelt!). Hinter der Platte entwickeln sich nun zwei Kugelwellen. Die sich gegenseitig durchdringen und dadurch das bekannte Interferenzmuster (grüne Kurve) bilden. Da es sich jedoch nur um ein Elektron handelt, kann es am Detektor auch nur einen Auftreffpunkt geben. Die ganze Information des Interferenzmusters geht also bei der Messung verloren. Die Auftreffwahrscheinlichkeit ist zwar an jedem Ort unterschiedlich, bei einem einzelnen Ereignis kann jedoch im Prinzip jeder Wert angenommen werden. Erst nach dem Durchlauf von Hunderten und Tausenden Elektronen mit identischen Anfangsbedingungen erscheint das ganze Bild des Interferenzmusters. Dieses Bild bzw. die darin enthaltene Gesamtinformation ist vor einer Messung jedem Elektron bekannt. Erst im Augenblick der Messung entscheidet es sich „frei“, an welcher Position es erscheinen will.

Wie der Zusammenhang zwischen den Werten der Aufenthaltswahrscheinlichkeit (bzw. den Informationswerten) und der Entscheidung der Elektronen, einen dieser Wahrscheinlichkeitswerte auch physikalisch anzunehmen (Karl Popper nennt diese Neigung Propensität), zustande kommt, ist völlig unklar und bleibt ein Geheimnis.

Fazit des Doppelspaltversuches:

- Quanten erkunden als Wellenfunktion ihre Umwelt und sammeln /speichern Informationen über sie als neue Wellenfunktion.
- Beim Übergang in die Realität „entscheiden“ sie sich – von außen betrachtet - rein zufällig, aber ihre Entscheidung ist doch an dieser „inneren“ Information orientiert.
- Nach massenhaften Entscheidungen identischer Quanten entsteht das Muster, welches jedes Quant als Wellenfunktion mit sich getragen hat und an dem es sich orientiert hat.
- Die Einzelentscheidungen sind zufällig-chaotisch, aber das Endergebnis hat eine vorgegebene Struktur, und zwar exakt die Struktur der „inneren Stimme“. Man könnte das Ergebnis ein „strukturiertes Chaos“ nennen.

Fazit:

- Quanten sind keine „LEGO-Steine“.
- Quanten haben eine messbare materielle (energetische) Außenseite: Masse, Ladung, Ort, Geschwindigkeit etc. und eine nicht-messbare, nicht-materielle, informationsartige Innenseite ( $\Psi$ ).
- **Quanten sind Prozesse zwischen einer unsichtbaren Innenwelt (Möglichkeitsraum) und der sichtbaren Außenwelt (Realität).**
- Die sichtbare Ebene der Quanten ist die gemessene, objektiv zugängliche. Die unsichtbare Ebene des Möglichkeitsraumes ist objektiv nicht zu verifizieren, aber mathematisch exakt zu beschreiben. Es ist eine der größten Leistungen der modernen Physik, das nicht sichtbare und messbare Innenleben von Quanten mathematisch exakt zu formulieren. Diese mathematische Beschreibung gehört zu

dem Exaktesten, was die Physik zu bieten hat und es ist kein Fall bekannt, in dem die Quantentheorie versagt hat.

- Der Möglichkeitsraum entfaltet sich optimal im Fall von Ungestörtheit.
- Störungen / Messungen verursachen die – von außen betrachtet rein zufällige - Auswahl einer der Möglichkeiten für die Realisierung.

Es stellt sich nun die Frage: Wenn es bei allen elementaren Teilchen so ist, dass sie immer in Bewegung sind, hier verschwinden und dort wieder auftauchen, wieso ist dann die Welt, wie wir sie kennen, die ausschließlich aus diesen Teilchen besteht, so stabil?

Die Lösung dieses Rätsels liegt in der massiven Störung der Quanten durch die hohe Dichte von Teilchen in unserer Umwelt. Als Beispiel betrachten wir die Anzahl von Luftteilchen in einem Kubikzentimeter. Sie beträgt etwa  $10^{20}$  ! Das sind 100 Milliarden Milliarden Moleküle – in einem Kubikzentimeter. Bei solchen Dichten kann sich die Wellenfunktion eines freien Elektrons überhaupt nicht entfalten. Die ununterbrochenen Störungen führen dazu, dass das Elektron immer an seiner Stelle bleibt und z.B. in der mäßig evakuierten Kathodenstrahlröhre eines konventionellen Röhrenfernsehers im elektrischen Feld eine gerade, mit der klassischen Physik berechenbare Bahn vollführt.

Die Stabilität der Atome bzw. die räumliche Fixiertheit von Elektronen in einem Atom ist auf die elektrostatische Anziehung von positivem Kern und negativen Elektronen zurückzuführen. Aufgrund dieser massiven Störung bleiben die Elektronen im Atom relativ gut lokalisiert.

### **3.2.2 Aus zwei wird eins: Das Phänomen der Verschränkung**

Eine wichtige Frage haben wir bisher gelöst: Es gibt am Boden der Wirklichkeit Elemente, die einen tiefen inneren Zusammenhang zwischen materiellen und geistigen Erscheinungen in diesem Universum andeuten.

Was noch fehlt ist ein Verständnis dafür, wie aus den vielen einzelnen Quanten, den man ein rudimentäres Einzel-Bewusstsein zuordnen kann, neue Elemente entstehen, die nicht tausend Einzel-Bewusstseine besitzen, sondern ein neues, einheitliches Einzel-Bewusstsein.

Letztlich ist es die Frage, wie aus Millionen von Einzelzellen, die jeweils ein eigenes Leben mit einem eigenen Bewusstsein haben, ein einziges einheitliches Bewusstsein entstehen kann, von dem wir Menschen Zeugen sind.

Ein in der Physik einzigartiges Phänomen, welches einen plausiblen Lösungsvorschlag zu diesem Problem macht, ist das der verschränkten Quantenzustände.

Dieses Phänomen tritt immer dann auf, wenn zwei Quantenobjekte in starke Wechselwirkung miteinander treten.

Wir wählen dazu zwei Elektronen aus, ein blaues und ein rotes, und betrachten eine Eigenschaft von Elektronen, den sogenannten Spin. Darunter versteht man die Drehrichtung des Elektrons, wobei man sich die Elektronen wie kleine Kreisel vorstellt, die sich entweder links oder rechts herum drehen können. Diese beiden Drehrichtungen bezeichnet man als „spin up“ und „spin down“.

Kommen nun zwei Elektronen in enge Nachbarschaft, so führt das immer dazu, dass sich die Elektronen mit ihren Spins in entgegengesetzter Richtung anordnen: eins in Spin-up-Richtung und eins in Spin-down-Richtung. Dadurch ergeben sich für die Anordnung der beiden Elektronen prinzipiell nur zwei Möglichkeiten (siehe Abb. 5):

Möglichkeit 1: blau hat Spinrichtung up und rot hat Spinrichtung down ( $\Psi^1$ ) oder  
 Möglichkeit 2: blau hat Spinrichtung down und rot hat Spinrichtung up ( $\Psi^2$ ).

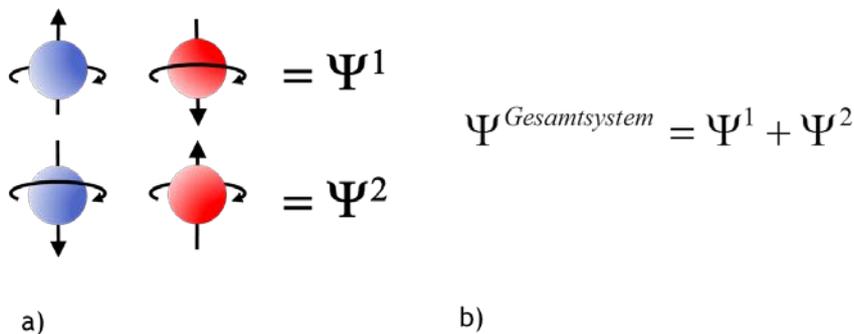


Abb. 5 a) Die zwei Möglichkeiten der Anordnung von zwei Elektronen mit jeweils entgegengesetzter Drehrichtung (Spin) b) Das Gesamtsystem aus zwei Elektronen beinhaltet das gleichzeitige Vorhandensein beider Möglichkeiten  $\Psi^1 + \Psi^2$ .

Nun zeigt sich eine in der klassischen Physik nicht bekannte Besonderheit der Quantenphysik: Hat ein System prinzipiell die Möglichkeit sich in mehreren gleichwertigen Konfigurationen darzustellen, so besitzt es alle diese Möglichkeiten gleichzeitig (Eigenschaft der Superposition). In der klassischen Physik gibt es nur ein: „Entweder / Oder“, in der Quantenphysik dagegen ein: „Sowohl / Als-auch“.

Das „Sowohl / Als-auch“ wird durch die den Gesamtzustand  $\Psi^{\text{Gesamtsystem}}$  als Summe der beiden Möglichkeiten ( $\Psi^1 + \Psi^2$ ) dargestellt. Die Tatsache, dass zwei verschränkte Teilchen nur noch einen gemeinsamen Gesamtzustand besitzen, bedeutet: „Die verschränkten Teilchen können nicht mehr als einzelne Teilchen mit definierten Zuständen beschrieben werden, sondern nur noch das Gesamtsystem als solches.“ (Wikipedia: Verschränkte Zustände). Man kann dieses Ergebnis auch so ausdrücken: Im verschränkten Zustand existieren die beiden Teilchen nicht mehr unabhängig mit all ihren Möglichkeiten als Einzelidentitäten, sondern durch Reduzierung der Anzahl ihrer unabhängigen Möglichkeiten

in miteinander abgestimmte Möglichkeiten gehen die beiden Einzelidentitäten in eine gemeinsame Identität über.

Die gegenseitige Abhängigkeit bei Verschränkung wird folgendermaßen deutlich: Wird eine Messung an einem Objekt (z.B. am roten Elektron) durchgeführt, muss sich das System zunächst für einen der beiden Systemzustände ( $\Psi^1$  oder  $\Psi^2$ ) entscheiden (z.B. für  $\Psi^2$ ). Dann wird das rote Elektron mit Spin up (Pfeil nach oben) gemessen. Durch diese Messung ist „instantan“ (im selben Augenblick) der Zustand des blauen Elektron mit Spin down (Pfeil nach unten) vorprogrammiert – und zwar unabhängig von der Entfernung von rot und blau. Die Konsequenzen werden in Abb. 5 näher demonstriert.

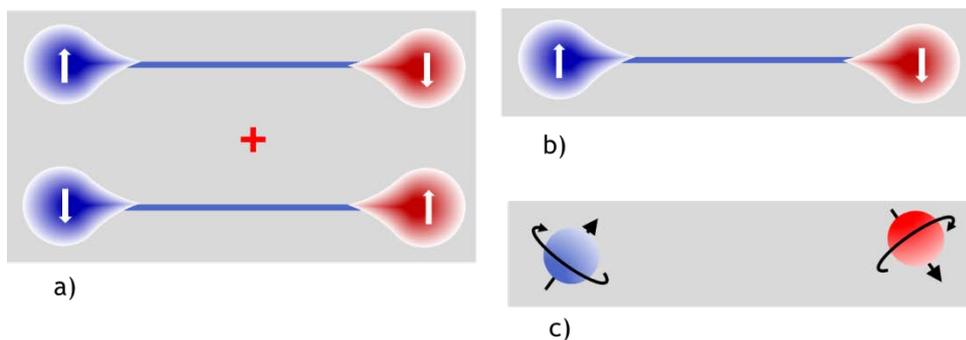


Abb. 6 a) Die beiden Elektronen (rot und blau) werden vorsichtig getrennt, wobei jedes seine zwei Möglichkeiten (Spin up und down) behält. b) Durch eine Messung z.B. am roten Elektron wird sein Zustand festgelegt (hier z.B. Spin down). Damit verschwindet seine zweite Möglichkeit (Spin up). Gleichzeitig verschwindet damit aber auch die Möglichkeit „Spin down“ beim entfernten blauen Elektron. Unabhängig vom Abstand wird also durch die Messung das blaue Elektron instantan (d.h. ohne Zeitverzögerung) in den definierten Zustand „Spin up“ versetzt. c) Nach der Messung ist die Verschränkung zerstört und beide Elektronen sind nicht mehr korreliert und damit unabhängig.

Zunächst ist es sehr erstaunlich beim Phänomen der verschränkten Zustände, dass die beiden beteiligten Objekte lokal getrennt werden können (Abb. 6a), ohne dass der Zustand der Verschränkung verschwindet (wobei jedoch darauf geachtet werden muss, dass die Trennung keine allzu starke Störung darstellt).

Das bedeutet: Unabhängig vom Abstand „kennt“ jedes der beiden Objekte zu jedem Zeitpunkt den Zustand (Spin up oder down) des anderen Objektes und entspricht ihm (durch eigene entgegengesetzte Drehrichtung), d.h. beide sind miteinander korreliert. Erst im Augenblick einer Messung /starken Störung eines der beiden Objekte (in Abb. 6b z.B. des roten Elektrons) muss sich dieses für einen seiner bisher optionalen beiden Zustände entscheiden. In diesem Beispiel wird eine Entscheidung für Spin down angenommen. Mit dieser Entscheidung des roten Elektrons wird aber wegen der Korrelation mit dem blauen Elektron auch gleichzeitig dessen Zustand festgelegt, nämlich in „Spin up“.

Das frappierende an diesem Phänomen ist, dass die Festlegung des Zustandes eines verschränkten Teilchens durch die Messung seines Partners unabhängig vom Abstand der beiden ist und „instantan“, d.h. ohne jede Zeitverzögerung erfolgt.

Durch die Messung und die dadurch bedingte Festlegung der Zustände beider Elektronen ist

der Zustand der Verschränkung beendet und beide verhalten sich anschließend unabhängig voneinander (Dekohärenz) wie isolierte Objekte (Abb. 6c).

Der Abstand verschränkter Objekte könnte das gesamte Universum umfassen und dennoch würde die Verschränkung aufrechterhalten. Ebenso wäre der Zusammenbruch der Verschränkung instantan und unabhängig vom Abstand für beide „spürbar“.

Verschränkung von Quantenobjekten (meistens Photonen) wurde experimentell vielfach nachgewiesen und wird technisch in der Quantenkryptographie zur abhörsicheren Verschlüsselung genutzt.

Fazit:

In verschränkten Systemen existieren zwischen entfernten Objekte intensive Beziehungen (ein „Wissen“ um den anderen) unabhängig vom Abstand und immer exakt gleichzeitig (außerhalb von Raum und Zeit).

Verschränkungen stellen eine völlig neuartige raum- und zeitlose (unphysikalische) Beziehungsebene zwischen zwei Quantenobjekten dar, die auf der Ebene der Einzelobjekte nicht existiert.

Was lernen wir daraus?

- Verschränkung von zwei Quantenobjekten bedeutet zunächst Einschränkung von Freiheitsgraden der Einzelobjekte zugunsten einer „inneren Verbundenheit“ bzw. Korrelation.
- Aus zwei Einzelidentitäten wird eine **neue** gemeinsame Identität. Hier wird die Lösung des Problems sichtbar, wie aus vielen Einzelobjekten mit rudimentären „Einzelbewusstseinen“ eine neues gemeinsames „Bewusstsein“ entsteht.
- Das Phänomen der Verschränkung findet auf der Möglichkeitsebene bzw. auf der Ebene der Wellenfunktionen statt und damit ohne physikalische Einwirkung von Kräften und Energie und unabhängig von Raum und Zeit.
- Messungen bzw. ein objektives Festmachen des Zustandes eines Einzelobjektes zerstören den Zustand der Verschränkung bzw. der inneren Verbindung.

### Vom Quant zum Menschen?

Könnte es sein, dass dieses raum- und zeitunabhängige Beziehungsprinzip der „inneren Verbundenheit“ außer auf der Quantenebene auch auf anderen Ebenen der Wirklichkeit wirksam ist?

Fakt ist zunächst, dass das einzige (Quanten)System, von dem wir Aussagen über eine „innere Verbundenheit“ machen können, der Mensch ist, da nur er Einblick in sein Innenleben hat und nur er diese Einblicke (in begrenztem Umfang) kommunizieren kann.

Der Mensch erfährt sich als ein extrem komplexes System, welches von intensiven Interaktionen zwischen Körper und Geist bestimmt wird. Dabei repräsentiert der Körper die materiell-energetische Seite unseres Selbst, während der Geist die nicht materielle, nicht physikalische und nicht lokalisierbare Größe unseres Selbst darstellt.

Die Parallelen der materiellen und nichtmateriellen Ebenen bei Quantenobjekten mit den körperlich-geistigen Ebenen beim Menschen sind frappierend:

- Beide Ebenen beeinflussen sich gegenseitig sehr intensiv und keine Ebene kann ohne die andere existieren.
- Die geistige-nichtmaterielle Ebene stellt in beiden Systemen den nicht-sichtbaren Möglichkeitsraum dar, der sich sehr flexibel je nach Umgebungsbedingungen immer neu gestaltet.
- Die körperlich-materielle Ebene repräsentiert die konkrete physikalische Umsetzung, die sichtbar und überprüfbar ist.
- Aus der Interaktion der physikalischen Wirklichkeit mit seiner Umgebung (Molekülbildung, Partnerschaft) bilden sich neue Möglichkeitsräume und daraus neue Realisierungen.
- Durch Wechselwirkungen auf physikalischer Ebene entstehen Verschränkungen /Beziehungen, die im geistigen / nicht-physikalischen Raum stattfinden.
- Diese Beziehungen sind raum- und zeitunabhängig.
- Beispiele: Telepathie, psychosomatische Phänomene

### **Vom Quant zum Menschen!**

These: Das Zusammenspiel von Körper und Geist beim Menschen - als dem vorläufigen Höhepunkt der Evolution - weist in seiner grundlegenden Struktur soviel Parallelen mit dem Zusammenspiel von materiell-energetischen Zuständen und den nicht-materiellen, informationsartigen Eigenschaften von Quantenobjekten – den Ausgangsobjekten der Evolution - auf, dass anzunehmen ist, dass auch alle Zwischenstufen der Evolution von dieser grundlegenden Zwei-Ebenen-Struktur nicht-materieller Möglichkeitsräume und ihrer materiellen Realisierung geprägt sind. In besonderer Weise ist diese Struktur für die Erscheinung des Lebens anzusetzen. Dabei erscheint die materiell-energetische Seite des Lebens in Form von Zellen, während der nicht-materielle Möglichkeitsraum als „Prinzip des

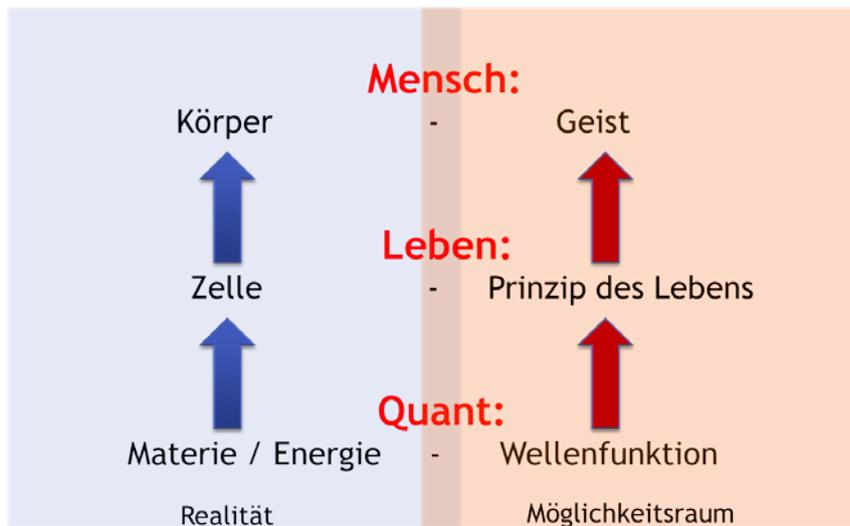


Abb. 7 Die grundsätzliche Struktur einer nicht auflösbaren Interaktion von materiell-energetischer Realität und nicht-materiellem, informationsartigem Möglichkeitsraum, welche die Quantenphysik bestimmt, wird auch auf der Ebene des Menschen als Körper-Geist-Interaktion wahrgenommen und durch Interpolation auch auf die Ebene des Lebens übertragen.

Lebens“ umrissen werden kann. Zu den wesentlichen Eigenschaften des Lebensprinzips gehört eine gewisse Abgrenzung von der Umgebung (durch die Zellmembran), die auch als „Individuums-Bildung“ interpretiert werden kann. Weiterhin ist ein zur Nährstoffaufnahme und Entsorgung von Schadstoffen ein gezielter Austausch mit der Umgebung notwendig (Metabolismus). Eine ganz wichtige einzigartige Eigenschaft von Leben ist schließlich die Vermehrung, d.h. die Weitergabe des Lebens, und zum Schluss das programmierte Absterben.

Mit der These der Zwei-Ebenen-Struktur allen Seins, die bis auf die Ebene der Quanten hinabreicht, erhält die Theorie des Panpsychismus die entscheidende Schnittstelle zur physikalischen Welt: Die Phänomene des Geistes sind nicht zufällig und als Abfallprodukt oder Epiphänomen der Gehirnaktivität entstanden, sondern sind bereits rudimentär in den Strukturen der materiellen Welt vorhanden. Sie haben sich in ihrer vollen Form erst durch extreme Komplexifizierung im Laufe der Evolution deutlich erkennbar herausgebildet. Das Universum kann somit als ein lebendiges und bewusstes System in Evolution angesehen werden mit dem Ziel, die intrinsischen Eigenschaften von Leben und Bewusstsein auch explizit in Form von Pflanzen, Tieren und Menschen hervorzubringen.

### Gott in Allem

Wenn nun alle Erscheinungen im Universum auf einer intensiven Wechselwirkung zwischen materiell-energetischer und nichtmateriell-geistiger Wirklichkeit beruhen, sollte dann nicht auch der Ursprung von Allem, Gott, diese Struktur aufweisen? Wenn alles aus Gott kommt, kann denn das Universum mehr sein als ein Spiegel des Göttlichen unter den begrenzenden Bedingungen der Endlichkeit?

Übertragen wir nun das gefundene Zwei-Ebenen-Schema auf Gott, so drängt sich der Vergleich des Möglichkeitsraumes mit dem Geist Gottes auf: Gottes Geist als Raum der unendlichen Möglichkeiten, der das göttliche Prinzip des Lebens und des Bewusstseins enthält, und die Triebkraft zur Entfaltung der Evolution in Richtung auf die göttlichste aller Eigenschaften, die Liebe, darstellt. (Abb. 8)



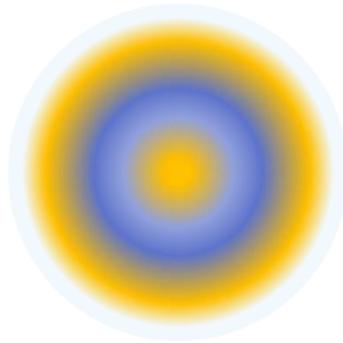
Abb. 8 Das Zwei-Ebenen-Schema der Interaktion von materiell-energetischer Realität und nicht-materiellem, geistigen Möglichkeitsraum wird als Spiegel der inneren Struktur Gottes angesehen.

Die Notwendigkeit einer konkreten materiell-energetischen Umsetzung des göttlichen Prinzips scheint ebenfalls in Gott verankert zu sein, denn sonst gäbe es unser konkretes Universum nicht. Gott ist Schöpfer von seinem Wesen her – und nicht nur Schöpfer unseres Universums. Er hat immer geschaffen und wird immer schaffen – auf welche Weise, wissen wir nicht. Wir haben als Beispiel seiner materiell-energetischen Eigenschaften nur das gigantische Wunderwerk unseres Universums

### 3.3 Hinweise auf plausible Antworten aus dem Bereich der Theologie

Nachdem mittlerweile vielen Theologen klar geworden ist, dass die theistische Welt- und Gottessicht nichts erklärt und in sich nicht schlüssig ist ( z.B. D. Steindl-Rast: „Der Theismus bricht von innen her zusammen. Das ist ein Prozess, den nichts aufhalten kann.“ (CIG, 39 /2003)), gibt es eine theologische Bewegung, die sich stark an der Prozessphilosophie von Alfred North Whitehead orientiert. Vertreter dieser sog. Prozesstheologie gehen davon aus, dass Gott nicht statisch unveränderlich und unempfindlich ist, sondern selber als Prozess verstanden werden muss: Gott ist Prozess. Er entwickelt sich in und mit der Welt, ist aber nicht auf diese Welt beschränkt. Diese theologische Richtung, die u.a. von dem amerikanischen Theologen Charles Hartshorne entwickelt wurde, steht in enger konzeptuelle Nähe zum Pan-en-theismus. Die wörtliche Übersetzung des Begriffes „Pan-en-theismus“ bedeutet: „Alles-in-Gott“. Damit ist gemeint: Das gesamte Universum befindet sich in Gott bzw. es gibt nichts außerhalb von Gott, Gott ist in der gesamten Schöpfung anwesend, aber – und das unterscheidet den Panentheismus vom Pantheismus - Gott reicht über die Schöpfung / Welt / Universum hinaus. Gott ist nicht auf dieses Universum bzw. auf seine Schöpfung begrenzt.

Diese Sichtweise soll durch die schematische Kreisgrafik in Abb. 7 ausgedrückt werden: Das blaue Universum befindet sich innerhalb der orangefarbenen Göttlichkeit; aber auch innerhalb der Schöpfung ist die orangefarbene Göttlichkeit präsent. Man könnte auch sagen: Durchdrungen von Gott befindet sich die gesamte Schöpfung innerhalb von Gott.



*Abb. 9 Schematische Darstellung der panentheistischen Grundstruktur: Die geschaffene Welt (blau) befindet sich vollständig in Gott (orange); Gott ist aber auch in der Welt präsent und reicht über die Welt hinaus.*

### **Beispiel: Charles Hartshorne**

Die Ideen Hartshornes, die – wie gesagt – zum Teil auf der Prozessphilosophie von A. North Whitehead basieren, sind im deutschen Sprachgebiet besonders von Prof. Klaus Müller an der Theologischen Fakultät der Universität Münster aufgegriffen und weiterentwickelt worden. In diesem Zusammenhang ist besonders die am Lehrstuhl von Prof. Müller entstandene Dissertation von Julia Enxing zu erwähnen, die den bezeichnenden wie programmatischen Titel trägt: „Gott im Werden“ /6/. In dieser Arbeit charakterisiert sie den Ansatz Hartshornes folgendermaßen: „Hartshorne entwickelt eine Gotteslehre, die das Verhältnis zwischen Gott und Welt als ein partnerschaftliches denkt. Sie wahrt die Freiheit der Geschöpfe und denkt die liebende Einflussnahme Gottes auf die Welt neu.“(S.20)

In dem Buch „Perfect Changes“, welches von Klaus Müller und Julia Enxing zur Verbreitung der Religionsphilosophie Charles Hartshornes herausgegeben wurde /7/, entwickelt der Philosoph Santiago Sia auf S. 38 ein sehr schönes Gottesbild, welches mit der Prozesstheologie kompatibel ist: „Der im Mutterleib wachsende Fötus könnte eine gute Analogie sein, um Gottes fortwährende Beteiligung an der Schöpfung zu erklären. Genau wie der Fötus von, durch und in der Mutter ernährt wird, so wird die Welt kontinuierlich innerhalb des göttlichen Körpers geschaffen und wieder erschaffen. Und genauso wie der Fötus in ihrem Leib das Leben einer Frau bereichert, indem er sie zur Mutter macht, so trägt die Welt, die im „Leib des Schöpfers“ wächst, zum göttlichen Leben bei, indem er es mit neuen Erfahrungen bereichert.“

## **4. Mystiker haben es immer schon gewusst**

Mystikern aller Zeiten waren diese Erkenntnisse durch eigene tiefe spirituelle Erfahrungen bekannt. Beispielhaft möchte ich einen Text von Willigis Jäger, einem bedeutenden zeitgenössischen Mystiker anführen:

„Gott offenbart sich im Baum als Baum, im Tier als Tier und im Menschen als Mensch. Er ist die Symphonie, die erklingt. Der Komponist steht nicht außerhalb und dirigiert. Er erklingt als diese Symphonie. Er ist ihre Musik, und alle Formen sind nur Noten. Was wir Gott nennen, erschafft sich Augenblick für Augenblick neu.“

## 5. Zusammenfassung: Ein neues Gottesbild – GOTT IN ALLEM

- Gott ist in ALLEM - in der Materie, den Pflanzen, den Tieren und im Menschen – immer als Wechselspiel zwischen den unsichtbaren Möglichkeiten (dem treibenden Geist) und der sichtbaren, konkreten Realisierung (Schöpfung).
- ALLES befindet sich im Werden, in einem Prozess, in einer Evolution: der ganze Kosmos und mit ihm auch Gott.
- Ziel der kosmischen Evolution ist die Gottwerdung (Theosis) des Kosmos durch liebesfähige Menschen.
- Durch diesen Prozess der Gottwerdung kommt Gott zu sich selber.
- „Der Kosmos ist Gottes geheimnisvoller, mystischer, noch im Werden begriffener Leib.“ (P. Teilhard de Chardin)

Beim Nachdenken über ein Gottesbild, welches plausibel und mit der Prozesstheologie kompatibel ist, also eines Gottes, der die Welt umfasst, aber auch gleichzeitig in der Welt vorhanden ist, ist auch mir das Bild von Gott als einer schwangeren Frau gekommen, die das sich entwickelnde und werdende Leben in sich trägt. Dieses wird von der Mutter genährt



Abb. 8 Das Bild Gottes als das einer schwangeren Frau, in der neues Leben heranwächst.

und die Empfindungen der Mutter von Freude und Leid werden auch von ihm miterlebt, wenn auch nicht so bewusst. Wie der Status des Fötus im Mutterleib, so ist auch der Status unseres Universums als ein vorläufiger, ein Im-Werdender zu betrachten.

Ich war überrascht und sehr erfreut, als ich von diesem Bild bei Santiago Sia (s.o.) las, der

berichtet, dass bereits Arthur Peacock dieses Bild in seinem Buch „Intimations of Reality“ benutzt habe.

Ein besonders begnadeter Mystiker war der Autor des Psalms 139, der vor ca. 2500 Jahren gelebt haben soll. Seine spirituelle Erfahrung deckt sich in besonderer Weise mit dem neuen, alten Bild von Gott als einer Frau, die mit uns und dem Universum schwanger ist:

*„5 Du umschließt mich von allen Seiten und legst deine Hand auf mich.*

*6 Zu wunderbar ist für mich dieses Wissen, zu hoch, ich kann es nicht begreifen.*

*7 Wohin könnte ich fliehen vor deinem Geist, wohin mich vor deinem Angesicht flüchten?*

*8 Steige ich hinauf in den Himmel, so bist du dort; bette ich mich in der Unterwelt, bist du zugegen.*

*9 Nehme ich die Flügel des Morgenrots und lasse mich nieder am äußersten Meer,*

*10 auch dort wird deine Hand mich ergreifen und deine Rechte mich fassen.*

*11 Würde ich sagen: «Finsternis soll mich bedecken, statt Licht soll Nacht mich umgeben»,*

*12 auch die Finsternis wäre für dich nicht finster, die Nacht würde leuchten wie der Tag, die Finsternis wäre wie Licht.*

*13 Denn du hast mein Inneres geschaffen, mich gewoben im Schoß meiner Mutter.*

*14 Ich danke dir, dass du mich so wunderbar gestaltet hast. Ich weiß: Staunenswert sind deine Werke.*

*15 Als ich geformt wurde im Dunkeln, kunstvoll gewirkt in den Tiefen der Erde, waren meine Glieder dir nicht verborgen.*

*16 Deine Augen sahen, wie ich entstand, in deinem Buch war schon alles verzeichnet; meine Tage waren schon gebildet, als noch keiner von ihnen da war.*

*17 Wie schwierig sind für mich, o Gott, deine Gedanken, wie gewaltig ist ihre Zahl!*

*18 Wollte ich sie zählen, es wären mehr als der Sand. Käme ich bis zum Ende, wäre ich noch immer bei dir.“*

## Zitierte Literatur

- /1/ Hans-Rudolf Stadelmann, *Im Herzen der Materie, Glaube im Zeitalter der Naturwissenschaften*, WBG, 2007
- /2/ Matthias Kroeger, *Im religiösen Umbruch der Welt: Der fällige Ruck in den Köpfen der Kirche*, Kohlhammer, 2004
- /3/ Thomas Nagel, *Geist und Kosmos, Warum die materialistische neodarwinistische Konzeption der Natur so gut wie sicher falsch ist*, Suhrkamp 2013
- /4/ Marcus Knaup, Tobias Müller und Patrick Spät (Hg.), *Post-Physikalismus*, Verlag Karl Alber, 2011
- /5/ Gernot Münster, *Quantentheorie*, Verlag de Gruyter, 2010
- /6/ Julia Enxing, *Gott im Werden, Die Prozesstheologie Charles Hartshornes*, Verlag Friedrich Pustet, 2013
- /7/ Julia Enxing, Klaus Müller (Hg.), *Perfect Changes, Die Religionsphilosophie Charles Hartshornes*, Verlag Friedrich Pustet, 2012