

Dr. Carlos Calvet

# Über die Möglichkeit interstellarer Kommunikation und Raumfahrt

Etliche Physiker betonen, dass unsere Zivilisation auf der Erde, wegen den unermesslichen astronomischen Distanzen, für Außerirdische nicht erreichbar sei. Demzufolge wären alle UFO-Sichtungen und Überlegungen bezüglich fremder Besucher nur Täuschungen, Fehlinterpretationen oder sie fielen unter die Bezeichnung „unbekanntes Phänomen“. Tatsächlich ist es so, dass die ca. 15 Milliarden Lichtjahre, die dem Universum als Durchmesser zugesagt werden, unermesslich sind. Was mag dieser gigantische Raum alles enthalten?

## Entfernung und Geschwindigkeit als Hindernis

Das Licht benötigt acht Minuten, um von der Sonne zur Erde zu gelangen. Wir benötigen Wochen, um dieselben 150 Millionen Kilometer mit unseren Sonden zu bewältigen. Entsprechend ist selbst der unserem Sonnensystem am nächsten stehende Stern – Proxima Centauri - in vier Lichtjahren Entfernung mit herkömmlichen Mitteln gar nicht erreichbar, geschweige denn Andromeda – 1 Million Lichtjahre entfernt –, um nur zwei Beispiele zu nennen. Ein weiteres Hindernis scheint bislang zu sein, dass es keine Geschwindigkeit gibt, die schneller als das Licht ist. Diese Erkenntnis haben wir unter anderem Albert Einstein zu verdanken, der in seiner Speziellen Relativitätstheorie einst darlegte, das Licht bestünde aus so schnellen Quanten, dass keine anderen Quanten sie überholen könnten. Die Spezielle Relativitätstheorie gilt bis heute.

Trotzdem hält sich seit Jahrzehnten hartnäckig die Meinung, wir würden von Wesen fremder Planeten be-

sucht oder es gäbe Kontakte, welcher Art auch immer.

Unterschiedliche Auffassungen von der „Realität“ gibt es auch in der Physik. Zum einen ist da die Quantenfeldtheorie, die besagt, alle physikalischen Kräfte entstünden aus der Wechselwirkung von Körpern anhand virtueller und/oder realer Teilchen („virtuelle“ Gravitonen, Photonen sowie „reale“ Vektorbosonen und Gluonen), die eine Annäherung (Anziehungskraft) oder Abstoßung der jeweiligen Körper durch ein quasi einfach anmutendes Rückstoßprinzip bewirken.

Andererseits wird an der Allgemeinen Relativitätstheorie festgehalten, nach der es prinzipiell keinen Quantenaustausch gibt, sondern alles nur eine Frage der Geometrie des Raumes sei. Zwei Körper ziehen sich an oder stoßen sich ab, nicht wegen des Rückstoßprinzips der virtuellen Austauschquanten, sondern weil sie „Rampen im Raum“ hinabfallen bzw. hinaufsteigen und so angezogen oder abgestoßen würden. Diese Rampen entstünden - so Einstein -, wenn eine Masse den Raum um sich herum krümmt (s. Abb. 3). Tatsächlich konnte man den Effekt der Lichtkrümmung um die Sonne herum messen, was die Wahrhaftigkeit der Allgemeinen Relativitätstheorie zu untermauern scheint, obwohl es für alle Phänomene auch andere glaubwürdige Erklärungen gibt [1].

Welche Theorie ist nun besser? Bisher war es die Quantenfeldtheorie, die eine Präzision von  $1:10^{11}$  erreicht. Doch Messungen an fernen Neutronensternen geben nunmehr der Allgemeinen Relativitätstheorie recht, da diese eine Präzision von mindestens  $1:10^{14}$  erreicht und hierbei die ge-

messene Genauigkeit anscheinend nur von der Perfektion der eingesetzten Atomuhren abhängt.

## Kosmologische Modelle

Bereits die eben angedeuteten physikalischen Theorien sind schwer zu verstehen. Doch es wird noch komplizierter. Die sogenannten Stringphysiker haben eine Theorie entworfen – die Stringtheorie -, die Stephen W. Hawking so erklärt: „Das grundlegende Objekt ist nicht das Teilchen, das nur einen einzigen Punkt im Raum einnehmen kann, sondern etwas, das eine bestimmte Länge besitzt, aber sonst keine weitere Dimension - wie ein unendlich dünnes Saitenstück, im Englischen als ‚string‘ bezeichnet ... Ein Teilchen nimmt in jedem gegebenen Augenblick einen Punkt des Raumes ein ... Ein String nimmt zu jedem gegebenen Zeitpunkt eine Linie im Raum ein.“ Teilchen wären demnach nichts weiter als sich schnell bewegende „Strings“ im Raum.

Die Natur eines Strings ist dabei so, dass es einen Körper in zehn bzw. elf Raumdimensionen darstellt. Die Stringtheorie versucht die Quantenfelddynamik mit der Generellen Relativitätstheorie zu verbinden und strebt dabei eine sogenannte „Große Vereinheitlichung“ an, in der alle vier physikalischen Naturkräfte (Gravitation, Elektromagnetismus, schwache und starke Wechselwirkung) eins sind. Und obwohl bereits einige Erfolge erreicht wurden, beruhen viele Lösungen auf trivialen Konstanten und entziehen somit der Theorie die erforderliche „Schönheit“. Damit ist die Prämisse gemeint, dass die Wahrheit stets einfach und einleuchtend sein muss - ansonsten ist sie vermutlich falsch.

Die meisten Kosmologen unterstützen dessen ungeachtet die Stringtheorie, in der das Modell des Urknalls tatsächlich ein überdimensionales Teilchen vorsieht, das in einer Urexplosion das gesamte Universum geschaffen hat. Nehmen wir einmal an, das Urteilchen hätte 13 Dimensionen gehabt. Bei der Entstehung des Universums hätten sich während der Abkühlung die ehemaligen 13 Dimensionen in zwei Gruppen aufgeteilt: Die eine Gruppe – mit drei Dimensionen (Höhe, Länge, Breite) – wäre makroskopisch geblieben und hätte den Raum um uns herum geschaffen. Die restlichen zehn Dimensionen wären in sich zusammengefallen und hätten die unzähligen mikroskopischen Räume geschaffen, in denen nun Strings eingefangen sind und die wir Elementarteilchen nennen. Sie wären daher ein Überbleibsel des Urknalls.

## Chaostheorie

Offenbar kann sich der gesunde Menschenverstand aber nicht mit aufgezwungenen Theorien zufrieden geben; daher gab es in den letzten Jahren in der Wissenschaft einen regelrechten Boom an neuen Ideen. Eine dieser Theorien ist die Chaostheorie. Sie basiert auf der mathematischen Grundlage der Fraktale, nach der es keine Körper mit einer eindeutigen Anzahl an Dimensionen (Höhe, Länge, Breite) gibt, sondern alle Körper wegen ihrer geometrischen Unperfektion mehr als nur dreidimensional sind. Zudem ist die Strecke zwischen zwei Punkten in der Realität nicht etwa durch eine perfekte Gerade gekennzeichnet, sondern die Linie zieht sich gekräuselt durch alle realen Unebenheiten - wie Risse im Boden, Löcher in Steinen oder Hohlräume in Luftblasen - so dass der tatsächliche Abstand zwischen zwei Punkten größer ist als die perfekte Gerade.

Schon seit den 30er Jahren vermutet man, dass Elementarteilchen keine punktförmigen Körper, sondern lediglich Wellen im Raum sind. Quanten entstünden, gemäss dem Chaosprinzip, durch das Zusammentreffen von freien Quantenwellenfronten, und so bildeten sich im Raum, was wir „Elementarteilchen“ nennen. Demnach gäbe es also keine „Mate-

rie“ an sich, sondern sie wäre lediglich das Resultat sich so schnell hin- und herbewegender Raumwellen, dass sie uns tatsächlich „solide“ erscheint.

Genauso wie ein Ameisenvolk als eine chaotische Zusammenkunft von einzelnen Ameisen zu verstehen ist, die untereinander in Wechselwirkung stehen und daher imstande sind, eine gut funktionierende Gruppe zu bilden, können auch chaotische Zustände der Physik (Quantenwellenfronten) ein geordnetes Universum (Elementarteilchen) schaffen – so wie wir es heutzutage kennen. Kreativitätsloses Chaos entstünde also nur, wenn wir Wechselwirkungen ignorieren und nur einen Teil des Ganzen in Betracht ziehen.

## Leere, Licht und Materie

Eine weitere Bereicherung der konventionellen Physik bestand darin, dass bereits zur Mitte des 20. Jahrhunderts eine neuartige Kraft entdeckt wurde, die es vermag, zwei sich abstoßende, elektrische Leiter gegenseitig anzuziehen. Diese Kraft – heute bekannt als „Casimir-Effekt“ – war der Anfangspunkt für die Erforschung des Quantenvakuums. Schon seit der Heisenbergschen Unschärfereleation wissen wir, dass es in der Welt der Quanten eine bestimmte Unschärfe gibt, wenn wir versuchen, die Quanten ganz genau zu beobachten. Es ist so, als ob unsere Sinne nicht für derartige Vollkommenheit geschaffen seien und uns nur noch verzerrte Bilder von der Realität liefern – so wie ein Taucher unter Wasser ohne Taucherbrille auch nur Verzerrungen zu sehen vermag. Und wenn man die Unschärfereleation auf die absolute Leere des Raumes überträgt, kommt man zum Schluss, dass der Raum gar nicht leer sein kann, denn das würde gegen das Prinzip der Unschärfe verstoßen, da kein Wert exakt Null sein kann, denn dann würde der Wert ja nicht der natürlichen Unschärfe nach schwanken.

Das hat einige Physiker dazu verleitet, die Energie zu berechnen, die demnach in der absoluten Leere des Raumes existiert, und sie haben dabei einen unglaublich hohen Wert von ca.  $10^{115} \text{ Jm}^{-3} \text{ s}^{-1}$  gefunden, legt man die Plancksche Schwingungsfrequenz zugrunde. Das bedeutet, dass das ab-

solute Vakuum *Aberbillionen mal mehr Energie* enthält als solide Materie!

Auch hier sind sich die Fachleute uneins. Während einige Physiker sich bereits anstrengen, diese Energie für uns nutzbar zu machen, gibt es andere, die behaupten, die Heisenbergsche Unschärfe dürfe man nicht wortwörtlich nehmen. Sie wäre nicht etwa das Resultat von den vermuteten Nullpunktfeldschwankungen, sondern lediglich ein mathematisches Artefakt – genauso wie ein Logarithmus oder die Zahl „Unendlich“. Dessen ungeachtet bleibt jedoch der Casimir-Effekt eine Kraft, die nachweislich direkt aus dem Quantenvakuum entspringt - ein unendlich großer, unsichtbarer Raum - hier mitten unter uns!

Auch die hartnäckige und aller menschlichen Logik sich entziehende Behauptung Einsteins, die Geschwindigkeit des Lichts könne nicht übertroffen werden, gerät immer mehr unter Beschuss: Einerseits gibt es den Tunnel-Effekt, der es Teilchen erlaubt, durch sogenannte „verbotene Wege der Raumzeit“ und ohne Zeitverluste, von einem Ort zu einem anderen zu „tunneln“. Andererseits gibt es auch Experimente, die beweisen, dass zwei untereinander gekoppelte Photonen offenbar ohne Zeitverluste Informationen austauschen, so dass beide exakt die selben Bewegungen in einem Schaltkreis durchführen, egal wie weit entfernt sie voneinander sind.

Zwar verteidigen sich die orthodoxen Anhänger der Speziellen Relativitätstheorie, indem sie sagen, dass die experimentellen Bedingungen nicht den Einsteinschen Aussagen widersprechen, da es sich bei der Überlichtgeschwindigkeit lediglich um eine „Gruppengeschwindigkeit“ und nicht um die tatsächliche Geschwindigkeit des Teilchens als Ganzes handelt; das Teilchen als Ganzes übersteige niemals die Lichtgeschwindigkeit, sondern nur gewisse Wellenfronten. Andererseits würde es aber ja auch genügen, nur einen Teil eines Photons in einem Augenblick nach Andromeda zu schicken, um dort mit eventuellen Wesen zu kommunizieren. Es gibt daher also einen Weg, den Weltraum ohne Zeitverluste zu durchqueren - zumindest für Quanten.

Letztendlich gelang 1995 das

schier Unglaubliche: Zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit wurde eine Temperatur von *einem Milliardstel Grad über dem Absoluten Nullpunkt* erreicht. Unter diesen Bedingungen konnte man die Vorhersage von Bose und Einstein bestätigen, nach der sich Atome in Materiewellen verwandeln, als wären sie Licht. Das bestätigte wiederum die Auffassung, Materie wäre nichts weiter als konsolidierte Wellen im Raumgefüge.

Mit Helium kann man bereits bei 2-3°K eine Kondensation als sogenanntes „Superfluid“ erreichen; das ist eine Flüssigkeit, in der – genauso wie beim obigen „Bose-Einstein-Kondensat“ – sich Atome in Quanten verwandeln und daher der gewöhnlichen Materie Quanteneigenschaften verleihen. Ein Superfluid ist unter anderem in der seltsamen Lage, aus eigener Kraft aus einem Behälter zu schlüpfen, also die Wände des Behälters emporzusteigen, um sich dann wiederum aus eigener Kraft vom Behälter zu entfernen. Superfluide sind zudem so labil, dass selbst Licht imstande ist, das Medium aus einem Behälter zu verdrängen - etwas bisher absolut Einzigartiges in der Natur! Das alles macht uns klar, dass wir die wahre Natur der Dinge bei weitem noch nicht verstanden haben.

## Die Hintergrundfeldtheorie

Aber gerade diese spannende Diskussion um die Natur der Dinge führte mich zu der Frage, ob wir tatsächlich allein im Universum sind und – wenn nicht – ob wir uns gegenseitig besuchen oder auch nur miteinander kommunizieren könnten.

Das erste Ergebnis meiner diesbezüglichen Überlegungen war ein Modell, die sogenannte „Hintergrundfeldtheorie“ [2]. Sie ist imstande, mit einfachen Mitteln, die sich allen physikalischen Anstrengungen bisher entziehende *Trägheit* zu erklären, sowie die Gravitation auf eine simple Weise mit dem Elektromagnetismus zu verbinden. Bei der Entwicklung dieses Modells stieß ich ferner auf die Möglichkeit, Prinzipien vorherzusagen, die ein interstellares Raumschiff erfüllen muss, um in der Lage zu sein, zu ferneren Sternensystemen zu gelangen.

Zu meiner Verblüffung war dies

relativ einfach: Prinzipiell besteht dieses „Hintergrundfeld“ aus virtuellen Gravitonen und Strings, die eine durchgehende Matrix bilden. Da alle Materie mit dem Hintergrundfeld wechselwirkt, ist sie einem Widerstand ausgesetzt, der sich uns als „Trägheit“ offenbart. Die kürzlich von E. E. Podkletnov [3] mit einem Superleiter in Finnland entdeckte *Antigravitation (Gravitationsschwächung)* erklärt sich mit dem Modell des Hintergrundfeldes simpel, als eine eingeleitete Umwandlung von virtuellen Gravitonen in virtuelle Photonen, so dass das Gravitationsfeld immer schwächer und das elektromagnetische Feld immer stärker wird. Es wird im Endeffekt Gravitation in Elektromagnetismus umgewandelt. Antigravitation ist also lediglich das Resultat einer fehlenden Anziehung.

Das Hintergrundfeld besteht, wie jedes Feld auch, aus Feldlinien, und zwischen den Feldlinien existiert die *Absolute Leere*. Die Absolute Leere erzeugt keinen Widerstand, so dass in ihr theoretisch eine *unendliche Geschwindigkeit* möglich ist. Es ist vermutlich relativ einfach - Experimenten über den Tunnel-Effekt folgend - Absolute Leere zu erzeugen, indem etwa vor einem Raumschiff der interstellare Raum mit konzentrierten elektromagnetischen Wellen (z.B. Mikrowellen) überflutet wird. Die Wellen drängen dabei die Feldlinien des Hintergrundfeldes auseinander und das Raumschiff gleitet auf der Wellenfront ohne jeglichen Widerstand durch den Raum - theoretisch bis zu einer unendlichen Geschwindigkeit. [4]

Anderenorts [5] habe ich eine Theorie des Hyperraums entwickelt, die sich unter anderem auf den bereits weiter oben beschriebenen Casimir-Effekt stützt. Demnach käme für eine interstellare Raumfahrt nicht nur das Hintergrundfeld in Frage, sondern auch das Quantenvakuum: Bei Null Grad Kelvin offenbart sich uns der makroskopische Hyperraum. Das scheinen jedenfalls die merkwürdigen Quanteneigenschaften der Materie bei fast Null Grad Kelvin und der Casimir-Effekt zu beweisen. Es gibt offenbar eine Kraft, die auf Materie einen Sog ausübt und die direkt aus dem Quantenvakuum entspringt. Folgen wir dieser Kraft, begeben wir

uns in den Hyperraum - einen Ort, der für die Raumfahrt genutzt werden könnte.

Wenn wir etwa in einer Wasserstoffbombe superkaltes Bose-Einstein-Kondensat komprimieren, entstehen bei Null Kelvin keine gewöhnlichen Fusionsprodukte (z.B. Helium) mehr, sondern die Materie verdichtet sich zu superschwerer Materie, analog zu einem Neutronenstern oder einem kleinen Schwarzen Loch. Die so erzeugte superschwere Materie wird durch die enorme Wucht der Explosion aus unserem dreidimensionalen Raum geschleudert und in das überdimensionale Quantenvakuum befördert. Der Grund dazu liegt verborgen in der Mikrostruktur des Raumes, die nicht mehr geradlinig, sondern chaotisch ist und dessen Natur unsere Vorstellungskraft bei weitem übertrifft.

Laut Planck gibt es einen Hyperraum, der alle Energie aufnimmt, die der dreidimensionale Raum nicht mehr auffangen kann. Der Hyperraum ist wie unser Raum, nur hat er offensichtlich mehr Dimensionen, was übrigens mit der multidimensionalen Auffassung des 2000 verstorbenen Northeimer Physikers Burghardt Heim [6] übereinstimmt [7].

In zwei neuen Artikeln [8, 9] ist es mir letztendlich gelungen, anhand der Gravitations- und der Coulombschen Konstante zu beweisen, dass einerseits die Gravitation eine kombinierte Kraft ist, die der neuen Gleichung nach durch Vakuumtechnologie manipuliert werden kann, und andererseits, dass die Raumzeit und das Quantenvakuum zwei *verschiedene Räume* sind.

Der Hyperraum wäre also das ideale Medium zur Bewältigung galaktischer Entfernungen. Nur ein Millimeter im Hyperraum könnte unter Umständen vielen Lichtjahren im dreidimensionalen Raum entsprechen. Die oben erwähnte Hyperraum- bzw. Vakuumtechnologie, verbunden mit der Gravitations- und Hintergrundfeldtechnologie, wäre für uns das ideale Mittel, um das *gesamte Universum* in relativ „kurzer Zeit“ zu bereisen. [10]

## Projekt „Menschheit“

Es gibt viele Anhaltspunkte, die uns zeigen wollen, dass die Physik noch immer in den Kinderschuhen



steckt. Wir dürfen daher nie wieder den groben Fehler begehen, zu verkünden, sie wäre schon bald vollendet oder das Unbekannte sei nicht möglich. Es ist jedoch nicht so, dass wir noch viele Millionen Jahre Evolution abwarten müssen, um die wirkliche Natur der Dinge zu begreifen. Ganz im Gegenteil: Wir können die Realität zu jeder Zeit begreifen, insofern wir dazu bereit sind.

Unser Problem ist es, dass wir uns vorstellen, wir würden alles Wissenswerte erfahren. Nichts falscher als das! Ich bin zu der Auffassung gelangt, dass, genauso wie das Römische Reich an seinem eigenen Reichtum unterging, wir an unserem eigenen Wohlstand untergehen könnten, wenn wir nicht begreifen, warum wir überhaupt existieren.

Eine gute Lösung, um unseren eigenen Untergang zu vermeiden, wäre der *Sprung ins All*. Nur so können wir alle Menschen auf der Erde für eine *gemeinsame Sache* engagieren und erreichen, dass wir alle untereinander helfen, Technologien zu entwickeln, die es uns erlauben, zu fernen Sternen zu gelangen oder mit noch ferneren Wesen zu kommunizieren. Das würde uns allen zugute kommen und keinem schaden. Die Weichen stehen gut, um dem *Projekt „Menschheit“* zum Erfolg zu verhelfen. Nach biblischer Sicht gab uns Gott die Freiheit, nach unserem eigenen Willen zu handeln. Mag man nun einer solchen religiösen Auffassung folgen oder auch nicht - im Endeffekt sind wir es also selber, die das große Projekt „Menschheit“ in die Annalen der Kreation niederschreiben.

## Literatur und Anmerkungen

- 1] Diese Phänomene werden u. a. beschreiben von Carlos Calvet in: „Raumfahrzeuge der Zukunft“, Bohmeier Verlag, Lübeck 2000.
- 2] In demselben Werk wird die „Hintergrundfeldtheorie“ ausführlich dargelegt. Siehe auch: Calvet, C.: „The Background Field Theory“. *Journal of Theoretics*, Vol. 1, No. 5, Dez 1999/Jan 2000 (preprint) Calvet, C.: „Detection and Origin of the Background Field“. *Journal of Theoretics*, Vol. 2, No. 4, Aug 2000 (preprint)
- 3] vgl. Jungnickel, H.: „Die Schwerkraft ist keine physikalische Grenze!“ In: Sagen-

hafte Zeiten. Beatenberg 5/2001, S. 13 - 15

- 4] In seinem Buch „Geheimtechnologien. Von Nanomaschinen über Quantencomputer bis zur interstellaren Raumfahrt von morgen“, Bohmeier Verlag, Lübeck 2001, recherchiert Dr. Calvet die zukünftige Raumfahrt anhand der „Physik von morgen“.
- 5] Calvet, C.: „Hyperraum“, Argo Verlag, Marktobendorf 2001.
- 6] Heim, B.: „Elementarstrukturen der Materie“. Innsbruck 1979
- 7] siehe: Calvet, C.: „Evidence for the Existence of 5 Real Spatial Dimensions in Quantum Vacuum“, *Journal of Theoretics*, Vol.3, No.1, Feb. 2001 (preprint)
- 8] Carlos Calvet, „Gravitation and inertia as a consequence of Quantum Vacuum Energy“, *Journal of Theoretics*, Vol. 4, No. 2, April 2002 (preprint)
- 9] Carlos Calvet, „About the quantum vacuum lepton/photon ratio“, *Journal of Theoretics*, Vol. 4, No. 2, April 2002 (preprint)
- 10] Ferner habe ich in einem letzten Artikel Prinzipien für die Erbauung von Gravitationsaggregaten und des sogenannten „Sternentors“ gegeben.
- 1] Angesichts der gigantischen Entfernungen im Universum behaupten manche Wissenschaftler, die Erde sei von außerirdischen Intelligenzen nicht zu erreichen. Doch die Chancen für eine Kontaktaufnahme stehen gar nicht so schlecht. Gemälde: Andreas von Rényi
- 2] In dem Spielfilm „ET“ versucht ein Außerirdischer „nach Hause zu telefonieren“. Möglichkeiten für eine intergalaktische Kommunikation könnte es tatsächlich geben.
- 3] Der Schauspieler Sir Peter Ustinov erklärt anhand eines Modells, wie ein Körper den ihn umgebenden Raum krümmt und selbst Lichtwellen verzerrt.
- 4] Der deutsche Physiker Werner Karl Heisenberg
- 5] Nobelpreisträger Max Planck.

## Glossar

**Quantum:** Die unteilbare Einheit, in der Wellen ausgesandt und absorbiert werden können.

**Quantenfeldtheorie:** Die Quantenfeldtheorie wurden. Jede Schwingungsart entspricht einem Teilchen (Quark oder Elektron). Die elementaren Bausteine der Natur wären demnach keine punktförmigen Partikeln, sondern Fäden (engl.: strings). Kontinuierliche Felder, die das Wirken von Fernkräften (z.B. Gravitation) erklären, existieren nach dieser Theorie nicht.

**Feld:** Etwas, das Ausdehnung in Raum und Zeit besitzt, im Gegensatz zu einem Teil-

chen, das zu einem bestimmten Zeitpunkt nur an einem Punkt vorhanden ist.

**Graviton** ist die Bezeichnung für ein hypothetisches Teilchen, das die Schwerkraft überträgt.

**Virtuelles Teilchen:** Lassen sich nach der Quantenmechanik nicht direkt entdecken, ihr Vorhandensein hat aber messbare Auswirkungen.

**Wellen-Teilchen-Dualität:** Dieser Theorie nach existiert kein Unterschied zwischen Wellen und Teilchen. Teilchen können sich wie Wellen, Wellen wie Teilchen verhalten.

**Allgemeine Relativitätstheorie:** Naturgesetze sind für alle Beobachter, unabhängig von ihrer Bewegung gültig. Die Gravitationskraft wird als Krümmung einer vierdimensionalen Raumzeit erklärt.

**Spezielle Relativitätstheorie:** Alle Naturgesetze gelten für alle Beobachter unabhängig von ihrer Geschwindigkeit.

**Photon:** Ein Lichtquantum.

**Casimir-Effekt:** Nach dem Physiker Casimir benannter Vorgang, wobei sich z.B. zwei Metallplatten, die sich in einem Vakuum befinden, durch Fluktuationen außerhalb der Platten im Vakuum, und Fluktuationen zwischen den Platten aufeinander gedrückt werden. Diese Kraft wird weder von der Schwerkraft noch von der Elektrizität, sondern vom Vakuum selbst verursacht.

**Quelle:** Breuer, R. (Hg.): Immer Ärger mit dem Urknall. Reinbek 1993. Und Hawking, St.: Eine kurze Geschichte der Zeit. Reinbek 1989

## Buchhinweis

Dr. Carlos Calvet

## Raumfahrzeuge der Zukunft

Bohmeier-Verlag, Lübeck 2000

105 Seiten, 12,90 EUR

ISBN 3-89094-329-2

