

ÜBER DIE „GEQUANTELTE“ WELT

Der Name **Max Planck** (1858-1947) ist sicherlich vielen Menschen bekannt, doch reicht sein Bekanntheitsgrad bei weitem nicht an den „Weltruhmstatus“ Einsteins heran. Wohl kaum einem Menschen wird Einstein unbekannt sein. Gleichwohl steht Max Plancks Wirken im Bereich der Physik dem von Einstein in nichts nach. Fragt man nach dem Wirken Einsteins, so werden zwar die wenigsten Menschen wirklich erklären können was die Relativitätstheorie (allgemeine und spezielle Relativitätstheorie) aussagt, doch zumindest wird nahezu einem Jeden einfallen, dass alles relativ ist, wenngleich die wenigsten wissen was explizit damit gemeint ist. Dennoch genießt Einstein einen Weltruhm-Status, was auch an seinem zu Lebzeiten gepflegten unkonventionellen Auftreten liegen mag. Das Wirken Max Plancks hingegen wird für die überwiegende Weltbevölkerung eher im Dunkel liegen. Der eine oder andere mag den Namen Max Planck mit den Max Planck Instituten assoziieren und einige wenige mit dem Begriff „Quant“, doch eine Erklärung dieses Begriffes fällt dann ungleich schwerer. Was den Wenigsten bekannt ist: Einstein bekam seinen Nobelpreis nicht aufgrund seiner Relativitätstheorie, sondern aufgrund seiner Berechnungen zum Photoelektrischen Effekt auf der Grundlage von Max Plancks Quantentheorie.

Was bedeutet denn nun der Begriff „Quant“? Das Verdienst Plancks ist darin begründet, dass er erkannt hat, dass Licht, bzw. elektromagnetische Wellen im Allgemeinen, „gequantelt“ sind. Wie ist das zu verstehen? Stellen Sie sich eine Taschenlampe vor, mittels derer Sie einen Lichtstrahl in die Dunkelheit des Weltalls „schießen“, um dann die Taschenlampe wieder erlöschen zu lassen. Wie viel Energie steckt nun in diesem Lichtstrahl? Es ist einem jeden klar, dass wir die Energie einer Batterie beanspruchen mussten, um die Lichtwelle zu „produzieren“. Doch wie berechnet man den Energieinhalt der Lichtwelle? Genau diese Möglichkeit der Berechnung des Energieinhaltes von Licht und elektromagnetischen Wellen im Allgemeinen ist das Verdienst von Max Planck. Dabei war es wichtig zu erkennen, dass die Lichtwelle keine ununterbrochene Welle bildet (ein Kontinuum), sondern dass die Lichtwelle aus lauter kleineren „Untereinheiten“ besteht, den sogenannten **Quanten** (lateinisch *quantum* „wie groß“, „wie viel“. Diese Frage stelle sich Max Planck als er darüber nachdachte, wie viel Energie ein solches Wellenteil, also „Quant“, beinhaltet). Diese Quanten (Wellenpakete) machen in ihrer Gesamtheit die Welle aus und verhalten

sich sogar manchmal wie Teilchen (Welle-Teilchen Dualismus). Wie kann man nun den Energieinhalt dieser kleinen „Wellenpakete“ (Quanten) berechnen?

Um das „Strahlungsspektrum eines sogenannten „Schwarzen Strahlers“ erklären zu können war Max Planck eher zufällig (wie er selbst sagte: ...mit einer glücklichen Hand...) auf das sogenannte *Plancksche Wirkungsquantum* ($6,626070040 \cdot 10^{-34}$ **Joulesekunden. Js**) gestoßen. Planck nannte dieses Wirkungsquantum „*h*“ und gab ihm daher das Kürzel „*h*“, da er verzweifelt nach einem „Hilfs“-Wert suchte, der das erwähnte Strahlungsspektrum erklärte. Das *Plancksche Wirkungsquantum* ist, so wie die *Lichtgeschwindigkeit* und die *Gravitationskonstante*, eine universelle Naturkonstante. Mittels dieses „*h*“, konnte Planck den Energieinhalt eines Quants jeder Wellenlänge berechnen. Dazu stellte er das folgende physikalische Verhältnis auf:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

(*h* Plancksches Wirkungsquantum, λ Wellenlänge, *c* Lichtgeschwindigkeit, *f* Frequenz (Schwingungen pro Sekunde))

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass Max Planck die Anwendung des *Planckschen Wirkungsquantums* lediglich auf Wärmestrahlung begrenzt verstand. Einstein erweiterte seine Anwendung auf alle elektromagnetischen Wellen, so auch auf Licht.

Nehmen wir an, wir hätten das Licht unserer Taschenlampe mit einer ganz bestimmten Wellenlänge λ abgestrahlt, sagen wir mit einer Wellenlänge von 500 Nanometer. Das entspricht anders ausgedrückt einer Wellenlänge λ von 500 Milliardstel Meter, also 0,0000005 Meter. Da dieser Wert eher abstrakt anmutet sei gesagt, dass diese Wellenlänge etwa dem mittleren Wellenlängenbereich des Lichtes entspricht. Unsere Sonne hat zum Beispiel ihr Abstrahlungsmaximum bei 500 Nanometer. Wenn man nun diesen *Wellenlängenwert* λ als *Frequenzwert* *f* (Schwingungen pro Sekunde) in die obige Gleichung einsetzt, kann man präzise den Energieinhaltes eines Wellenpaketes (Quants) mit einer *Wellenlänge* von 500 Nanometer bzw. einer *Frequenz* von $6 \cdot 10^{14}$ Schwingungen pro Sekunde berechnen. Ein Quant der Wellenlänge 500nm hat also eine *Frequenz* von 600 Billionen Schwingungen pro

Sekunde und gemäß Plancks Gleichung $E = hf$ einen Energieinhalt von $3,975... \cdot 10^{-19}$ Joule.

Interessanter Weise sind aber nicht nur elektromagnetische Wellen gequantelt. Auch Raum und Zeit sind gequantelt. Es gibt in der Tat eine kleinste Strecke, sozusagen ein Streckenquant ($1,616 \cdot 10^{-35}$ m), auch *Plancklänge* l_P genannt, die man mittels der Naturkonstanten h (*Plancksches Wirkungsquantum*), C (*Lichtgeschwindigkeit*) und G (*Gravitationskonstante*) folgendermaßen ausdrücken kann:

$$l_P = \sqrt{\frac{hG}{2\pi c^3}}$$

Da der Raum durch drei Strecken aufgespannt wird, gibt es auch ein *Raumquant* ($4,224 \cdot 10^{-105}$ m³), auch *Planckvolumen* genannt:

$$l_P^3 = \sqrt{\frac{hG}{2\pi c^3}}^3$$

Außerdem gibt es ein *Zeitquant*, auch *Planckzeit* genannt ($5,391 \cdot 10^{-44}$ sec):

$$t_P = \frac{l_P}{c}$$

Wie man sieht ist die ganze Welt gequantelt. Selbst Raum und Zeit stellen kein Kontinuum dar, sondern sind in der Tat gequantelt.

Doch es gibt auch eine größte Wellenlänge und einen größten Raum. Die größte Wellenlänge wird definiert durch die **größtmögliche Strecke** zwischen zwei Orten im Universum. Stellt man sich den Raum des Universums als Fläche einer imaginären Kugel dar, dann wird deutlich, dass es einen maximalen Abstand zwischen zwei Orten geben muss. So ist der maximale Abstand vom geographischen Nordpol durch den

geographischen Südpol definiert. Geht man darüber hinaus wird der Abstand geringer. Der maximale Abstand zwischen zwei Orten im Universum lässt sich durch die folgende Gleichung darstellen:

$$D_U = \frac{c^2}{g_U}$$

(D_U entspricht der größtmöglichen Distanz zwischen zwei Orten im Universum, C entspricht der Lichtgeschwindigkeit und g_U dem Gravitationspotenzial des Universums)

Da es keine größere Wellenlänge als den maximalen Abstand zwischen zwei Orten im Universum geben kann, können wir die Energie eines Quants dieser maximalen Wellenlänge wie folgt berechnen:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad \lambda_{max} = \frac{c^2}{g_U}$$

Daraus folgt:

$$E_{max} = \frac{hg_U}{c}$$

Da es einen größtmöglichen Abstand zwischen zwei Orten im Universum gibt, also eine maximale Strecke, gibt auch einen größtmöglichen Raum des Universums. Der Raum des Universums ist gemäß Einstein fest definiert und beinhaltet eine fest definierte Masse, die man mithilfe der nachfolgenden Gleichung leicht bestimmen kann:

$$M_U = \frac{c^4}{4Gg_U}$$

Das Volumen, also der Raum des Universums ist gemäß folgender Gleichung entsprechend seinem Gravitationspotenzial fest definiert.

$$V_U = \frac{\pi c^6}{6g_U^3}$$

Was wäre nun, wenn wir annähmen, dass das Universum eine unendliche Masse hätte in einem unendlichen Raum?

Gemäß den letzten beiden Gleichungen würde die mittlere Dichte und damit das Gravitationspotenzial g_U des Universums unendlich klein sein, wenn man annähme, dass das Universum ein unendliches Volumen und eine unendlich große Masse aufwiese (in beiden Gleichungen steht g_U jeweils im Nenner des Bruches und bei unendlich kleinem Gravitationspotenzial werden die Werte für M_U und V_U jeweils unendlich groß). Das wiederum würde bedeuten, dass sich unmöglich Galaxien, Sterne und Planeten bilden könnten, da die mittlere Dichte des Universums unendlich klein wäre und gegen null tendieren würde. Die Dichte des Universums wäre schlicht und ergreifend zu gering um Materieansammlungen jedweder Art zu ermöglichen. Ein solches Universum wäre auf ewig eiskalt. Seine Temperatur läge beim absoluten Nullpunkt von ca. minus 273,15 Grad Celsius. Es wäre tot und es gäbe keine Entwicklung in einem solchen Universum. Eine Entwicklung kann es nur in einem Universum geben das hinsichtlich Raum und Materie begrenzt ist und die Bildung von Galaxien, Sternen und Planeten zulässt.

Es fällt jedoch schwer anzunehmen, dass die Gesamtheit allen Seins in Form einer fest definierten Masse und eines fest definierten Volumens eine Begrenzung fände. Das wäre ähnlich kurzsichtig wie die archaische Vorstellung, dass es nur eine Sonne und eine Erde gäbe und sich alles um diese drehen würde. Damit sich unser Universum so darstellt, wie es sich uns zeigt, ist es allerdings unabdingbar, dass das Universum eine fest definierte Ausdehnung und eine fest definierte Masse hat. Andernfalls wäre auch kein Leben möglich. Daraus ergibt sich eine naheliegende Schlussfolgerung. **Wollten wir die Existenz einer unbegrenzte Masse und eines unbegrenztes Volumens annehmen, dann wäre dies nur möglich, wenn es unendlich viele Universen gäbe, die in ihrer Gesamtheit eine unendliche Masse und ein unendliches Volumen, also einen unendlichen Raum aufweisen würden. Somit wäre unser**

Universum lediglich ein „Universum-Quant“ von unendlich vielen, oder anders ausgedrückt, ein Planck-Universum von unendlich vielen Planck-Universen. Diese Annahme ist jedoch rein spekulativer Natur, da diese zumindest gegenwärtig nicht zu beweisen ist. Die Annahme entspringt jedoch einer simplen Logik und wirft zumindest einen interessanten Aspekt auf.

„Wenn es gut ist, dass diese Welt besteht, so ist es nicht weniger gut, dass auch jede der unzähligen anderen Welten bestehe.“

„Ich halte das Weltall für unendlich, als Schöpfung einer unendlichen göttlichen Allmacht, weil ich es der göttlichen Güte und Allmacht für unwürdig halte, dass sie eine endliche Welt erschaffen hätte, wenn sie noch neben dieser Welt eine andere und unzählige andere erschaffen konnte. So habe ich denn erklärt, dass es unzählige Welten gibt ähnlich dieser...“

„Die allgemeine Meinung ist nicht immer die wahrste.“

Giordano Bruno (1648-1600)

*Dominikaner Mönch, Universalgelehrter, Astronom, Philosoph,
„kirchlich geprüfter“ Ketzer*

Wegen solcher Äußerungen verfügte Papst Clemens VIII. am 20. Januar 1600 die Verurteilung Brunos. Giordano Bruno wurde am 17. Februar des Jahres 1600 auf dem Campo de Fiori in Rom bei lebendigem Leibe öffentlich als Ketzer verbrannt. Das Todesurteil gegen Giordano Bruno wurde erstmals von Papst Johannes Paul II. am 12. März 2000 am “Tag der Vergebung“ öffentlich bedauert. Eine Entschuldigung wurde nicht ausgesprochen.

Der Spiegel schrieb in einem bemerkenswert fundierten Artikel vom 14.02.2000:

„Weder für die Kirche noch für die Naturwissenschaft ist der unendliche Weltseele-Raum des Giordano Bruno eine integrierbare Größe. Denn die herrschende Kosmologie propagiert mit Inbrunst den rundum toten Raum, den Raum ohne Leben und damit ohne Weltseele.“

„Hier liegt die geheime Achse der Anti-Bruno-Koalition von Christen und Mainstream-Kosmologen. Beide eint die ideologisch motivierte Überzeugung von der Nichtexistenz der Weltseele, der Allgegenwart des Lebens.“

Eine bemerkenswerte Feststellung die davon zeugt, dass man zur Jahrtausendwende durchaus noch differenziert denken, schreiben und sogar veröffentlichen konnte, ohne sich der Konspiration verdächtig zu machen oder Gefahr zu laufen als „Verschwörungstheoretiker“ bezeichnet zu werden.