

# Woher kommt die Masse?

Manfred Hörz

Kann man Masse ohne Masse bauen? So fragte Wheeler, wie Frank Wilczek berichtet. Im 10. Kapitel seines Buchs „The lightness of being“ fasst Wilczek eine qualitative Erklärung der Entstehung von Masse, die zuvor aus der QCD per Computer berechnet wurde und weitgehend mit der Empirie übereinstimmt, zusammen:

1. Grundlage ist das Gluonenfeld oder allgemeiner das **Vakuumbfeld** („Grid“). Gluonen haben keine Masse und Quarks so gut wie keine. Dennoch entsteht die Masse aus diesem Feld, wenn es durch die Farbladung eines Quarks angeregt wird. Die Anregung ist eine Störung des Felds. Bleibt diese Störung erhalten und breitet sich naturgemäß über ein unendliches Volumen aus, würde dies unendlich viel Energie benötigen, da Quarks nicht isoliert werden können. Die starke Kraft (Energie) wächst nämlich mit zunehmender Entfernung von der Farbladung und ein freies Quark würde unendliche Energie kosten.

2. Dies wird umgangen durch ein Antiquark mit der entgegengesetzten Farbladung, das sich nahe an das ursprüngliche Quark platziert und so ein Pi-Meson (Pion) bildet. Würde das Antiquark genau am Ort des Quarks sich befinden, würden die unendlich hohen Energiekosten des Quarks und des Antiquarks sich gegenseitig aufheben.

Aber hier kommt die **Heisenbergsche Unschärferelation** ins Spiel:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} .$$

Wäre also die Ortsunschärfe 0, d.h.  $\Delta x = 0$  , so müsste  $\Delta p$  unendlich werden und damit auch die Energie. Die Energie der Störung durch das Quark würde selbst eben soviel Energie bedürfen, um diese aufzuheben.

3. Die Lösung dieses Konflikts besteht in einem Kompromiss. Das Feld folgt dem Nirwanaprinzip oder dem „materialen Prinzip“, versucht also die Störungen zu vermeiden und den ursprünglichen Zustand wieder her zu stellen. Das (aus dem Feld kondensierte, geborene) Quark (und das Antiquark) will frei umherschwirren und folgt dem „tekialen Prinzip“. Um aber die quantenmechanischen Kosten (Heisenberg) zu minimieren, muss das Feld dem Quark und dem Antiquark eine gewisse Freiheit lassen (dynamisches Gleichgewicht). Das bedeutet, dass die Störenergie nicht auf Null gesetzt werden kann. Diese verbleibende Störenergie erzeugt mittels der **Einsteinschen Masse-Energie-Gleichung**

$$m = \frac{E}{c^2}$$

die Masse des Pions, das sich aus dem Quark und dem Antiquark zusammensetzt und eine Art Vibration der beiden ist. Das positive Pion ist beispielsweise



d.h. hat die Wellenfunktion  $|\pi^+\rangle = |u\bar{d}\rangle$  .

Vielleicht verhält es sich aber auch anders. Nach meiner Auffassung könnte aus der oben genannten Einsteinschen Gleichung (EME) und der allgemeinen Relativitätstheorie (ART) die Masse von Elementarteilchen elementarer entstehen, und zwar auch nach dem Wheelerspruch: Masse ohne Masse. Versucht man die EME zu verstehen und nicht nur rechnerisch zu benutzen, so sieht man zunächst, dass die Proportionalitätskonstante zwischen Energie und Masse das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit  $c$  ist. Nicht nur, dass man dadurch Masse als kondensierte Energie verstehen kann (was oft gesagt wird), sondern der Bezug zur Lichtgeschwindigkeit verweist auf die Herkunft der Energie, nämlich auf die des Lichts bzw. der elektromagnetischen Strahlung oder quantentheoretisch auf Photonen, auf das Photonenfeld. Photonen haben bekanntlich die Ruhemasse Null, auch wenn sie Impuls besitzen, sind also reine Energie. Die Formel für kinetische Energie

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \text{ ist der von } E = m c^2 \text{ mehr als ähnlich. In kombinierter Form, d.h. der kompletten}$$

Energie eines bewegten Körpers gilt: Auch die kinetische Energie ist letztlich photonale Energie. Einstein benutzte zur Herleitung seiner Formel auch diesen Zusammenhang.

Meines Erachtens ist *jede* Energieform letztlich photonale Energie<sup>i</sup>. Daher kann in der Einsteinformel das  $E$  immer auf Lichtenergie reduziert werden. Lange Zeit konnte Materie nicht nur durch ausschließlich Photonen hergestellt werden; es bedurfte immer einer schon existierenden Materie sozusagen als Katalysator. Vor Kurzem ist dies nun ohne weitere Materieanwesenheit gelungen: Materie ausschließlich und nur aus Photonen. Wie kann man sich das qualitativ vorstellen? Nach der ART wird die Raumzeit-Geometrie durch Anwesenheit von Masse oder Energie verändert, gekrümmt. Hochenergetische Photonenjets, die aufeinander jagen, krümmen den Raum in unmittelbarer Mikro-Umgebung der Jets in Schlauchform. Beim Zusammenstoß formt sich ein kugelartiges Gebilde, in das die Photonen sich selbst einschließen. Diese Enklave ist bspw. ein Elektron und ein Positron, die in entgegengesetzter Richtung auseinander fliegen. In dieser Mikro-Enklave kreisen die Photonen natürlich mit Lichtgeschwindigkeit. Ihr aufaddierter Impuls (ihre relativistische Masse) ist die Ruhemasse des Elektrons<sup>ii</sup>. Aus keiner Masse wird also auf diese Art Masse. Auf ähnliche Weise erzeugt keine Ladung - Photonen haben bekanntlich keine elektrische Ladung - Ladung. Der Spin der Photonen ( $= 1$ ) ist parallel oder antiparallel zur Flugrichtung. Die gleichartigen, etwa parallelen Spine (spin up) erzeugen (mehrheitlich?) die negative elektrische Ladung, die antiparallelen (spin down) dann die positive Ladung des Positrons. Also auch hier erzeugt die Integration von keiner Ladung die Ladung, so wie die Integration keiner Masse die Masse erzeugt: *ex nihilo esse fit*. Dieses Phänomen gilt sogar noch eine Stufe tiefer.

Das Vakuumfeld, das quantenmechanische Vakuum, gehorcht der Unschärferelation in der Form

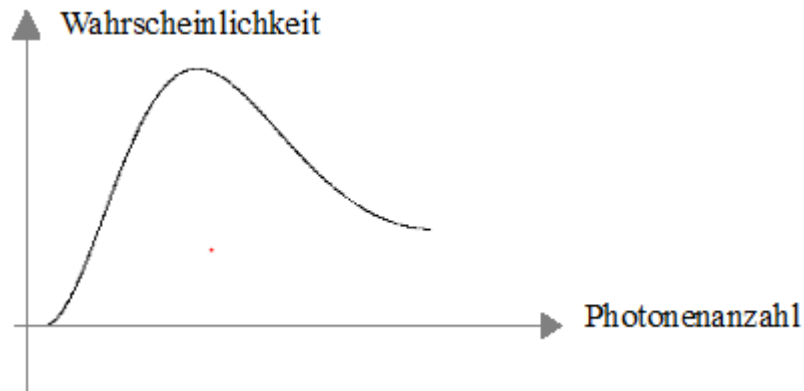
$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{4\pi} \text{ .}$$

In ultrakurzen Zeiteinheiten kann die Energie sehr hohe Werte annehmen, die groß genug sind, um ein virtuelles Teilchen und Antiteilchen zu erzeugen, die jedoch in der selben Zeit schon wieder vernichtet werden. Man nennt das die Fluktuationen (Quantenschaum) des Vakuums. Diese fluktuierende Energie kann aber auch rein, d.h. virtuelle Photonenpaare mit entgegengesetztem Impuls sein, die sich kaum entstanden wieder vernichten und in das Meer des Vakuums in Form einer Schleife zurückkehren.

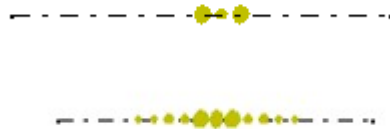


Das ist der zufällige Grundprozess des Vakuums.

Genau genommen ist dieses Bild falsch, da noch kein Raum existiert und auch keine messbare Zeit. Der Raum erzeugt sich schrittweise folgendermaßen. Photonen sind Bosonen und können gleichen Quantenzustand beliebig belegen. Zunächst der Grundprozess der virtuellen Photonen, so wie ich ihn vermute. Photonen stimulieren die Erzeugung weiterer Photonen. Die Anzahl steigt zunächst an („am gleichen Ort“), die Wahrscheinlichkeit der weiteren Zunahme fällt nach einer gewissen Größe aber wieder ab. Etwa so:



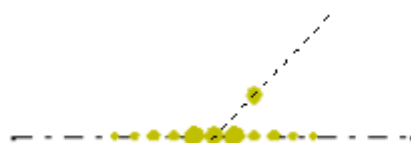
Sie können also prinzipiell beliebig viele „am gleichen Ort“ versammeln, aber die Wahrscheinlichkeit sinkt. Zunächst hat der „Raum“ also die Dimension Null. Ab einer gewissen Anzahl ist der Punkt praktisch gefüllt. Weitere Photonen bilden sich also bevorzugt an einem neuen Ort in der Umgebung, sie schaffen ihn gleichsam.



Für weitere Photonen ist die Wahrscheinlichkeit am größten zwischen den beiden Orten. Denn sie haben die Tendenz, eine Wolke um sich zu scharen. Die fraktale Dimension mit Grenzwert 1 ist geschaffen. Da die Konzentration in der Mitte am größten ist



ist es aufgrund der stimulierten Erzeugung wahrscheinlich, dass sich auch jenseits der Strecke ein



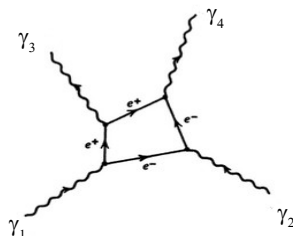
Photonenhäufung breitmacht.

Dies ist der Kristallisationspunkt einer neuen Linie nach dem gleichen Prinzip. So wächst allmählich über Fraktale eine neue Dimension, bis schließlich ein endliches Flächenstück entsteht. Das kann nun beliebig weiter gehen. Selbst wenn wir gegenwärtig drei Raumdimensionen haben, kann bereits in Teilen eine fraktale vierte Dimension vorhanden sein oder gar höhere. So können verschiedene Gebiete existieren mit verschiedenen Dimensionen. Das ist die Entstehung des virtuellen Raums des Vakuums.

Als nächstes Phänomen haben wir die Erzeugung realer Photonen. Dieser Prozess scheint mir, ist wieder ein Integrationsprozess, diesmal aber mit wesentlich höherer und demnach unwahrscheinlicher Konzentration. Gelingt aber einer sehr hohen Anzahl virtueller Photonenpaaren an einem virtuellen Ort diese Energiekonzentration, so bedeutet die Überschreitung eines Schwellenwertes die Geburt eines realen Photons, dessen Vernichtung, d.h. Rückkehr ins Quantenmeer unwahrscheinlicher geworden ist. Das hängt mit der Verschachtelung der damit erzeugten Topologie zusammen. Dieses Photon nun erzeugt in dem virtuell geschaffenen Raum in seiner Umgebung eine Wolke virtueller Photonen, die selbst wiederum das gleiche, aber schwächer tun. Die virtuellen Photonen, die die anderen hervorrufen in einer Wolke, kehren nach getaner Wirkung wieder ins Meer zurück, wie Wellen. Die damit hervorgerufene Propagation breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Diese Propagation ist der Ursprung des Zeitaspekts der Lichtbewegung. Das Vakuum erweist sich somit als der neue Äther, allerdings in virtueller Gestalt. Die Propagation wird wahrscheinlich nur in dem Raum stattfinden, der bereits erzeugt ist. Möglich ist aber auch, dass er neuen hinzufügt. Da die virtuellen Photonen unterschiedlichen Spin besitzen ergibt die Mischung im realen Photon keine elektrische Ladung.

Entsteht nun in einer Umgebung dieses entwickelten Vakuums in ultrakurzer Zeit und in einer winzigen Umgebung eine ultrahohe und demnach sehr unwahrscheinliche Konzentration, so dürfte das einen Kosmos im Vakuum erzeugen: der Urknall. Der Kosmos breitet sich in dem erzeugten Raum des Vakuums aus bzw. schafft mit seiner Ausbreitung neuen. Das dürfte eine Reflexion am Rand des existierenden virtuellen Raumes und eine entgegengesetzte Welle erzeugen. Die Dichteüberlagerung könnte der Ursprung weiterer realer Photonen sein. Der Kosmos selbst, d.h. hier die Gesamtheit der real existierenden Photonen, definiert den realen Raum.

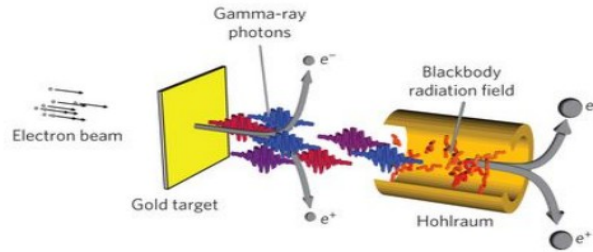
Wie kann man nun die Gravitation sehen? Eine zweite Grundeigenschaft der Photonen ist m.E. die Interaktion zwischen ihnen. Nicht nur, dass ein Photon die Tendenz hat, andere Photonen hervor zuzurufen und so zur Halobildung Anlass gibt, sondern vorhandene Photonen lieben die Gemeinschaft und wechselwirken miteinander. Der physikalische Mainstream meint zwar, dass es eine solche WW nicht gibt oder höchstens eine vermittelte, wie die Photon-Photon Streuung:



Hier erzeugt ein hochenergetisches Photon  $\gamma_1$  ein Elektron und ein Positron. Das Elektron wird von einem zweiten Photon  $\gamma_2$  getroffen und ändert seinen Impuls. Das Positron emittiert ein

Photon  $\gamma_3$  und ändert seinen Impuls, so dass es mit dem Positron zu  $\gamma_4$  annihiliert.

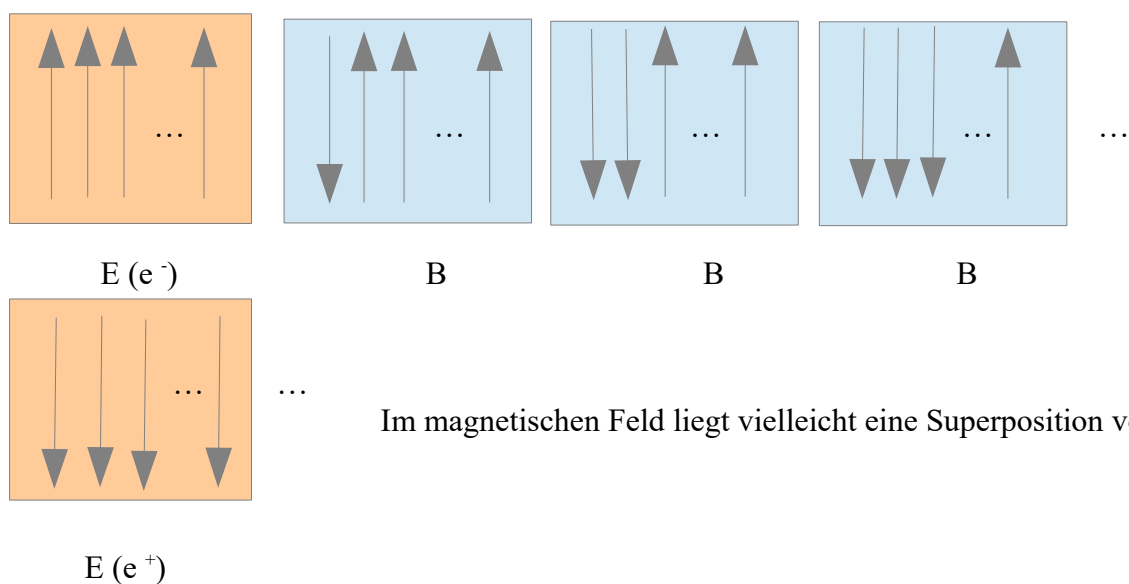
Doch Photonen sind immer noch die am wenigsten verstandenen Objekte. Wie bereits erwähnt, ist neuerdings eine Paarerzeugung Elektron-Positron aus einem Gammaquant auch ohne Vermittlung eines materiellen Objekts (Atomkern) gelungen.



Die Wechselwirkung eines Photons mit Photonen oder Materie (die ja m.E. auch aus Photonen besteht) bedarf wie jeder Prozess eine bestimmte Zeit. Daher ist die Lichtgeschwindigkeit im nicht leeren Raum reduziert. Fliegt ein Photon oder genauer läuft die Welle der Dichteschwankungen der durch das Photon erzeugten virtuellen Photonen an einem massereichen Objekt vorbei, wechselwirkt es mit vielen anderen virtuellen Photonen in der Nähe des Objekts, was die Geschwindigkeit reduziert, was eine Krümmung der Raumzeit bewirkt und so das Photon in Richtung des Objekts ablenkt.

Licht als elektromagnetische Welle ist der Wechsel von elektrischen und magnetischen Feldern. Maxwell: ein sich veränderndes elektrisches Feld erzeugt ein magnetisches, Faraday: ein sich veränderndes magnetisches Feld erzeugt ein elektrisches. Sie erzeugen sich dann zyklisch selber und dieser Wechsel ist Licht. Genauer meine ich, dass ein sich veränderndes elektrisches Feld nicht ein magnetisches erzeugt, sondern dass es ein magnetisches **ist**, und dass das elektrische Feld das ist, was als Photon gemessen wird, während die Bewegung die Welle ist. Gemessen werden letztlich Elektronen. Gleichspinige (etwa alle spin-up) Photonen gewisser Anzahl bilden ein Elektron, die gleichsinnigen, dann down-spinigen ein Positron.

Das sähe etwa folgendermaßen aus:



Im magnetischen Feld liegt vielleicht eine Superposition vor.

Photonen sind „matriale“ Objekte, die lieben, sich gleich zu machen und zu versammeln.

- i Wärmeenergie ist ohne entweder Wärmestrahlung, also elektromagnetische Strahlung und mithin wieder photonale Energieform, oder sie ist kinetische Energie der Teilchen laut kinetischer Gastheorie und damit wieder photonale Energie. Potentielle Energie oder Lageenergie ist potentiell bezüglich der Umwandlung in aktive Energie, wie kinetische Energie, elektrische oder Wärmeenergie, also auch wieder alles photonale Energie. Der Energieerhaltungssatz besagt damit, dass die photonale Energie erhalten bleibt und nur ihre Erscheinungsform verändert.
- ii Dabei geht noch die kinetische Energie von Elektron und Positron ab, die sie bei ihrer Entstehung erhalten. Von außen gesehen ist (von der kinetischen Energie der Teilchen abgesehen) die Enklave bezüglich der inneren Photonen in Ruhe. Diese Masse ist sowohl träge als auch die quantitativ identische schwere Masse. Träge ist sie insofern sie einer Geschwindigkeitsveränderung sich entgegenstellt, da dies eine Veränderung ihrer Umgebung, d.h. ihrer Wechselwirkung mit den sie umgebenden virtuellen Photonen und virtuellen Teilchen. Je größer ihre eigene Masse, desto stärker die Veränderung der Wechselwirkungsrate, die ebenso von der Größe der Beschleunigung abhängt, da auch hier die Veränderung der Wechselwirkungsrate variiert. Die gravitative Masse ist ebenso abhängig von der Umgebung, da es m.E. ein allgemeines Grundprinzip der Photonen ist sich zu größeren Einheiten zu integrieren und je größer die Masse in der Umgebung ist, desto größer die Anziehungskraft. Die Veränderung der lokalen Masse bedeutet ineins auch die Vergrößerung der virtuellen Wolke, die sie umgibt, so dass diese auch die nächste Umgebung in virtueller Hinsicht vergrößert und dadurch eine Dichteschwankung der virtuellen Photonen auslöst, die Gravitationswelle. Jede Veränderung der lokalen Ladung ist auch eine Veränderung der Massenkonzentration, sodass die elektromagnetische Strahlung und die Gravitationsstrahlung die gleiche Ursache hat, nur dass im ersten Fall der Photonenspin verantwortlich ist, im zweiten der Photonenimpuls. Jede Gravitationswelle müsste daher einhergehen mit einer (enorm viel stärkeren) elektromagnetischen Welle und umgekehrt. Das ließe sich theoretisch empirisch testen, auch wenn es bei elektromagnetischen Strahlen quantitativ kaum möglich sein dürfte, da die gravitative Strahlung zu gering ist. Aber bei Gravitationswellen müssten elektromagnetische Wellen eindeutig nachweisbar sein, vorausgesetzt, es handelt sich um geladene Materie.