

## Appendix I

### **Relativitätstheorie und Elementarteilchen**

[Themenbezogene Zusammenfassung aus „Grundbegriffe der Physik“]

Das Dilemma der Relativitätstheorien ist, dass Elementarteilchen als punktförmige Objekte behandelt werden müssen. Bereits der greise Max Planck hat jedoch abgeleitet, dass Elementarteilchen nicht punktförmig sein können. Diese Idealisierung punktförmiger Elementarteilchen ist möglich, soweit deren Größe keine Rolle spielt. Das ist bestimmt nicht mehr der Fall, wenn in singulären Punkten, Linien oder Flächen Materie vorhanden ist. Insofern hat Hawking Recht; seine weiteren Schlussfolgerungen daraus sind jedoch (für mich) nicht nachzuvollziehen.

Die Lösung des Problems ist eigentlich ganz einfach: Innerhalb einfacher, also nicht aus anderen zusammengesetzten, Teilchen, sind die Relativitätstheorien nicht anwendbar! Man muss den Raum- und Zeitbegriff soweit modifizieren, insofern jedes einfache Elementarteilchen seine eigene Raum-Zeit besitzt. Dieser Teilchenraum kann in anderen Räumen eingebettet sein, insbesondere in den uns gewohnten dreidimensionalen (stets plus einer Dimension der Zeit) Riemannschen Raum. Da es in der Welt der Elementarteilchen keine Punkte, Begrenzungs-Linien und -Flächen gibt, sind sie aus unserem metrischen Raum aus betrachtet verschwommene Objekte. Die Ladung eines einfachen Elementar-Teilchens befindet sich innerhalb des gesamten Teilchens. Im Teilchen selbst findet jedoch keine Wechselwirkung der Ladung statt und auch keine Signalübermittlung. Dies entzieht der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) und folglich der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) die Grundlage. Die Wechselwirkung der Ladung eines Teilchens mit anderen Teilchen, deren Räume sich nicht überschneiden, hat einen Einfluss auf deren Räume und ihrem Impuls und damit ihrer Energie. Die Teilchen haben auf Grund ihrer Ladung eine Ruhenergie und – im Übergang zur Newtonschen Physik – eine Ruhmasse (und abhängig vom Bezugssystem eine dynamische Masse). Aufgrund dieser Energie unterliegt das Teilchen der Gravitation, aber als Ganzes. Die Gravitation wirkt nicht unmittelbar auf die Raum-Zeit des Teilchens selbst. Lediglich auf das mit ihm im Zusammenhang stehende Feld, genauer auf die Bewegung der Wechselwirkungsteilchen (Bosonen). Befindet sich ein Teilchen, auf einen Punkt reduziert gedacht, auf einer im Einbettungsraum singulären Fläche (oder Linie oder Punkt), so ist sein Raum davon „unberührt“ und die Wechselwirkungsteilchen, die ebenfalls ihre eigene Raum-Zeit besitzen, bewegen sich jenseits der singulären Fläche.

Interessant wird es, wenn auf die singuläre Fläche eines Schwarzen Loches Materie zuströmt. Wie verschieden die Raum-Zeit dieser Materie eines nahen (mitbewegten) und die eines weit entfernten Beobachters sind, kann an anderer Stelle nachgelesen werden (z.B. bei Wikipedia, besser der englische Beitrag). Insbesondere bei rotierenden Schwarzen Löchern, bei denen die einströmende Materie Akkretionsscheiben bildet, „staut“ sie sich auf

und erreicht höchste Dichte. Die Räume der Teilchen sind dabei unmittelbar benachbart und durchdringen sich und bilden ein Elektron-Photon-Quark-Gluon-Plasma. Es enthält neben den Photonen auch Neutrinos. Die Photonen können das Plasma wegen ihrer minimalen freien Weglänge nicht verlassen, aber die Neutrinos. Die Neutrinos verschwinden größtenteils im Schwarzen Loch, der Rest entweicht in den umgebenden Raum.

Es ist naheliegend anzunehmen, dass sich die Räume der Teilchen bei einer Mindestdichte vereinen. Dann lösen sich – hypothetisch – z.B. die einzelnen Ladungs-Bestandteile der Quarks – die der elektrischen und die der Farbladungen – auf, es entstehen Subteilchen. Höchste Energien und größte Neutrinoströme sollten bei der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher, neben Gravitationswellen im Einbettungsraum, entstehen.