

Helmut Rumpf

Hauptforschungsgebiete

I. Quanteneffekte der Gravitation

Methode: Quantenfeldtheorie in gekrümmter Raum-Zeit ist semiklassische Näherung: quantisierte Materie in klassischer Raum-Zeit (keine Quantentheorie der Gravitation). Trotz der beschränkten Gültigkeit sagt sie interessante Phänomene voraus:

1. Hawking-Effekt: Schwarze Löcher sind thermische Strahler, haben daher endliche Temperatur und Entropie und „verdampfen“.
2. Entstehung der kosmologischen Strukturen aus Quantenfluktuationen: Die Inhomogenitäten des heutigen Universums sind quantenphysikalischen Ursprungs und wurden in einer Frühphase exponentieller Expansion („Inflation“) ausgebildet.

Kürzlich abgeschlossene bzw. derzeit laufende Projekte:

Teilchenerzeugung in rotierenden Bezugssystemen (Diplomarbeit)

Vorläufer des Hawking-Effekts in der speziellen Relativitätstheorie: Ein linear beschleunigter Detektor im Vakuum des Minkowskiraums wird angeregt wie in einem Wärmebad (Unruh-Effekt). Ähnlich, aber doch verschieden, reagiert auch ein rotierender Detektor.

Struktur der mathematischen Singularitäten der Quantenfeldtheorie in einer gekrümmten Raum-Zeit (Dissertation)

Erwartungswerte von physikalischen Observablen einer relativistischen Quantenfeldtheorie sind im Allgemeinen divergent und müssen „regularisiert“ werden. In einer gekrümmten Raum-Zeit treten neue Typen von Divergenzen auf.

Mögliche zukünftige Projekte (Diplomarbeit oder Dissertation)

Inflation: Wie werden aus Quantenfluktuationen klassische Dichteschwankungen? Der Übergang ist noch nicht verstanden.

Inflation: Alternative Beschreibung der Quantenfluktuationen als thermische Fluktuationen von Hawking-Strahlung

Kosmologische Teilchenerzeugung als Tunneleffekt: Quantenmechanische Beschreibung der Entstehung von Teilchen-Antiteilchen-Paaren als Tunneln durch klassisch verbotene Zonen.

II. Die „dunklen“ Seiten des Universums

Standardmodell der Kosmologie: Nur ca. 5% Massenanteil des Universums ist „normale“ (baryonische) Materie, der Rest ist unbekannt: 20% „dunkle Materie,“ 75% „dunkle Energie“. „Dunkel“ heißt: Nur durch Gravitationswirkung nachweisbar.

Alternative Modelle erklären zumindest eine dieser „dunklen“ Eigenschaften durch geometrische Effekte.

Mögliche Projekte (Diplomarbeiten)

Dunkle Materie als Torsionseffekt, Dunkle Energie als Torsionseffekt (Diplomarbeiten): Die Raum-Zeit ist möglicherweise nicht nur gekrümmt, sondern auch „defekt“ (infinitesimale Parallelogramme sind nicht geschlossen). Dieser Defekt wird durch ein Feld namens „Torsion“ beschrieben. Dieses könnte die Existenz dunkler Materie oder dunkler Energie vortäuschen.