

## GR 2: Quantengravitation und Quantenkosmologie

Zeit: Montag 16:45–19:05

Raum: 30.45: 101

GR 2.1 Mo 16:45 30.45: 101

**Dynamik der sphärisch-symmetrischen Schrödinger-Newton-Gleichung** — ●ANDRÉ GROSSARDT<sup>1,2</sup> und DOMENICO GIULINI<sup>1,2</sup>— <sup>1</sup>Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (QUEST), Hannover, Germany — <sup>2</sup>Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM), Bremen, Germany

Die Schrödinger-Newton-Gleichung, welche als Modell der semiklassischen Gravitation die Gravitations selbstwechselwirkung eines quantenmechanischen Wellenpakets beschreibt, wurde von Salzman und Carlip 2006 numerisch untersucht. Unter der Annahme sphärischer Symmetrie soll diesen Autoren zufolge bereits für Massen von einigen tausend atomaren Einheiten ein gravitativ bedingter Kollaps der Wellenfunktion zu beobachten sein, was die Beobachtung in molekülinterferometrischen Experimenten in naher Zukunft in Aussicht stellen würde.

Der von mir präsentierte Versuch, diese Ergebnisse zu reproduzieren, ergab einen Kollaps erst bei um sieben Größenordnungen höheren Massen, was sehr viel besser mit einer naiven analytischen Abschätzung übereinstimmt und den in Aussicht gestellten experimentellen Test in Frage stellt.

GR 2.2 Mo 17:05 30.45: 101

**Quantum gravitational contributions to the CMB anisotropy spectrum** — ●MANUEL KRÄMER and CLAUS KIEFER — Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln, Zùlpicher Straße 77, 50937 Köln, Germany

We derive the primordial power spectrum of density fluctuations in the framework of quantum cosmology. For this purpose, we perform a Born-Oppenheimer approximation to the Wheeler-DeWitt equation for an inflationary universe with a scalar field. In this way we first recover the scale-invariant power spectrum that is found as an approximation in the simplest inflationary models. We then obtain quantum gravitational corrections to this spectrum and discuss whether they lead to measurable signatures in the CMB anisotropy spectrum.

GR 2.3 Mo 17:25 30.45: 101

**Two-point functions in (loop) quantum cosmology** — GIANLUCA CALCAGNI<sup>1</sup>, ●STEFFEN GIELEN<sup>1,2</sup>, and DANIELE ORITI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute), Am Mùhlenberg 1, D-14476 Golm — <sup>2</sup>DAMTP, Centre for Mathematical Sciences, Wilberforce Road, Cambridge CB3 0WA, U.K.

We discuss the path-integral formulation of quantum cosmology with a massless scalar field as a sum-over-histories of volume transitions, with particular but non-exclusive reference to loop quantum cosmology (LQC). Exploiting the analogy with the relativistic particle, we give a complete overview of the possible two-point functions, pointing out the choices involved in their definitions, deriving their vertex expansions and the composition laws they satisfy. We clarify the origin and relations of different quantities previously defined in the literature, in particular the tie between definitions using a group averaging procedure and those in a deparametrized framework. Finally, we draw some conclusions about the physics of a single quantum universe (where there exist superselection rules on positive- and negative-frequency sectors and different choices of inner product are physically equivalent) and multiverse field theories where the role of these sectors and the inner product are reinterpreted.

GR 2.4 Mo 17:45 30.45: 101

**Towards classical geometrodynamics from Group Field Theory hydrodynamics** — DANIELE ORITI and ●LORENZO SINDONI — MPI für Gravitationsphysik, Albert Einstein Institute, am Mùhlenberg 2, 14476 Golm

We describe the first steps towards identifying the hydrodynamics of group field theories (GFTs) and relating this hydrodynamic regime to classical geometrodynamics of continuum space. We apply to GFT mean field theory techniques borrowed from the theory of Bose condensates, alongside standard GFT and spin foam techniques. The mean field configuration we study is, in turn, obtained from loop quantum gravity coherent states. We work in the context of 2d and 3d GFT models, in euclidean signature, both ordinary and colored, as examples of a procedure that has a more general validity. We also extract the effective dynamics of the system around the mean field configurations, and discuss the role of GFT symmetries in going from microscopic to effective dynamics. In the process, we obtain additional insights on the

GFT formalism itself.

GR 2.5 Mo 18:05 30.45: 101

**Spin systems as toy models for emergent gravity** — ●FOTINI MARKOPOULOU — Perimeter Institute for Theoretical Physics, Waterloo, Canada — Albert Einstein Institute, Golm, Germany — University of Waterloo, Waterloo, Canada

A number of recent proposals for a quantum theory of gravity are based on the idea that spacetime geometry and gravity are derivative concepts and only apply at an approximate level. There are two fundamental challenges to any such approach. At the conceptual level, there is a clash between the "timelessness" of general relativity and emergence. Second, the lack of a fundamental spacetime makes difficult the straightforward application of well-known methods of statistical physics to the problem. We initiate a study of such problems using toy models for emergent geometry and gravity based on evolution of quantum networks with no a priori geometric notions.

In this talk we present two models. The first is a model of emergent (flat) space and matter and we show how to use methods from quantum information theory to derive features such as speed of light from a non-geometric quantum system. The second model exhibits interacting matter and geometry, with the geometry defined by the behavior of matter. This model has primitive notions of gravitational attraction, and exhibits entanglement between matter and geometry and thermalization of the quantum geometry.

GR 2.6 Mo 18:25 30.45: 101

**Einsteins Gleichung - Konsequenz einer Quantenkosmologie** — ●THOMAS GÖRNITZ — FB Physik, J. W. Goethe-Univ. Frankfurt/M.

Wohl für viele überraschend lässt sich Materie (also die relativistischen Teilchen) als zweite Quantisierung einer abstrakten, bedeutungsfreien Quanteninformation erklären. In Weiterführung von Ideen von v. Weizsäcker sowie von Bekenstein und Hawking wird u. a. eine  $S^3$  Ortsraum impliziert, für den sich die Plancklänge gruppentheoretisch begründen lässt. Fordert man die Gültigkeit des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik, der Planckschen Relation zwischen Energie und Wellenlänge sowie eine ausgezeichnete Geschwindigkeit, so folgt aus dieser Quanteninformation ein kosmologisches Modell, welches gut zu den Beobachtungsdaten passt und das eine physikalische Erklärung für die "Dunkle Energie" und "Dunkle Materie" ermöglicht. Wenn die Beziehungen zwischen dem Energie-Impuls-Tensor in diesem Kosmos und den Veränderungen seiner Metrik, die mit Krümmungstensor und Krümmungsskalar erfasst werden, auch für lokale Schwankungen des Materieinhaltes gelten, dann ergeben sich die Einsteinschen Gleichungen als Beschreibung der lokalen Schwankungen der Geometrie unter dem Einfluss der Materieinhomogenitäten in einem im Wesentlichen homogenen und isotropen Kosmos.

GR 2.7 Mo 18:45 30.45: 101

**Der Quantenzustand des Universums** — ●NORBERT SADLER — 85540 Haar; Wasserburger Str. 25a

Unter der Annahme, dass sich das Universum lokal in einem vierdimensionalen Quantenzustand befindet, kann repräsentativ für das gesamte Univ., der Quantenzustand der mittleren linearen Energiedichte zu  $(4/9)$  Protonen/1m präpariert werden.

Der Quantenzustand in der Eigenwert-Amplitudendarstellung:  $(4/9)(0,283\text{grav.M.})(0,717\text{dkl.E.})=2(0,045\text{bar.M.})=(4\text{Pi})(\text{Alfa}(\text{QED}))$

Die Zustandsgl. gibt die Beobachtungswahrsch. für 2 kosm. baryon. Entitäten bzw. die zu erwartende lokale helle-phot. Wirklichkeit, innerhalb einer 1m-Distanz, an. Des weiteren gelten folgende QuantenFeldzustände:  $(2\text{Pi})(0,045)=0,238$ ;  $(\text{CP Verl.}0,0028)(0,717)=(0,045)**2$ ;  $(\text{CP Verl.})(0,239)=(\text{Alfa}/0,283)**2$ ;  $(4\text{Pi})(\text{CP Verl.})=(4/9)/(4\text{Pi})$

Es kann gezeigt werden, dass das Gravitationsfeld des Univ. durch Wechselwirkung des dunklen Anteils des  $4/9\text{Prot.}/1\text{m}$  Energiequantens mit dem Expansionsfeld des Universums quantenth. und physikal. generiert wird:  $1\text{kg.g}(\text{Univ.})=(4/9)(0.239.1\text{kg})c(\text{Hubble})=4/9(p/1\text{m})(c.c)$

Der Quantenzustand des Protons im "Higgs-Mechanismus":  $(2/3)(154,1\text{GeV HiggsB.})(0,045)(0,283)(0,717)=0,938\text{GeV/Prot.}$

Es kann gezeigt werden, dass die Entwicklung des Univ. bis hin zum Proton dem "Goldenen Schnitt",  $\Phi=1,618$  folgt:  $\Phi(\text{Univ.})=0,72/(4/9)$ ;  $\Phi(\text{Pr.})=0,938\text{GeV}/(0,24x8x0,3\text{GeVQuark})$