

HK 51: Schwerionenkollisionen und QCD Phasen VI

Zeit: Donnerstag 16:30–19:00

Raum: HG II

Gruppenbericht

HK 51.1 Do 16:30 HG II

Thermodynamic quark susceptibilities in the PNJL model — ●MARCO CRISTOFORETTI, THOMAS HELL, BERTRAM KLEIN, and WOLFRAM WEISE — Technische Universität München

The Monte-Carlo method is applied to the Polyakov-loop extended Nambu–Jona-Lasinio (PNJL) model. This allows to go beyond the saddle-point approximation in a mean-field calculation and introduces fluctuations around the mean fields. We study the impact of fluctuations on the thermodynamics of the model, both in the case of a pure gauge theory including two quark flavors. In the two-flavor case, we calculate the second order Taylor expansion coefficients of the thermodynamic grand canonical partition function with respect to quark chemical potential and present a comparison with extrapolations from lattice QCD. We show that the introduction of fluctuations produces only small changes in the behavior of the order parameters for the chiral restoration and the deconfinement transitions. On the other hand, we find that fluctuations are necessary in order to reproduce lattice data for the flavor non-diagonal expansion coefficients. Of particular importance are pion fields, the contribution of which is strictly zero in the saddle point approximation.

HK 51.2 Do 17:00 HG II

Der Quark-Propagator bei endlicher Temperatur aus Dyson-Schwinger Gleichungen — ●JENS A. MÜLLER¹ und CHRISTIAN S. FISCHER^{1,2} — ¹Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, D-64289 Darmstadt, Germany — ²GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, D-64291 Darmstadt, Germany

Wir untersuchen eine mögliche Spektraldarstellung des Quark-Propagators in Landau Eichung oberhalb und unterhalb der Confinement/Deconfinement Übergangstemperatur. Dabei studieren wir inwieweit die aus der Störungstheorie bekannten kollektiven Anregungen auch bei niedrigen Temperaturen als effektive Quark-Freiheitsgrade bestehen bleiben. Desweiteren analysieren wir die Abhängigkeit der Eigenschaften der Quasiteilchen vom Impuls und der Stromquarkmasse. Als Ergebnis finden wir, dass eine Darstellung der Spektralfunktion, die zwei Quasiteilchenzuständen ohne Breite entspricht, die Korrelationsfunktion auch in der Nähe der kritischen Temperatur gut beschreibt. Unterhalb der kritischen Temperatur versagt eine solche Darstellung völlig. Für die Dispersionsrelation der Plasmino Anregung finden wir, wie im Hochtemperaturlimit, ein Minimum bei endlichem Impuls.

HK 51.3 Do 17:15 HG II

Der Quarkpropagator in selbstkonsistenter $1/N_c$ Entwicklung im NJL Modell — ●DANIEL MÜLLER, MICHAEL BUBALLA und JOCHEN WAMBACH — TU Darmstadt

Der Quarkpropagator wurde im NJL Modell in einer selbstkonsistenten $1/N_c$ Entwicklung in nächst-führender Ordnung berechnet. Die Berechnungen wurden iterativ im euklidischen Raum durchgeführt. Das chirale Quarkkondensat wurde direkt berechnet und die Abhängigkeit von Temperatur und chemischem Potential mit Meanfield Rechnungen verglichen. Aus den euklidischen Propagatoren wurde mit Hilfe der Maximum-Entropie-Methode (MEM) die zugehörigen Spektralfunktionen bestimmt.

HK 51.4 Do 17:30 HG II

The curvature of the chiral QCD phase transition line in a finite volume — ●BERTRAM KLEIN¹, JENS BRAUN², and BERND-JOCHEN SCHAEFER³ — ¹Technische Universität München — ²Friedrich-Schiller-Universität Jena — ³Karl-Franzens-Universität Graz

Using a bosonized NJL model at finite temperature and baryon chemical potential, we investigate effects of a finite volume on the curvature of the chiral phase transition line in QCD in the plane of temperature and chemical potential. We use a functional Renormalization Group method to capture the effects of bosonic as well as fermionic fluctuations which are essential for the physics of the finite-volume system.

We find a significant change of the curvature with the volume size, depending on the choice of spatial boundary conditions for the quark fields and the amount of explicit chiral symmetry breaking by a finite bare quark mass. In particular, we observe a flattening of the line in intermediate volume sizes. In the framework of the model, this result can be interpreted in terms of finite-volume effects on the chiral con-

densate and the constituent quark mass. The presence of such effects in lattice QCD could account for differences in results for the curvature from lattice simulations in different volumes.

This work was supported in part by the DFG Cluster "Structure and Origin of the Universe".

HK 51.5 Do 17:45 HG II

Inhomogeneous phases in the QCD phase diagram — STEFANO CARIGNANO¹, MICHAEL BUBALLA¹, and ●DOMINIK NICKEL² — ¹Institut fuer Kernphysik, TU Darmstadt, Germany — ²Univ. Washington, Seattle, USA

We study the phase diagram of QCD by allowing for one-dimensional spatial modulations within NJL-type models, developing our formalism starting from well established analytical results. We find that the first order phase transition line is completely covered by a region, delimited by second order transition lines, where these lower-dimensional inhomogeneous phases are energetically favored.

First we describe our formalism and show our results for the phase diagram, then we look at how the onset of the inhomogeneous phase occurs by comparing density profiles of the system. Finally, we study the effects on the phase diagram of adding vector interactions and the coupling with the Polyakov loop.

HK 51.6 Do 18:00 HG II

On the relation of quark confinement and chiral symmetry breaking — JENS BRAUN¹, ●LISA M. HAAS^{2,3}, FLORIAN MARHAUSER^{2,3}, and JAN M. PAWLOWSKI^{2,3} — ¹Theoretisch-Physikalisches Institut, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena, Germany — ²Institut für Theoretische Physik, University of Heidelberg, Philosophenweg 16, 69120 Heidelberg, Germany — ³ExtreMe Matter Institute EMMI, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung mbH, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt, Germany

We study the phase diagram of two flavour QCD at imaginary chemical potential in the chiral limit. To this end we compute order parameters for chiral symmetry breaking and quark confinement. The interrelation of quark confinement and chiral symmetry breaking is analysed with a new order parameter for the confinement phase transition. We show that it is directly related to both, the quark density as well as the Polyakov loop expectation value. Our analytical and numerical results suggest a close relation between the chiral and the confinement phase transition.

HK 51.7 Do 18:15 HG II

Phasendiagramm im PNJL-Modell bei reellem und imaginärem chemischen Potential — ●DAVID SCHEFFLER, MICHAEL BUBALLA und JOCHEN WAMBACH — Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt

Eine der Strategien das Vorzeichen-Problem der Gitter-QCD zu umgehen ist die analytische Fortsetzung von imaginärem zu reellem chemischen Potential. Wir untersuchen diese Methode in einem Polyakov-Loop-erweiterten Nambu–Jona-Lasinio (PNJL) Modell mit 2+1 Flavours, in dem beide Regionen des Phasendiagramms zugänglich sind.

Dazu bestimmen wir die pseudo-kritische Linie des chiralen Phasenübergangs bei reellem und imaginärem chemischen Potential und vergleichen die Extrapolation von imaginärem zu reellem chemischen Potential mit den direkten Rechnungen. Dabei betrachten wir verschiedene Kriterien des Crossover-Übergangs. Erste Ergebnisse zeigen eine erstaunlich gute Übereinstimmung.

HK 51.8 Do 18:30 HG II

Auswirkungen der $U(1)_A$ Anomalie auf Farbsubleiter und den chiralen Phasenübergang — ●HANNES BASLER und MICHAEL BUBALLA — Institut für Kernphysik, TU Darmstadt

Das Zusammenspiel von chiralen Kondensaten und Diquark-Kondensaten unter dem Einfluss der chiralen Anomalie kann interessante Effekte auf das Phasendiagramm kalter, dichter Quarkmaterie haben. So wurde im Rahmen einer Ginzburg-Landau- (GL) Analyse aufgezeigt, dass als Folge der $U(1)_A$ -Anomalie ein zweiter kritischer Endpunkt nahe der Achse des chemischen Potentials existieren könnte [1]. In der selben Untersuchung wurde auch eine "Koexistenz-Phase" gefunden, in der chirales und Diquark-Kondensat beide nicht vernachlässigbar sind. Die Ergebnisse hängen jedoch stark von den

GL-Koeffizienten ab, die als unbestimmte Parameter in die Untersuchung eingehen, während sie eigentlich T - und μ -abhängige Funktionen sind, die sich aus der mikroskopischen Theorie ergeben.

Um der Frage nachzugehen, wie realistisch solche Szenarien sind, verwenden wir ein NJL-Modell, das alle relevanten Kopplungen der GL-Analyse besitzt, und diskutieren die Struktur des Phasendiagramms als Funktion der Modell-Parameter. Neben der $U(1)_A$ -Anomalie spielt dabei die Masse der strange Quarks eine wichtige Rolle. Im chiralen Limes finden wir gewisse Gemeinsamkeiten mit den GL-Resultaten, wie z.B. eine deutlich ausgeprägte Koexistenz-Phase. Dagegen legen unsere Ergebnisse nahe, dass für realistische Quarkmassen ein zweiter Endpunkt nicht auftritt.

[1] T. Hatsuda et al. Phys.Rev.Lett.97:122001,2006

HK 51.9 Do 18:45 HG II

Cold quark stars from hot lattice QCD — ●ROBERT SCHULZE^{1,2} und KÄMPFER BURKHARD^{1,2} — ¹Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, PF 510119, 01314 Dresden, Germany — ²TU Dresden, Institut für Theoretische Physik, 01062 Dresden, Germany

Based on a quasiparticle model for β stable and electrically neutral deconfined matter we address the mass-radius relation of pure quark stars. The model is adjusted to recent hot lattice QCD results for 2+1 flavors with almost physical quark masses [1]. We find rather small radii and masses of equilibrium configurations composed of cold deconfined matter, well distinguished from neutron or hybrid stars.

[1] Bazavov et al., Phys. Rev. D 80 (2009) 014504.