

KHuK Jahrestagung 2009

Hadronen- und Kernphysik: Entwicklungen in der Theorie

H.-W. Hammer

Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik und

Bethe Center for Theoretical Physics

Universität Bonn

Hadronen- und Kernphysik

- Eigenschaften stark wechselwirkender Materie

⇒ Quantenchromodynamik (QCD)

- QCD-Thermodynamik

– ALICE, CBM, HADES, ...

- Struktur der Hadronen

– COMPASS, PANDA, COSY, ELSA, MAMI, ...

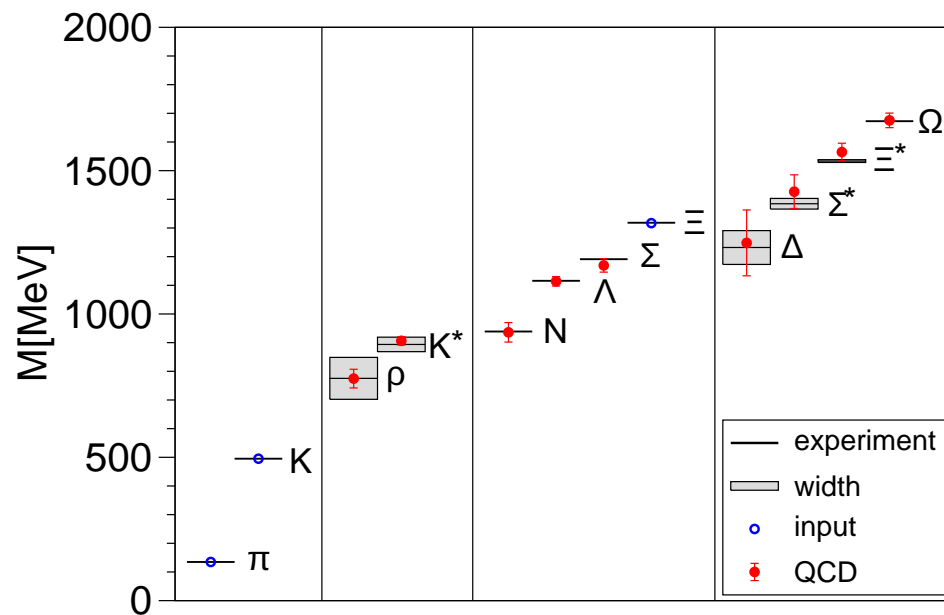
- Kernstruktur und nukleare Astrophysik

– ISOLDE/REX-ISOLDE, NuSTAR, S-DALINAC, ...

Theoretische Ansätze

- Gitter-QCD Bielefeld, Münster, Wuppertal,..
 - QCD-Phasendiagramm mit realistischen Quarkmassen bei kleinem μ
- Feldtheoretische Methoden Bielefeld, Heidelberg, Frankfurt,..
 - pQCD: rigorose Ergebnisse für hohe Dichten und Temperaturen
 - AdS/CFT: QGP als ideale Flüssigkeit
- Effektive Modelle Darmstadt, Frankfurt, München,..
 - Entwicklung von Intuition und physikalischem Verständnis
 - Modellierung des gesamten Phasendiagramms
- Transport und Nichtgleichgewicht Frankfurt, Heidelberg, Jena, Giessen,..
 - Modellierung von Schwerionenkollisionen
 - Korrelationen, Thermalisierung etc.

Struktur der Hadronen



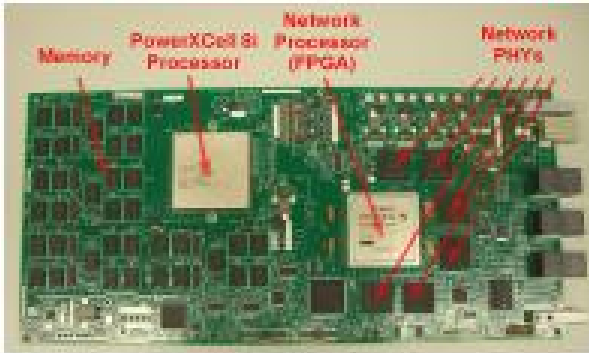
- QCD Anregungsspektrum:
Erzeugung von Masse und Drehimpuls
- Symmetrien der QCD
- Wechselwirkungen der Hadronen

Budapest-Marseille-Wuppertal Coll., Science **322** (2008) 1224

Theoretische Ansätze

- Gitter-QCD Bonn, Mainz, Regensburg, Wuppertal,..
 - Hadroneigenschaften mit realistischen Quarkmassen
- Schwinger-Dyson-Gleichungen Darmstadt, Tübingen,..
 - Verständnis der Quark-Gluon-Wechselwirkung, Confinement
- Effektive Feldtheorien Bonn, Jülich, Mainz, München,..
 - Entwicklung in kleinen Parametern (Quarkmassen, Impulse,)
 - Komplementär zu Gitterrechnungen: chirale Extrapolationen, endliches Volumen und Gitterkonstante
- Hadronische Modelle Bochum, Bonn, Darmstadt, Dresden, Giessen, Jülich
Mainz, München, Tübingen,..
 - Beschreibung von Resonanzen, Streuung mit gekoppelten Kanälen, Hadronen im Medium
 - Hadronspektrum und Dynamik in kovarianten Quarkmodellen

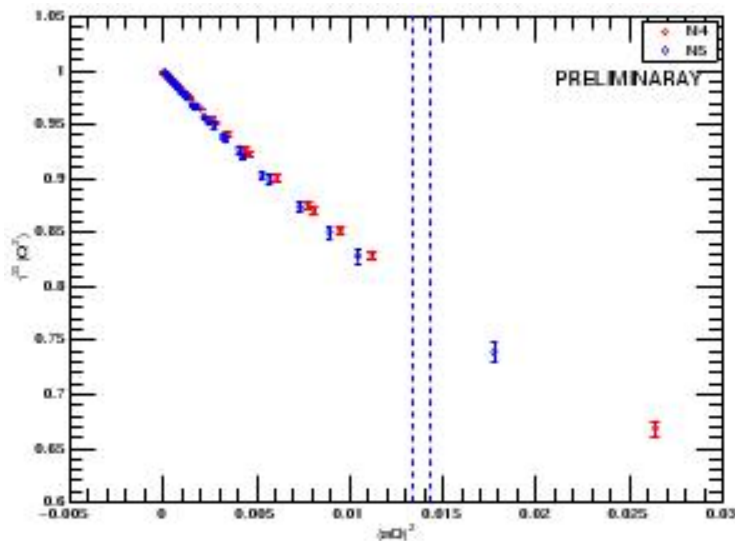
QPACE: Dedizierter Parallelcomputer für Gitter-QCD



(b) QPACE Node card

- Neue Rechnerarchitektur
 - Basiert auf IBM PowerXCell 8i \Rightarrow Playstation 3
 - Optimiertes 3d Torus-Netzwerk, 26 TFlops/Rack
- Baier, Schäfer, Wettig et al., arXiv:0911.2174

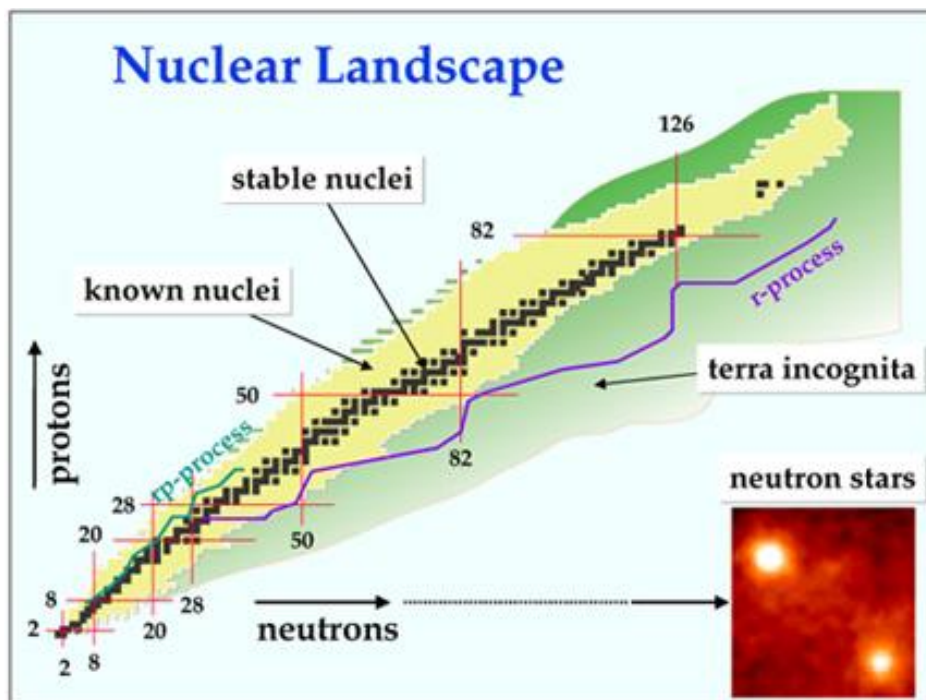
Präzise Hadroneigenschaften vom Gitter



- Pion-Formfaktor mit $m_\pi < 250$ MeV
- Verbesserte Algorithmen, wenig Rauschen
- Kontrolle von Gitterartefakten und endlichem Volumen

Capitani, Wittig et al., arXiv:0910.5578

Kernstruktur und nukleare Astrophysik



- Kernkräfte und Kernstruktur aus der QCD
- Synthese der Elemente und Kernreaktionen in Sternen
- Grenzen der Stabilität und exotische Kerne

Theoretische Ansätze

- Nukleare Dichtefunktionale

Erlangen, Frankfurt, Giessen, München,..

- Phänomenologisch oder aus chiraler EFT
- Beschreibung von schweren Kernen

- Nukleare Astrophysik

Darmstadt, Heidelberg,..

- Schalenmodellrechnungen in großem Maßstab
- Untersuchung von Szenarien der Nukleosynthese
- Signale für QCD-Phasenübergänge in Sternen

Weitere Höhepunkte

- Schwerpunktsproblem in Kernstrukturrechnungen

Roth, Gour, Piecuch, Phys. Lett. B **679** (2009) 334

- Kernmatrixelemente im neutrinolosen doppelten β -Zerfall

Rodin, Faessler, Phys. Rev. C **80** (2009) 041302(R)

- Mikroskopischer Ansatz für Anregungsenergien in Schwerionenkollisionen

Umar, Oberacker, Maruhn, Reinhard, Phys. Rev. C **80** (2009) 041601

-

