

# Institut für Theoretische Physik

## Kondensierte Materie

Holger Frahm  
Eric Jeckelmann

## Stringtheorie und Gravitation

Domenico Giulini  
Olaf Lechtenfeld

## Quanteninformation

Reinhard F. Werner  
Tobias Osborne

## Quantenoptik

Manfred Lein  
Luis Santos  
Hendrik Weimer  
Klemens Hammerer

# Kondensierte Materie

Prof. Holger Frahm

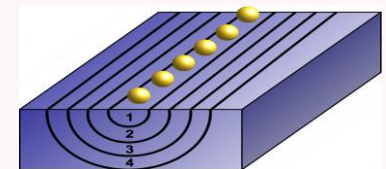
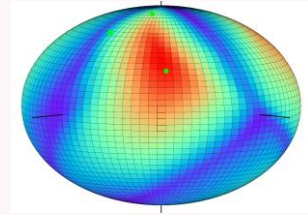


Quantenmechanische Vielteilchensysteme

- exotische Phasen stark wechselwirkender Systemen: fraktionierte Quantenzahlen, nicht-Abelsche Statistik, ...
- elektronische Eigenschaften niedrigdimensionaler Festkörper
- Nichtgleichgewichtsdynamik komplexer Quantensysteme
- Effekte von Störstellen und Unordnung

Methoden

integrable (vollständig lösbar) Quantensysteme  
numerische Simulationen



Prof. Eric Jeckelmann



Quantenmechanische Vielteilchensysteme

Entwicklung und Einsatz rechnergestützter Methoden,

- zB Dichtematrix-Renormierungsgruppe

Fragestellungen der Theorie der kondensierten Materie:

- elektronische Eigenschaften niederdimensionaler Festkörper,
- Materialien mit starken elektronischen Korrelationen
- Dynamik komplexer Quantensysteme im Nichtgleichgewicht.

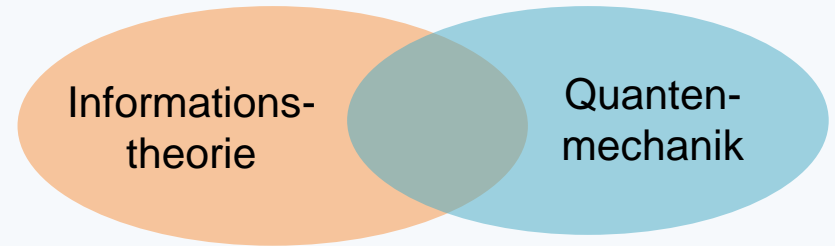


# Quanteninformation

Prof. Reinhard F. Werner & Prof. Tobias Osborne



Mathematische Physik



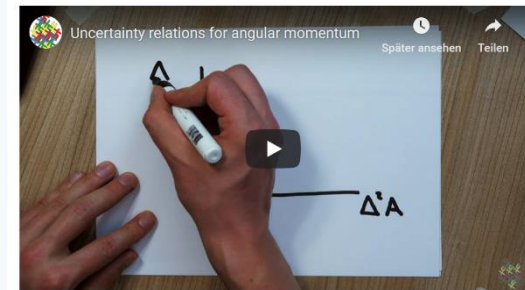
- Grundlagen der Quanten-Statistischen-Mechanik
- Quantenspinsystemen und Anyonen
- Messbasiertes Quantenrechnen und Kontextualität
- Quantenkomplexitätstheorie
- Quantenspeicherkanäle
- Quanten-Programmiersprachen
- Quanten-Shannon Theorie
- Quanten-Topologische Ordnung und Topologische Phasen
- Quanten-Random-Walks und quantenzelluläre Automaten
- Tensornetzwerke für Quantenfeldtheorien
- Unbeschränkte Generatoren von quantendynamischen Halbgruppen

youtube channel: QIG Hannover

Uncertainty Relations for Angular Momentum

Prof. Dr. Reinhard F. Werner, Lars Dammeier, Rene Schwonnek

Video Abstract



# Stringtheorie und Gravitation

## Prof. Domenico Giulini



- Gravitationsphysik und Allgemeine Relativitätstheorie
- Exakte Lösungen der Einstein-Gleichungen und ihre lokalen und globalen Eigenschaften
- Das Anfangswertproblem der ART zur Beschreibung der Kollision schwarzer Löcher
- Der Einfluss der Gravitation auf quantenmechanische Systeme: Das Äquivalenzprinzip in der QM



Mathematische Methodiken: Differentialgeometrie und Differentialtopologie.

## Prof. Olaf Lechtenfeld



Mathematische Physik

insbesondere:

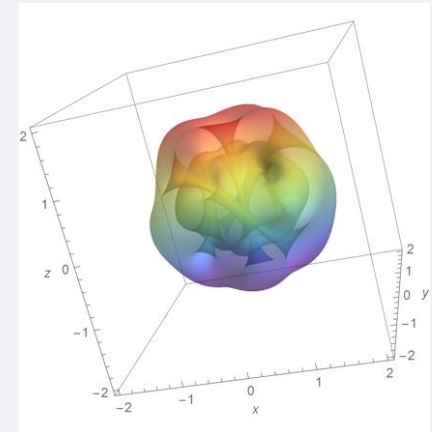
- Stringtheorie,
- Quantenfeldtheorie
- Gravitation,
- Eichtheorie
- Integrierte Systeme

Bachelorarbeiten:

Integrierte Vielteilchen-Systeme (klassisch und quantisiert)

Magnetische Monopole (klassische Eichfeldtheorie)

Klassische String-Dynamik (Mechanik mit Zwangsbedingungen)

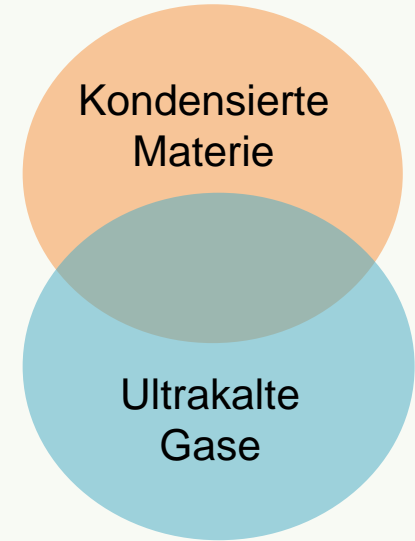


# Quantenoptik

## Prof. Luis Santos

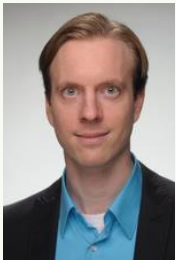


- Bose-Einstein Kondensation
  - Dipolare Gase
  - Anwendungen in Präzisionmessungen
- Stark-korrelierte atomare Gase
  - Künstlicher Magnetismus
  - Unordnung
  - Nichtgleichgewichtssysteme



Starke Anbindung an Experimente in Hannover (IQ)  
und an andere weltweit führende Labs!

## PD Prof. Hendrik Weimer



### Dissipative Quantensysteme

Was passiert, wenn ein  
Quantensystem an eine externe  
Umgebung gekoppelt wird?

Fundamentale Fragen  
Phasenübergänge in  
dissipativen Systemen

Technologische Anwendungen  
Quantensensorik  
Quantensimulation

### Methoden

Analytisch: Variationsprinzip für dissipative Systeme  
Numerisch: Monte-Carlo-Simulationen (Python/C/Fortran)

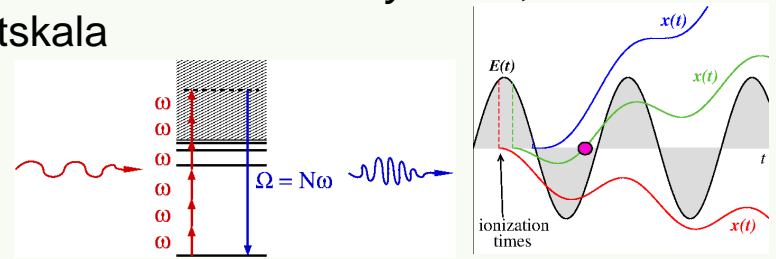
# Quantenoptik

## Prof. Manfred Lein



Atome und Moleküle in starken Laserfeldern mit klassischen und quantenmechanischen Methoden:  
*Hohe Harmonische, Ionisation, molekulare Quantendynamik, etc.*  
Physik auf der Attosekunden-Zeitskala

Dichtefunktionaltheorie  
Numerisch orientierte Projekte



## Prof. Klemens Hammerer



Quanteninformation

Atomphysik  
Licht-Materie-Wechselwirkung

Präzisionsmessungen  
Fundamentale Tests der Quantenmechanik

Bachelor-/Masterarbeiten:

- Theorie zur Messung des Spins des *Anti*-protons (Zusammenarbeit C. Ospelkaus)
- Verschränkte Zustände in Atomuhren (Zusammenarbeit P. Schmidt)
- Manipulation des Quantenzustands von kg-schweren Spiegeln (mit M. Heurs)