

Vorstellung der Lehre am Atominstitut – 2024S





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

~14 Forschungsgruppen
~150 Mitarbeiter
~100 Studierende



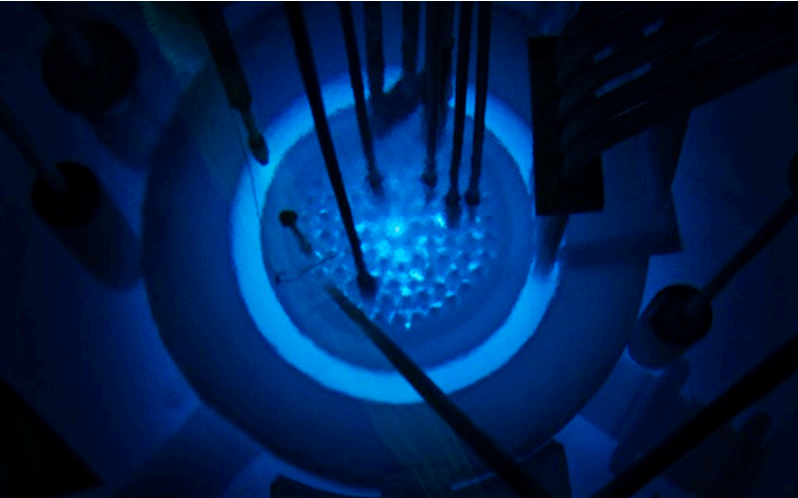


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

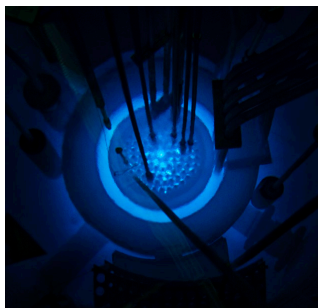


TRIGA
CENTER
Atominstitut

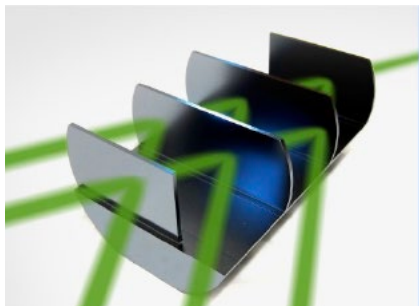
Wissenschaft Ausbildung Expertise



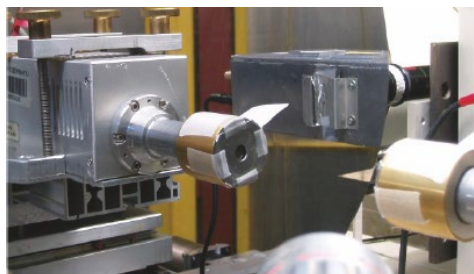
**TRIGA
Center**



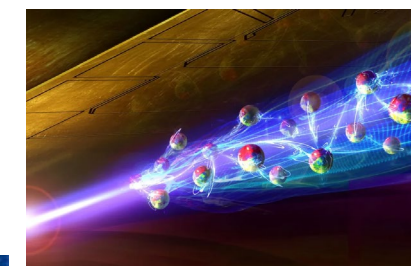
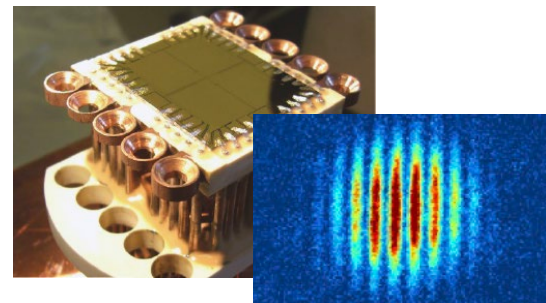
**Neutronen- &
Quantenphysik**



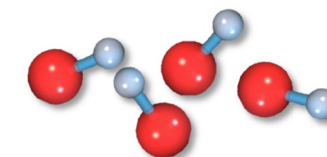
Strahlenphysik



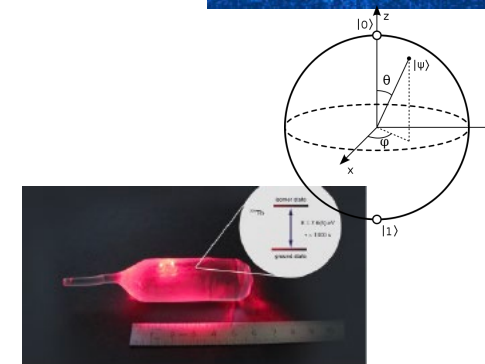
**Atomphysik &
Quantenoptik**



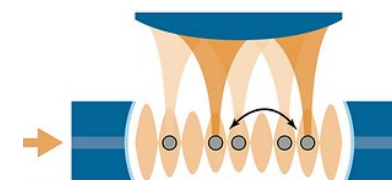
**Atominter-
ferometrie**



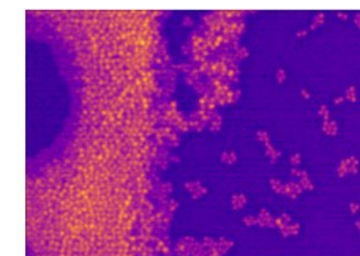
**Kalte Moleküle &
Quantentechnologie**



Quantenmetrologie



**Experimentelle
Quanteninformation**



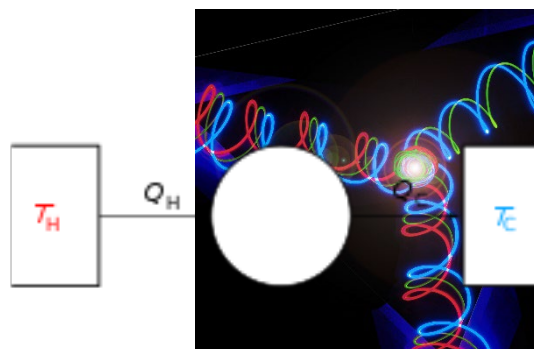
**Quantenoptik
& Sensorik**



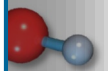
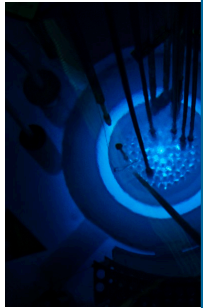
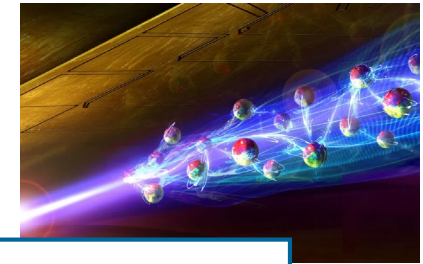
**Kern-, Teilchenphysik
Dunkle Materie &
Kosmologie**



**Tieftemperaturphysik
& Supraleitung**



**QUanten Information &
Thermodynamik**



- **Vorlesungen**
- **Praktika, Seminare**
- **Projekt- und Masterarbeiten**

Nach der Vorstellung ...



Fragen und Antworten bei Kaffee & Kuchen !

Kern- und Teilchenphysik

Vortragende aus drei Instituten

Atominstitut

- M. Faber, A. Hirtl, H. Leeb, F. Reindl, E. Renner und J. Schieck
- M. Benedikt (CERN)

Institut für Hochenergiephysik (HEPHY) der ÖAW

- T. Bergauer, H. Eberl, M. Friedl, L. Einfalt, G. Ingulia, M. Jeitler, J. Schieck, W. Waltenberger, C. Wulz

Stefan-Meyer-Institut (SMI) der ÖAW

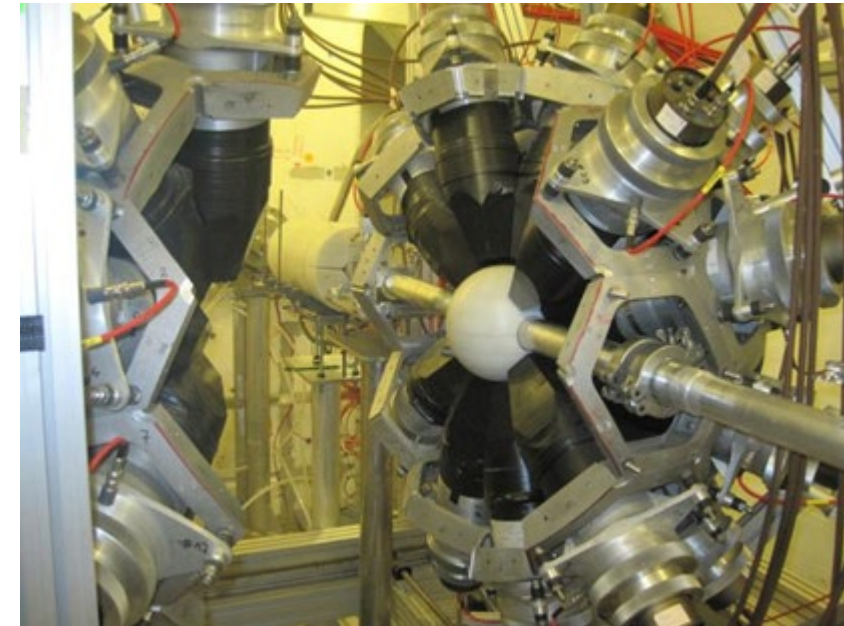
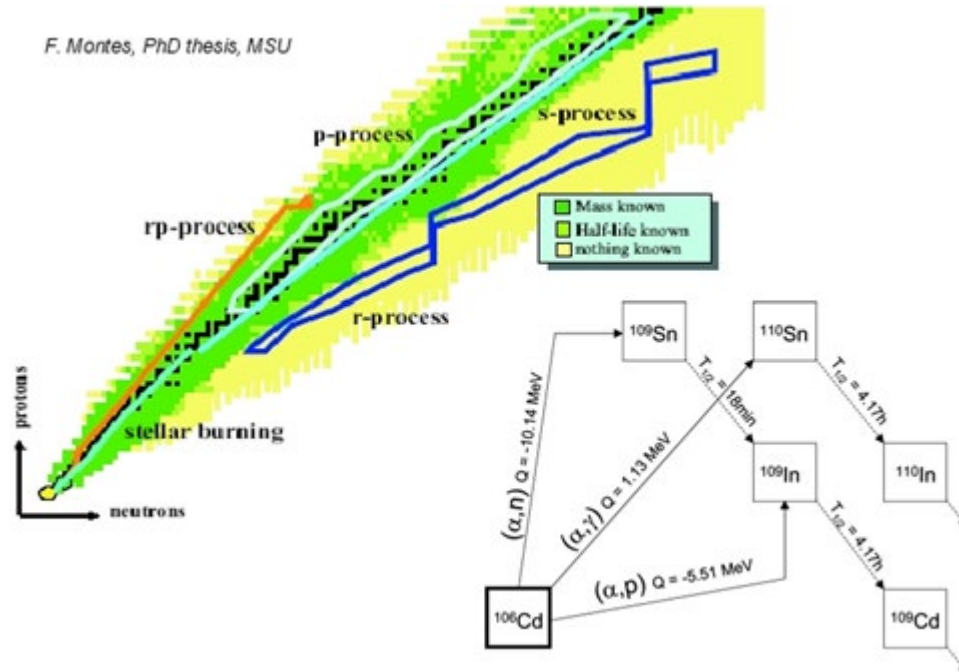
- J. Marton

Fünf Forschungsbereiche

- Kernphysik und nukleare Astrophysik
- Feldtheorien und Hadronenphysik
- Experimentelle Teilchenphysik
- Medizinische Strahlenphysik
- Beschleunigerphysik

Kernphysik und nukleare Astrophysik (Leeb)

- Beschreibung von Kernreaktionen an den Grenzen der Stabilität, relevant für Astrophysik und nukleare Technologien
- Verbindung von Reaktionstheorie mit modernen Kernstrukturtheorien



Feldtheorien und Hadronenphysik (Faber)

Hadronenphysik

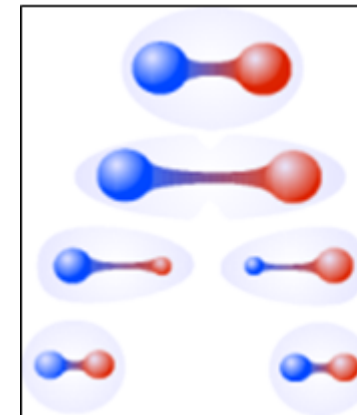
- Beschreibung exotischer Atome und Verständnis der Annihilation
- chirale Feldtheorie

Feldtheorien

- Verständnis der QCD bei niedrigen q -Werten (z.B. Confinement)
- Gittereichtheorien, Solitonmodell



Flußschlauch zwischen Quark-
Antiquark aus QCD
Gittereichrechnungen



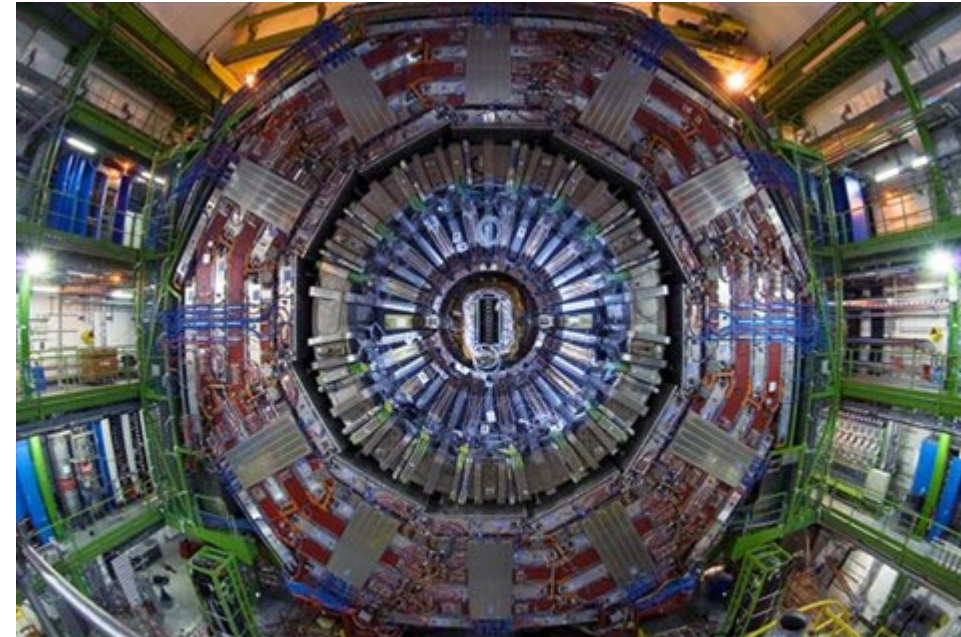
Quark-Antiquark
Wechselwirkung

Experimentelle Teilchenphysik – HEPHY (Schieck u.v.a.)

- Verständnis des Standardmodells, Higgs-Teilchen, CP-Verletzung, Suche nach neuer Physik
- Suche nach Dunkler Materie
- Neutrinophysik
- Entwicklung von Detektoren

Experimente

- LHC@CERN, BELLE@KEK
- Suche nach dunkler Materie CRESST und COSINUS @LNGS
- Neutrinophysik NUCLEUS@CHOOZ
- Theoretische Teilchenphysik



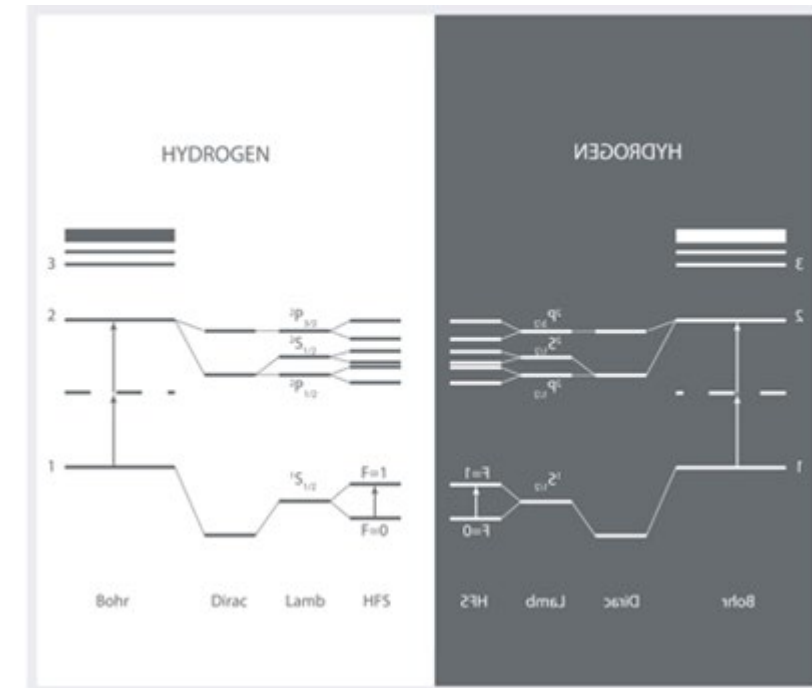
CMS Detektor

Experimentelle Teilchenphysik – SMI (Marton u.v.a.)

- Antimaterie-Materie-Symmetrie
- Hadronenphysik– Untersuchung der starken Wechselwirkung mit Strangeness
- Exotische Atome

Experimente

- ASACUSA@CERN
- ALICE@CERN
- DAPHNE@LNF
- VIP2@LNGS



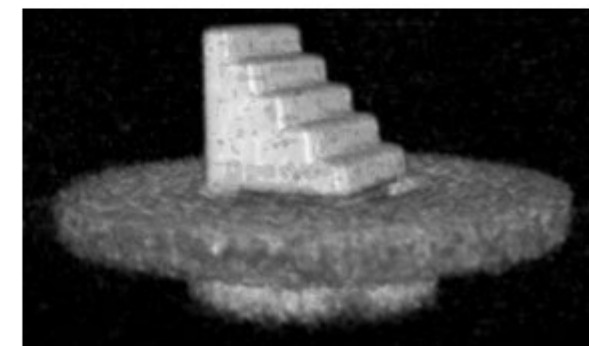
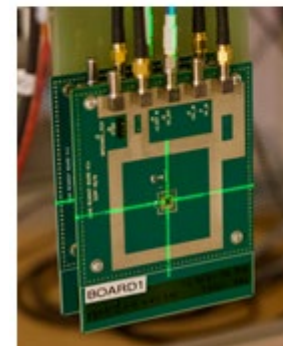
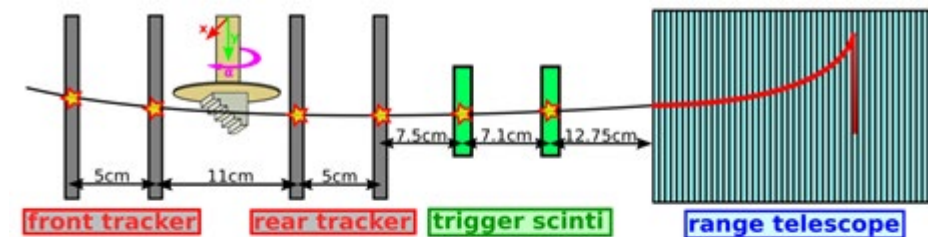
Medizinische Strahlenphysik (Bergauer & Hirtl u.v.a.)

Experimente am Forschungs- & Therapiezentrum MedAustron

- Ionenbildgebung– pCT
- Anwendungen der Teilchenphysik in der Medizin
- Entwicklung von Teilchendetektoren



pCT set-up am MedAustron



Beschleunigerphysik (Benedikt & Renner u.v.a.)

- Verständnis der Strahldynamik in Teilchenbeschleunigern
- Weiterentwicklung von Techniken zur Strahlmanipulation
- Planung und Realisierbarkeitsstudien zukünftiger Beschleunigeranlagen

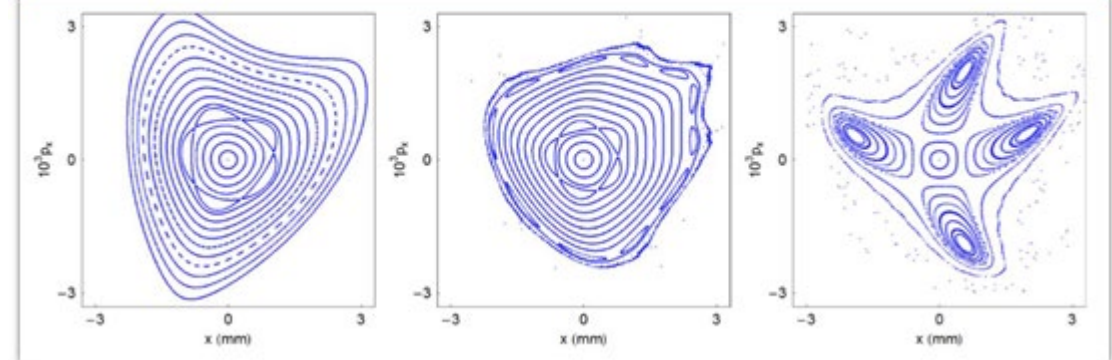
Medizinisches Synchrotron am MedAustron



Methoden & Framework

- Simulationen und/oder Messungen
- Arbeiten in Kollaboration mit oder an Beschleunigerzentren (MedAustron, CERN, ...)

Phasenporträt von Teilchen in einem Speicherring mit nicht linearen Magnetfeldkomponenten



Übersicht der LVA (VO, UE, SE)

LVA Name & Vortragende	LVA Nummer
Atom-, Kern- und Teilchenphysik II (VO, UE) , Abele, Schieck, u.a.	142.092, 142.093
Beschleunigerphysik (VO) , Benedikt, Renner	141.291
Einführung in die Modelle der Elementarteilchenphysik II (VO, UE) , Eberl	141.B02, 141.B03
Einführung in die medizinphysikalischen Grundlagen der Ionentherapie (VO) , Hirtl u.a.	141.B07
Energieträger: Physikalische und Technische Grundlagen (VO) , Leeb	141.294
Laborübung zur Beschleunigerphysik (LU) , Benedikt, Renner	141.287
Monte Carlo Simulations for Particle Physics (VO) , Schieck, Kluck	141.285
Quantenchromodynamik II (VO) , Faber	142.923
Präzisionsmessungen mit schweren Mesonen (VO) , Inguglia u.a.	141.A43

Übersicht der LVA (VO, UE, SE)

LVA Name & Vortragende	LVA Nummer
Physik am LHC: Vermessung des Higgs-Bosons und Suche nach Physik jenseits des Standardmodells (VO) , Jeitler	141.A52
Präsentationstechniken in der Physik (SE) , Jeitler	141.A33
Selected Experiments of Atomic, Nuclear and Particle Physics (VO) , Abele, Schieck	141.243
Seminar über Atomare und Subatomare Physik (SE) , Schieck u. a.	142.069
Seminar über medizinische Strahlenphysik und Ionentherapie (SE) , Hirtl	141.B19
Solitonen, Differentialgeometrie und Topologie (VO) , Faber	142.064
Streu- und Reaktionstheorie (VO) , Leeb	142.070
Techniken der Signalerfassung und Auswertung (VO, UE) , Bergauer, Hirtl, Friedl	141.A88, 141.A89

Projektarbeiten (PR) & Bachelorarbeiten

- Unter Anleitung durchgeführte wissenschaftliche Arbeiten an aktuellen Forschungsprojekten eingebettet in aktive Forschungsgruppen
 - Dauer in Summe etwa 4 – 6 Wochen Vollzeit
- Beginn jederzeit nach Vereinbarung
 - Kontakt mit Betreuer bzw. Betreuerin der Projektarbeit
- Abschluss durch wissenschaftliches Ergebnis sowie schriftliche Dokumentation (Protokoll)

Machen Sie mit und kontaktieren Sie uns einfach!

Projektarbeiten (PR) & Bachelorarbeiten

LVA Name & Vortragende	LVA Nummer
Projektarbeiten Angewandte Strahlenphysik , Hirtl u.a.	141.079
Projektarbeit Beschleunigerphysik , Benedikt, Renner	141.287
Projektarbeit Experimentelle Teilchenphysik , Krammer u.a.	142.039
Projektarbeit Kernphysik , Benedikt, Leeb	141.A22
Projektarbeit Methoden der Teilchenphysik , Schieck u.a.	141.A45
Projektarbeit Nukleare Astrophysik , Benedikt, Leeb	141.A21
Projektarbeit Starke Wechselwirkung , Faber	142.045
Projektarbeit Strahlenschutz und Dosimetrie , Hirtl u.a.	141.018
Projektarbeit Subatomare Physik , Faber, Marton	142.088

Kontakt

Kernphysik und nukleare Astrophysik

- H. Leeb: helmut.leebe@tuwien.ac.at

Feldtheorien und Hadronenphysik

- M. Faber: manfried.faber@tuwien.ac.at

Experimentelle Teilchenphysik

J. Schieck: jochen.schieck@tuwien.ac.at

- T. Bergauer: thomas.bergauer@oeaw.ac.at
- M. Jeitler: manfred.jeitler@oeaw.ac.at
- J. Marton: johann.marton@oeaw.ac.at
- F. Reindl: florian.reindl@tuwien.ac.at

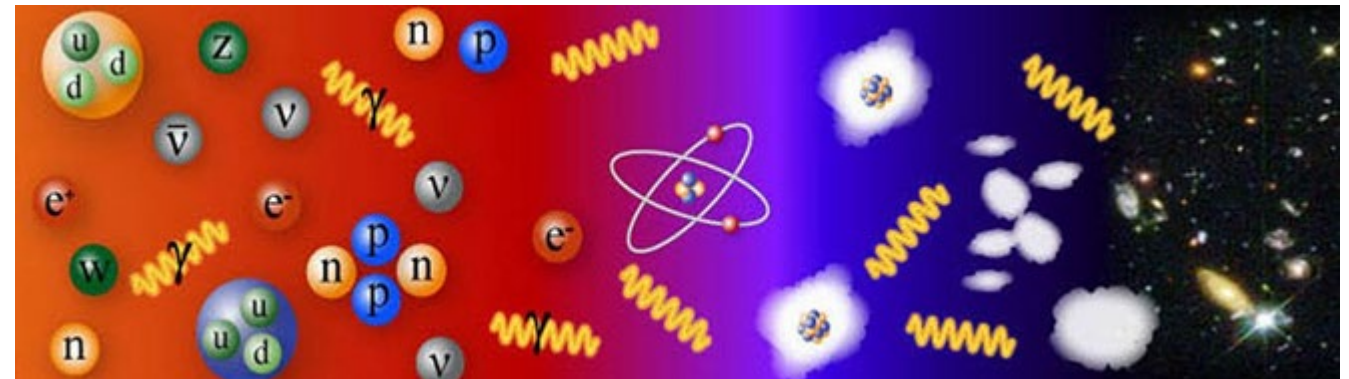
Kontakt

Medizinische Strahlenphysik

- A. Hirtl: albert.hirtl@tuwien.ac.at
- T. Bergauer: thomas.bergauer@oeaw.ac.at

Beschleunigerphysik

- E. Renner: elisabeth.renner@tuwien.ac.at



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

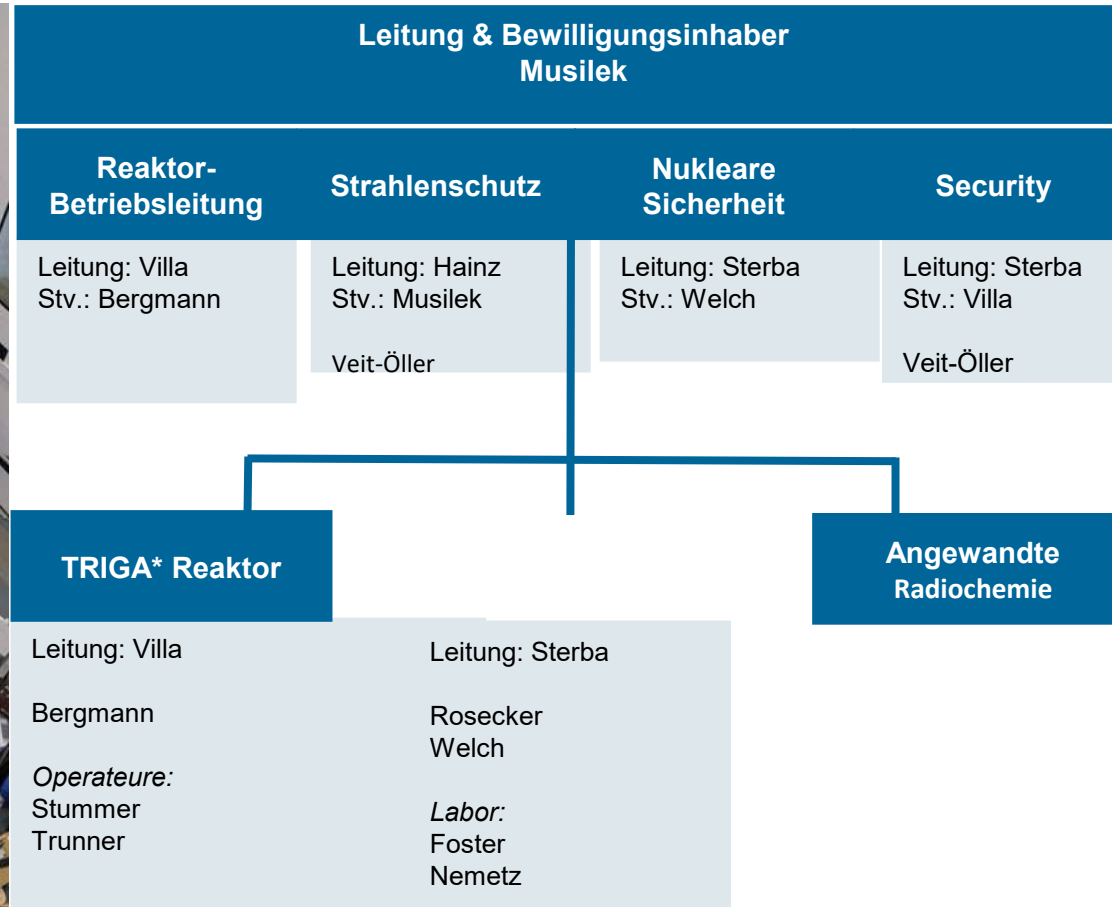


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



TRIGA Center Atominstitut

Das TRIGA Center Atominstitut ist ein Zentrum des Vizerektorats Forschung, Innovation und Internationales



* Training, Research, Isotope Production, General Atomics

** Center for Labelling and Isotope Production

TRIGA Reaktor

- Projektarbeiten

141.080 Projektarbeit Reaktortechnik (8.0)

- Seminare

141.114 Seminar aus Reaktorsicherheit (2.0)

- Vorlesungen

141.658 Nuclear Engineering II (2.0)

- Laborübungen

141.A79 Praktische Übungen aus Reaktorinstrumentierung (3.0)

- Vortragende und Betreuer:



Mario Villa



Helmuth Böck



Robert Bergmann



TRIGA Reaktor - Vorbesprechungen

Nuclear Engineering 2 - Grundlagen des Brennstoffkreislauf

Anreicherung-Wiederaufbereitung-Endlagerung

Vorbesprechung, 14. März 10:00, ATI – Hörsaal (Helmut Rauch-Hörsaal)

Praktische Übungen aus Reaktorinstrumentierung

Vorbesprechung, 19. März 14:00, ATI - Hörsaal (Helmut Rauch-Hörsaal)

Projektarbeit Reaktorsicherheit

Nach individueller Planung, nicht vor Wintersemester 2024

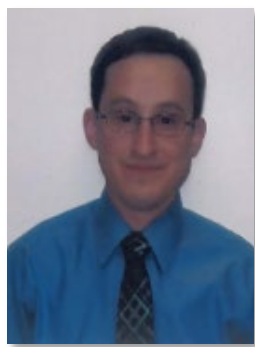
Center for Labelling and Isotope Production

- Projektarbeiten
 - 141.167 Projektarbeit Radiochemie (8.0)
- Vorlesungen
 - 141.295 Radiochemie (2.0)
 - 141.724 Isotopentechnik (2.0)
- Laborübungen
 - 141.A81 Radiochemisches Praktikum (4.0)

- Vortragende und Betreuer:



Johannes H. Sterba



Jan Welch



Veronika Rosecker



Georg Steinhauser



- Projektarbeiten
 - 141.167 Radiochemie (8.0)
 - 141.166 Nukleare Umweltanalytik (8.0)
- Vorlesungen
 - 163.209 Nukleare Forensik (2.0)
- Laborübungen
 - 163.008 Wahlübungen - Allgemeine Anorganische Chemie (4 od. 6 od. 8 SWS)

- Vortragender und Betreuer:



Georg Steinhäuser



Coming..., naja, soon?

- Projektarbeiten

141.018 Projektarbeit Strahlenschutz und Dosimetrie (8.0)

141.079 Projektarbeit Angewandte Strahlenphysik (8.0)

- Laborübungen

141.A82 Strahlenschutzpraktikum (4.0)



- Vortragende und Betreuer:



Andreas Musilek



Dieter Hainz

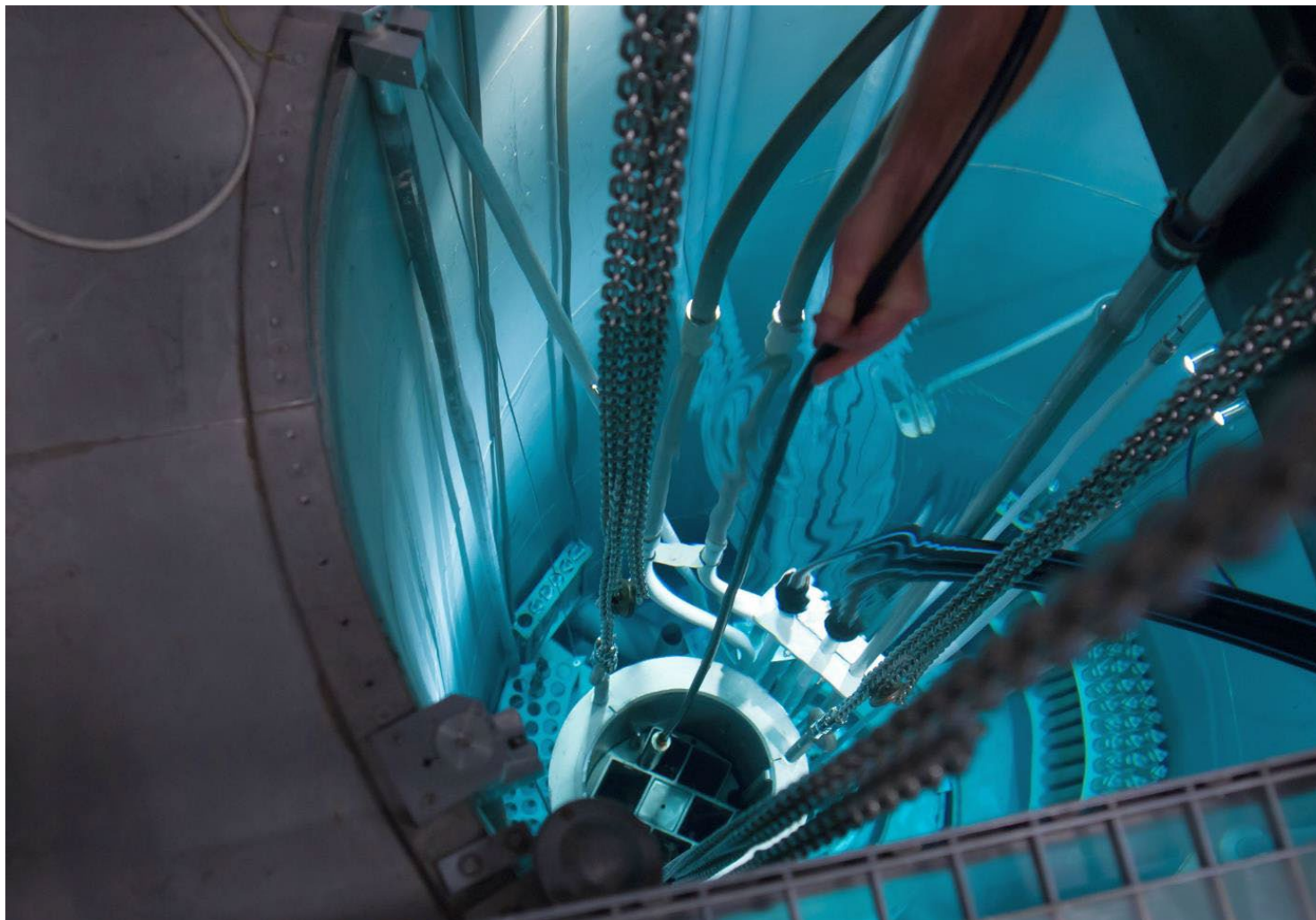


Robert Bergmann



Monika Veit-Öller

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!



Strahlenphysik

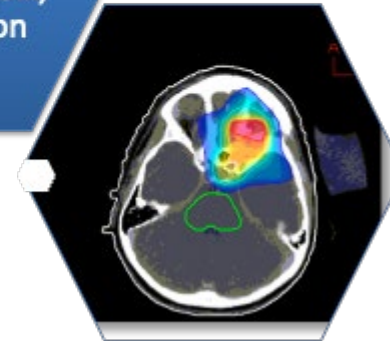
Leitung: Christina Streli

Karin Poljanc



Röntgenphysik

Medizinische
Strahlenphysik,
MedAustron



Christina Streli

- **Materialcharakterisierung**

- Charakterisierung von Implantaten in Silizium-Wafern
- Charakterisierung ultradünner Schichten im Nanometer-bereich auf Silizium-Wafern
- Spurenelemente im menschlichen Gewebe
- Waferoberflächenanalytik



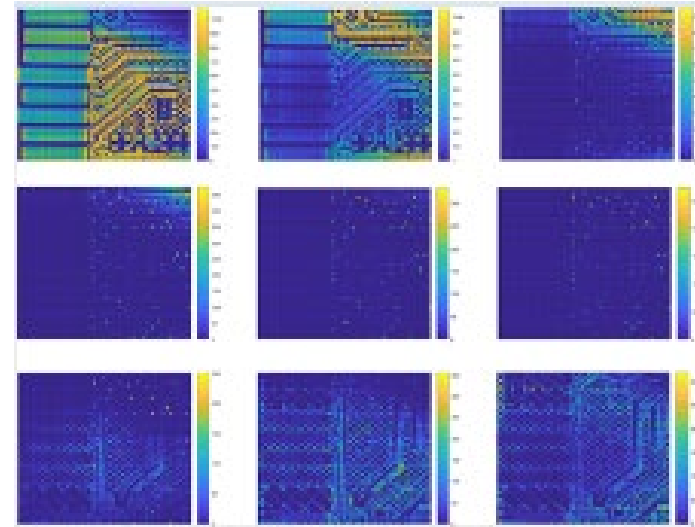
- **Umweltanalytik**

- Chemisches Fingerprinting von geologischem Material
- Nachweis von Blei im Trinkwasser
- Spurenelementanalyse von Aerosolen in Luft



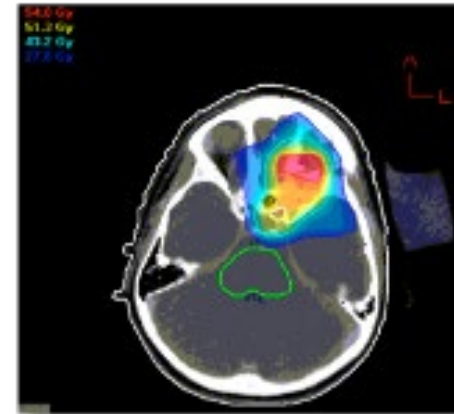
- **Methodenentwicklung**

- 3D Element Imaging
- Tiefenprofilanalytik im Nanometerbereich
- Entwicklung von Spektrometer für spezielle Aufgabenstellungen



- **Medizinische Strahlenphysik**

- Diagnostik
- Nuklearmedizin
- Strahlentherapie



- **MedAustron**

Internationales Tumorthherapie- und
Forschungszentrum mit Protonen und
Kohlenstoffionen

- Experimentelles Programm zur
 - Dosismessung und zum Linearen Energietransfer (LET) in menschenähnlichen Phantomen
 - Bildgebung mittels Ionen – Protonen CT



Strahlenphysik – gemeinsam mit XRC und KTP

Strahlung vielseitig nutzen,
den verantwortungsvollen Umgang lehren!



C. Strelt



K. Poljanc



D. Ingerle (XRC)



A. Hirtl (KTP)



K. Hradil (XRC)

VORLESUNGEN IM SOMMERSEMESTER 2024

- 141.405 VO Strahlenphysik (Strelt, Poljanc, Hirtl, Renner)
- 141.A40 VO Strahlenphysikalische Methoden in der Medizin (Poljanc)
- 141.211 VO X-ray analytical methods (Strelt)
- 141.807 VO Einführung in die medizinphysikalischen Grundlagen der Ionentherapie (Hirtl)

LABOR- UND PRAKTISCHE ÜBUNGEN IM SOMMERSEMESTER 2024

- 141.104 PR Strahlenschutzpraktikum (Musilek)
- 141.115 PR Practical Course in X-Ray Analytical Methods (Strelt, Wobrauschek)
- 141.A84 PR Praktische Übungen aus Strahlenphysik (Strelt, Wobrauschek, Hradil)

Strahlenphysik

Strahlung vielseitig nutzen,
den verantwortungsvollen Umgang lehren!



C. Strelli



K. Poljanc



D. Ingerle (XRC)



A. Hirtl (KTP)



K. Hradil (XRC)

SEMINARE IM SOMMERSEMESTER 2024

141.A54 SP Science TU You – Wissenschaftskommunikation in der Praxis
(Poljanc, et al.)

PROJEKT- UND BACHELORARBEITEN IM SOMMERSEMESTER 2024

134.191 PA Wahlpflicht-Projekt: Medizinische Physik und Bildgebung
141.018 PA Projektarbeit Strahlenschutz und Dosimetrie
141.079 PA Projektarbeiten Angewandte Strahlenphysik
141.110 PA Projektarbeit Elektronen- und Röntgenphysik
141.153 PA Projektarbeit Röntgenanalytik

Tieftemperaturphysik und Supraleitung

Michael Eisterer, Morteza Asiyaban, Alexander Bodenseher,
Florian Semper, Raphael Unterrainer

Unsere Themenschwerpunkte



- Magnetische Eigenschaften von Supraleitern
- Neue Materialien, Anisotropie
- Stromtransport in Supraleitern
- Flusslinienverankerung
- Granularitätseffekte und Stromperkulation
- Strahlungsresistenz von Magnetmaterialien

In Zusammenarbeit mit

- CERN
- EUROfusion
- MIT
- Univ. Oxford, Cambridge
-



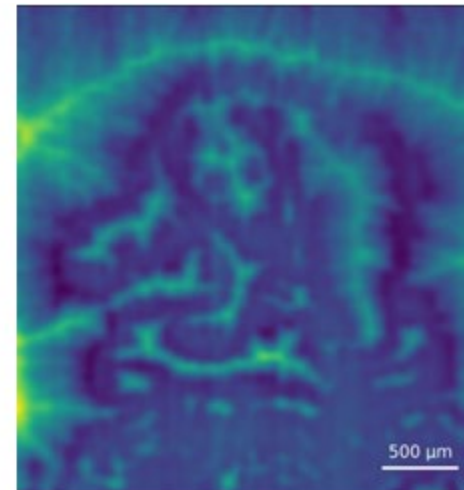
- 141.457 VO Hochtemperatursupraleiter
(Beginn 13.3., 16:15h, Sem.R. DB gelb 05 B)
- 141.388 SE Superconductivity Seminar
(Vorbesprechung 11.3., 16:15h, Atominstitut)
- 141.823 LU Praktikum aus Tieftemperaturphysik
(Vorbesprechung 13.3., 16:00h, Sem.R. DB gelb 05 B)
(vorl. Termin: 15.-26.4., Atominstitut)



Bachelor-, Projekt-, Masterarbeiten:

- Messen, Daten interpretieren
- Experimentelle Auf-/Umbauten
- Prozesssteuerung
- Numerische Modellierung

- Magnetisierungsmessungen: SQUID, Vibrationsmagnetometer
- Resistive Messungen (bis 1000 A, 17 T)
- Raster-Hallsondenmikroskopie

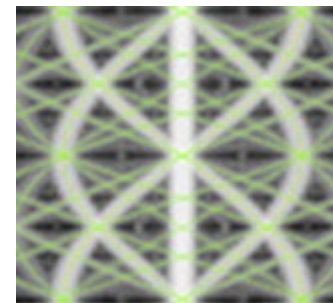
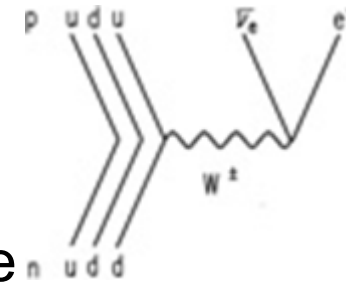


Neutronen- und Quantenphysik

H. Abele, G. Badurek, Y. Hasegawa, E. Jericha,
M. Pitschmann, I. Pradler, R. Sedmik, S. Sponar,
M. Suda, J. Summhammer, M. Zawisky.

Forschungsschwerpunkte

- Präzisionsexperimente zur Teilchenphysik
- Gravitationstests durch Quanteninterferenz
- Grundlegende Tests der Quantenmechanik
- Interferenzexperimente mit Neutronen
- Neutronenradiographie und 3D-Computertomographie
- Polarisierte Neutronen, Entwicklung neutronenoptischer Methoden
- UltraSANS, magnetische Mikrostrukturen
- Stellare Nukleosynthese, neue Konzepte in der Kerntechnik
- Charakterisierung kryogener Teilchendetektoren



Vorlesungen I

142.086 Atom-, Kern- und Teilchenphysik I

FH HS 6 / Mo 09:00–11:00 / Beginn 04.03

142.089 Übung Beginn 21.03.

FH DA grün 03 B / Do 09:00 – 11:00 // DC rot 07 / Do 11:00 - 13:00

142.092 Atom-, Kern- und Teilchenphysik II

FH HS6 / Di, Mi 14:00–16:00 / Beginn 05.03.

ATI Helmut Rauch HS / Di, Mi 09:00–11:00 / ab 12.03.

142.093 Übung (Vorbesprechung FH HS5 / 5.3.'24 16:00)

ATI Helmut Rauch HS / Mi 11:00–12:00 / Beginn 13.03.

141.243 Selected Experiments of Atomic, Nuclear and Particle Physics

ATI Helmut Rauch HS / Mo 14:00–17:00 / Beginn 11.03.

141.B04 Gravitation and Cosmology II

ATI SEM ZE 01 / Do 11:00 – 14:00 / Beginn 07.03.

Pitschmann,
Erne, Manz



Abele, Schieck



Zawisky, Sedmik
Pradler



Abele, Schieck



Abele,
Pitschmann

Vorlesungen II

142.440 Biological and Medical Applications of Nuclear Physics II

ATI Helmut Rauch HS / 11.03. – 22.03. / 12:00–14:00

! letzte Ausgabe !

141.236 Fundamental Physics with Polarized Neutrons

Email: yuji.hasegawa@tuwien.ac.at / TISS

141.242 Neutronen- und Röntgendiffraktometrie

Vorbesprechung Do 07.03., 12:00, Zoom

141.158 Neutronenoptik und Tomographie

Vorbesprechung Fr 03.05., 12:00–13:00, ATI Aula

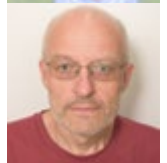
Badurek



Hasegawa



Jericha



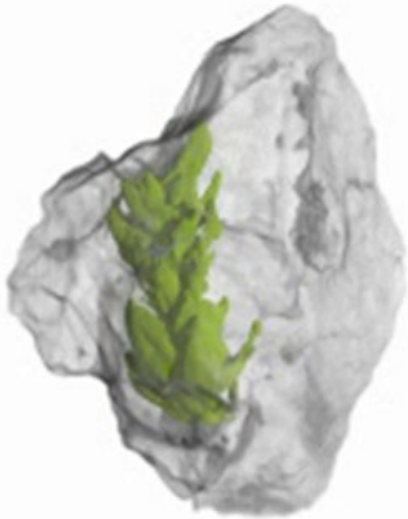
Zawisky



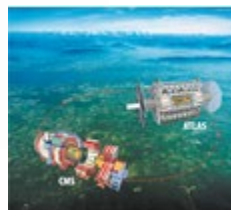
Praktika

141.A78 Praktikum aus Neutronenphysik

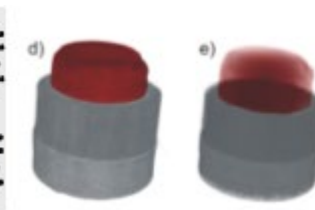
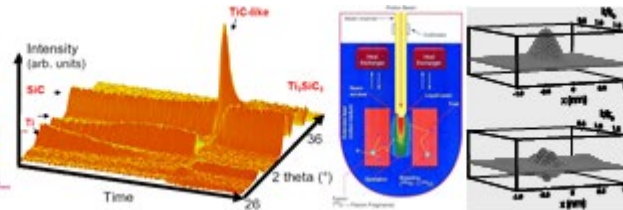
Vorbesprechung Do 09.03., 12:00, Zoom
Praktikum 17.06. – 28.06.



Abele, Hasegawa,
Jericha, Sponar,
Zawisky



Contextuality Experimental Setup



Praktika

141.A78 Praktikum aus Neutronenphysik

Vorbesprechung Do 07.03., 12:00, Zoom

Praktikum 17.06. – 28.06. / 09:30–16:30

Abele, Hasegawa,
Jericha, Sponar,
Zawisky

141.A76 Graphical Programming and Experiment Control

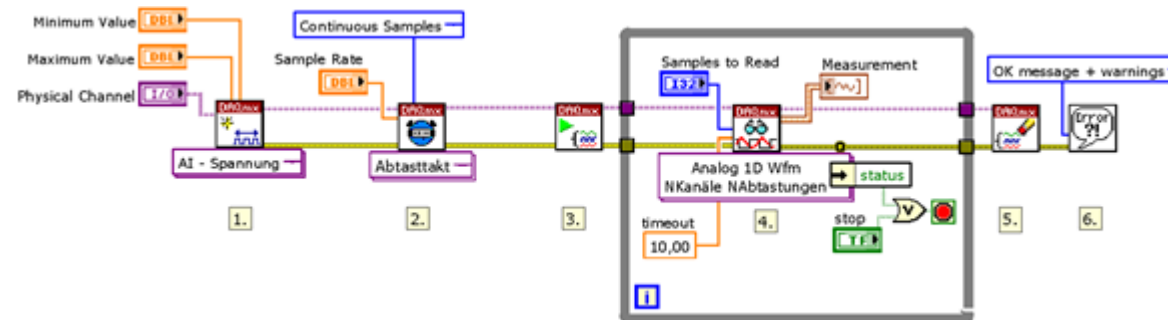
Vorbesprechung Do 07.03., 12:30, Zoom

Praktikum 16.04. – 25.04. / 10:00–17:00

Jericha

141.A86 Quantenphysik

Haslinger, Sponar *et al.*



Seminare

141.543

Neutronen-und Festkörperphysik

Fr 10:00–12:00 / Beginn 01.03. / ATI Helmut Rauch HS

141.B11

Advances in Quantum Science and Quantum Technology

Mi 16:00–18:00 / Beginn 06.03. / ATI Helmut Rauch HS

Frühstücksseminar der Neutronengruppe

ATI Essraum / Do 09:30–10:30 / Beginn 07.03.

Projektarbeiten / Bachelorarbeiten

141.026 Projektarbeit Neutronenoptik

Hasegawa, Sponar

141.102 Projektarbeit Neutronenphysik

Abele, Hasegawa, Zawisky,
Suda, Summhammer

141.A95 Projektarbeit Gravitation und Quantenmechanik

Abele, Sedmik

141.A96 Projektarbeit Schwacher Wechselwirkung

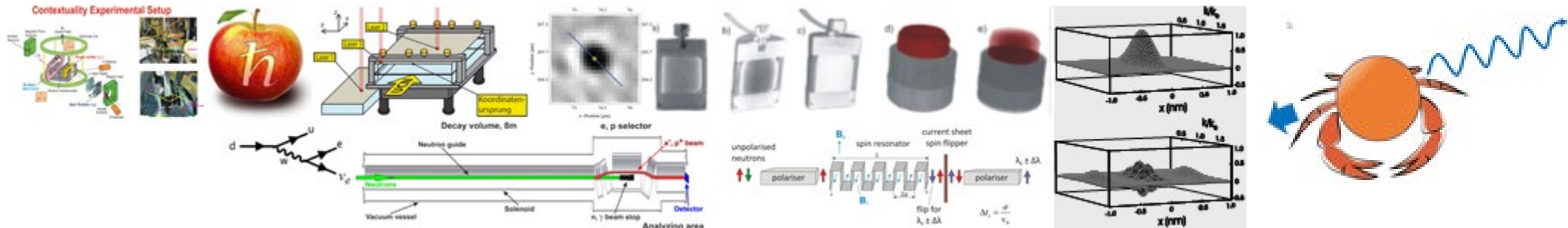
Abele, Jericha

142.025 Projektarbeit Nukleare Festkörperphysik

Jericha, Badurek

142.026 Projektarbeit Experimentelle Hadronenphysik

Jericha, Abele, Zawisky

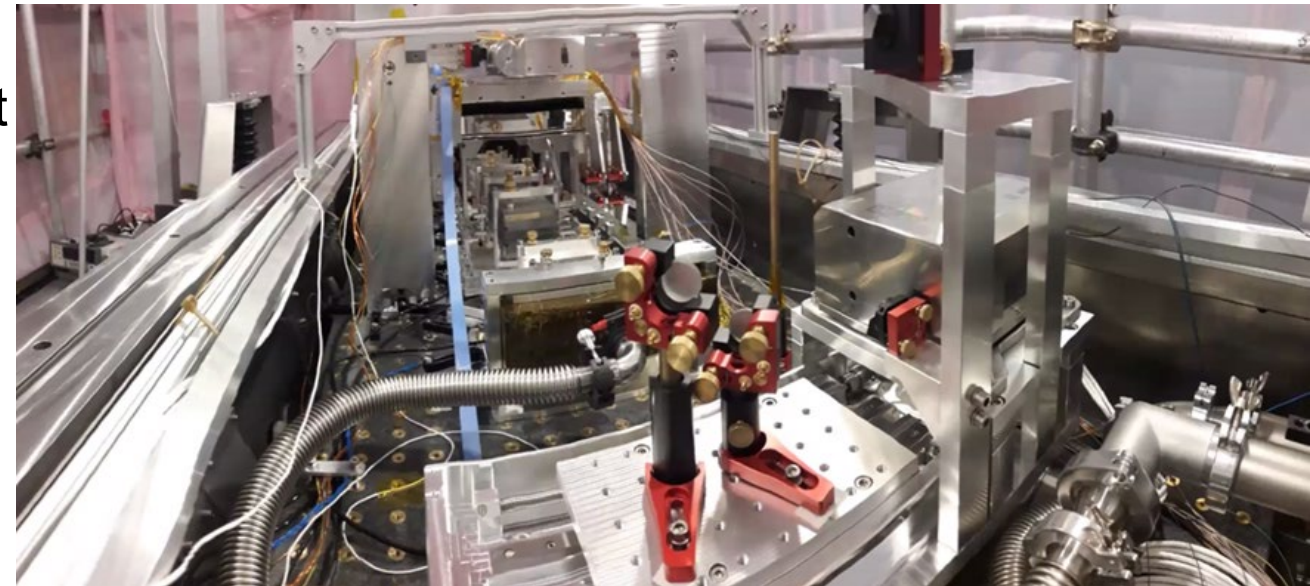
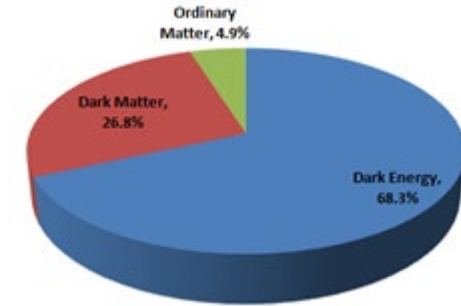


PA/BA Gravitation & Quantenmechanik

qBOUNCE - ILL Grenoble + ATI Wien

- Quantum states in the gravitational potential
- Potential to probe Dark Energy theories
- Preparation of neutron's charge measurement
- Instrument control in the submicron regime
- Origin of gravitation, non-Riemann gravity, entropic force

hartmut.abele@tuwien.ac.at



PA/BA Schwache Wechselwirkung

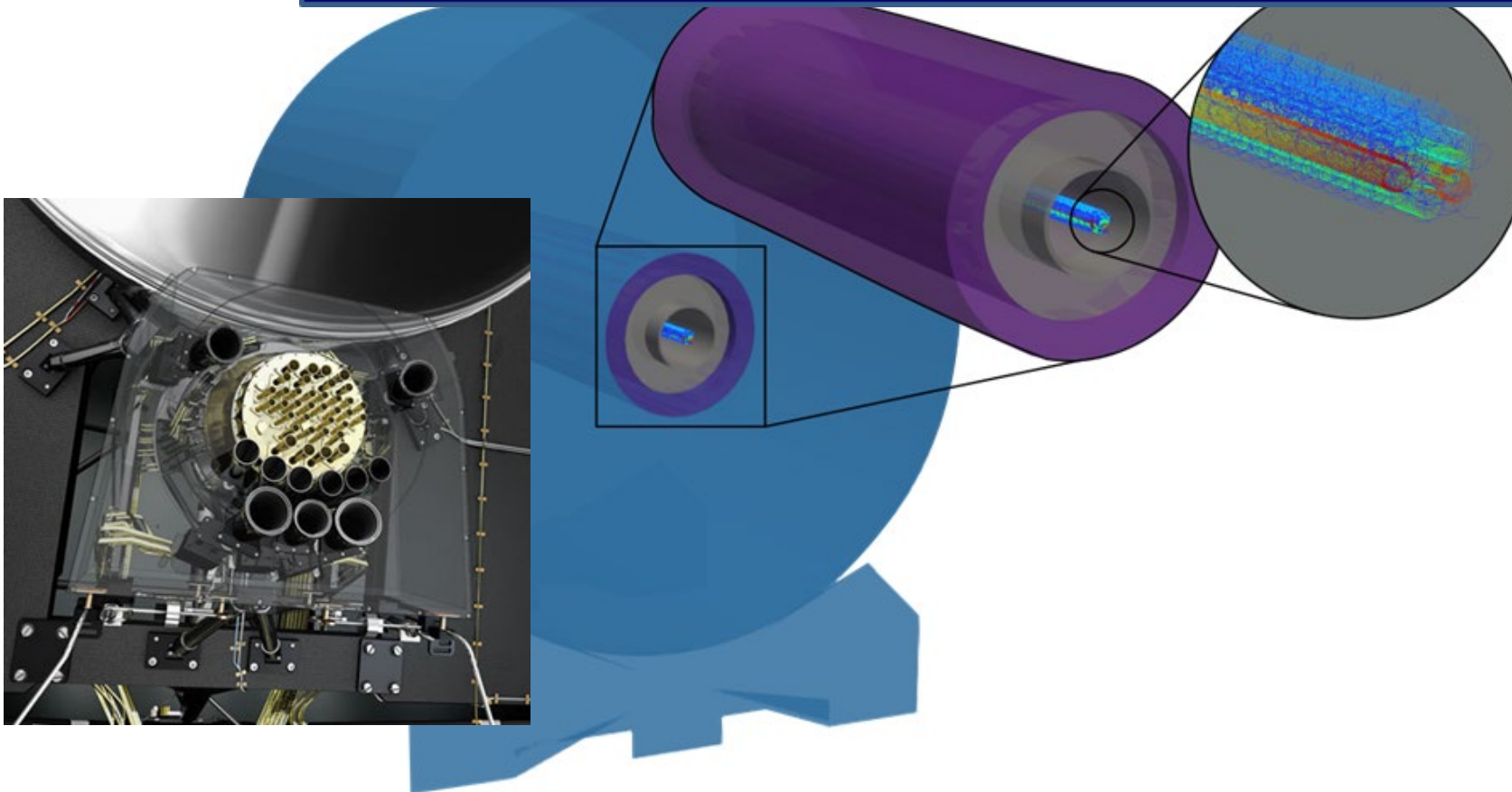
FRM II: Neutron Beta Decay & High Precision Experiments, PERC



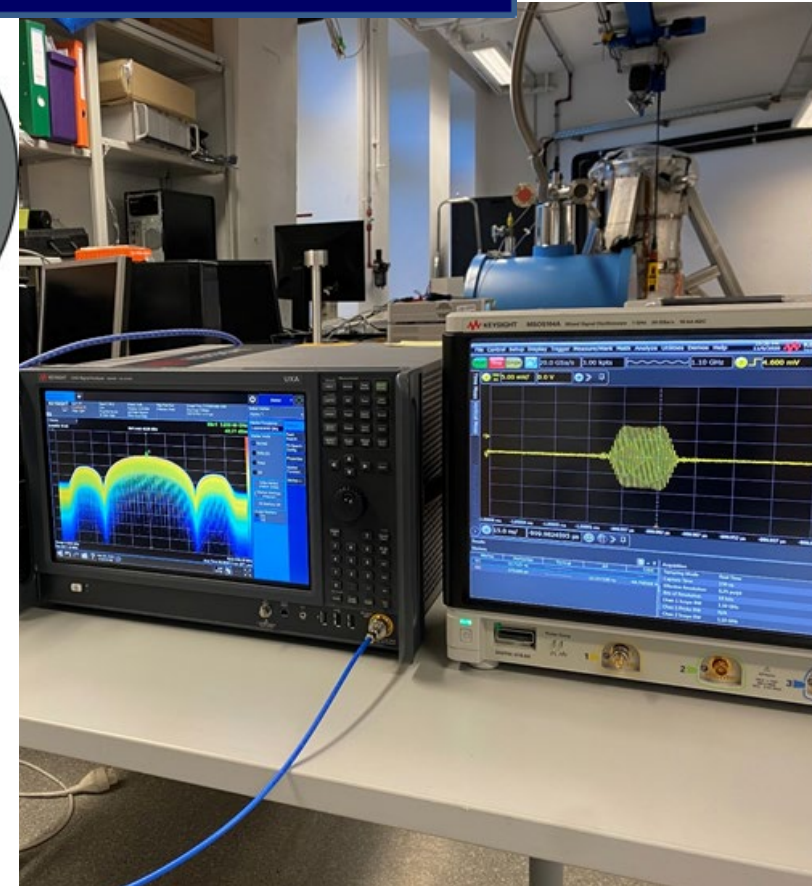
Spokesperson: B. Maerkisch, TU München, Time & Project Manager: E. Jericha, TU Wien

PA/BA Schwache Wechselwirkung

ATI: Beta Zerfall der Neutronen, CREScent - cyclotron radiation of electrons



hartmut.abele@tuwien.ac.at



erwin.jericha@tuwien.ac.at

Projektarbeiten / Bachelorarbeiten

141.026 Projektarbeit Neutronenoptik

Hasegawa, Sponar

141.102 Projektarbeit Neutronenphysik

Abele, Hasegawa, Zawisky,
Suda, Summhammer

141.A95 Projektarbeit Gravitation und Quantenmechanik

Abele, Sedmik

141.A96 Projektarbeit Schwacher Wechselwirkung

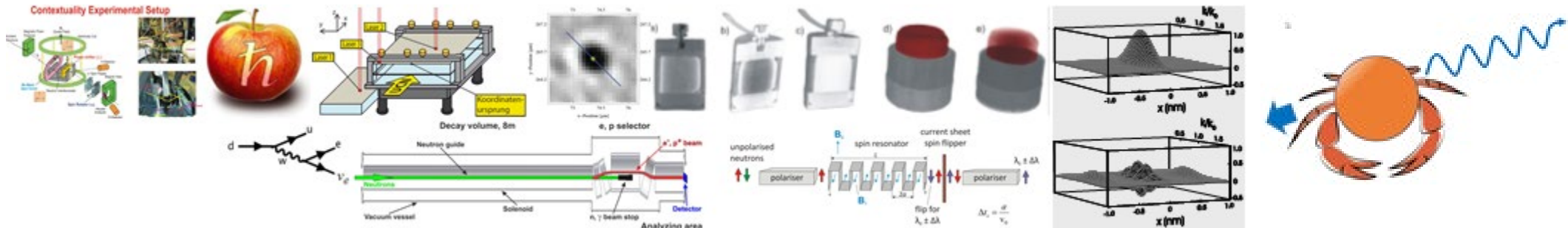
Abele, Jericha

142.025 Projektarbeit Nukleare Festkörperphysik

Jericha, Badurek

142.026 Projektarbeit Experimentelle Hadronenphysik

Jericha, Abele, Zawisky



Quantum Science & Quantum Technology

- Atominterferometrie
- Atom- und Quantenphysik
- Experimentelle Quanteninformation
- Festkörperquantenoptik und Nanophotonik
- Kalte Moleküle und Quantentechnologien
- Quanteninformation & Thermodynamik
- Quantenmetrologie

Ph. Haslinger
J. Schmiedmayer
J. Leonard
S. Skoff
T. Langen
M. Huber
T. Schumm



VCQ - Vienna Center for Quantum Science & Technology
www.vcq.at



Quantum Science Austria

Markus Aspelmeyer
Francesca Ferlaino
Johannes Fink
Tracy Northup

Armando Rastelli
Oriol Romero-Isart
Jörg Schmiedmayer
Gregor Weihs

 universität
innsbruck

 Institute of
Science and
Technology
Austria

 JKU
JOHANNES KEPLER
UNIVERSITÄT LINZ

 TU
WIEN TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

 ÖAW
ÖSTERREICHISCHE
AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN

 universität
wien

Quantum Science Austria



Gregor Weihs
Tracy Northup
Oriol Romero-Isart



Johannes Fink



Armando Rastelli



Jörg Schmiedmayer



Markus Aspelmeyer



Francesca Ferlaino

Base:

Intellectual and experimental infrastructure built by > 60 Quantum PI's in Austria organised in ESQ

34 ERC, 21 START, 6 Wittgenstein, many SFB, FG, DK
many Prizes: Nobel, Wolf, Breakthrough, Dirac Medal

Goal:

Secure Austria's excellence at the forefront of (fundamental) quantum science

- Push the frontiers of quantum science
- Attack big questions using synergies in
- Strengthen basic research as the motor for future innovation
- Educate quantum researchers and train the future quantum workforce
- Establish a single go-to place for all things quantum

Overarching principle: Open to ALL quantum researches

Quantum Science Austria



Gregor Weihs
Tracy Northup
Oriol Romero-Isart



Johannes Fink



Armando Rastelli



Jörg Schmiedmayer



Markus Aspelmeyer



Francesca Ferlaino

- **Community building** Conferences, Schools, regular meetings ...
- **3 Core Research Areas** Collaborative research which can NOT be achieved with ERC or FWF ... projects
 - Quantum Physics of Spacetime and Gravity
 - New paradigmas of Quantum Information Science
 - Physics of Engineered Many Body Quantum Systems
- **Discovery Projects** Jump start highly innovative projects open for junior reserarches from senior Phd → non tenured QV
- **quantA Fellows** prize PostDoc fellowships (50% women)
- **Quantum Education** build a modern quantum education al all levels from Bachelor → QV
fundamental science → quantum industry
- **Outreach** dissimination to wider public
presentations, exhibitions, art events ...

Secure Austria's excellence at
the forefront of quantum science

Quantum Information Science and Technology

Joint master program of

- Physics
- Information science
- Electrical engineering

With the goal to prepare for the quantum revolution

Quantum Technology, Quantum Communication, Quantum Computing and Simulation,
Quantum Metrology and Sensing, Quantum Devices, Quantum Informatics
Hybrid quantum-Classical computing

connections to quantum industry and quantum start-up

Series of lectures in a 4-semester curriculum

- | | | | |
|--|--------|---------------------------|---------------------------|
| • Quantum Optics J. Leonard, Holten | I & II | 141.A10
141.A11 | WS 2023
SS 2024 |
| • Quantum Technology P. Haslinger, J. Leonard, J. Schmiedmayer, T. Schumm | I & II | 141.A16
141.A17 | WS 2024
SS 2025 |
| • Atoms - Light - Matter Waves J. Schmiedmayer, P. Haslinger, T. Langen | | 141.212 | WS 2023 |
| • Macroscopic quantum Systems J. Schmiedmayer, P. Haslinger, T. Langen | | 141.231 | SS 2024 |
| • Atomic/Molecular Physics - Metrology T. Schumm | | 141.A35 | WS 2023 |
| • Quantum Information Theory M. Huber, N. Friis | I & II | 141.282
141.A11 | WS 2023
SS 2024 |
| • Quantum Thermodynamics M. Huber, N. Friis | I & II | 141.B22 | WS 2024
SS 2025 |
| • Einführung in die exp. Quantenphysik mit Qubit Systemen S. Sponar | | 141.280 | WS 2023 |

Seminars (every semester): *Helmut Rauch Hörsaal* (Atominstitut, Stadionallee 2)

- | | | | |
|--|---------|------------------|------------------------------|
| • Advances in Quantum Science and Quantum Technology students & postdocs | 141.B11 | Wednesdays 16:15 | external
speakers |
| • Neutron, Solid-State and Quantum Physics | 141.543 | Fridays 10:00 | |
| • VCQ Colloquium: Complex Quantum Systems | 141.271 | Mondays 17:00 | |



Praktikum: Quantenphysik

4 ECTS

141.A86

Haslinger, Sponar, Manz, Schachinger, Schumm, Schmiedmayer, Abele, Schneider

Lab course where you can experience first hand the basic phenomena of Quantum Physics.
Brand-new setups, one afternoon each, small teams

Sign up for labs by mail to: barbara.stross@tuwien.ac.at

Please sign up before 14.3.2024

- Verschränkte Photonen / Bell-Ungleichung
- HeNe-Laser
- Kernspinresonanz (NMR)
- Laserspektroskopie von Rubidium
- Topological phases with neutrons (am Reaktor, ATI)
- Interferenz am Doppelspalt mit einzelnen Elektronen (am USTEM)





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



Atom-Interferometry

(Quantum Electron Optics)

ESQ
Discovery



Start

Philipp Haslinger

www.haslingerlab.com

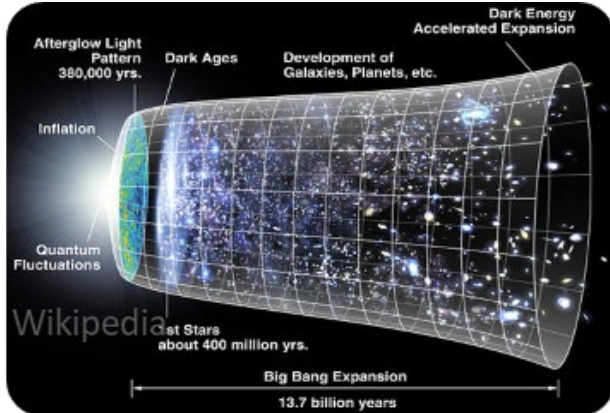


Der Wissenschaftsfonds.

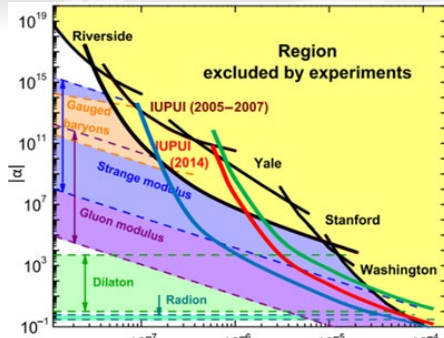


Lattice Atom Interferometry

The Dark Universe

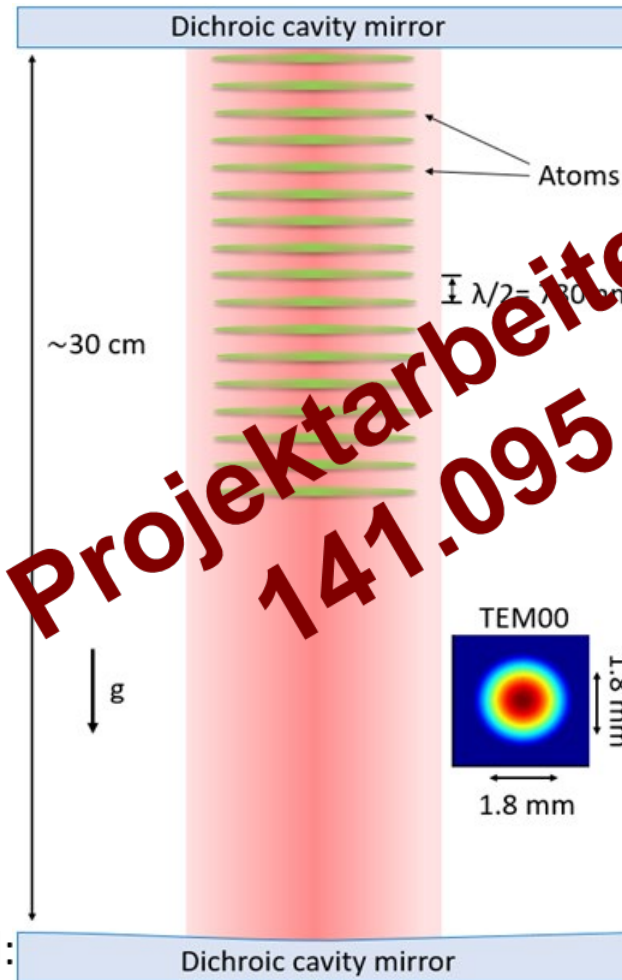


Discover or rule out many models



- At $10 \mu\text{m}$, forces $> 10^4 \times$ gravity possible
- Sense effects beyond the standard model: string theory...

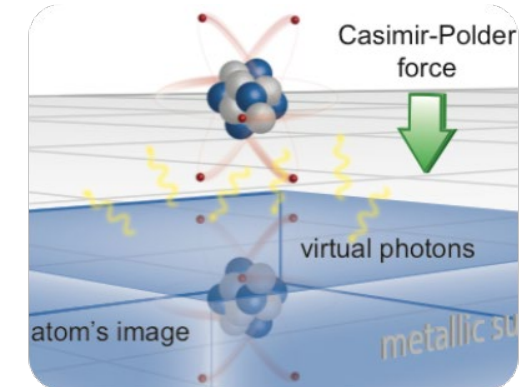
Philipp Haslinger



Light-Induced Interaction

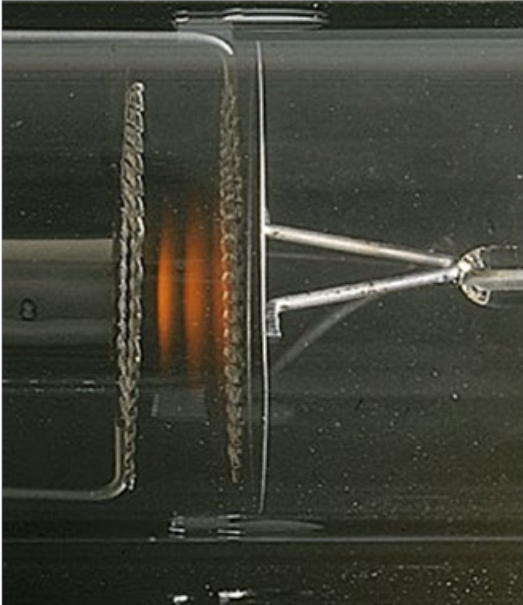


- Mechanical effects of thermal light
- BEC, Ultracold gasses, astrophysics,...



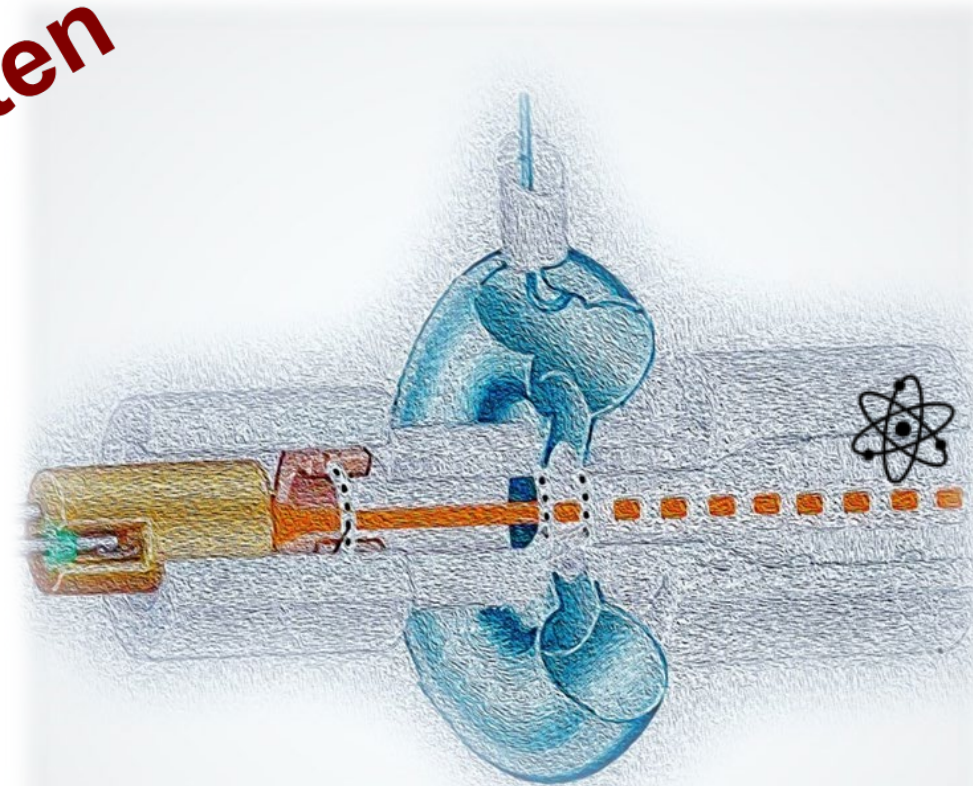
- Interaction from quantum fluctuations
- Temperature & spatial dependence

Franck Hertz



Quantum Klystron

**Projekt/Masterarbeiten
141.095**



Controlling Quantum Systems with Modulated Electron Beams

D. Rätzel, D. Hartley, O. Schwartz, P. Haslinger

Physical Review Research 3, (2), 023247 (2021)

FWF

Der Wissenschaftsfonds.

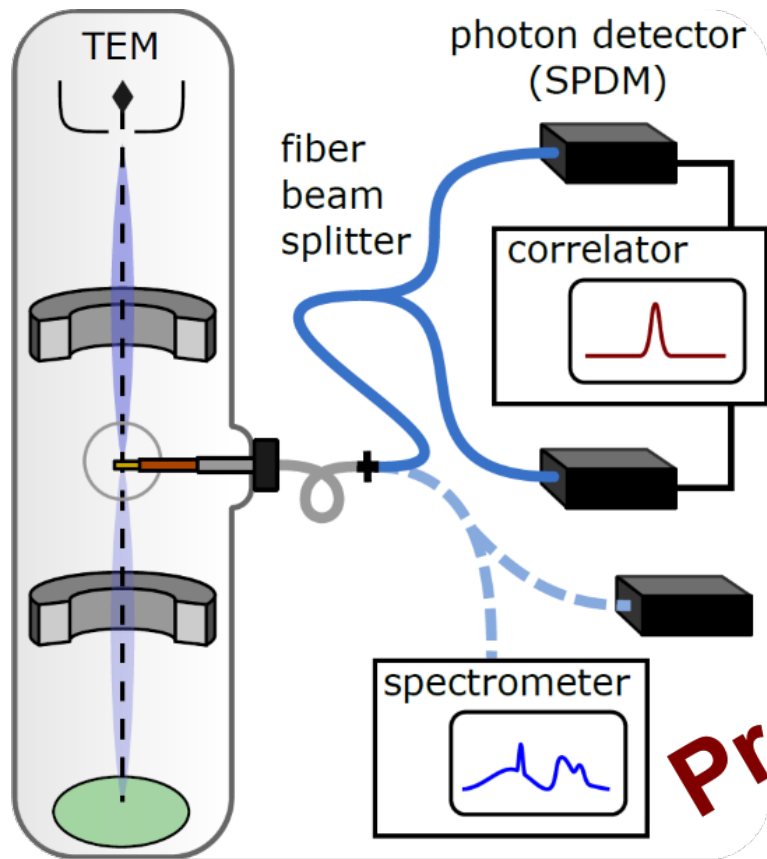
www.haslingerlab.com

Atom-Interferometry

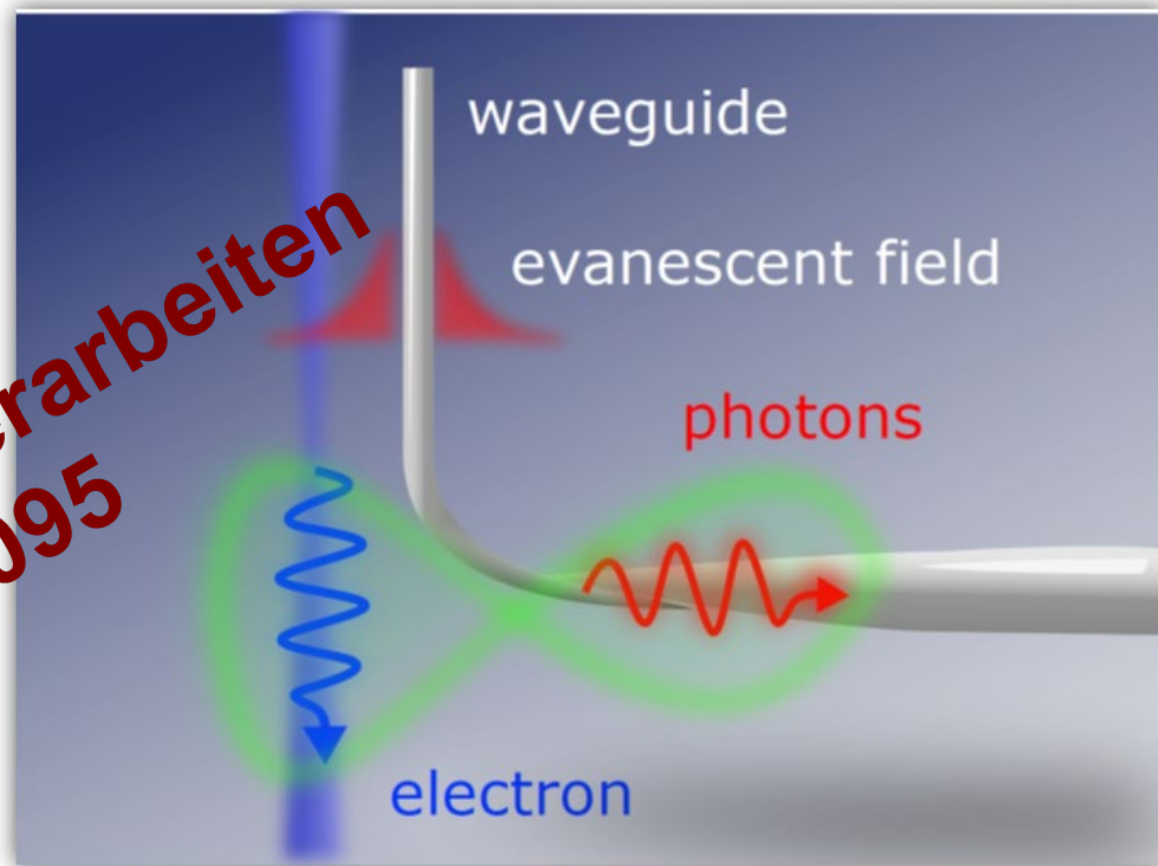
ESQ
Discovery

Correlated Electron – Photon Pairs

Electron microscopy



Projekt/Masterarbeiten
141.095



www.haslingerlab.com
philipp.haslinger@tuwien.ac.at

FWF

Der Wissenschaftsfonds.

Atom-Interferometry

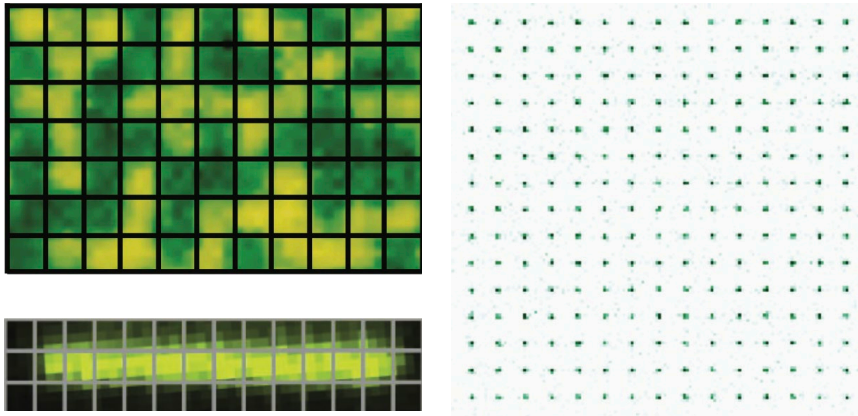
ESQ
Discovery



www.haslingerlab.com
philipp.haslinger@tuwien.ac.at

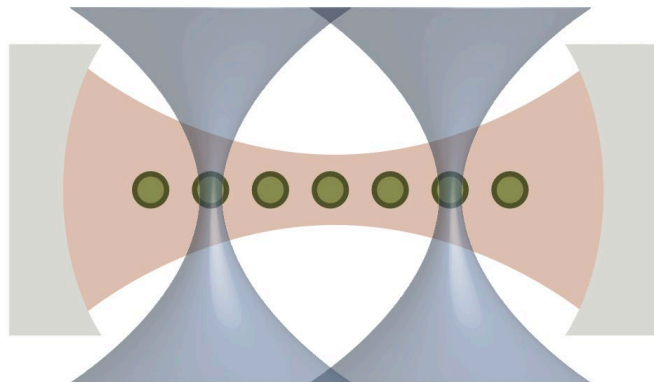
Experimental Quantum Information

Building quantum systems atom by atom



Neutral atoms: a leading platform for quantum simulation/computation

- Perfect isolation
- Unmatched size & scalability
- Accessible length- and time scales
- Single-qubit control & readout



Build a next-generation quantum processor:

- Quantum gas microscopy
- Optical tweezers
- Strong light-matter coupling
- Non-local entanglement

Contact:
julian.leonard@tuwien.ac.at
www.quantuminfo.at

Lecture: 141.A11 Quantum Optics II

Do 11:00-13:00 seminar room DB yellow 07 (first lecture on March 14th)

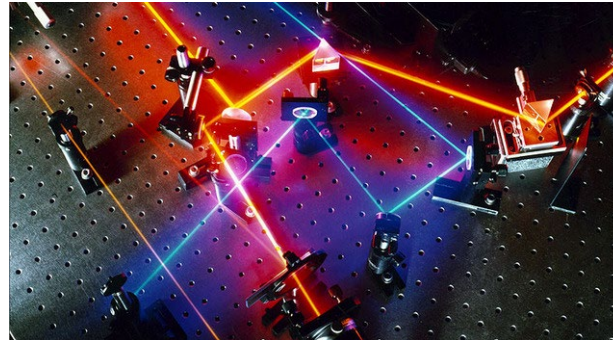
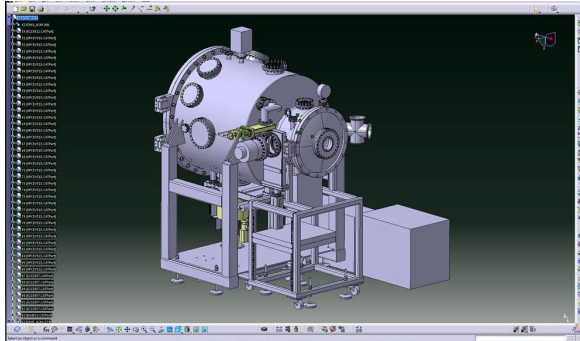
- Quantum description of a laser
- Storage of quantum information
- Quantum systems and weak measurements
- Entangled states of light and matter
- Quantum simulation and computation

Contact:
julian.leonard@tuwien.ac.at
www.quantuminfo.at

Bachelor-/Projekt-/Masterarbeiten

Various topics, e.g.:

- build new laser setup
- develop software/hardware to control a quantum processor
- construct an ultra-high vacuum system



Contact:
julian.leonard@tuwien.ac.at
www.quantuminfo.at

Quantum Information & Thermodynamics

Lehre
2024S



Marcus Huber



Nicolai Friis



Eliza Agudelo

141.B11 **Advances in Quantum Science and Quantum Technology** (SE, 2.0)

141.300 **Quantum Information Theory II** (VO, 3.0)

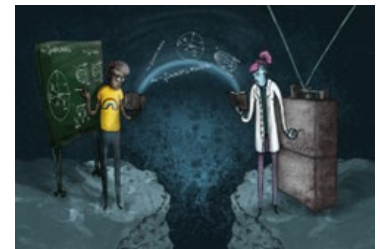
141.296 **Journal Club Quant-Ph** (SE, 2.0)

130.003/4 **Fundamentals of Physics IIa/b** (VU, 6.0)

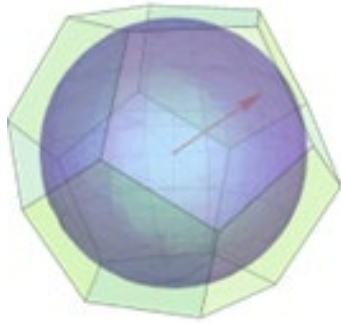


WEB: <https://www.quitphysics.info>

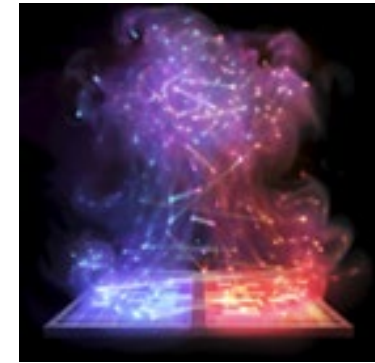
 @quit_physics



Quantum Information in Complex Quantum Systems



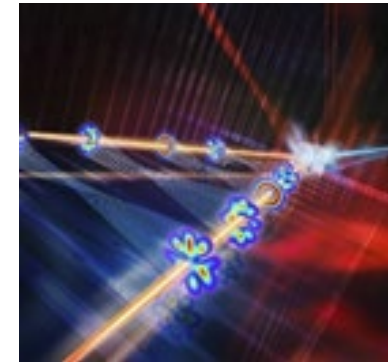
- Bloch representation & entropy characterisation
- Entanglement in high-dimensional systems
- Multipartite entanglement beyond LOCC
- Device-independent characterisation
- Entanglement in quantum networks



Quantum Cryptography

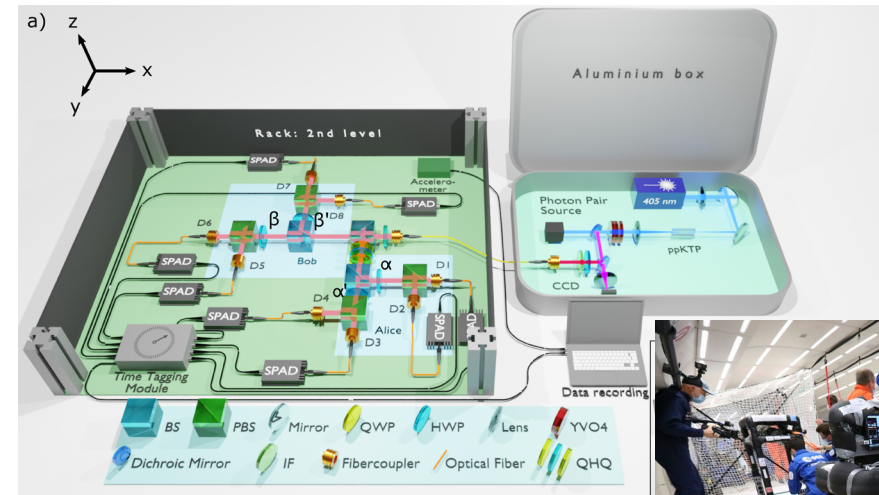
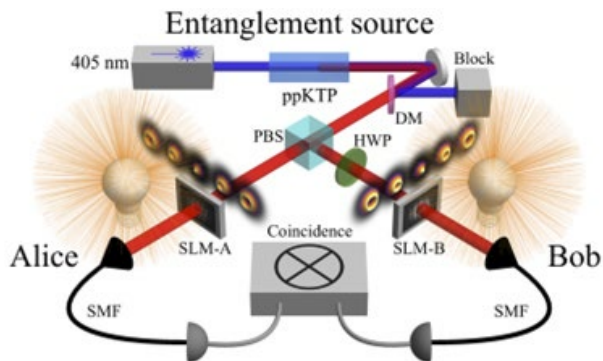
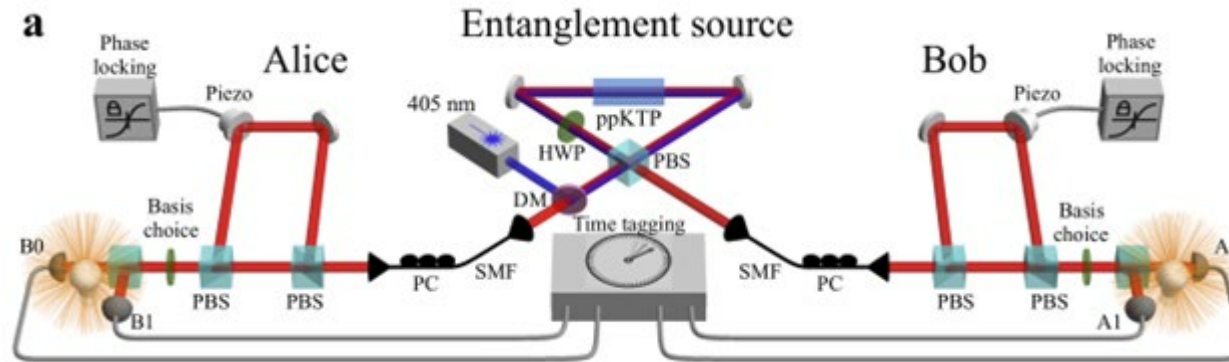


- High-dimensional protocols
- Quantum communication beyond QKD
- Modeling realistic channels
- Multipartite key distribution



Quantum Photonics

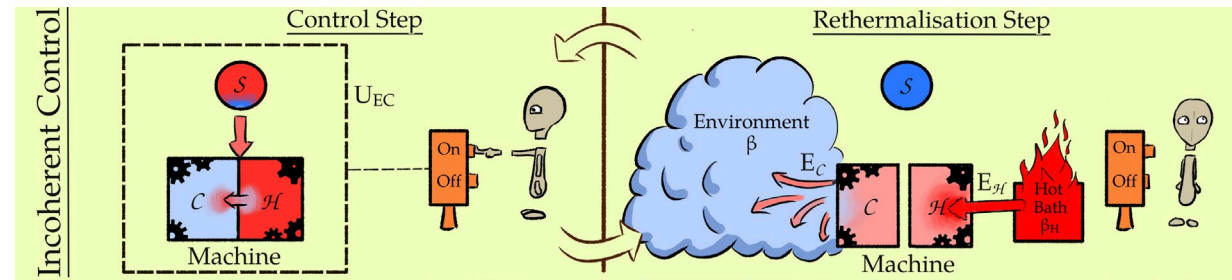
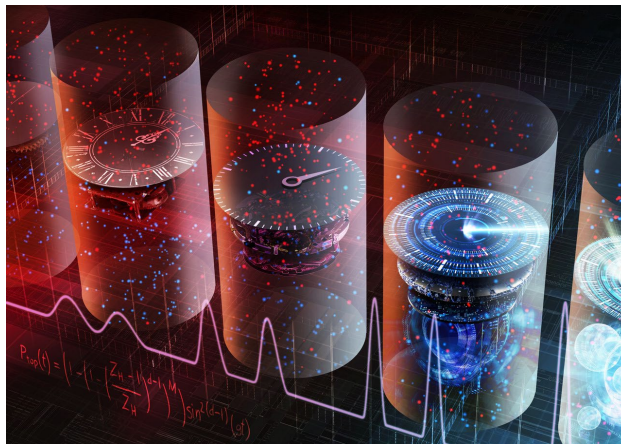
- Energy-time entangled photons
- Spatial modes of light:
entanglement and measurements
- Channels: free space & multicore fibres



Quantum Thermodynamics

Fundamental Thermodynamics

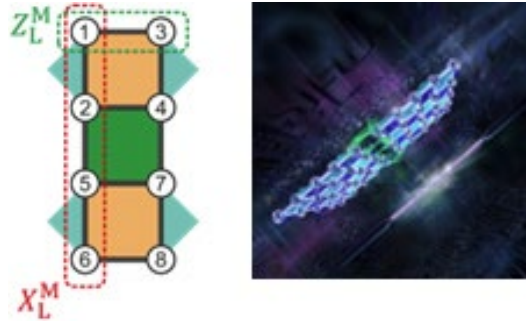
- Foundation of physics: ultimate limits to knowledge & acquisition of information
- Thermodynamic protocols: cooling on a quantum computer & limits to correlations
- Entropy, clocks, and the arrow of time
- Thermodynamics & complexity



Applied Thermodynamics

- Modeling realistic thermal machines (open quantum systems & many-body theory)
- Quantum Field Thermal Machines (with Jörg Schmiedmayer)

Quantum Technologies

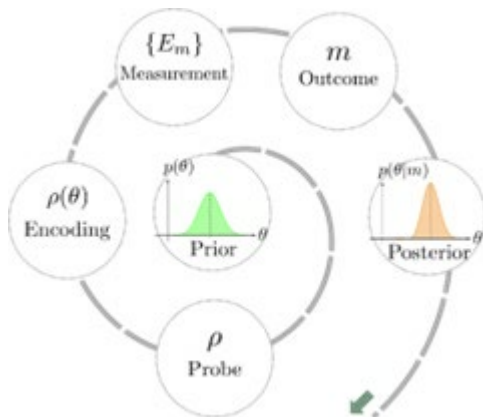


Quantum Computing Theory

- High-dimensional quantum-computing architectures
- Quantum error correction
- Black-box subroutines
- Implementation (theory) in quantum-optical systems

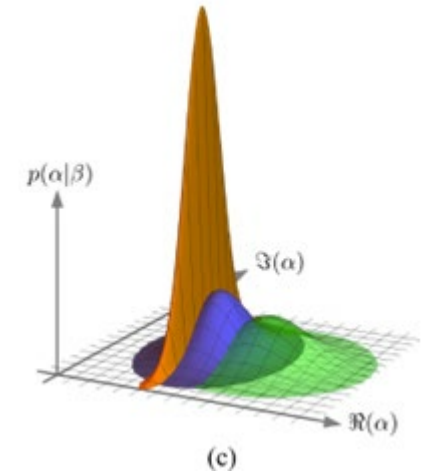
Quantum Optics Theory

- Gaussian and non-Gaussian states of light
- Correlations & entanglement in CV systems



Quantum Metrology

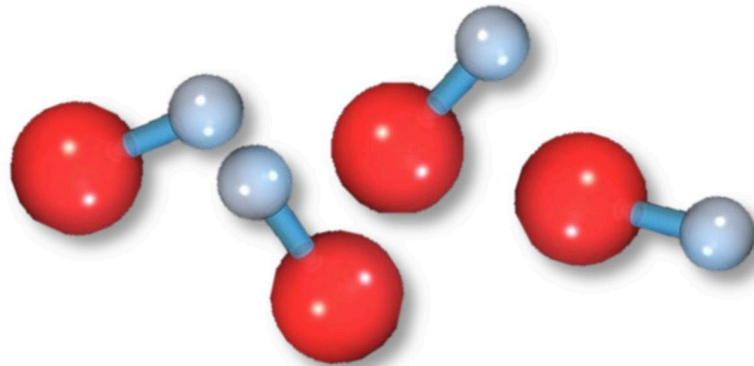
- Bayesian and frequentist estimation techniques
- Metrology for error mitigation in quantum networks
- Fundamental limits to thermometry



Kalte Moleküle und Quantentechnologie



Von kalten Atomen zu Molekülen



Elementare Bausteine chemischer Reaktionen

z.B. Experimente mit genau zwei Molekülen

Neue Materiezustände mit Dipol-Dipol Wechselwirkung

z.B. Suprafestkörper - fest und (supra)flüssig gleichzeitig

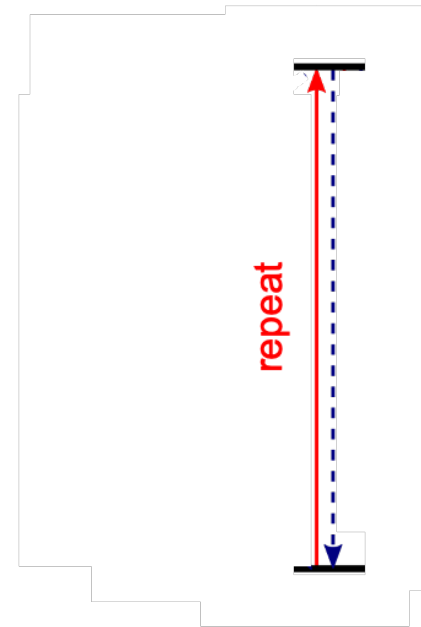
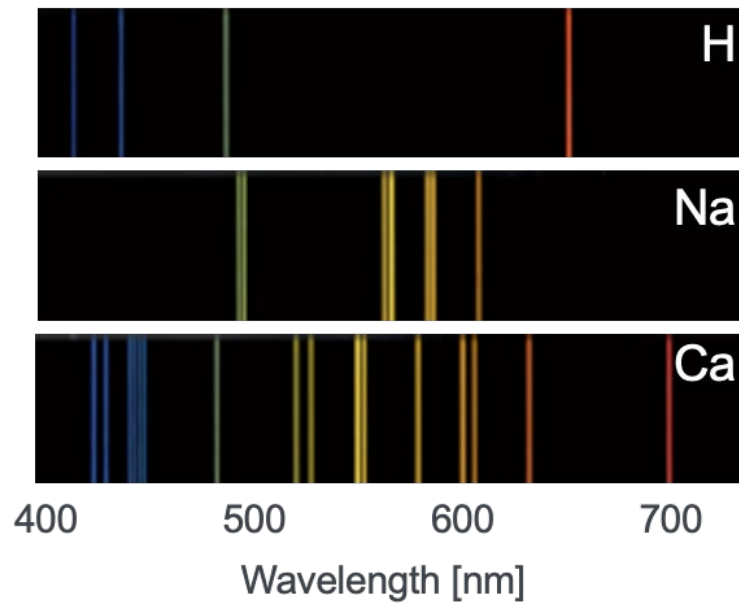
Hochpräzise Sensoren für fundamentale Physik:

z.B. für Physik jenseits CERN / LHC „on a tabletop“

Benötigt: Kühlmethoden wie bei Atomen!

Laserkühlung

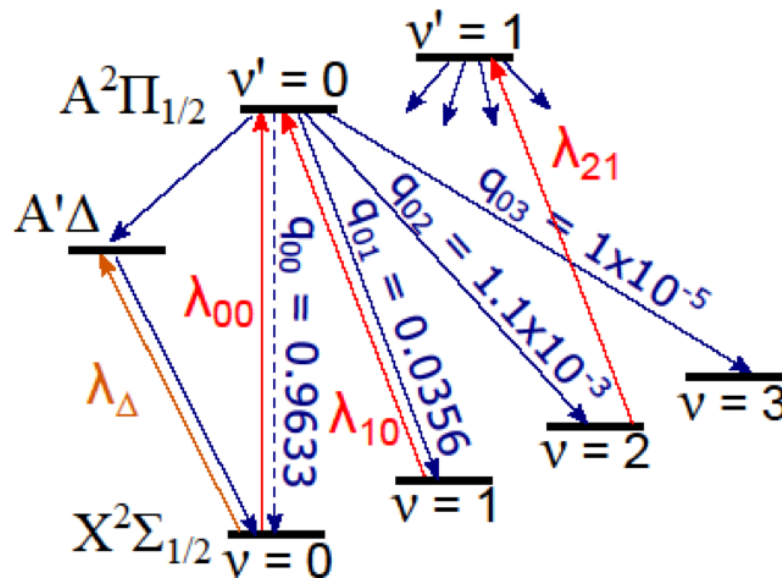
Atome / Ionen:
(relativ) einfache Struktur



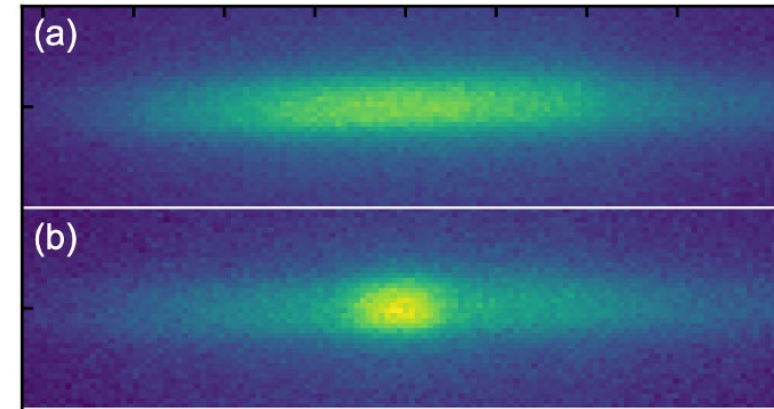
- Kühlung durch Streuung vieler Photonen
- Geschlossene Übergänge in Atomen leicht zu realisieren

Laserkühlung für Moleküle

Moleküle:
Vibrationen, Rotationen, ...



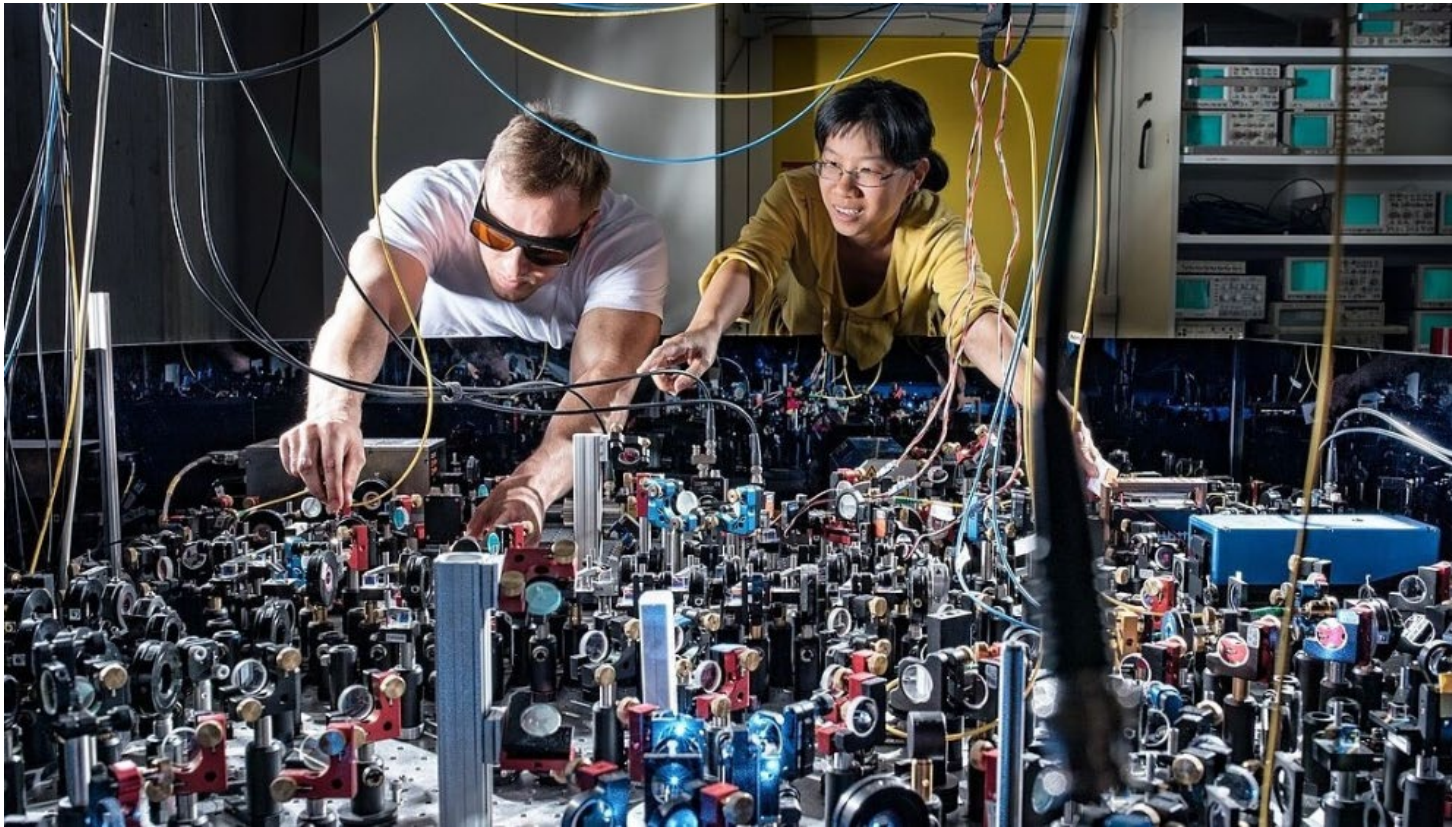
Beispiel aus unserer Forschungsgruppe:
Bariumfluorid (BaF)



Neu: Laserkühlung trotzdem möglich für viele Spezies (seit ~ 10 Jahren)

Quantentechnologien?

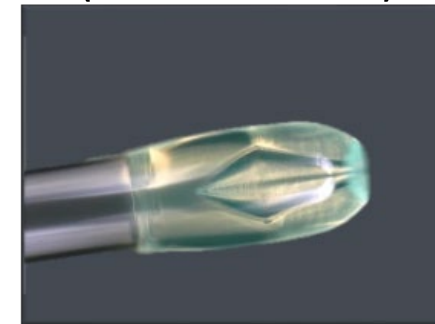
Aufbauten sind sehr komplex, teuer, sperrig ...



Miniaturisierung &
Kommerzialisierung



Integrierte Optiken
(z.B. 3D Druck)



125um

Join us!

Die erste Experimente sind vor Kurzem aus Stuttgart ans ATI übersiedelt ...

- **Projektarbeit/BSc Arbeit „Ultracold Molecules“**
(demnächst in TISS)
- **Vorlesung „Ultracold quantum matter“**
(voraussichtlich ab WS 2024)

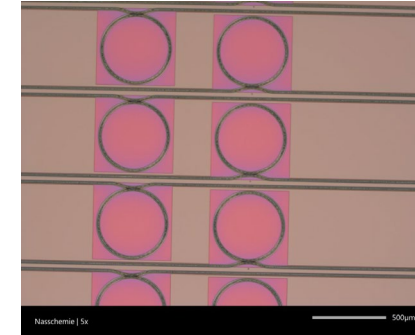
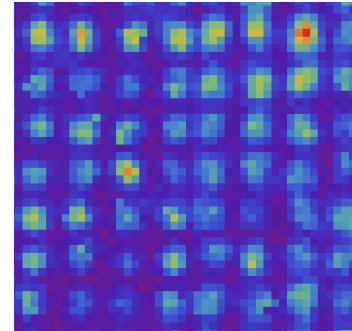


Festkörperquantenoptik und Nanophotonik

Sarah Bayer-Skoff

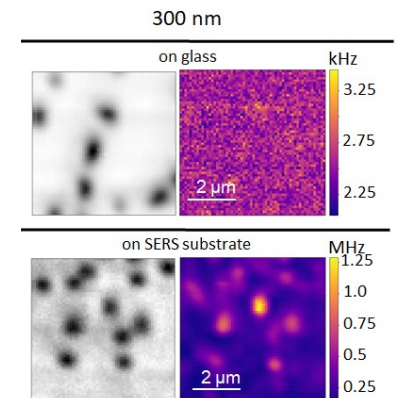
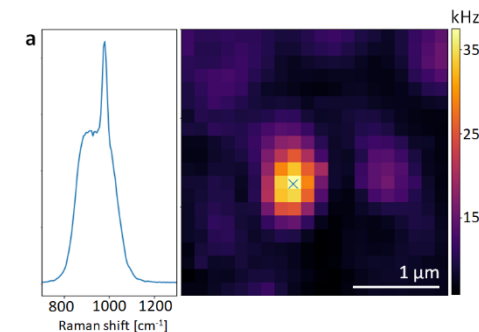
New quantum technologies based on quantum emitters in solid-state materials (e.g. 2D materials) and nanophotonics

- Implementing **strong light-matter interactions** on the level of **single photons** and **single quantum emitters**
- Developing new technologies for **photonic quantum networks**



Nanophotonic platforms for precision sensing

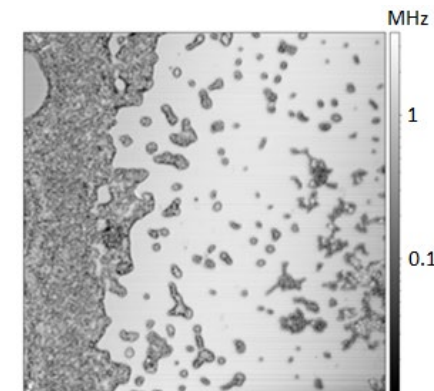
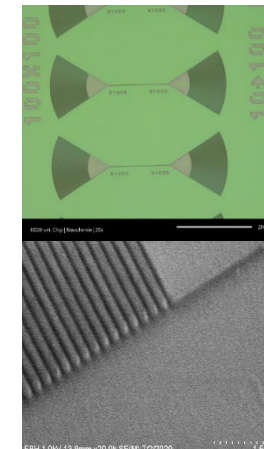
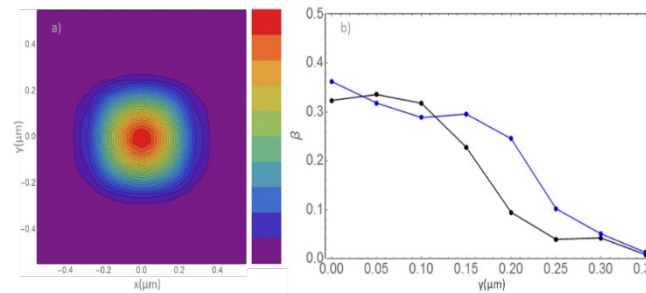
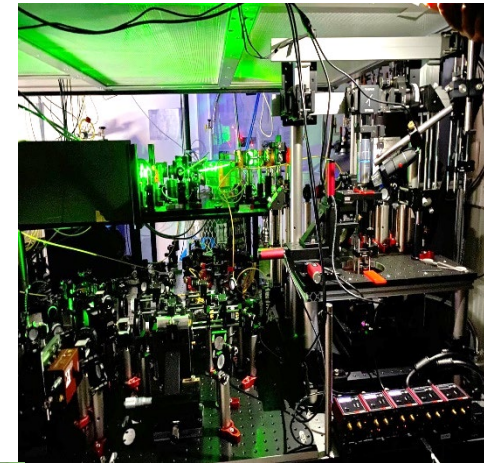
- **Detection and spectroscopy** of nanoparticles, in particular **nanoplastic** via **nanophotonic platforms**, such as **plasmonic** substrates.



Bachelor-, Project- and Masterprojects (141.095, 141.A13): (available again from WS2024 onwards)

Please contact:
sarah.skoff@tuwien.ac.at

- **Participation in current research projects in the lab**
- Topics: quantum emitters in hexagonal boron nitride, detection of nanoplastic, ...
- **Smaller self-contained projects on nanophotonics and spectroscopy**
- Topics: simulation of nanophotonic components (FDTD), characterisation of waveguide structures, homebuilt diode lasers, laser locks,...



Quantum-Metrology

Thorsten Schumm

Kjeld Beeks, Georgy Kazakov,
Stephanie Manz, Martin Pimon,
Enikoe Seres, Josef Seres, Tomas Sikorsky



Research Focus

Precision measurements based on quantum effects:

- „superposition-based“ quantum sensors

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle$$

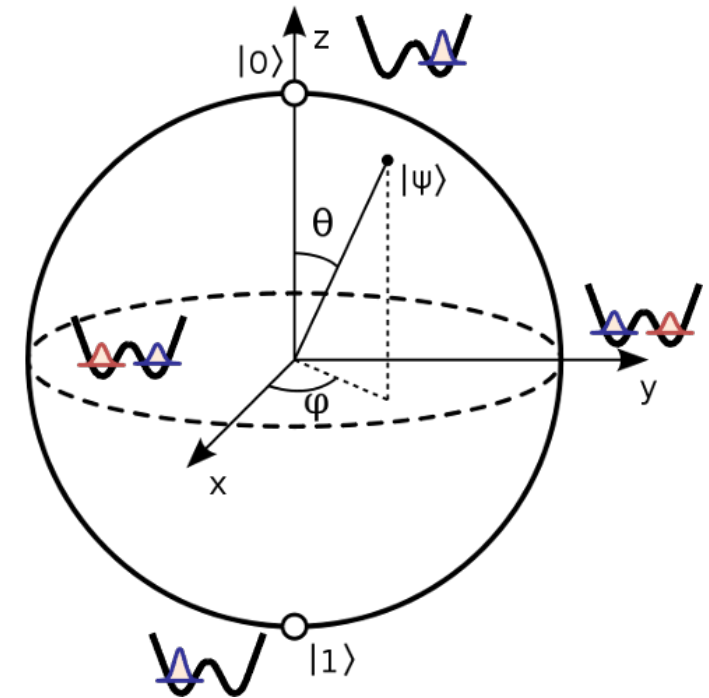
Precision measurements based on quantum effects:

- „superposition-based“ quantum sensors

$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle$$

„Internal“ state superpositions

- atomic clocks (MW, optical, UV...?)
- applications in navigation, communication, geodesy...
- fundamental research: interaction constants, dark matter...
- **research project:** a nuclear clock with Thorium-229



Precision measurements based on quantum effects:

- „superposition-based“ quantum sensors

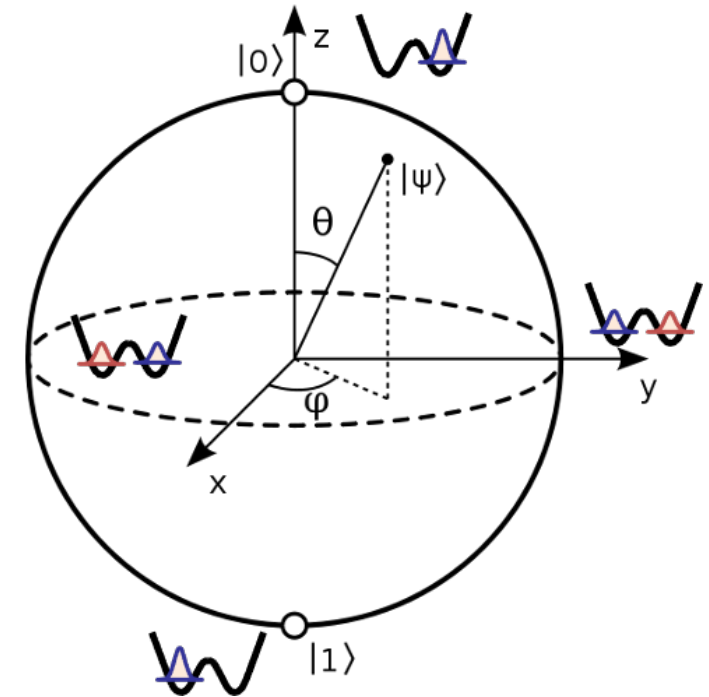
$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\text{cat}\rangle$$

„Internal“ state superpositions

- atomic clocks (MW, optical, UV...?)
- applications in navigation, communication, geodesy...
- fundamental research: interaction constants, dark matter...
- **research project:** a nuclear clock with Thorium-229

„External“ state superpositions

- de-localized wave functions of matter
- matter wave interferometry
- measurements of tilt, rotation, acceleration
- fundamental research: quantum-classical boundary
- **research project:** Caesium-BEC-interferometer

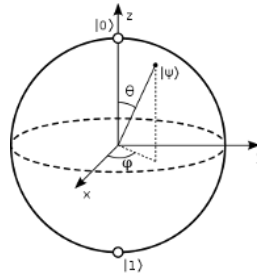


Lectures

141.A71 Measurement Technologies I Thursday 8:15-10:00 Hörsaal ATI

- Basics concepts of measuring, statistics, errors, fitting, noise
 - Basic physical units, SI, present and future implementations
- Emphasis on quantum metrology: atom gravimeters, atomic clocks,...

start 7.3.2024



Lectures

141.A71 Measurement Technologies I Thursday 8:15-10:00 Hörsaal ATI

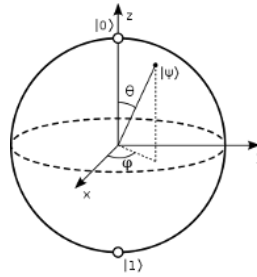
- Basics concepts of measuring, statistics, errors, fitting, noise
 - Basic physical units, SI, present and future implementations
- Emphasis on quantum metrology: atom gravimeters, atomic clocks,...

Projektarbeiten (also suited for bachelor projects)

141.A27 Atomic clocks and quantum metrology

- hands on projects embedded into research group
- topics: lasers, spectroscopy, experimental control, programming...

start 7.3.2024



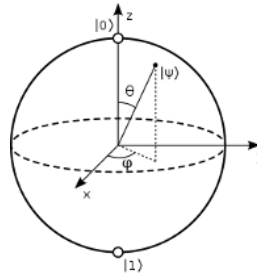
contact: Thorsten.Schumm@tuwien.ac.at

Lectures

141.A71 Measurement Technologies I Thursday 8:15-10:00 Hörsaal ATI

- Basics concepts of measuring, statistics, errors, fitting, noise
 - Basic physical units, SI, present and future implementations
- Emphasis on quantum metrology: atom gravimeters, atomic clocks,...

start 7.3.2024



Projektarbeiten (also suited for bachelor projects)

141.A27 Atomic clocks and quantum metrology

- hands on projects embedded into research group
- topics: lasers, spectroscopy, experimental control, programming...

contact: Thorsten.Schumm@tuwien.ac.at

Praktikum

141.A12 Fundamental experiments on quantum physics

- single versus two-photon interference
- Einstein-Podolski-Rosen / Bell experiment
- neutron interferometry at TRIGA reactor

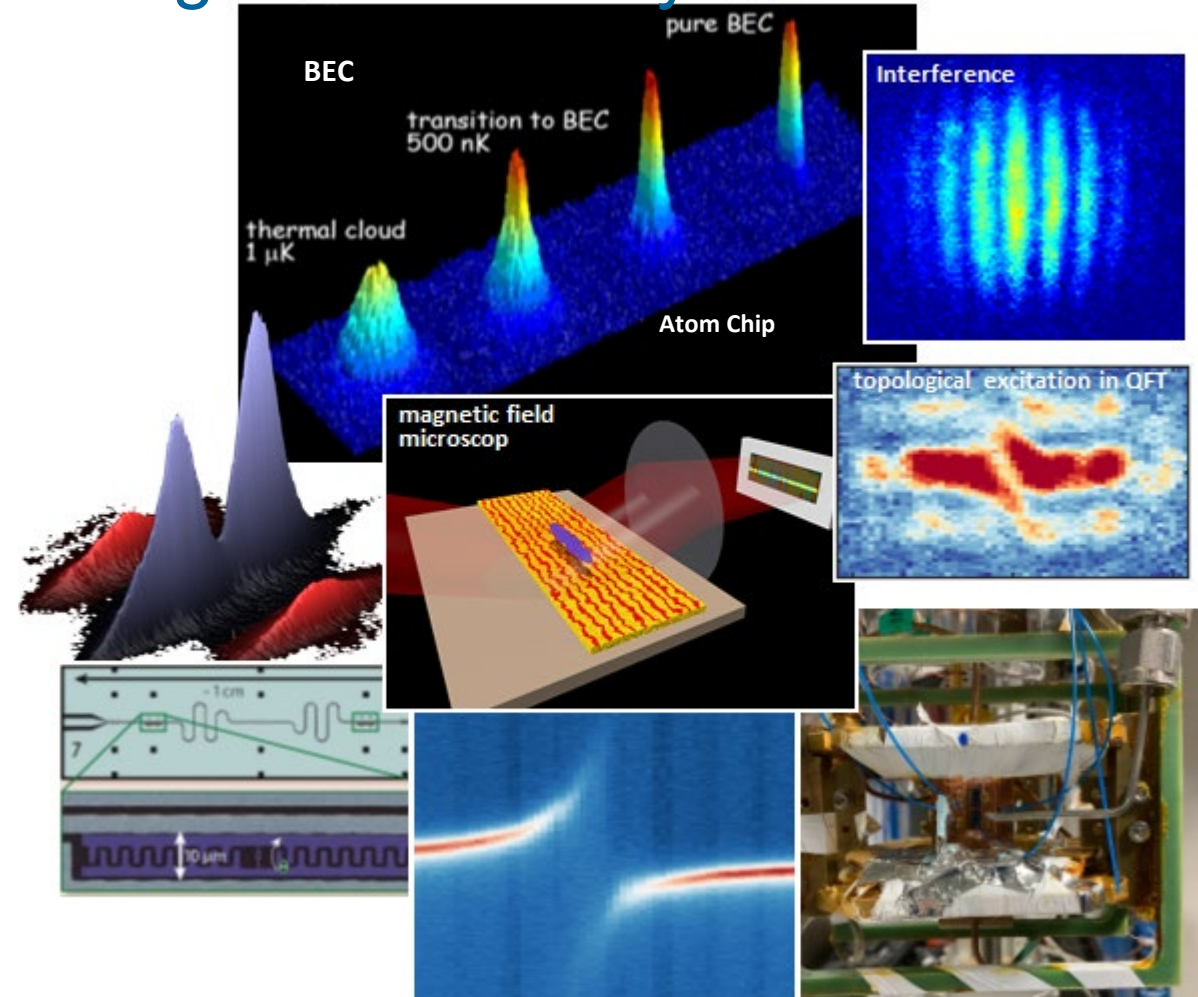
contact: Barbara.Stross@ati.ac.at

Atom- und Quantenphysik

**S. Erne, I Mazets, M. Prüfer, Elena Rodchenko
J. Schmiedmayer**

Understanding and Implementing Quantum Physics

- **fundamental research**
 - quantum degenerate Bose and Fermi gases
 - coherence and de-coherence
 - quantum simulations, quantum field theories
 - emergence in quantum physics
- **applications in devices**
 - hybrid quantum circuits
 - quantum memory
 - metrology and sensors
- **technologies**
 - lasers, optics
 - imaging and image processing, AI
 - super conductivity and cryogenic technology
 - experimental control and active feedback
 - nano fabrication and micro optics
 - numerical modelling



141.231 Macroscopic Quantum Systems

Ph. Haslinger, T. Langen, J. Schmiedmayer

3 ECTS, Wahlfach, ATI

This lecture will give an introduction into the physics of **degenerate quantum systems** and **Bose-Einstein condensation**. It will link standard knowledge in atomic physics, quantum mechanics, and statistical physics to on-going research in the field of **quantum and atom optics** and **quantum simulation** with ultracold atoms. The participants will learn to read and understand recent publications and get an overview on the field.

location: Atominstitut (if requested also TU Freihaus)

language: english

format: Lecture + student seminars (weekly or in block)

tentative date of first lecture: Mi 13. March 2024 14 – 16 Atominstitut

To arrange dates and times: please register at: schmiedmayer@atomchip.org or philipp.haslinger@tuwien.ac.at

141.231 Fundamental experiments on quantum physics

Praktikum

contact: barbara.stros@ati.ac.at

Projektarbeit 141.214: Ultracold Atoms and Spectroscopy

students gain hands-on experience on...

laser physics, high-resolution spectroscopy, feedback and frequency stabilisation, acusto-optics, polarization vacuum technology, laser cooling and trapping, digital imaging and image analysis, quantum degenerate gases, numerical methods to solve problems in ultra cold quantum matter

contact: maximilian.pruefer@tuwien.ac.at, rugway.wu@tuwien.ac.at, sebastian.erne@tuwien.ac.at und schmiedmayer@atomchip.org

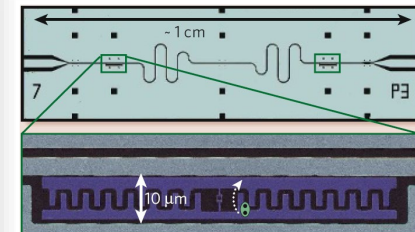
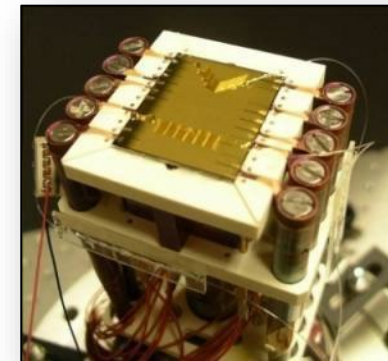
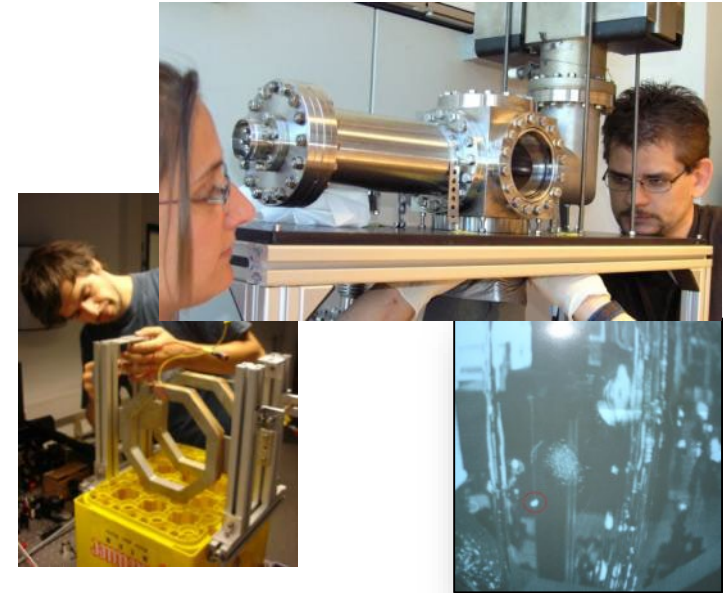
Projektarbeit 141.216: Quantum Technology

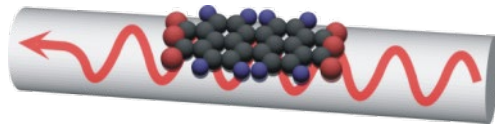
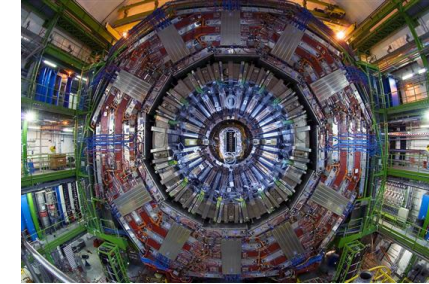
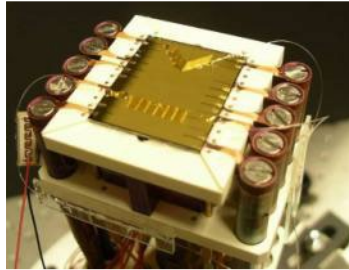
merging microfabrication, optics, superconducting quantum circuits and AMO physics
hands-on experience on...

Nano fabrication, micro optics, single photon optics and detectors, micro wave engineering, micro wave resonators, superconducting quantum circuits cryogenics, quantum electronics

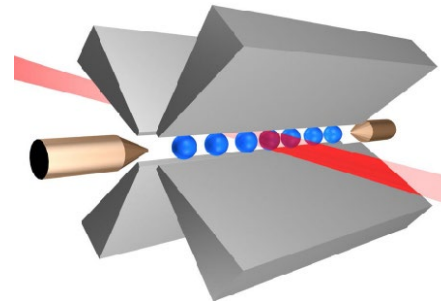
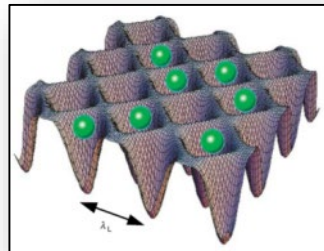
contact: elena.redchenko@tuwien.ac.at und schmiedmayer@atomchip.org

format: teams of 1-2 select with their mentor a project connected to our experiments
⇒ 4 weeks full time in the lab
presentation of results in the group meeting





zum Abschluss



Beyond Physics @ ATI





und direkt am ATI



und direkt am ATI



es folgt:

