

BA- und MA-Themen Experimentalphysik 2023

Martin Schultze / Andreas Hauser / Markus Koch /
Roland Lammegger / Marcus Ossiander /
Birgitta Schultze-Bernhardt / Anton Tamtögl

TU Graz – Institut für Experimentalphysik

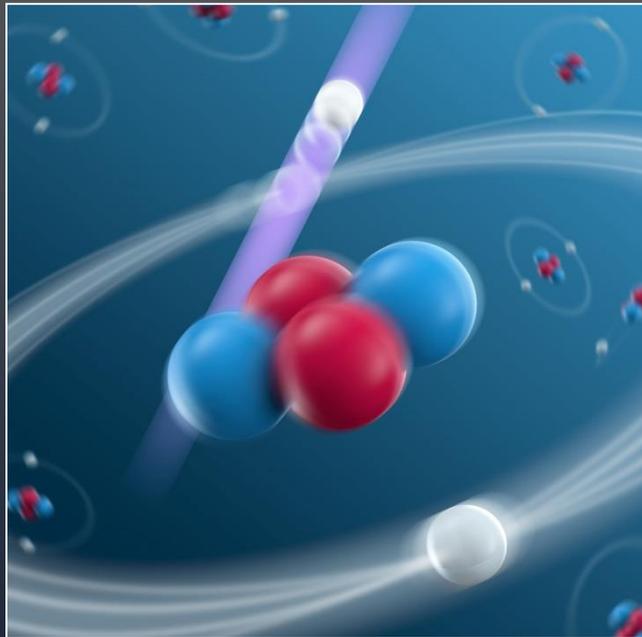
www.tugraz.at/institute/iep

Experimentalphysik

**strongest lasers – lowest temperatures – smallest particles –
largest electric fields – fastest processes – shortest signals & satellite missions**

Martin Schultze

- Elektronenbewegung in Echtzeit
- Schnellste beobachtete Prozesse (10^{-18} s)
- Kürzeste Laserpulse der Welt

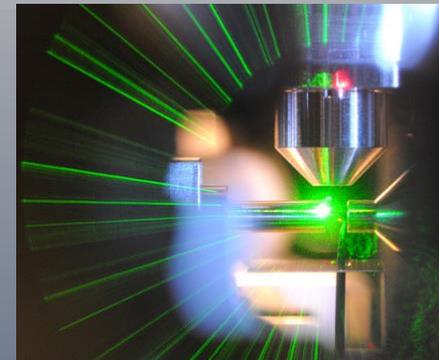


- Der Photoelektrische Effekt dauert 5.9 Attosekunden!

Wir „filmen“ Elektronenbewegung in Atomen.

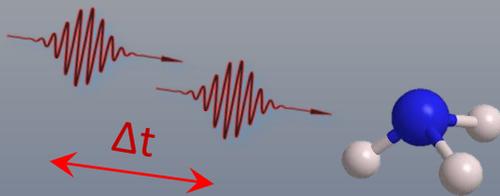
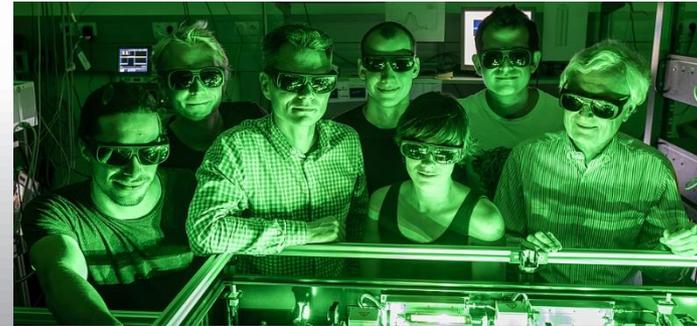
- Elektronik mit optischen Taktraten

Ultrakurze Laserimpulse erlauben an die herkömmliche Halbleitertechnologie angelehnte Rechenoperationen mit einer 10000 fach beschleunigten Taktrate.

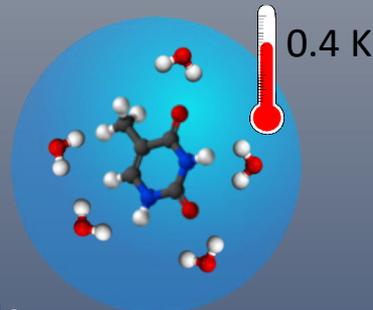


Markus Koch

- Licht-Materie Wechselwirkung
- ultraschnelle photochemische Prozesse
- Energie- und Ladungstransport
- Nutzbarmachung von Lichtenergie: Treibstoffe aus Sonnenenergie



2. In Quantenfluid:

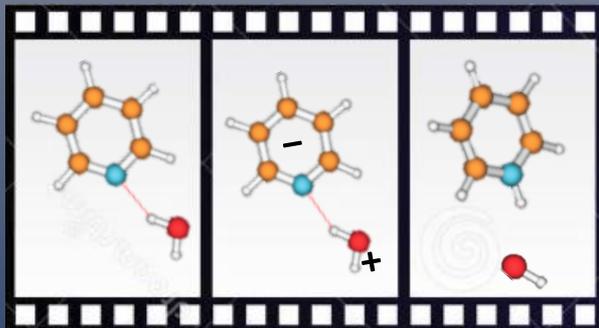


0.4 K

He
Nanotröpfchen



1. Isolierte Moleküle

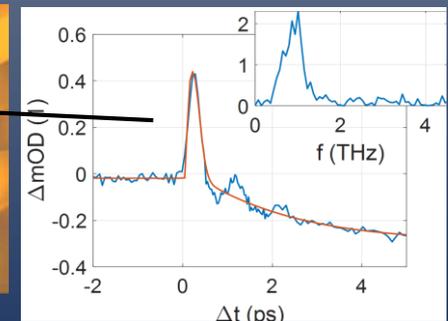


molecular movie

3. Festkörper: Ultrakurzzeit-Mikroskopie



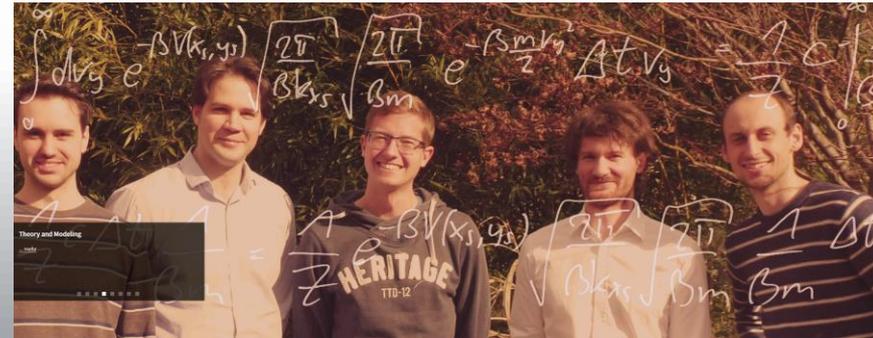
Molekülkristall



Andreas Hauser

Experimente →
theoretische Rechnungen und Simulationen →
neue Ideen für Experimente

Typische Problemstellungen auf Bachelor- und Master-Niveau:



Berechnung optischer und chemischer Eigenschaften von Molekülen und Clustern

z.B. molekularer Magnetismus in planaren Molekülen,
Katalytische Reaktionen auf sub-Nanometer-Metallclustern

Theorieentwicklung und Verbesserung von Ansätzen in der Molekülphysik und der Elektronenstrukturtheorie

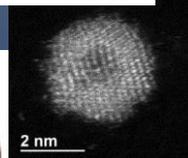
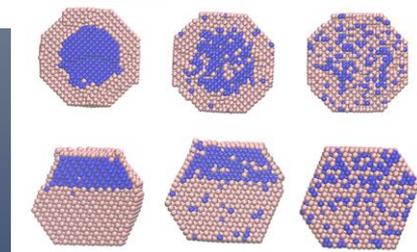
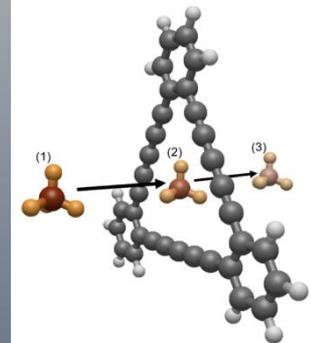
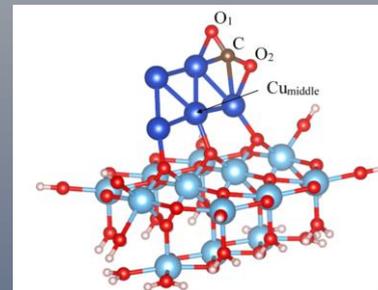
z.B. Oberflächendiffusion von Metallatomen in Nanostrukturen mittels
zellulärer Automaten („Game of Life“),
oder Verbesserungen der orbitalfreien Dichtefunktionaltheorie

$$T[n] = T^{\text{TF}} + T^{\text{vW}} + T^{\text{NL}}$$

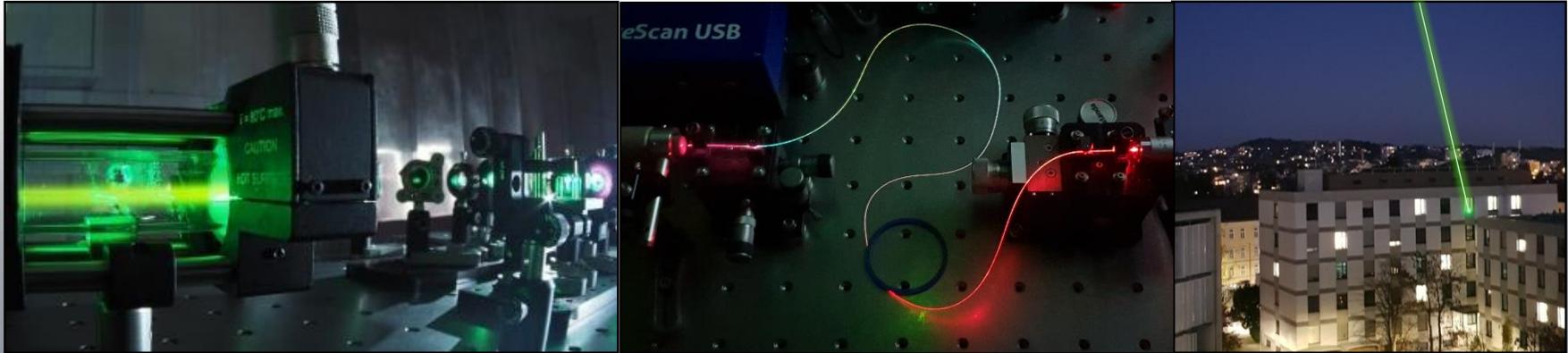
$$T^{\text{NL}} = C \int \int n(\mathbf{r})^\alpha \omega[n](\mathbf{r}, \mathbf{r}') n(\mathbf{r}')^\beta d\mathbf{r} d\mathbf{r}'$$

Anwendungen von „Machine-Learning“-Methoden:

z.B. Neuronale Netzwerke zur Beschreibung bimetallischer Cluster („Nano-Mozartkugeln“),
Beschleunigte Dynamik-Simulationen auf molekularen Energieflächen,
Verbesserungen in der automatisierten Auswertung von TEM-Bildern



Birgitta Schultze-Bernhardt



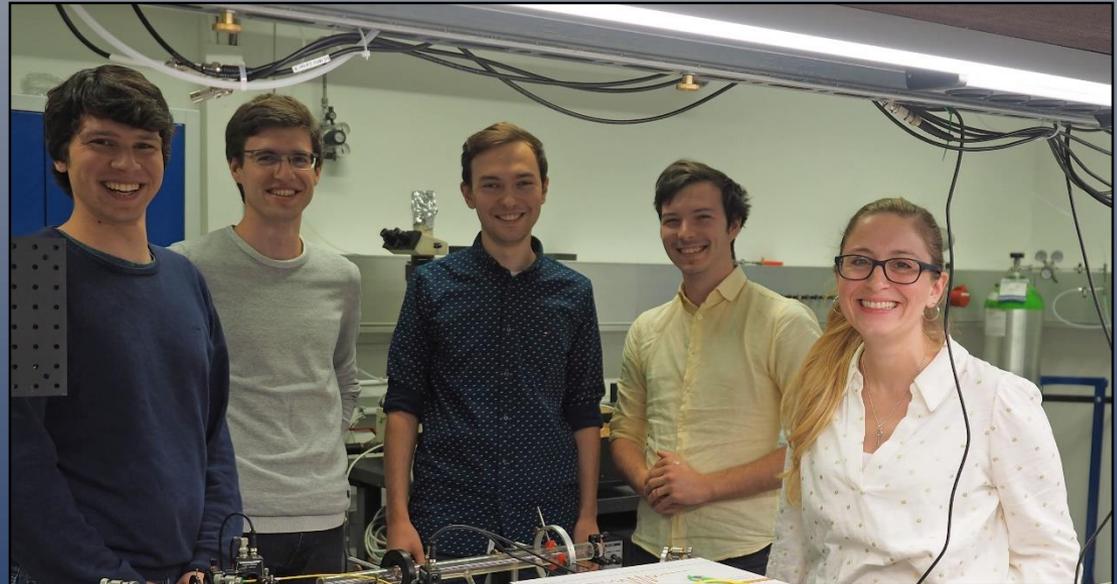
Absorptionsspektroskopie mit hoher spektraler und/oder hoher zeitlicher Auflösung

Im Labor:

Grundlagenforschung photo-induzierter Prozesse



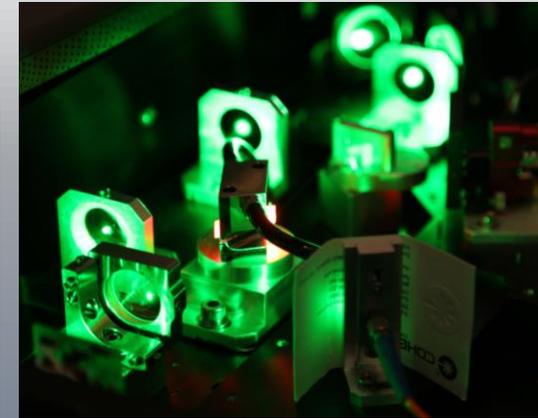
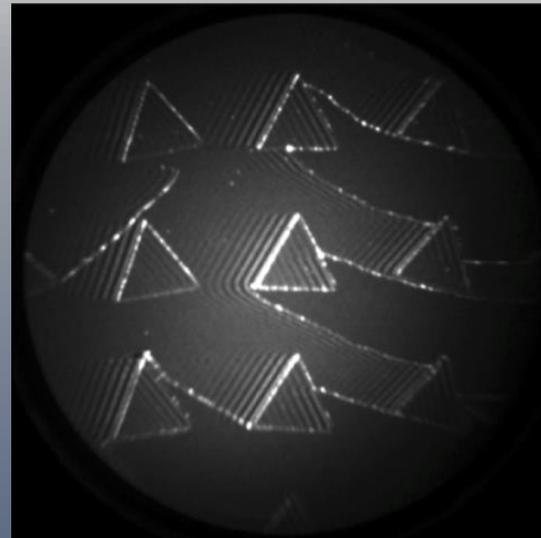
Bei Feldmessungen auf dem TU Campus:
Untersuchung atmosphärenrelevanter Spurengase



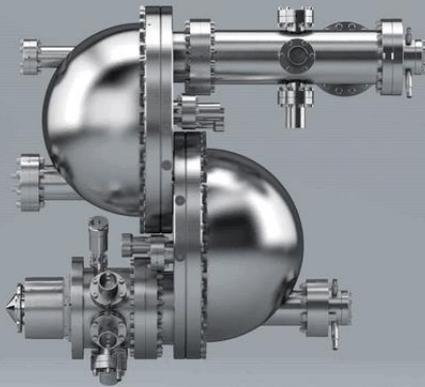
Martin Schultze

Materialwissenschaft & Laserspektroskopie. Wir arbeiten an der Erforschung verschiedenster Materialien, von Nanopartikeln und Nanostrukturen bis hin zu exotischen Materialien wie topologischen Isolatoren.

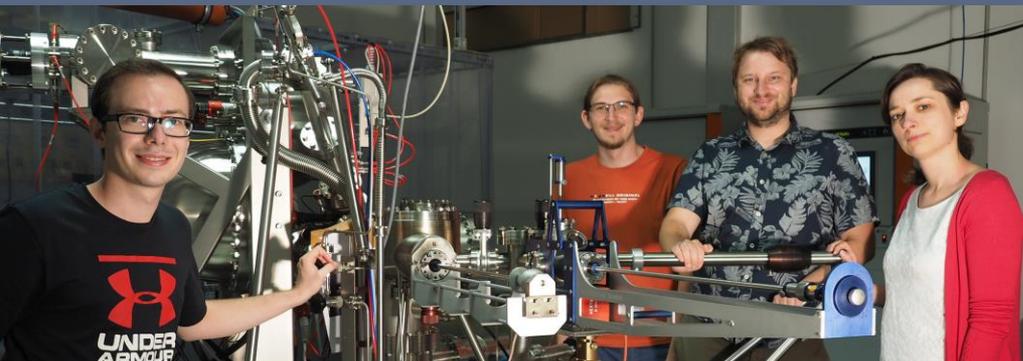
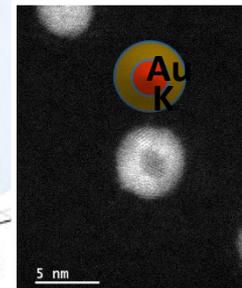
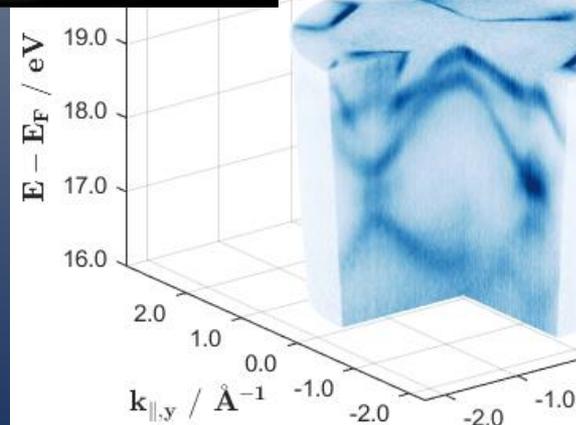
Nano-Dreiecke



Das NanoESCA PEEM



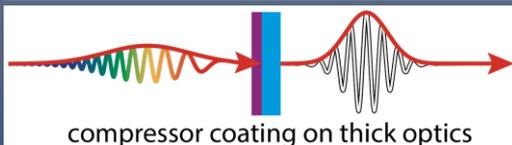
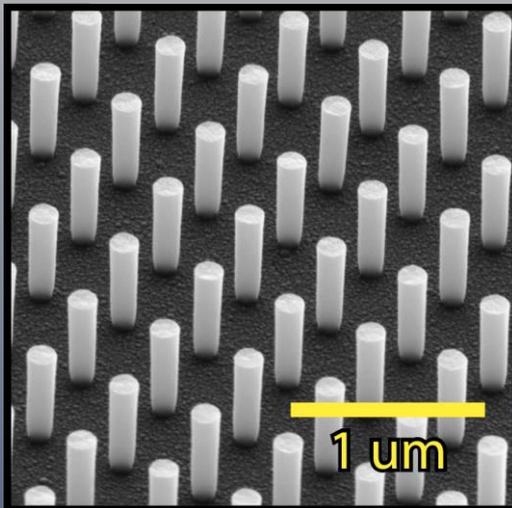
Cu(110) Bandstruktur



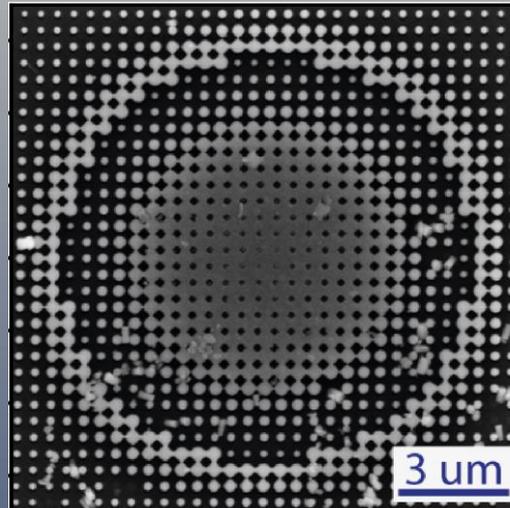
Marcus Ossiander

Metasurfaces (auf sub-Wellenlängen-Skala strukturierte Oberflächen) erlauben uns, beliebige Optiken am Computer zu designen und in Halbleiter-Fabs zu drucken. So können wir (und hoffentlich bald Sie!) komplett neuartige optische Elemente realisieren.

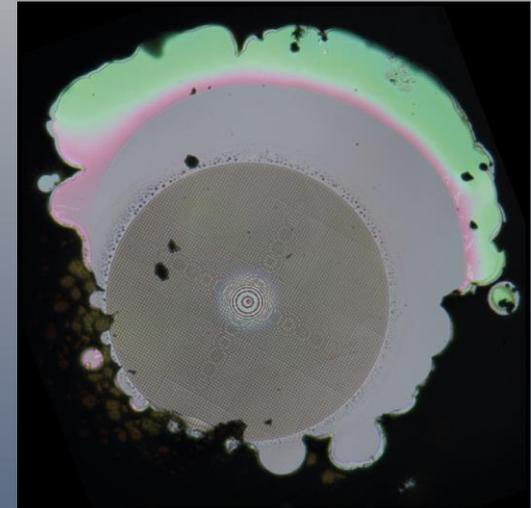
Anwendungen:



ultrakurze Pulse erzeugen



Micro-Cavities stabilisieren
und Nichtlinearitäten
verstärken

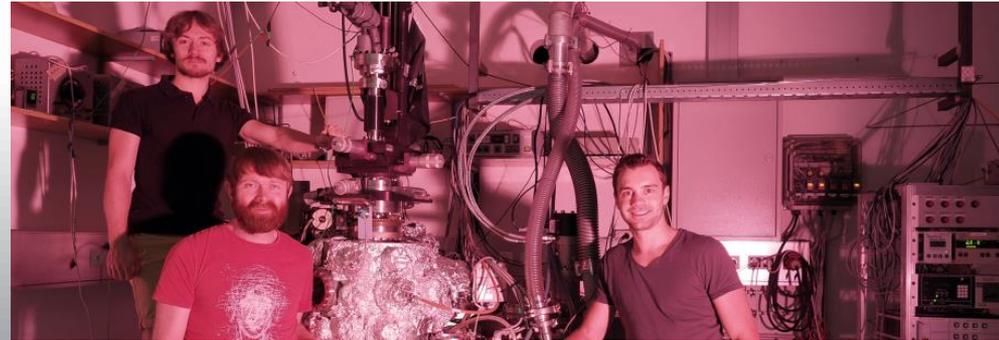


erste Transmissionsoptiken
für Attosekunden-
Lichtpulse verwirklichen

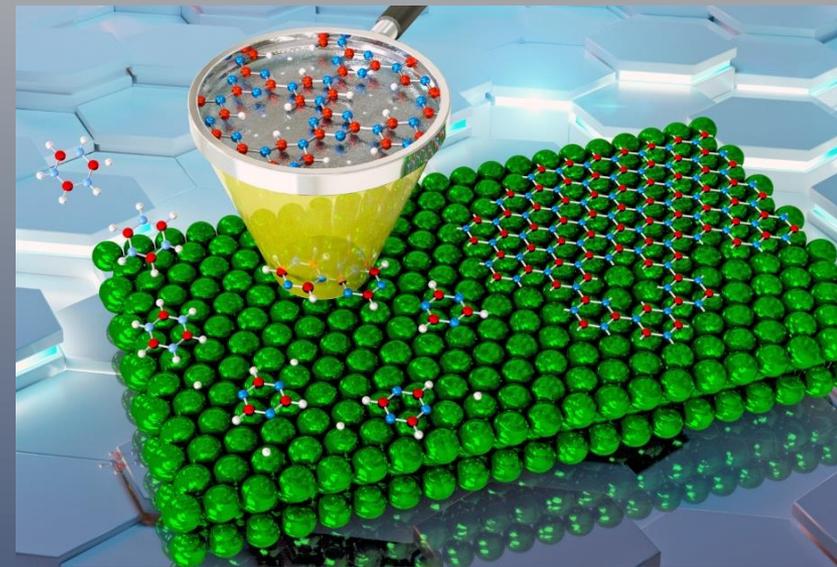
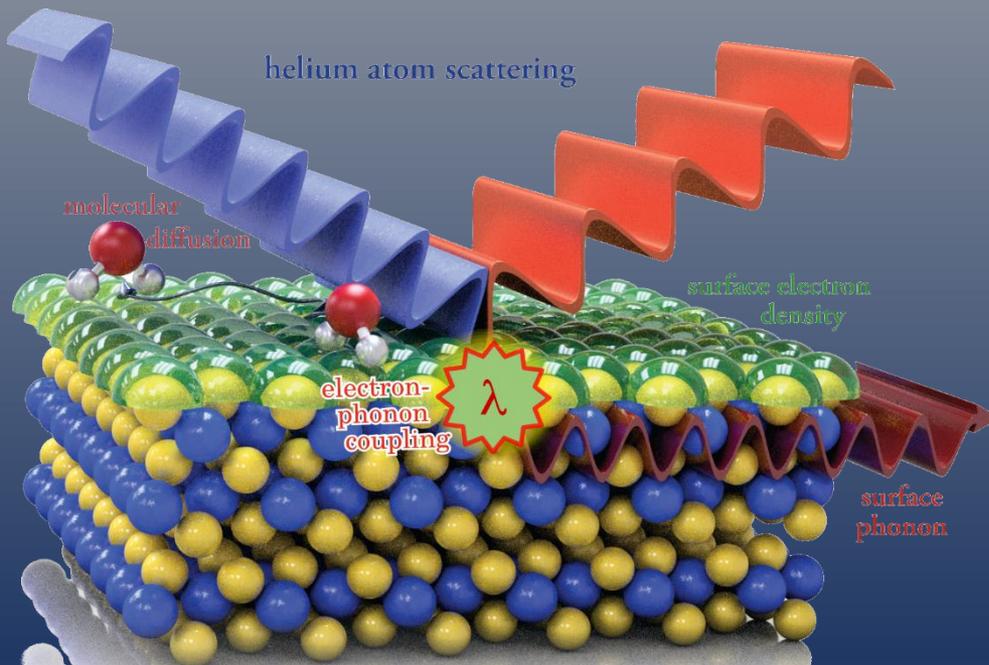
ossiander@tugraz.at oder gerne persönlich Büro PH EG 052 TU Graz Experimentalphysik

Anton Tamtögl

Untersuchung neuer Material-
oberflächen: Dirac- & 2D-
Materialien / Topologische
Isolatoren (TIs)

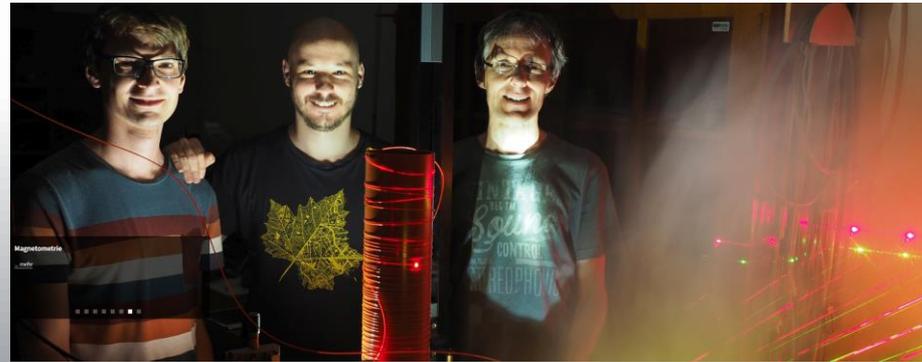


Experimente zur Oberflächenstreuung im Labor und
an Großforschungseinrichtungen:
Oberflächenstruktur, Dynamik (Gitter-
schwingungen) und Diffusion von Molekülen



Streuung: Energieverluste aufgrund von Wechselwirkungen zwischen Atomkernen & Elektronen. Messung schneller Bewegungen aufgrund von Doppler/Linienverbreiterung.

Roland Lammegger



- Optische Magnetfeldmessung mittels Quanteninterferenz-Effekt
- Entwicklung gemeinsam mit dem Institut für Weltraumforschung
- Magnetometer in der ESA Mission JUICE zum Jupitersystem
- Ozeane unter der Eiskruste der Jupitermonde vermutet – Bedingungen für

- Modernisierung der Grundlaborübungen

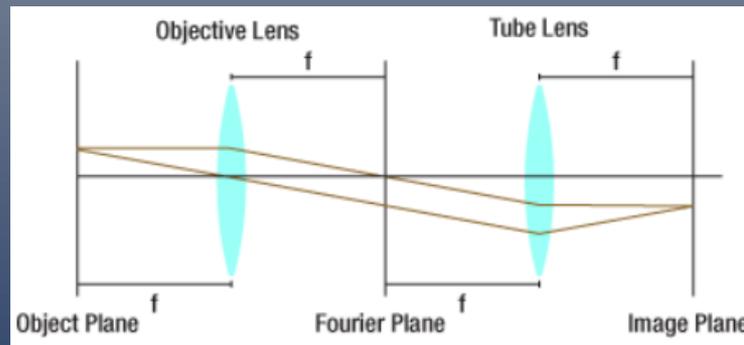
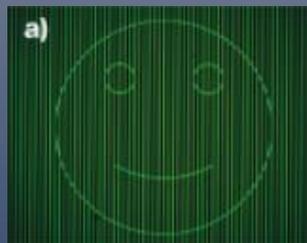


1. Versuch: Elastizität
2. Versuch: Viskosität
3. Versuch: Schallwellen
4. Versuch: Wärmepumpe

Ab Sommersemester 2023

Kontakt: Birgitta Schultze-Bernhardt
Bernhardt@tugraz.at

- Entwicklung eines Fourier-Optik Experiments



Kontakt:
markus.koch@tugraz.at

