

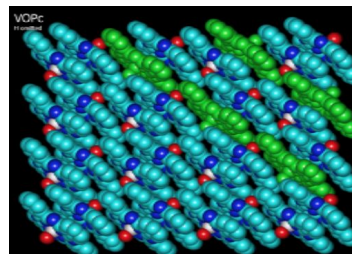
# Institut für Angewandte Physik

## FP Einführung 30.10.2020



# Institut für Angewandte Physik

- Grundlagenforschung in der Festkörperphysik und Photonik
- Brücke zur Anwendung wird geschlagen
- Größtes und drittmittelstärkstes Institut der Fachrichtung
- Enge Kooperation mit anderen Fachrichtungen



# Institut für Angewandte Physik

› Professur für Experimentalphysik / Photophysik

*Prof. Dr. Lukas Eng*

› Professur für Optoelektronik

*Prof. Dr. Karl Leo*

› Professur für Organische Halbleiter

*Prof. Dr. Sebastian Reineke*

Professur für Neuartige Elektronik-Technologien

([↗cfaed](#))

*Prof. Dr. Yana Vaynzof*

([↗](#)) Professur für Spektroskopie in der Halbleiterphysik

(gemeinsame Berufung, ([↗](#))HZDR)

*Prof. Dr. Manfred Helm*

([↗](#)) Professur für Quantenoptik

(gemeinsame Berufung, ([↗](#))HZDR)

*Prof. Dr. Roland Sauerbrey*

› Außerplanmäßige Professur

*Prof. Dr. Ellen Hieckmann*

› Professur für Materialwissenschaft und Nanotechnik

(Zweitmitglied, [↗](#)Fakultät Maschinenwesen)

*Prof. Dr. Gianaurelio Cuniberti*

› Professur für BioNanoTools

(Zweitmitglied, [↗](#)CMCB)

*Prof. Dr. Stefan Diez*

([↗](#)) Professur für Zelluläre Maschinen

(Zweitmitglied, [↗](#)CMCB)

*Prof. Dr. Jochen Guck*

› Professur für Klinisches Sensing und Monitoring

(Zweitmitglied, [↗](#)Medizinische Fakultät)

*Prof. Dr. Edmund Koch*

([↗](#)) Professur für Organische Bauelemente

(Zweitmitglied, [↗](#)Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik)

*Prof. Dr. Stefan Mannsfeld*

› Professur für Metallische Werkstoffe und Metallphysik

(Zweitmitglied, [↗](#)Fakultät Maschinenwesen)

*Prof. Dr. Kornelius Nielsch*

([↗](#)) Professur für Molekulare Biophysik

(Zweitmitglied, [↗](#)CMCB)

*Prof. Dr. Michael Schlierf*

([↗](#)) Honorarprofessur für Nanophysik

([↗](#))IFW)

*Prof. Dr. Oliver G. Schmidt*

# Institut für Angewandte Physik

## Hauptamtlich berufen

› Professur für Experimentalphysik / Photophysik

*Prof. Dr. Lukas Eng*

› Professur für Optoelektronik

*Prof. Dr. Karl Leo*

› Professur für Organische Halbleiter

*Prof. Dr. Sebastian Reineke*

Professur für Neuartige Elektronik-Technologien

([cfaed](#))

*Prof. Dr. Yana Vaynzof*

↳ Professur für Spektroskopie in der Halbleiterphysik

(gemeinsame Berufung, [HZDR](#))

*Prof. Dr. Manfred Helm*

↳ Professur für Quantenoptik

(gemeinsame Berufung, [HZDR](#))

*Prof. Dr. Roland Sauerbrey*

› Außerplanmäßige Professur

*Prof. Dr. Ellen Hieckmann*

› Professur für Materialwissenschaft und Nanotechnik

(Zweitmitglied, [Fakultät Maschinenwesen](#))

*Prof. Dr. Gianaurelio Cuniberti*

› Professur für BioNanoTools

(Zweitmitglied, [CMCB](#))

*Prof. Dr. Stefan Diez*

↳ Professur für Zelluläre Maschinen

(Zweitmitglied, [CMCB](#))

*Prof. Dr. Jochen Guck*

› Professur für Klinisches Sensing und Monitoring

(Zweitmitglied, [Medizinische Fakultät](#))

*Prof. Dr. Edmund Koch*

↳ Professur für Organische Bauelemente

(Zweitmitglied, [Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik](#))

*Prof. Dr. Stefan Mannsfeld*

› Professur für Metallische Werkstoffe und Metallphysik

(Zweitmitglied, [Fakultät Maschinenwesen](#))

*Prof. Dr. Kornelius Nielsch*

↳ Professur für Molekulare Biophysik

(Zweitmitglied, [CMCB](#))

*Prof. Dr. Michael Schlierf*

↳ Honorarprofessur für Nanophysik

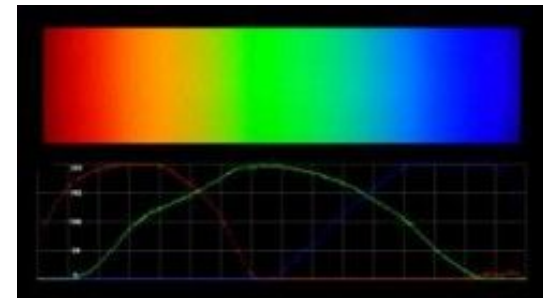
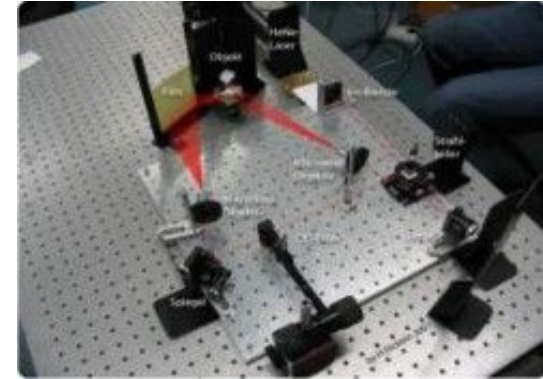
([IFW](#))

*Prof. Dr. Oliver G. Schmidt*



# FP-Versuche am IAP

- **Holographie (HO) / obligatorisch**
  - ▷ Kennenlernen von Arbeitstechniken und typischen Bauelementen im Laserlabor, Verständnis und Untersuchung von Kohärenzeigenschaften
  - ▷ Anfertigung eines Hologramms
- **Opt. Emissions- und Absorptionsspektren (SO) / wahlbl.**
  - ▷ Vermittlung von Grundkenntnissen der optischen Spektroskopie
  - ▷ Bestimmung optischer Eigenschaften verschiedener Proben
- **Solarzelle (SZ) / wahlbl.**
  - ▷ Verständnis der makroskopischen und mikroskopischen Funktionsweise von Solarzellen
  - ▷ Messung und Interpretation der Kennlinien unterschiedlicher Solarzellen
- **$\mu$ -Raman-/ $\mu$ -CARS-Spektroskopie (RAM) / wahlbl.**
  - ▷ Verständnis der mikroskopischen, nichtlinearen Spektroskopie und Mikroskopie
  - ▷ Vermessung der Bindungseigenschaften anhand ausgewählter Festkörper (Stärke, Richtung)



# Weitere Versuche am IAP (extern)

## Ionenimplantation in Halbleiter (IH) / wahlobl.

- Dr. Rene Heller, HZDR (Rossendorf)

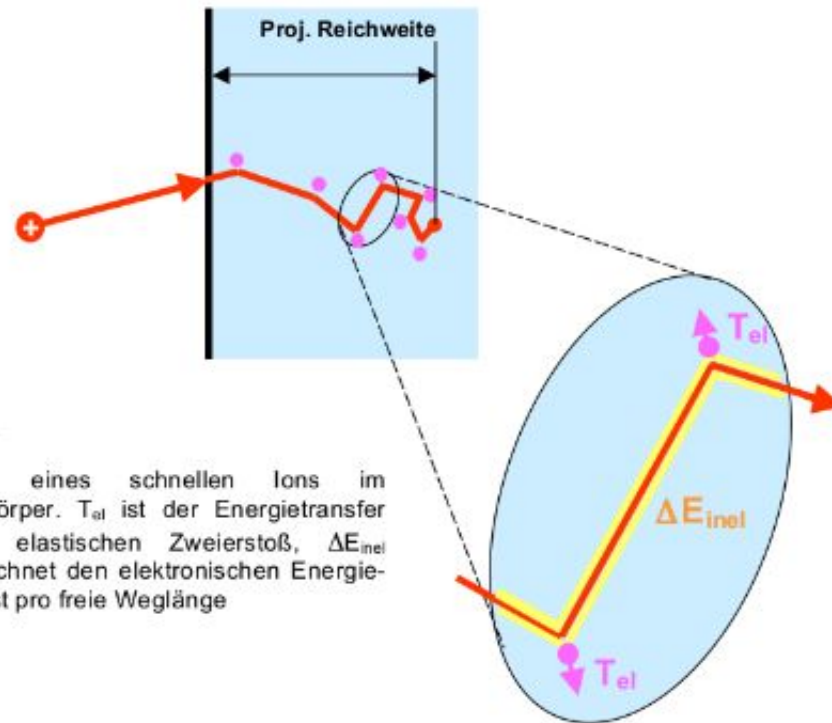
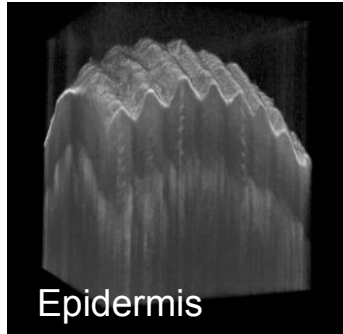


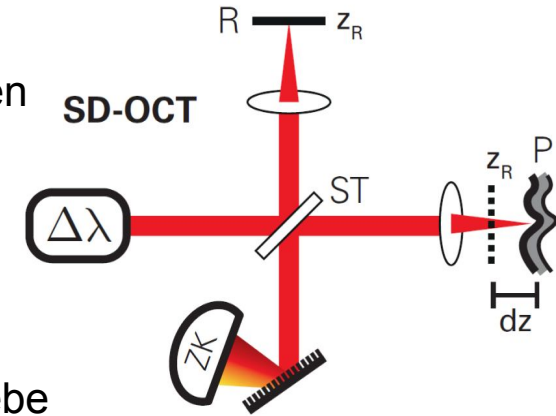
Fig. 1

Bahn eines schnellen Ions im Festkörper.  $T_{el}$  ist der Energietransfer beim elastischen Zweierstoß,  $\Delta E_{inel}$  bezeichnet den elektronischen Energieverlust pro freie Weglänge



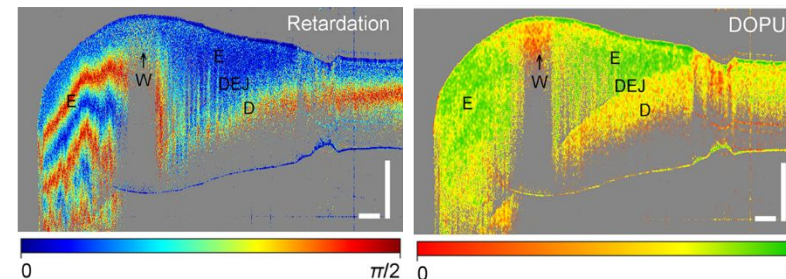
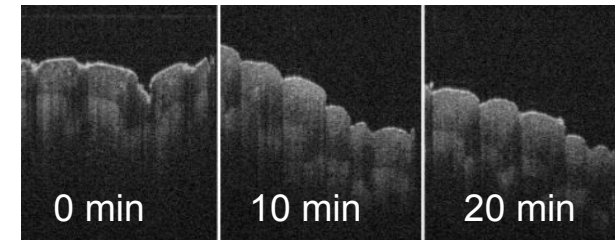
## Optische Kohärenztomografie (OCT)

- Nichtinvasives, interferometrisches Verfahren mit  $\mu\text{m}$ -Auflösung zur Erzeugung von Schnittbildern und Volumenstapeln
- Strukturelle und funktionelle Untersuchung von oberflächennahem, biologischem Gewebe



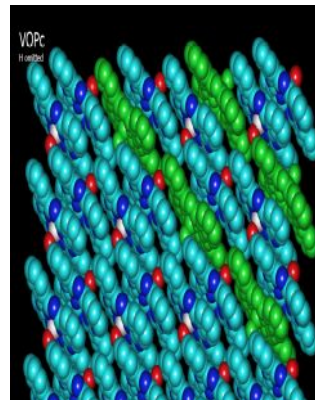
## Praktikumsversuch

- 1) Erarbeitung physikalischer Grundlagen der OCT
- 2) Anwendungsstudie: Dickenmessungen der Epidermis des eigenen Fingers beim Aufquellen im Wasserbad
- 3) Grundlagen der polarisationssensitiven OCT: Doppelbrechung als gewebespezifischer Kontrast
- 4) Anwendungsbeispiel: Kariesdetektion mittels PS-



# Kurze Vorstellung der Forschung

- Für detaillierte Informationen:
- TU-Webseiten
- Informationsveranstaltung:  
**wird bekanntgeben**
- Gespräche mit Mitarbeitern





**Optical, electronic, topological, magnetic** properties of novel, **functional** nanomaterials for applications in nanoscale electronics and optoelectronics, etc.

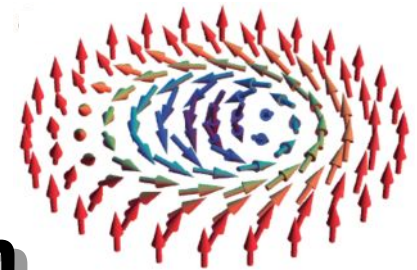
org./bio  
molecule

**SKY-team**

**SNOM-team**

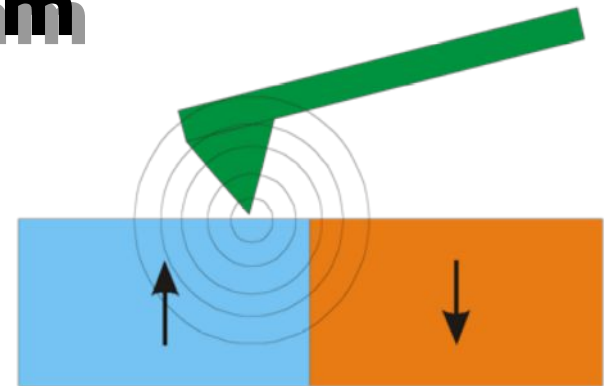
**FERROIX-team**

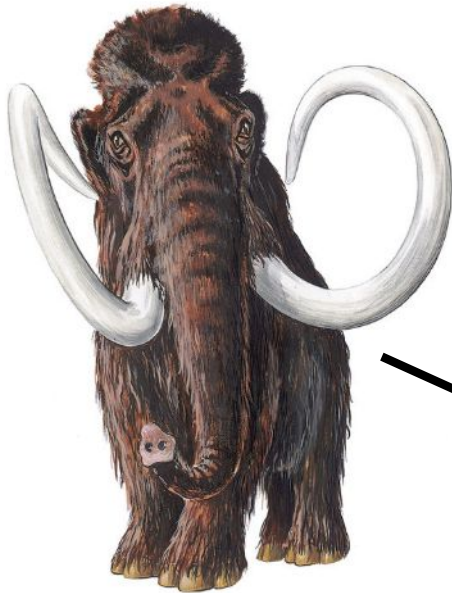
**SPEX-team**



plasmon  
phonon  
polariton

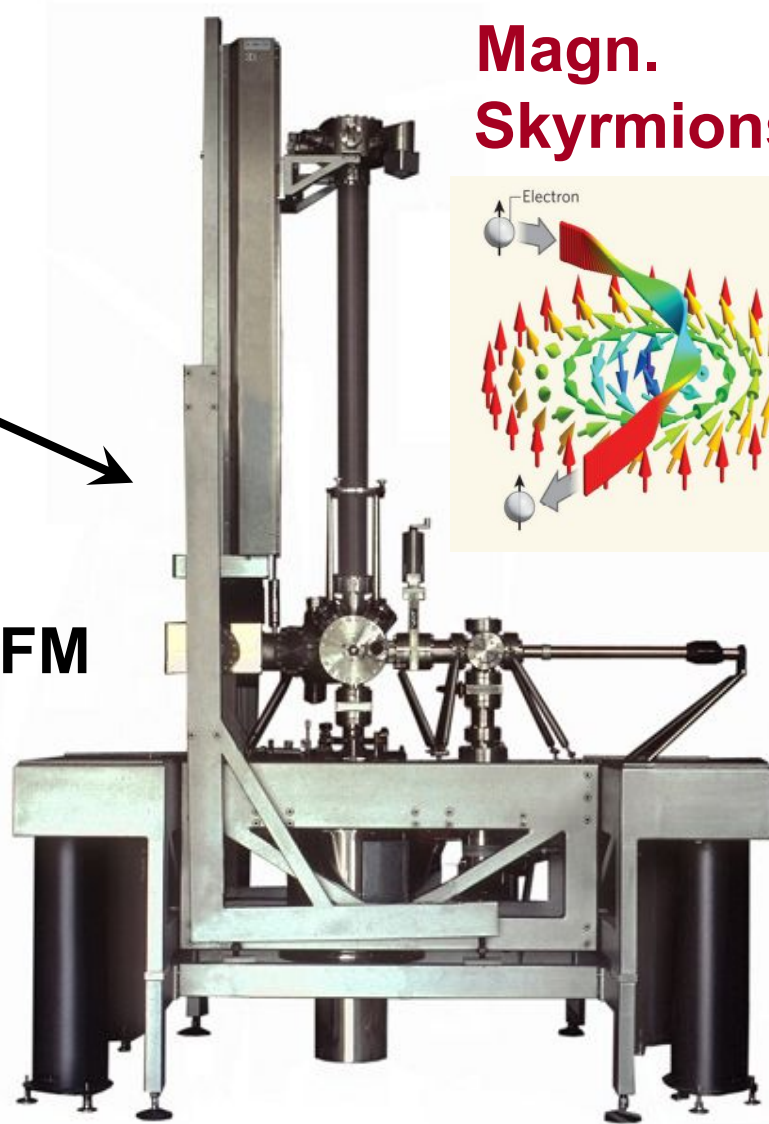
multi-  
ferroic



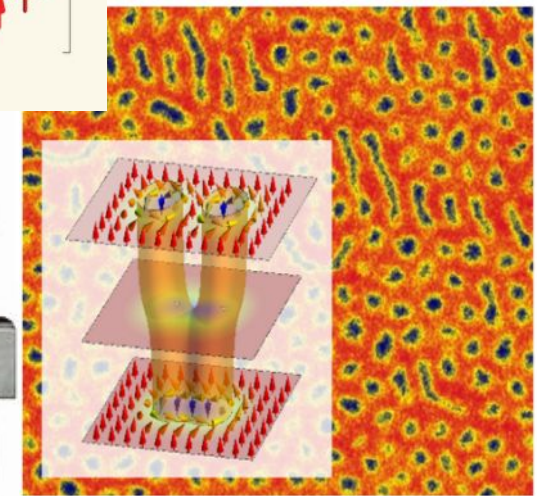
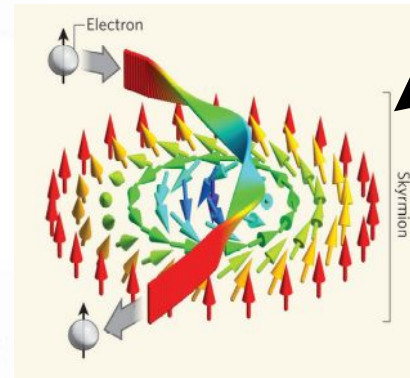


**Cryogenic UHV-SFM**  
**UHV,  $T > 5$  K, 8 T**

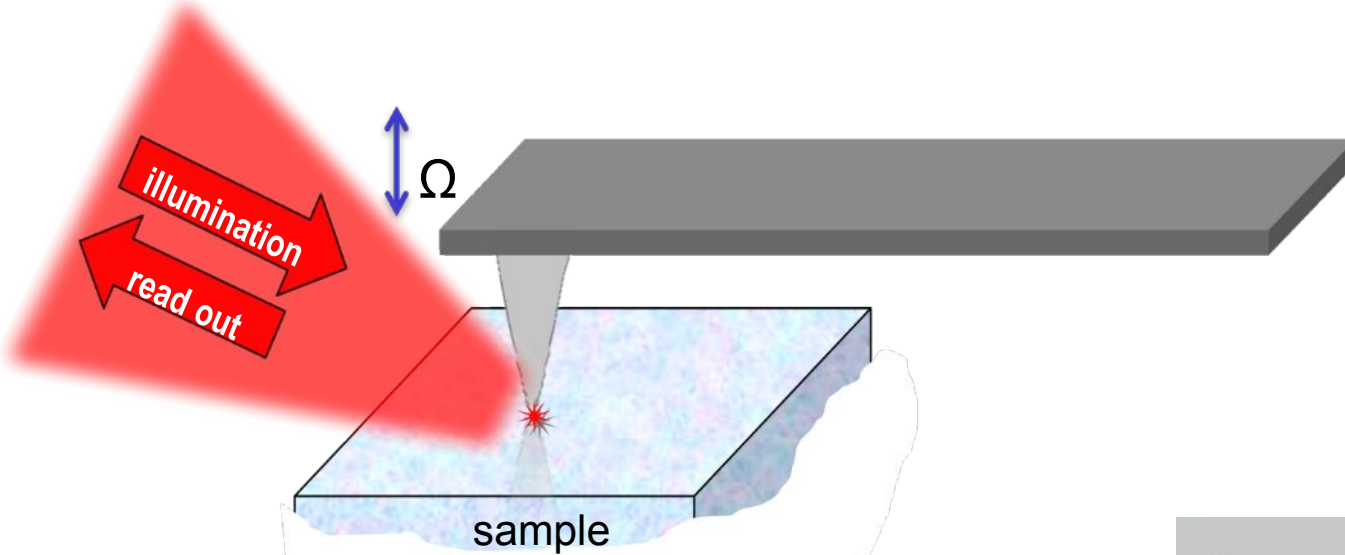
- ferromagnetic, ferro electric morphology
- domains
- phase transitions
- hedgehogs & skyrmions



**Magn.  
Skyrmions**



**=> Racetrack  
Memory**



**Goal:** to beat the diffraction limit !!

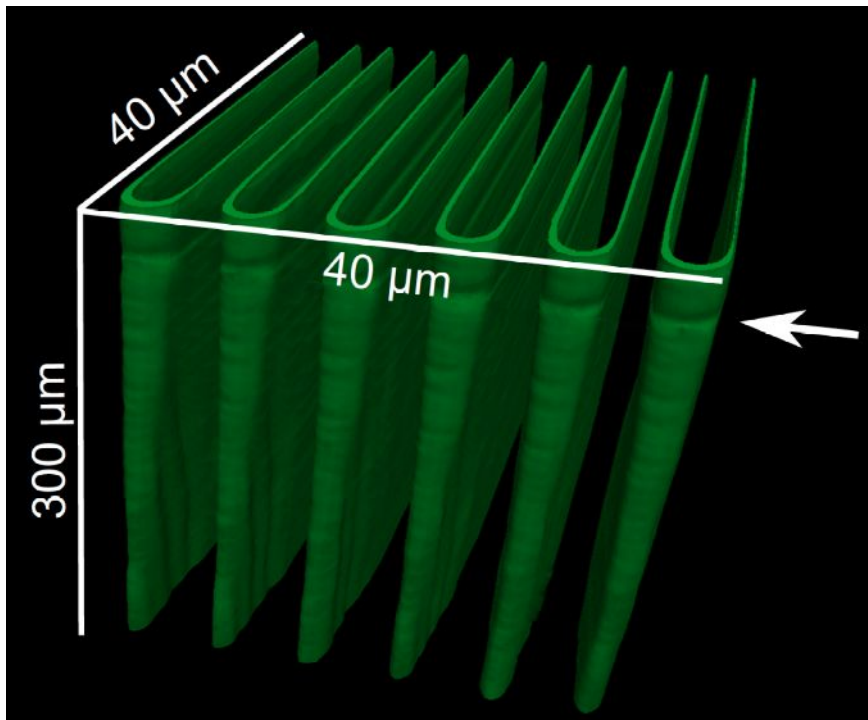
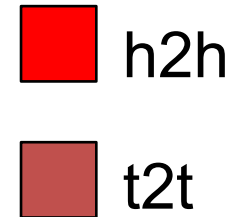
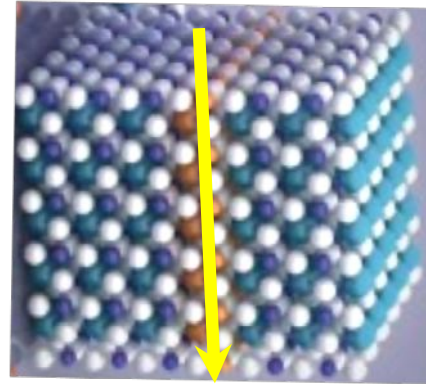
**World-recoird:**  $\lambda/5000$  !!!

- scattering
- Raman
- absorption
- fluorescence
- ...

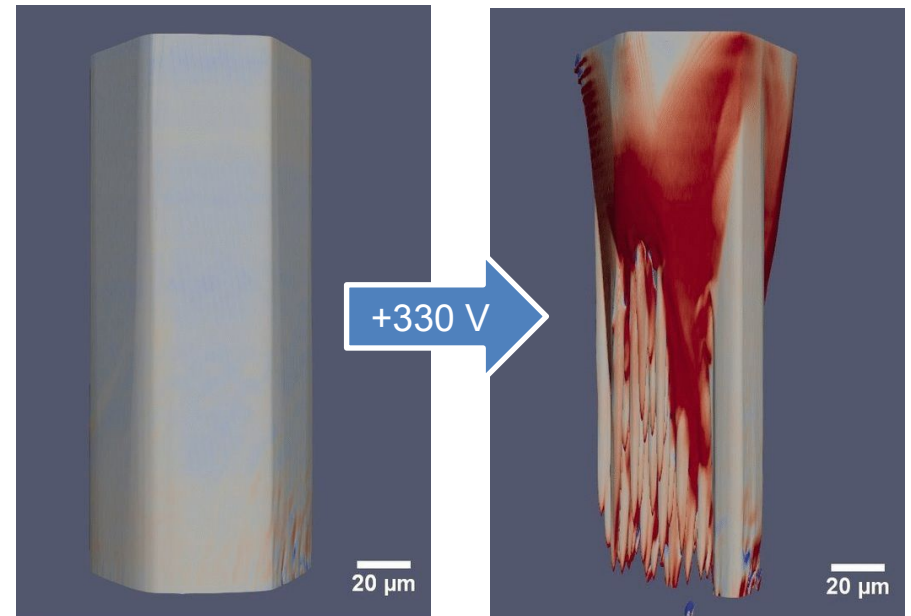


**Cloaking**

- Charged domain walls
- 2D electron gases
- Bottom-up self-assembly



visualized by **Cerenkov-SHG**

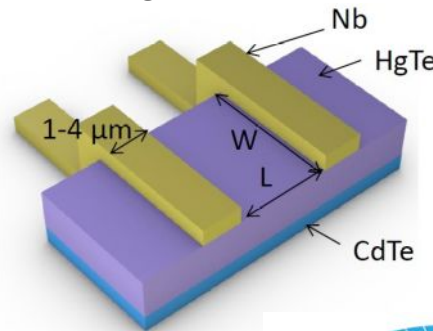
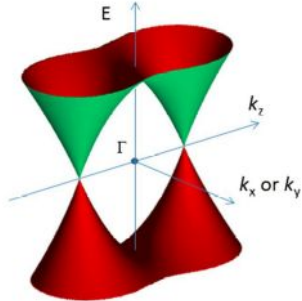


B. Kirbus et al., ACS (2019)



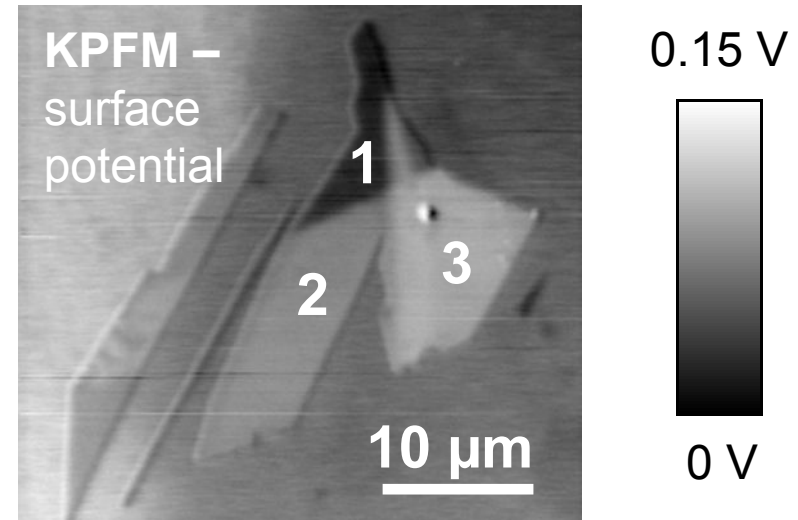
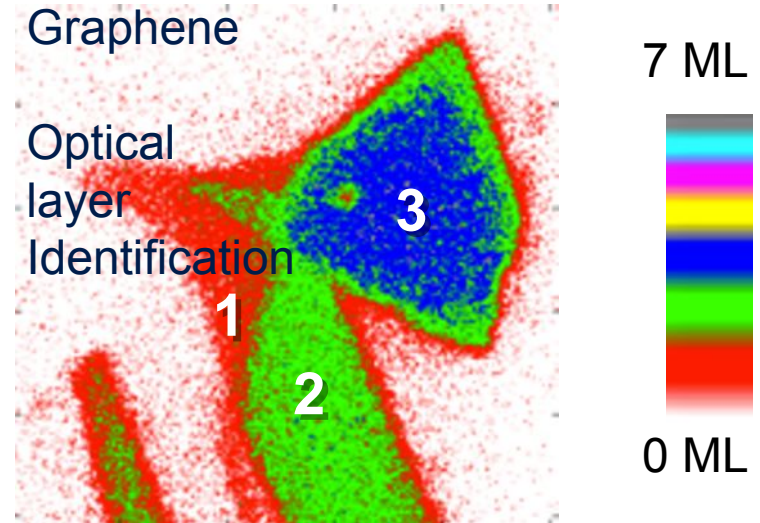
• Spectroscopy of **2D Materials**:

- Dirac materials (graphene)
- Weyl semimetals ( $WTe_2$ )
- transition dichalcogenides ( $MoSe_2$ , ...)
- metal-organic frameworks (MOFs, COFs)
- domain walls ( $LiNbO_3$ , ...)
- topological Insulators ( $HgTe$ ,  $CdTe$ , ...)



• Optoelectronic devices:

- Hall sensors
- photo switches
- memories, ...







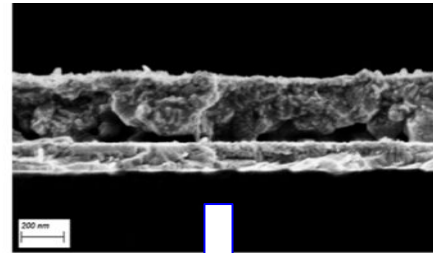
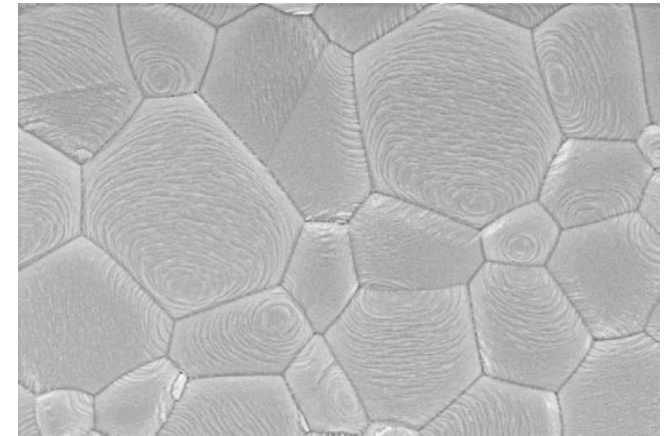
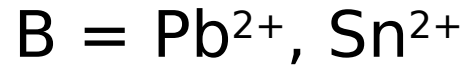
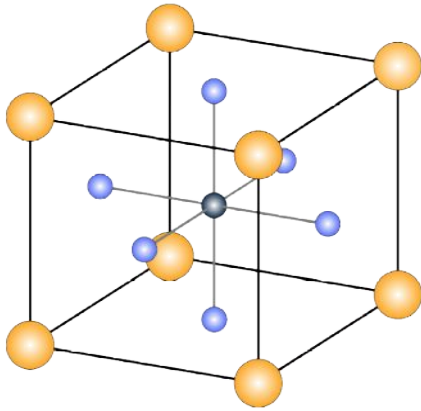
- **Karl Leo**
- Physics Diploma Univ. Freiburg/Germany 1985
- PhD Univ. Stuttgart 1988
- AT&T Bell Labs Holmdel 1989-1991
- RWTH Aachen 1991-1993
- TU Dresden 1993
- Co-founder of Novald, Heliatek and 6 other spin-offs



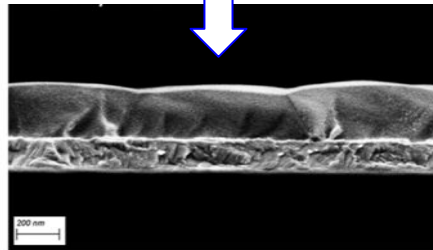
- **Sebastian Reineke**
- Physics Diploma TU Dresden/Germany 2005
- PhD TU Dresden 2010
- Postdoc MIT, Cambridge, 2011-2013
- Visiting Scientist LMU Munich 2013-2014
- TU Dresden 2014



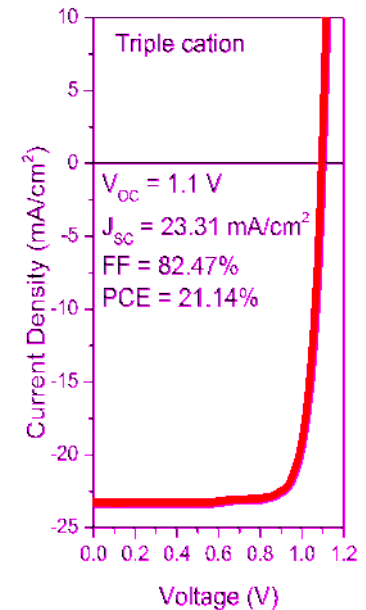
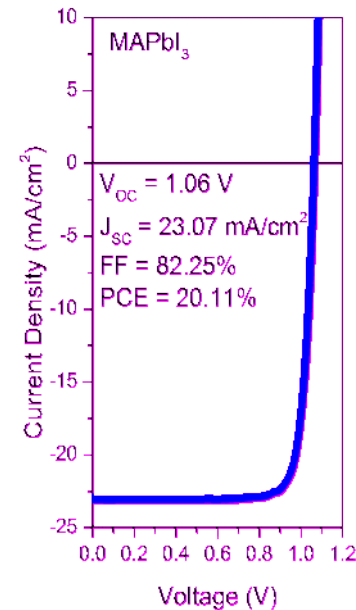
- **Yana Vaynzof**
- B.Sc. in Electrical Engineering, Technion – Israel Institute for Technology 2006
- M.Sc. in Electrical Engineering, Princeton University, USA 2008
- PhD in Physics, University of Cambridge 2011
- Postdoc University of Cambridge 2011-2013
- Juniorprofessorin (Physics), Heidelberg 2014-2018
- TU Dresden seit 2019



Interfacial modification



- Electronic structure
- Interfacial design
- Stability
- Hysteresis
- Reproducibility



*Adv. Energy Mater.* **7** (20), 1700977 (2017)

*Nano Energy* **39**, 400 (2017)

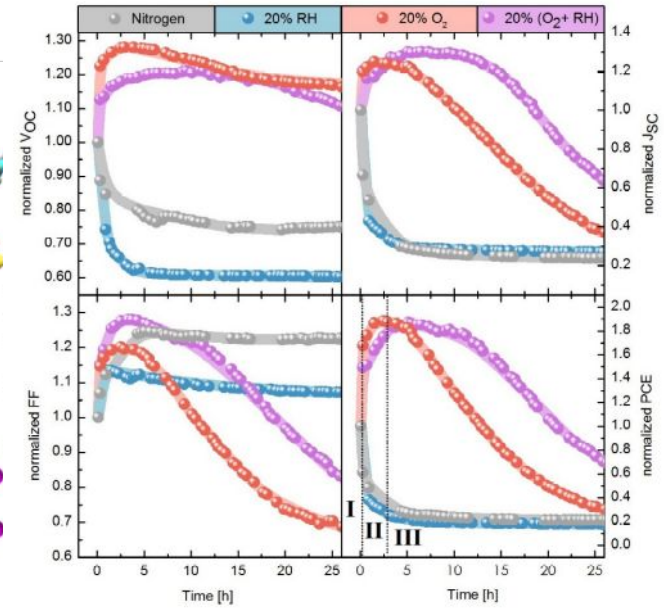
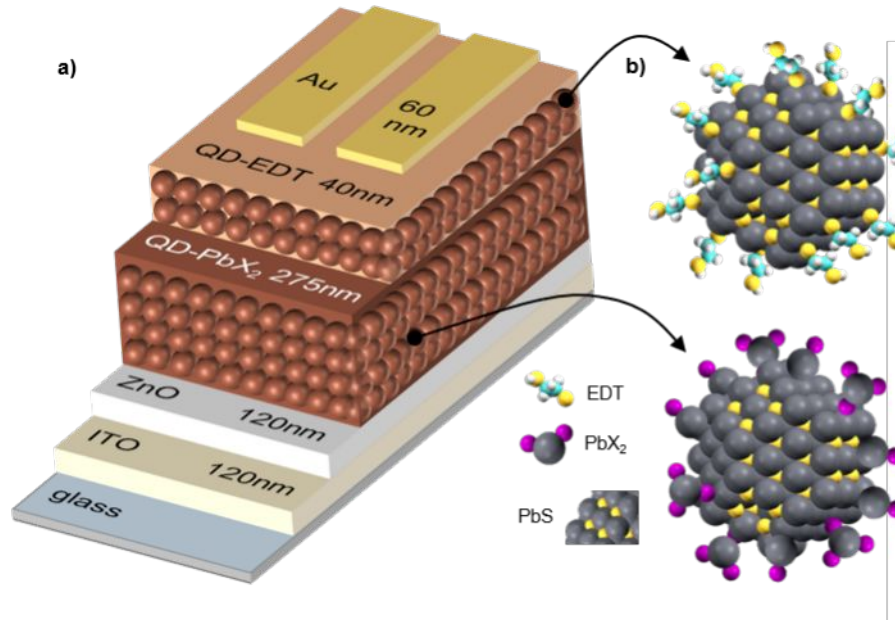
*ACS Appl. Energy Mater.* **1** (2), 676 (2018)

*Energy Environ. Sci.* **11**, 3380 (2018)

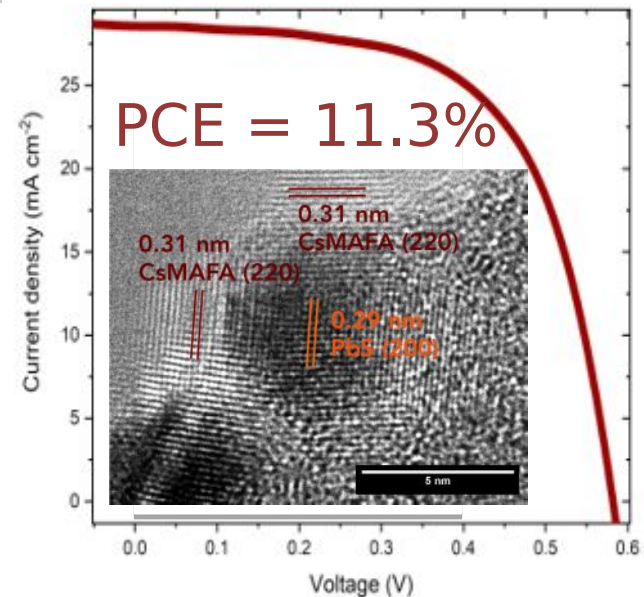
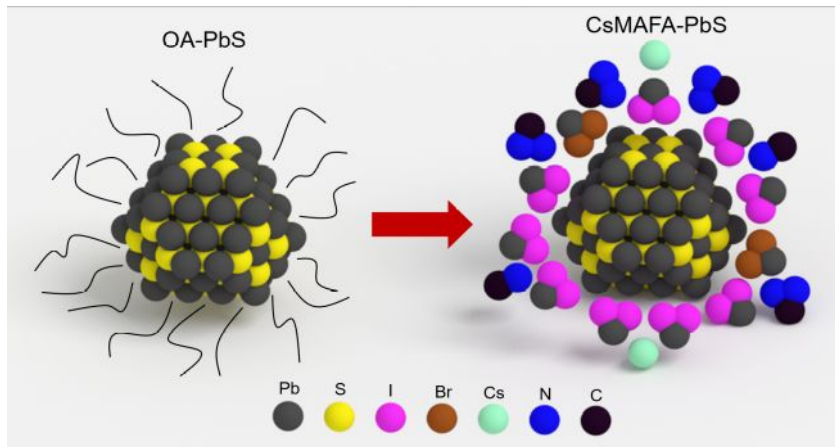
*ACS Appl. Mater. Interfaces* **11** (2), 2490 (2019)

*Adv. Energy Mater.* **9** (33), 1901257 (2019)

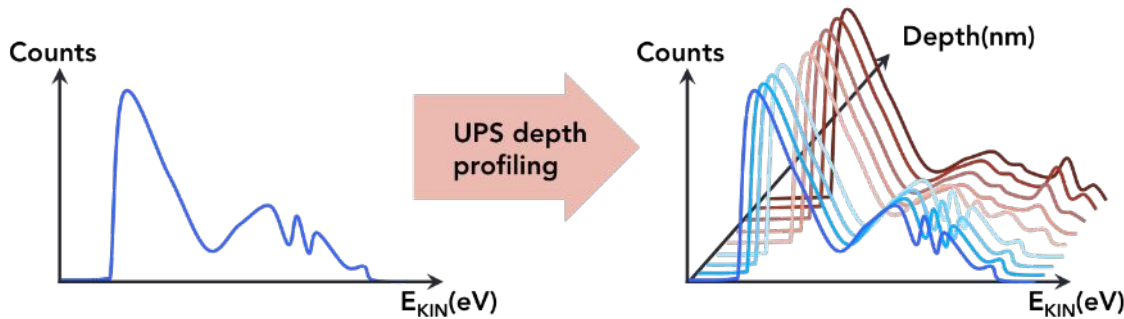
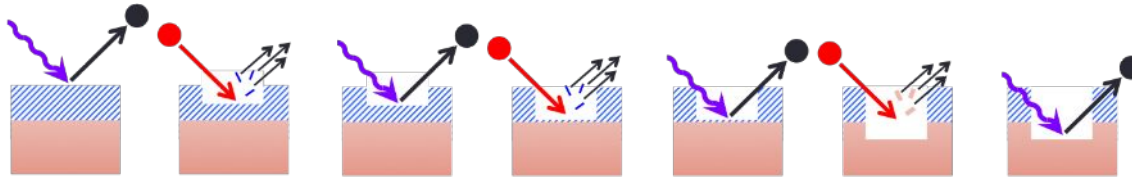
- Stability of PbS solar cells**



- Hybrid perovskite/PbS solar cells**

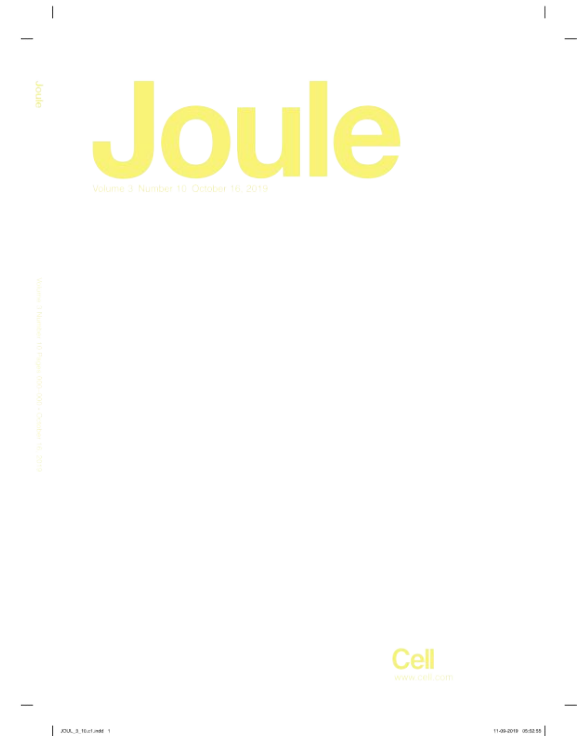


• **Method development - UPS depth profiling**



Energy spectrum → Energy map

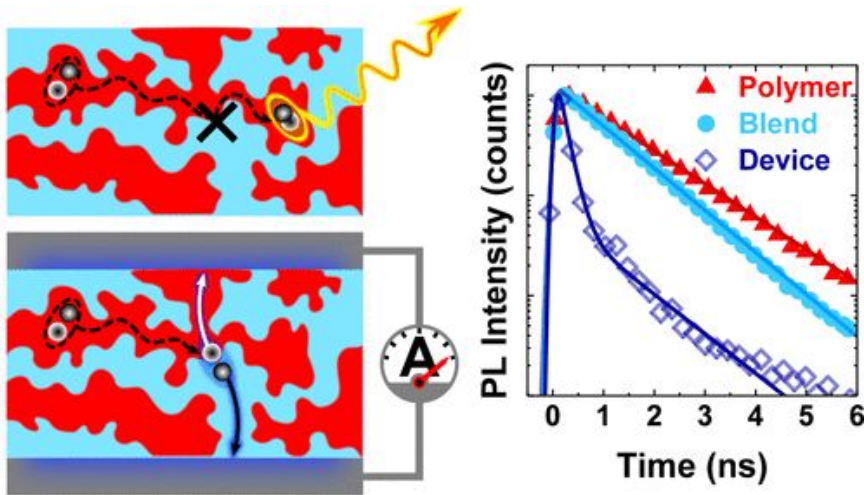
- Ultra-violet Photoemission Spectroscopy (UPS) in combination with Gas Cluster Ion Sources (GCIS) for material etching
- Probing the energetic landscape of devices
- Energetic and compositional information on a ~1 nm resolution



*Joule*, in press (2019)  
*ACS Appl. Polym. Mater.* **16**, 1372 (2019)  
*Org. Electron.* **67**, 1 (2019)  
*Adv. Energy Mater.*, in press (2019)

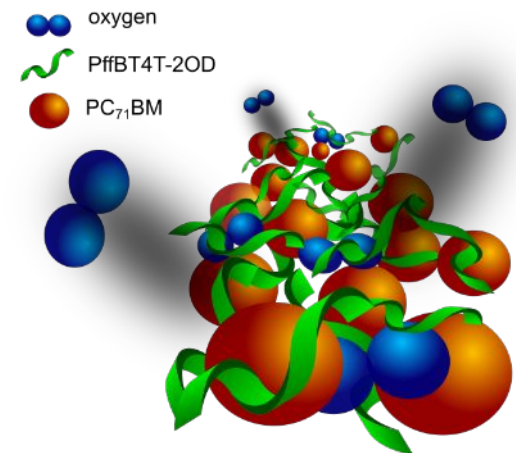
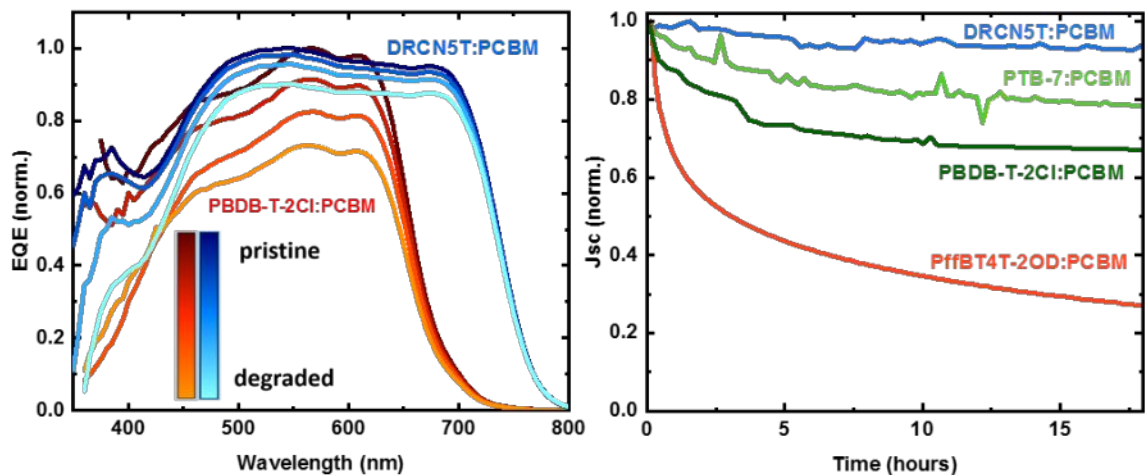


## • Photophysics of BHJ solar cells



- Non-fullerene acceptors
- Low energy offset systems
- Ternary blends
- Stability

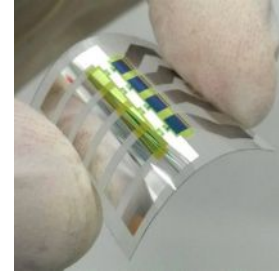
## • Stability of BHJ solar cells



*Chem. Mater.* **30**, 8, 2660 (2018)  
*ACS Appl. Energy Mater.* **2**, 1943 (2019)



- **New device architectures - concepts**

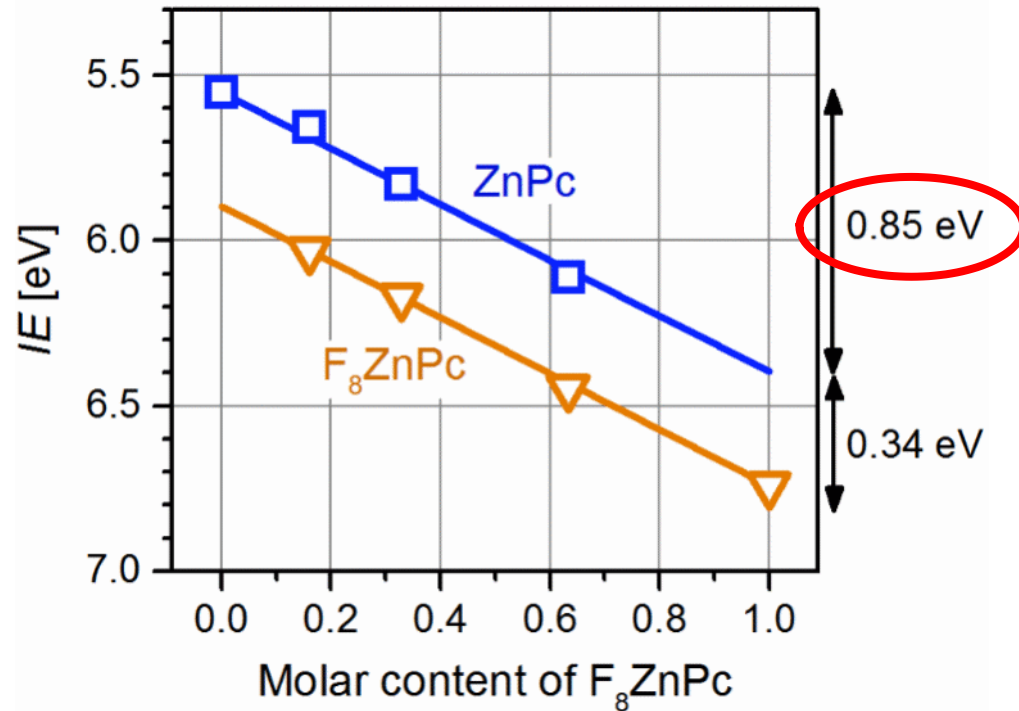
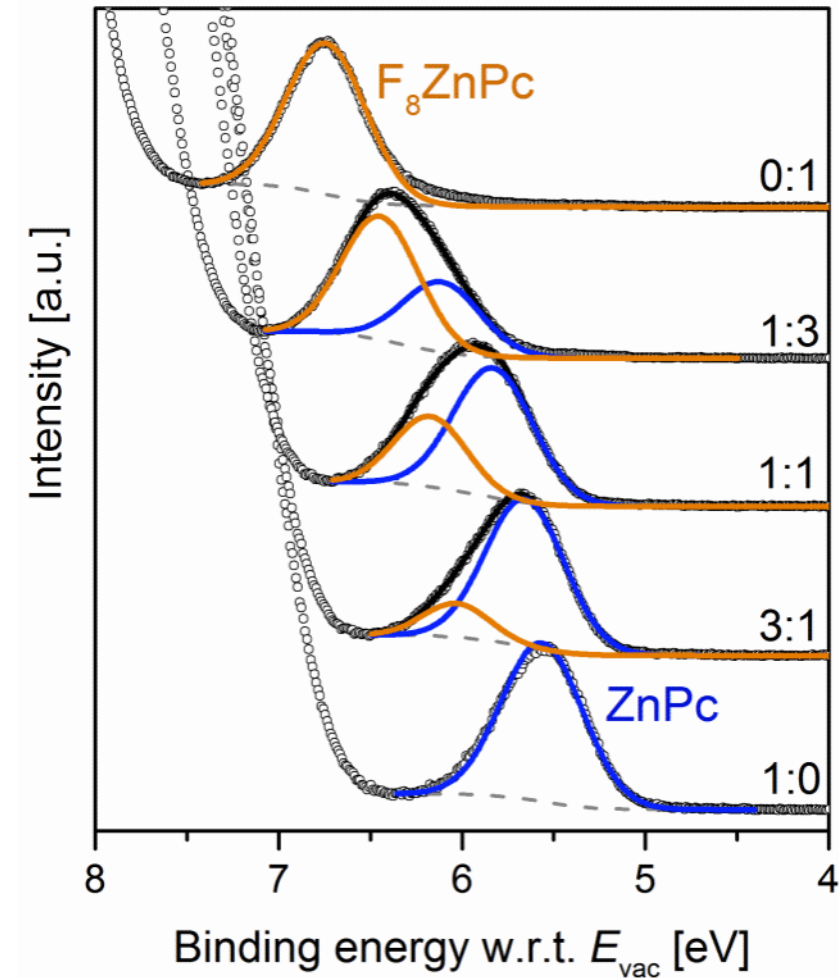


- **Upscaling**

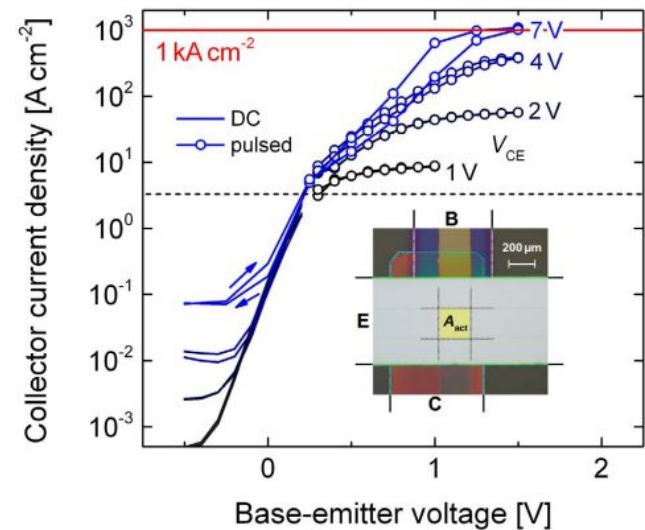
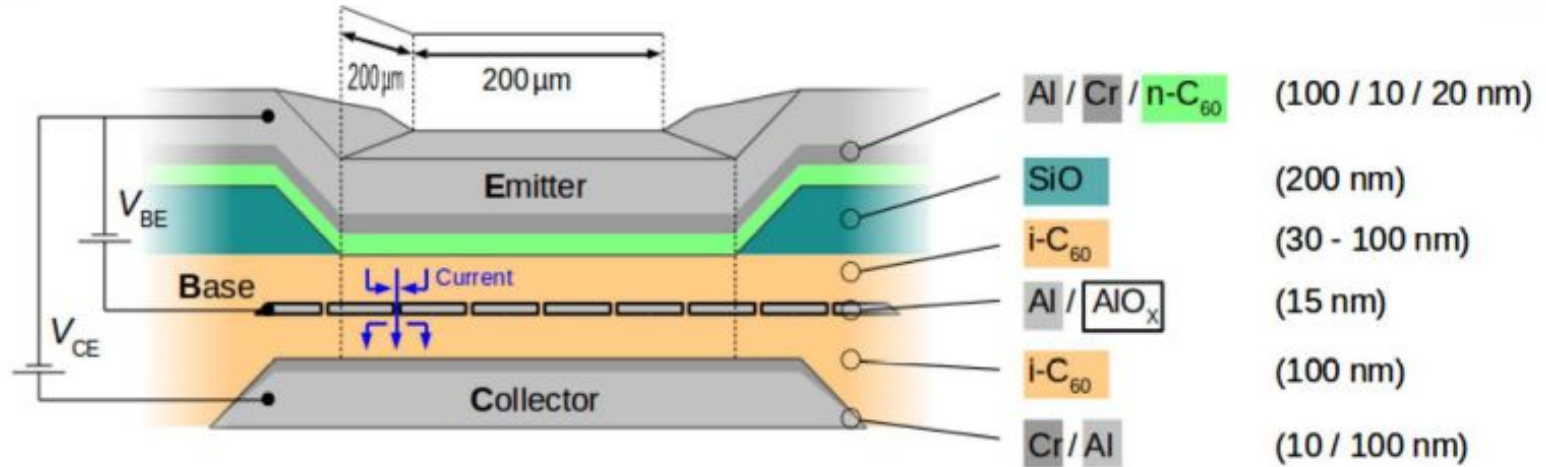
- Transparent electrodes
- Encapsulation
- Lifetime

- **Novel Electrodes and Encapsulation**

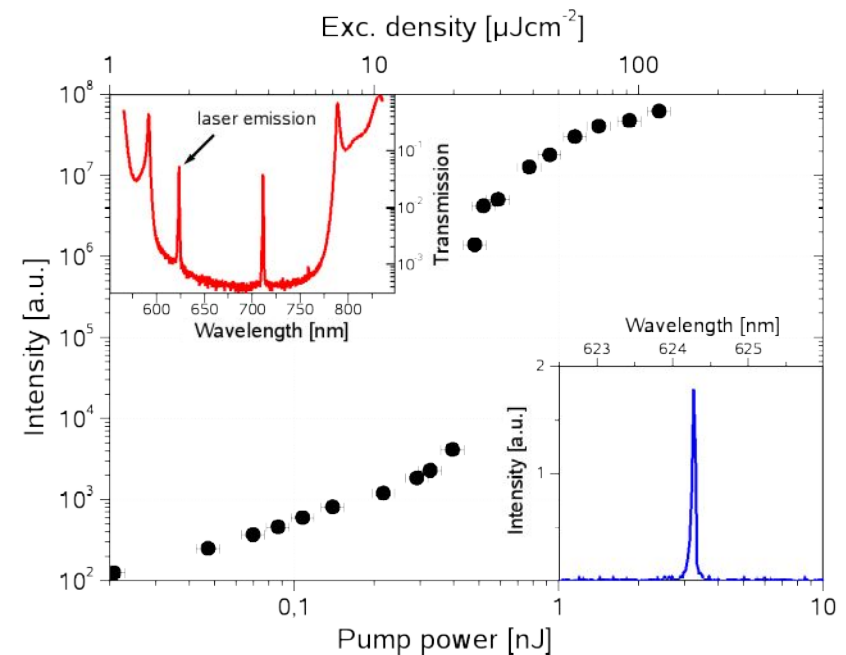
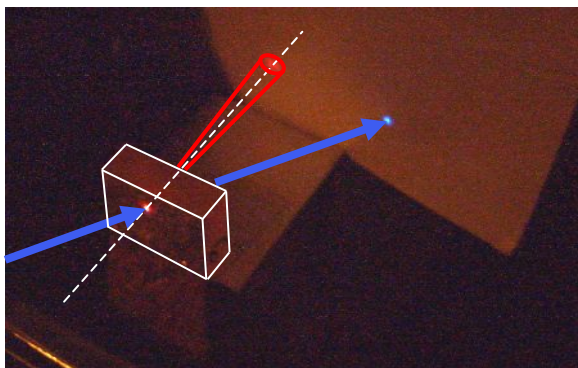
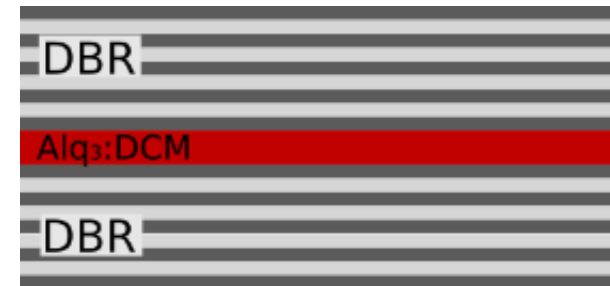
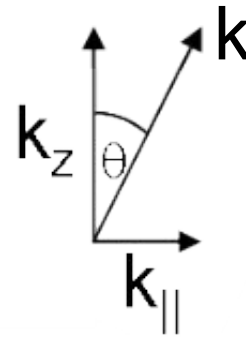


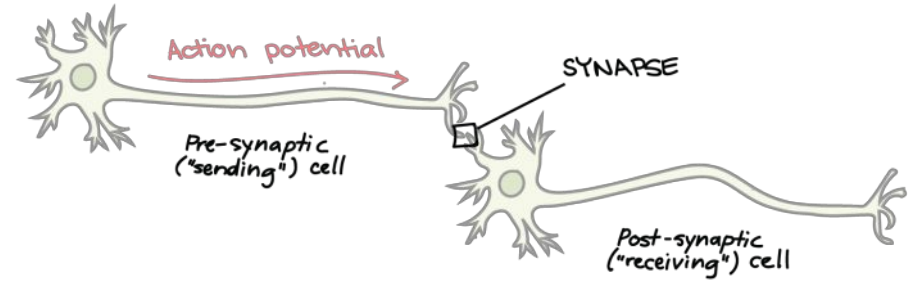


Continuous tuning with quadrupole moments

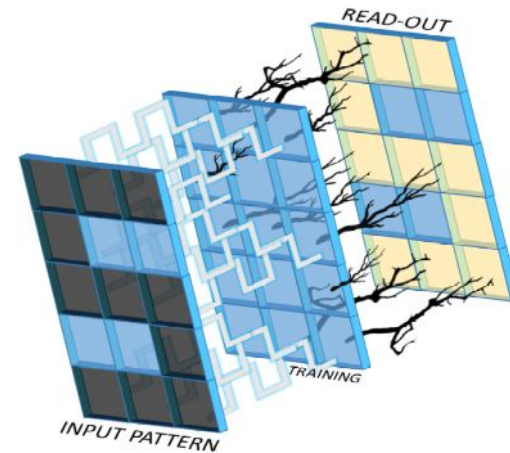
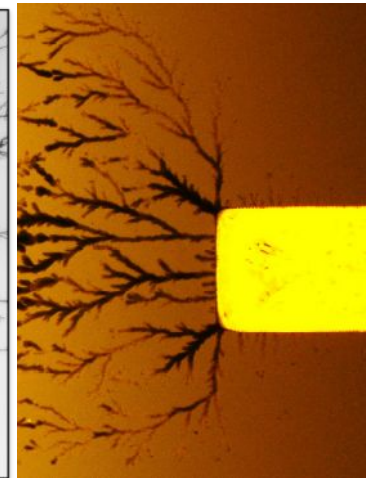


- DBRs of 10.5 pairs  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  ( $R > 99.9\%$ )
- Reactive e-beam evaporation
- Active medium: organic small molecules ( $\text{Alq}_3:\text{DCM}$ )
- Thermal co-evaporation
  - high Q-factors ( $> 4000$ )
  - low lasing threshold
- Easy control of the optical properties
- Confined light in z-direction – discrete  $k_z$  mode

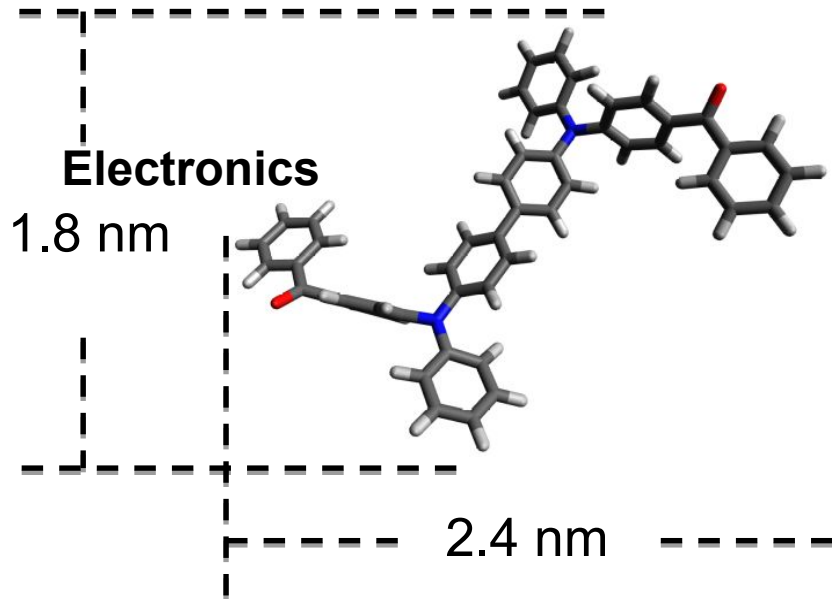




- Highly interconnected polymer networks grown by electropolymerisation
- Network resembles the geometry and function of synapses
- Artificial Neuronal Networks
- Build the „polymer brain“

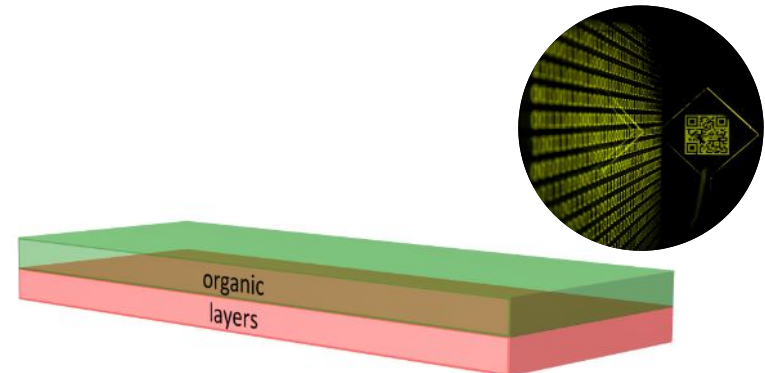
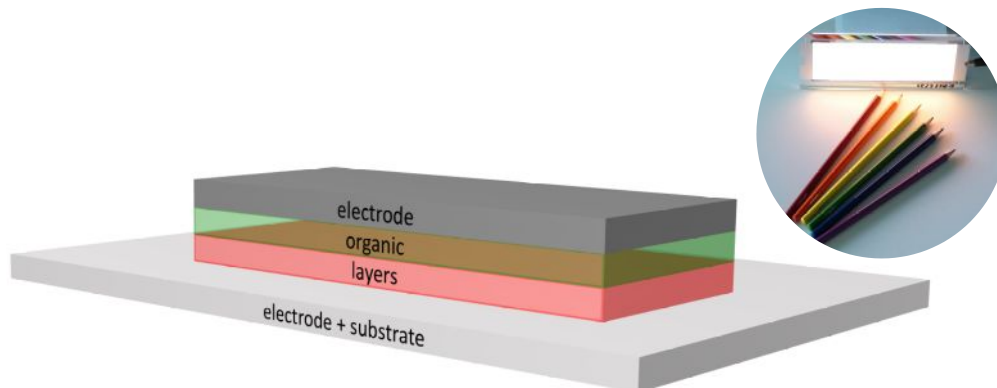




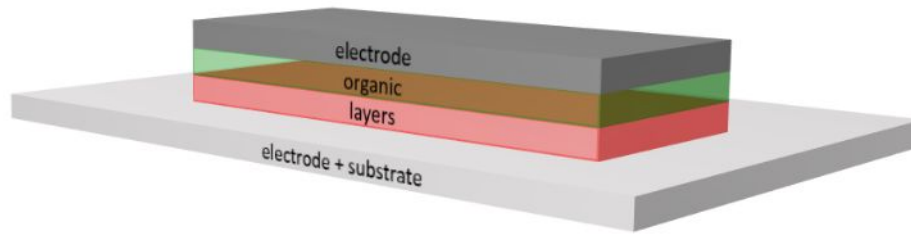


**Organic semiconductors:**  
nanoscale building blocks

**Organic electronics and photonics: Microscale applications**



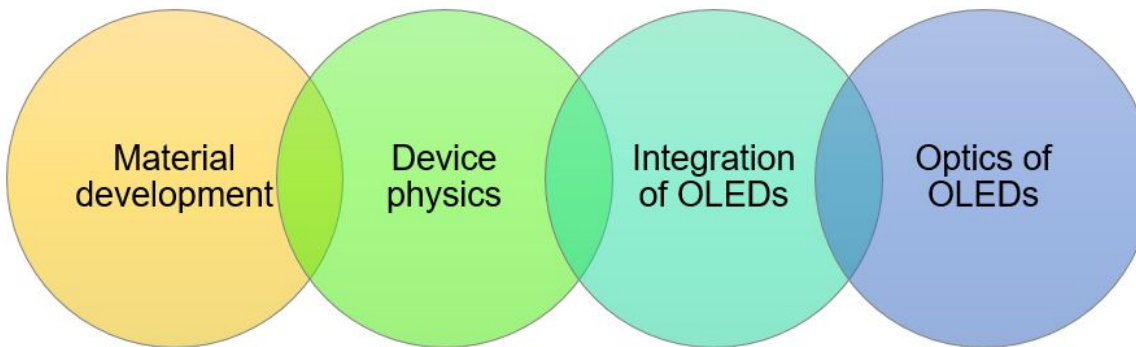
Organic light-emitting diodes (OLEDs) = **ultrathin, scalable area light sources**



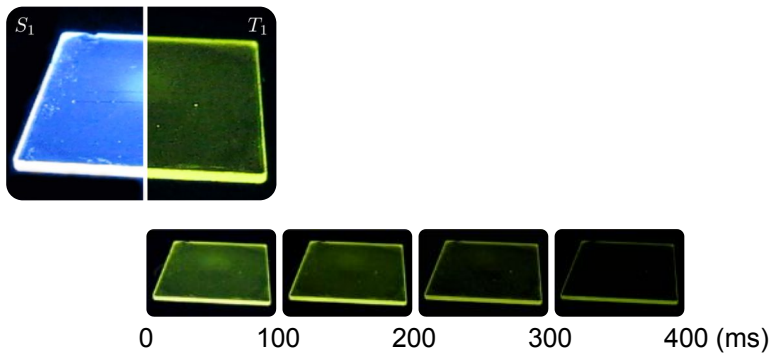
**Cost**

**Efficiency**

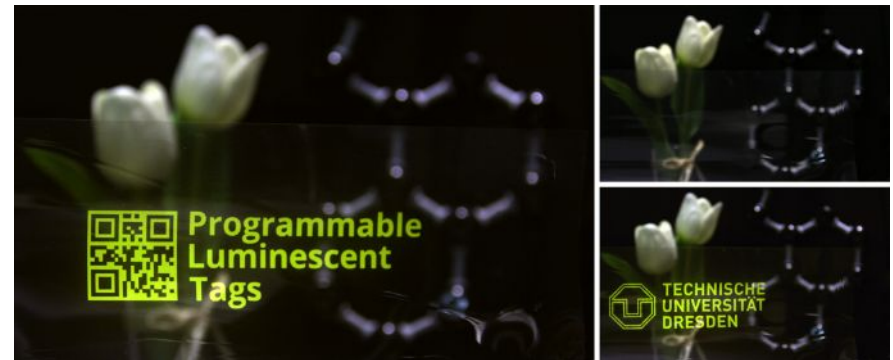
**Lifetime**



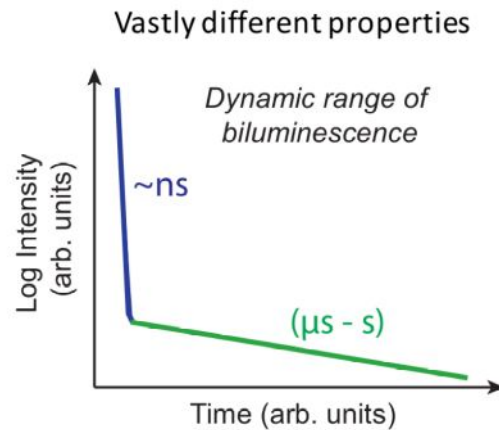
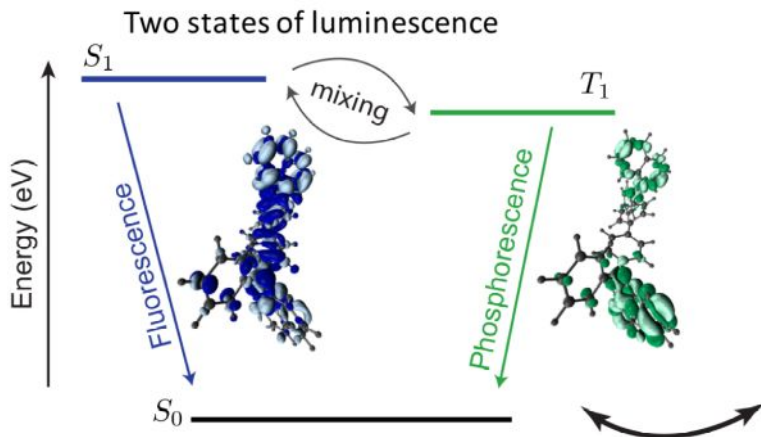
# Biluminescence = dual state luminescence from singlet and triplet states



## Organic programmable luminescent tags

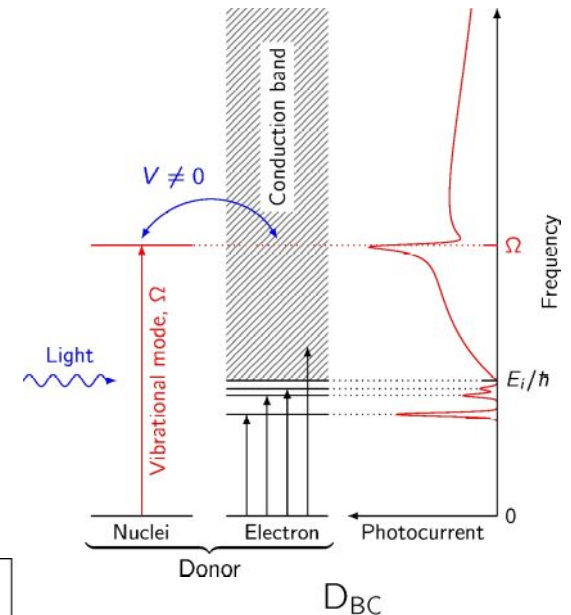
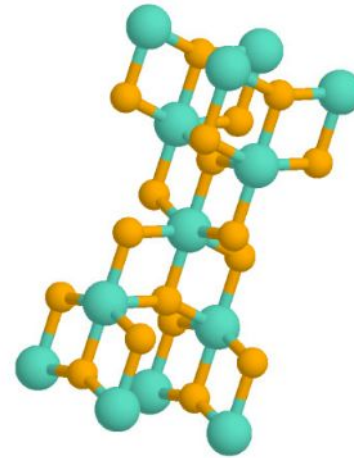


## Bicycle safety



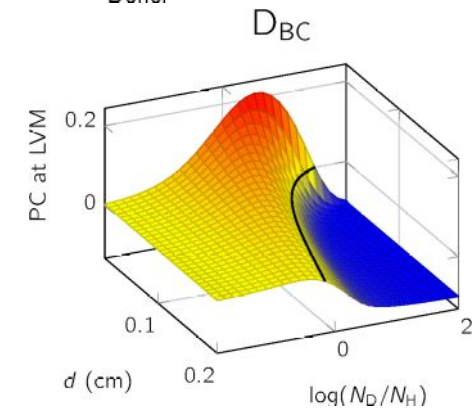
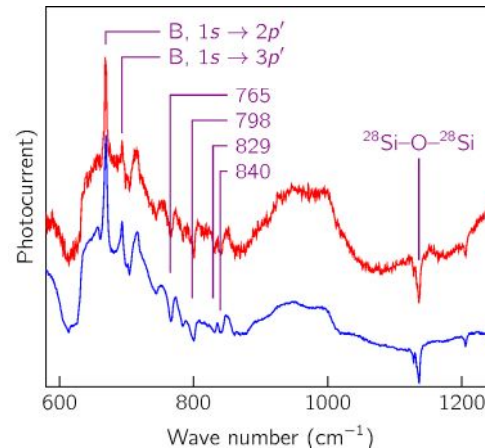
## Semiconductor oxides:

- ZnO
- Anatase TiO<sub>2</sub>
- Rutile TiO<sub>2</sub>
- SnO<sub>2</sub>



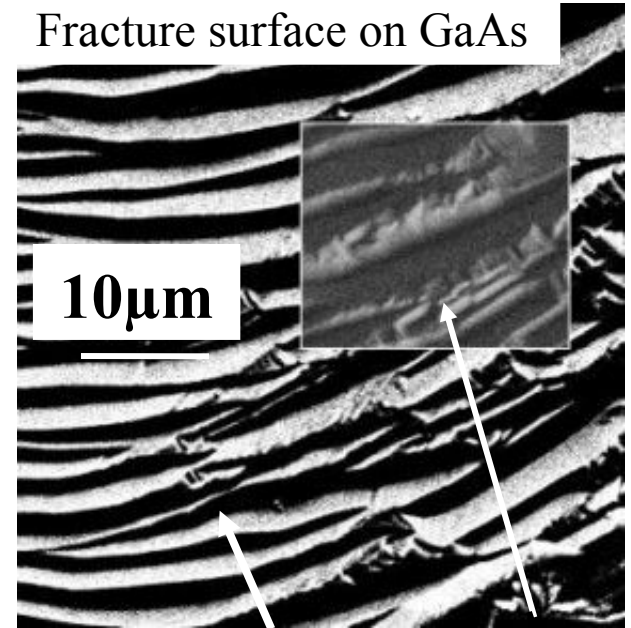
## Methods:

- IR absorption
- Raman scattering
- Photocurrent
- Photoluminescence
- Capacitance spectroscopy



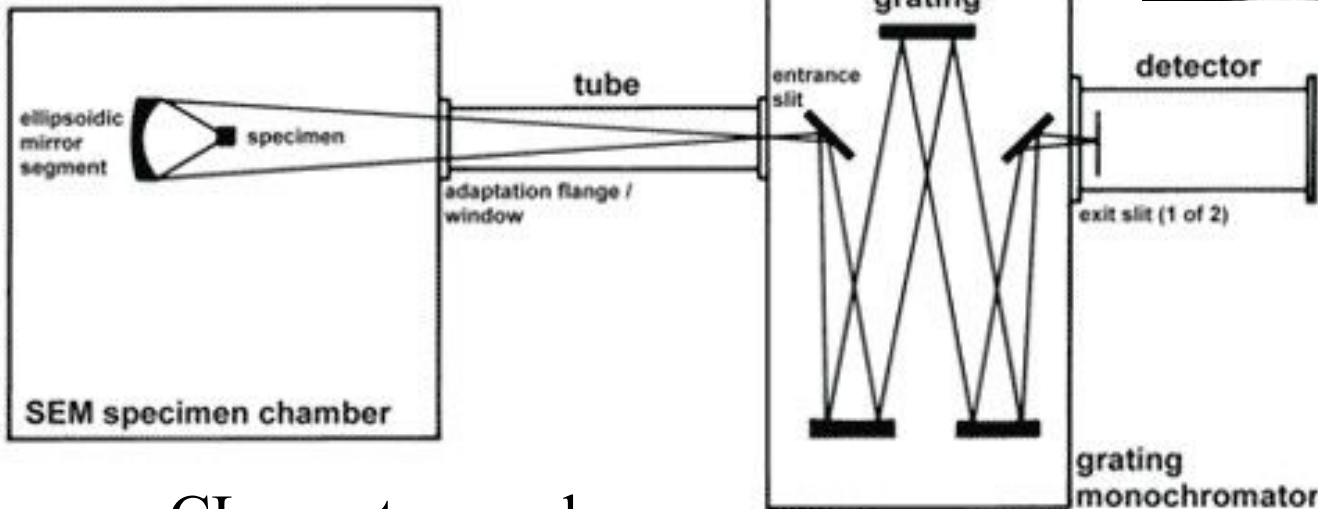


FEG-SEM



Fracture surface on GaAs

10µm



CL spectrograph

SE - CL-  
image

Spatial and time  
resolved  
spectroscopy



# Forschung am HZDR (Prof. Manfred Helm)



Wir bieten vielfältige Themen aus den Bereichen:

- Ultrakurzzeit- und Terahertz-Spektroskopie, u.a. mit dem Freie-Elektronen-Laser
- Halbleiter-Quantenstrukturen
- Halbleitermaterialsynthese & -Modifikation mit Ionenstrahlen: Spintronik, Nanodrähte für die Nanoelektronik
- Nanostrukturierung mit Elektronenstrahl-Lithographie (& Reinraum)
- Computer-Simulation, u.v.m.

und drumherum

- eine hervorragende Infrastruktur
- modernste und vielfältigste Messtechniken
- mehr als 50 erfahrene Doktoranden und Postdocs



# Vielen Dank!



**Infoveranstaltung:  
Termin TBA**