



NEW SYNTHESIS METHODS FOR NANOCOMPOSITE SOLAR CELLS

Gregor Trimmel, Thomas Rath

12.02.2010

Christian Doppler Pilotlabor für Nanokomposit-Solarzellen



getragen durch:

Institut für Chemische Technologie von Materialien, TU Graz
Stremayrgasse 16/II, A-8010 Graz, Österreich



NanoTecCenter Weiz Forschungsgesellschaft mbH
Franz-Pichler-Straße 32, A-8160 Weiz, Österreich



**Institut für Elektronenmikroskopie und Feinstrukturforschung,
TU Graz**
Steyrergasse 17, A-8010 Graz, Österreich



mit dem Industriepartner:
ISOVOLTA AG
A-2355 Wiener Neudorf, Österreich



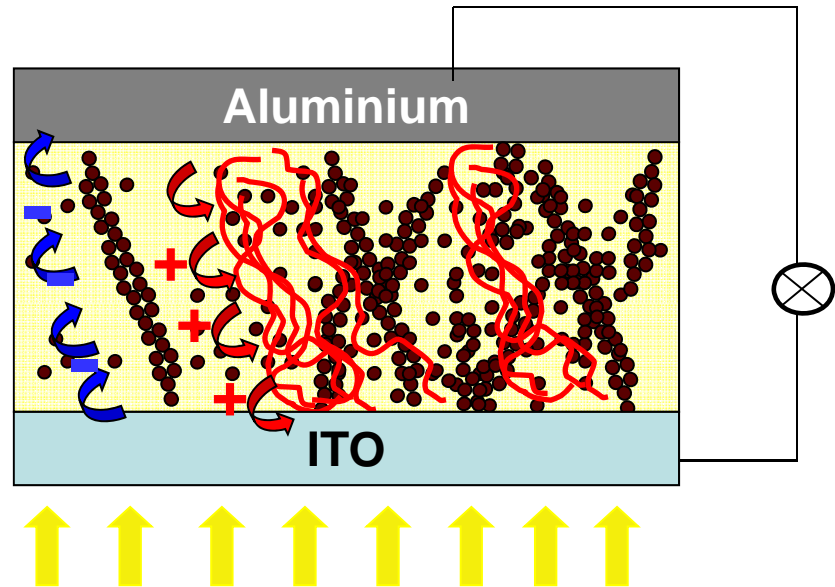
Das CD-Labor für Nanokomposit-Solarzellen

Wissenschaftliche Zielsetzung

Synthese und Charakterisierung von nanostrukturierten Kompositmaterialien für die Photovoltaik und Implementierung dieser Materialien in industrielle Prozesstechnologien und Bauelemente.



Die Nanokomposit-Solarzelle



Lichtabsorption

Ladungstrennung

Ladungstransport



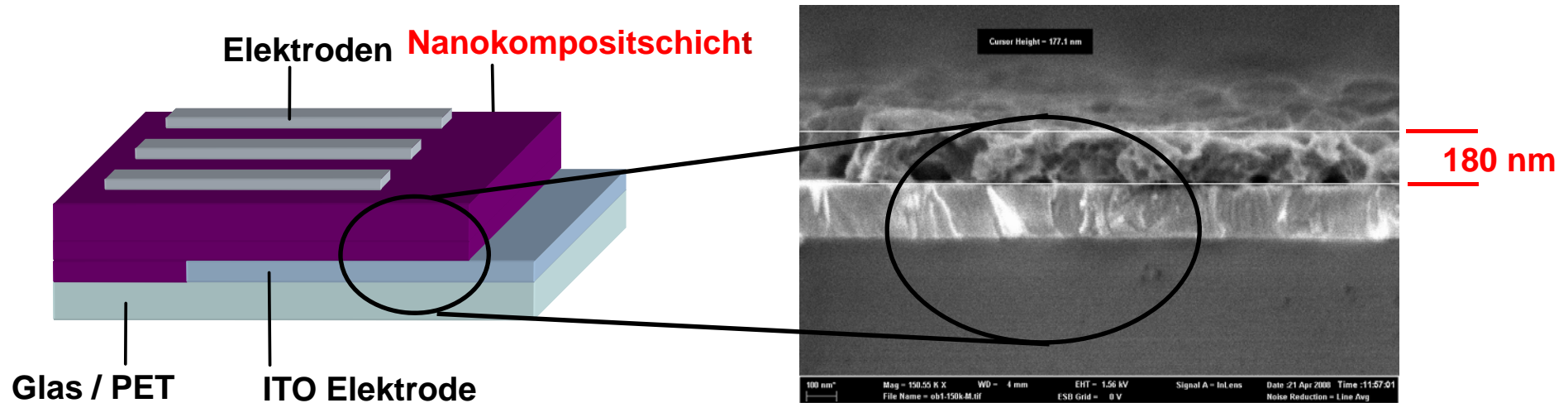
Mischung aus organischen konjugierten Polymeren und Fullerenen oder anorganischen Halbleiterpartikeln
CdSe, CdTe, PbS, TiO₂, ZnO, ZnS, CuInS₂.....

Vorteile: leicht und flexibel, billig in der Herstellung
für Folienanwendungen, out-door-Bereich: Freizeit,

Nachteile: Stabilität, Einkapselung erforderlich



Die Nanokompositsolarzelle (NKSZ)



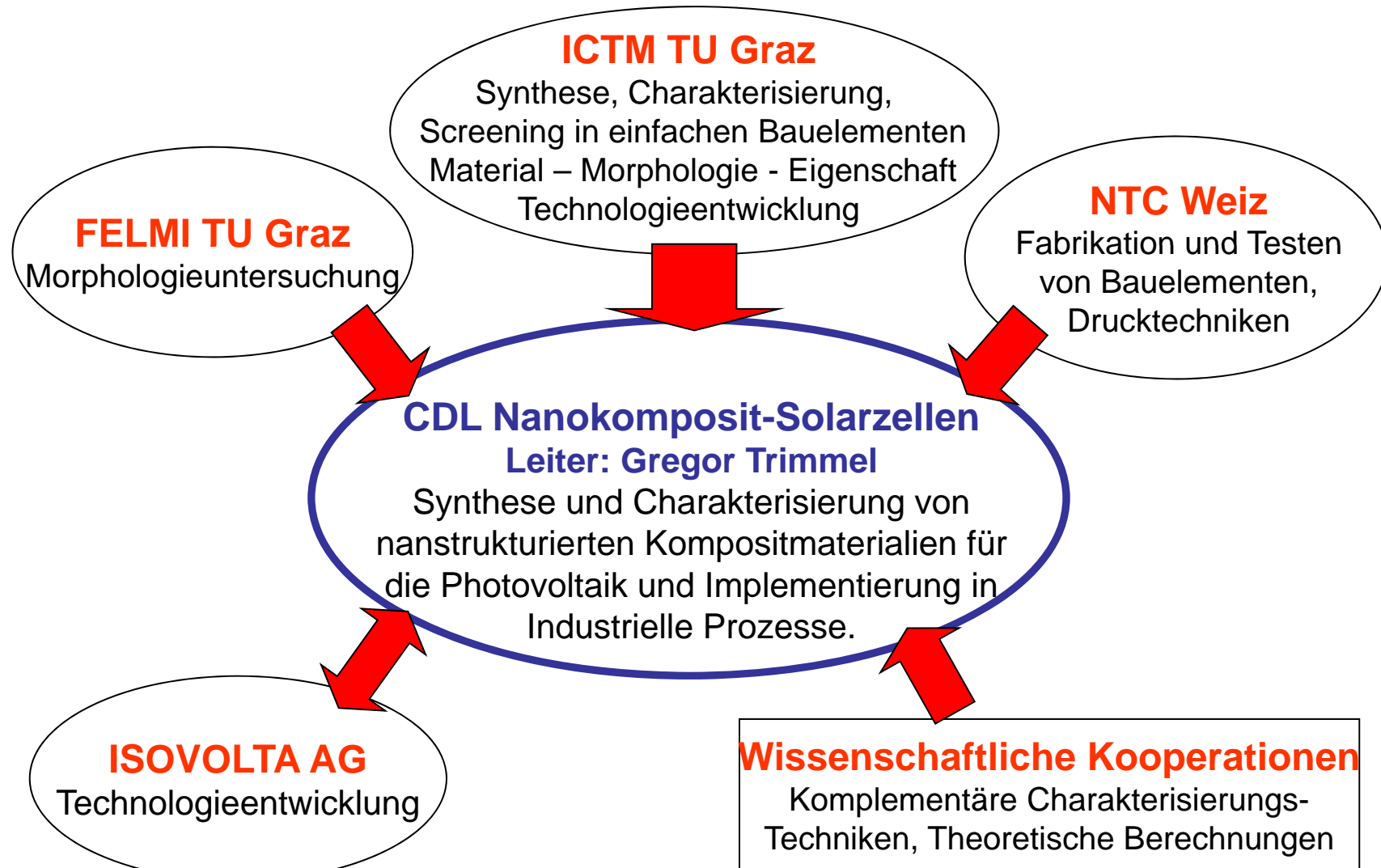
- Aktivschicht:
- 180 nm = 0,2 μm \gg Blatt Papier: ca. 0,1 mm
 - 500 x dünner als ein Blatt Papier!

Vorteil: geringer Materialbedarf!

Zielsetzung: kontrollierte Herstellung der NKSZ
homogen, reproduzierbar, mit großer Geschwindigkeit
definierte und nanostrukturierte Morphologie!

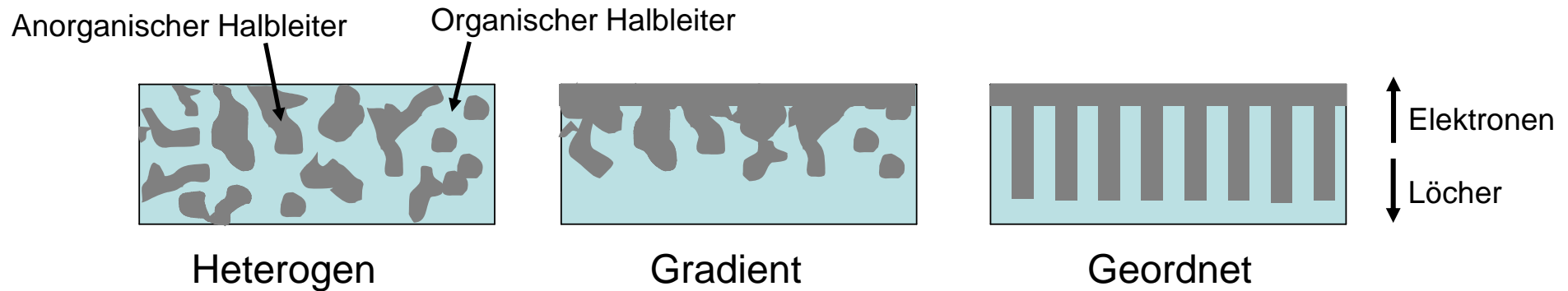


Struktur des CD-Pilotlabors





Nanostrukturierte Morphologien



Ordnungsgrad der Morphologie

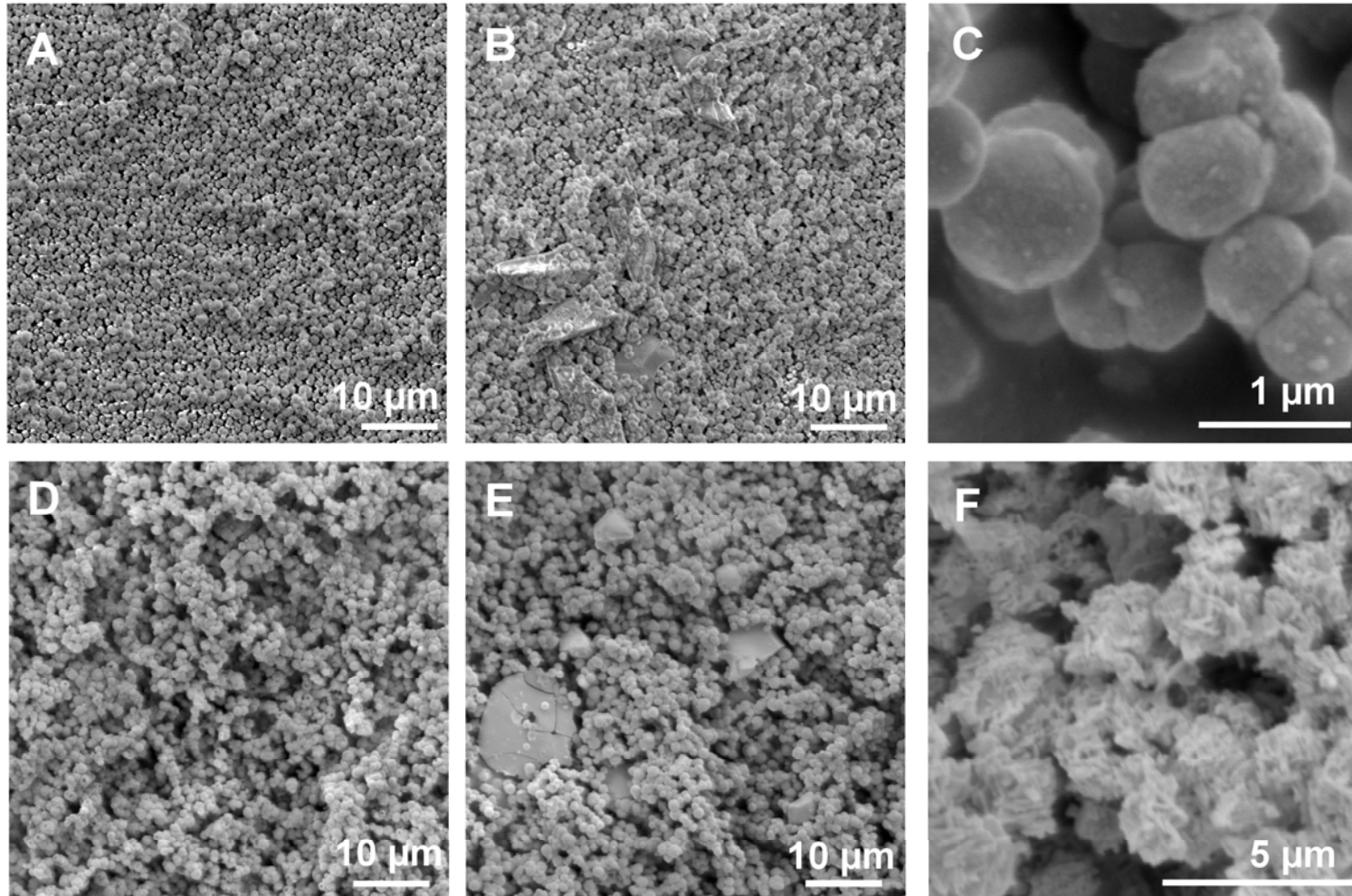
Heterogen: hohe Grenzfläche: gute Ladungstrennung
Isolierte Bereiche: schlechte Ladungsextraktion

Gradient: hohe Grenzfläche: gute Ladungstrennung
Verringerung der isolierten Bereiche,
verbesserter Ladungsfluss zur Elektrode

Geordnet: hohe Grenzfläche und kontinuierliche „Leitungspfade“ zur
passenden Elektrode: **hohe Effizienz**



ZnS-Nanopartikel - Agglomeration



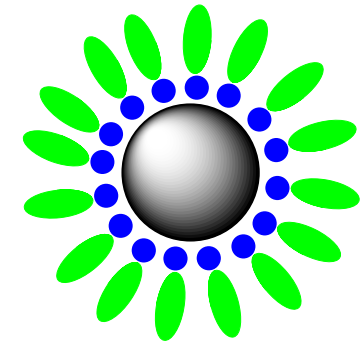
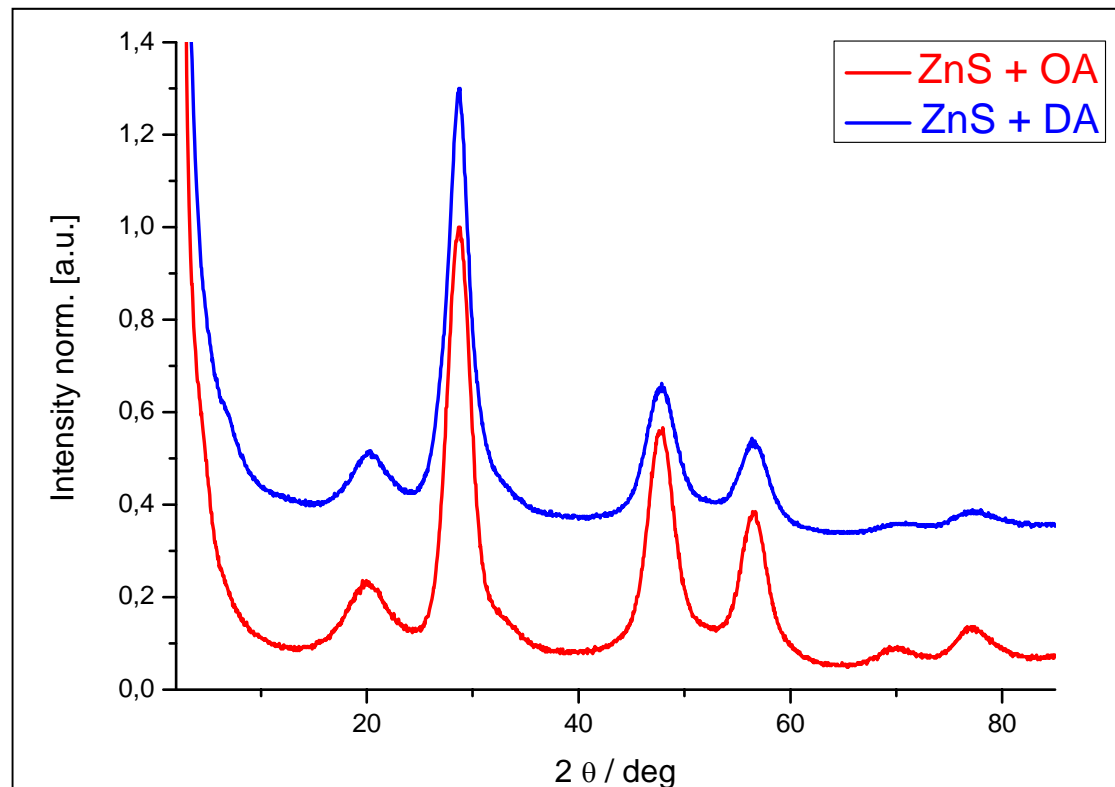
(A) TAA-MW-1.1/0, (B) TAA-MW-1.1/10, (C) TAA-MW-1.1/10 (D) TAA-1.1/0, (E) TAA-1.1/10, (F) HMDST-1.1/0



Alternative Synthesemethoden

long chained amines

XRD analysis

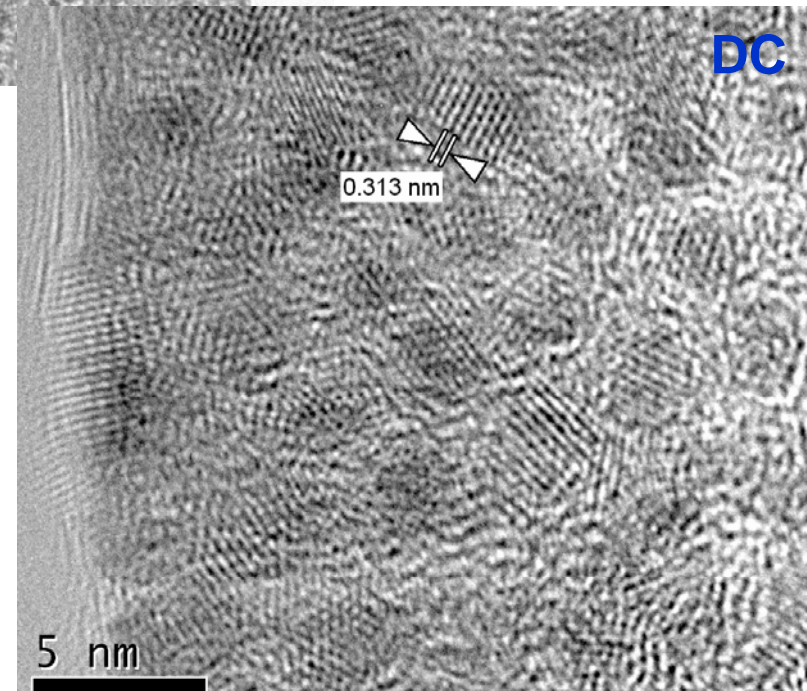
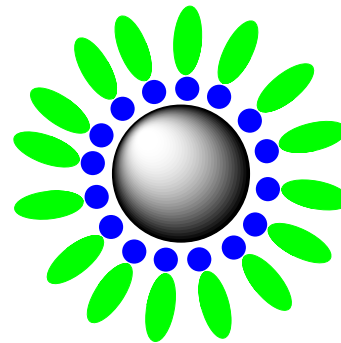
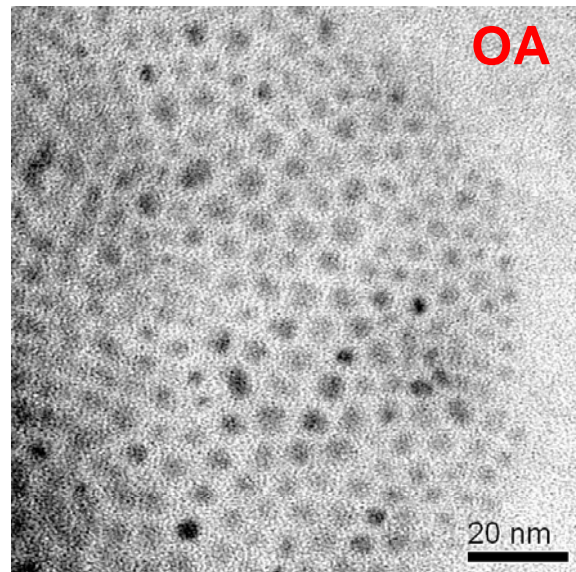
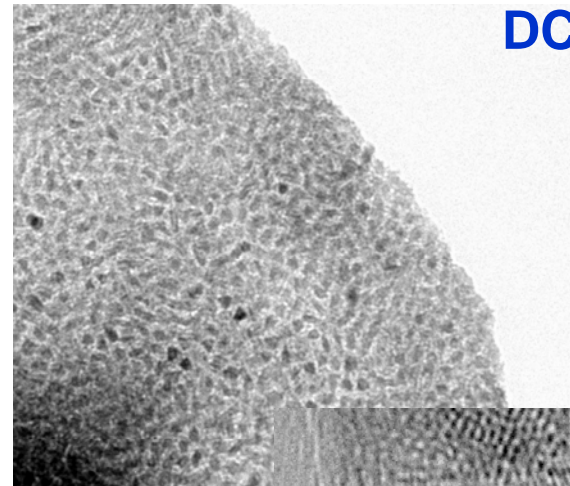
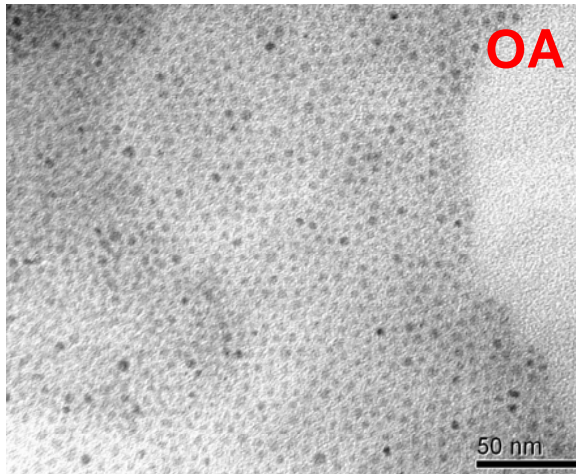


OA oleylamine

DA dodecylamine



Alternative Synthesemethoden



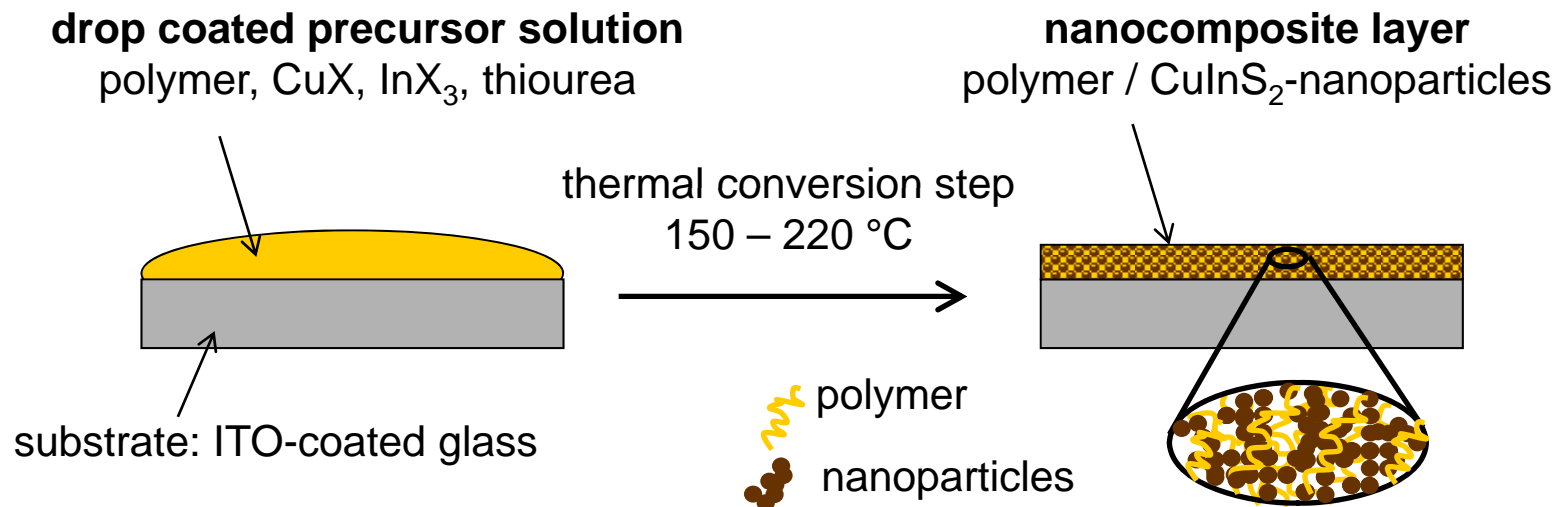


In-Situ Synthese von Nanokompositschichten

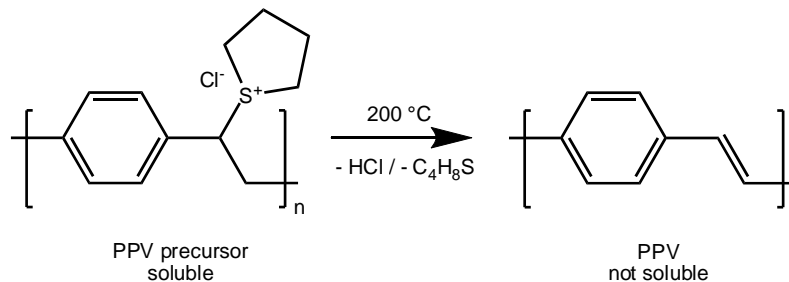
Synthese der Anorganischen Nanopartikel direkt im Polymer

Keine Stabilisatoren erforderlich

Viele Materialkombinationen möglich: ZnS, CdS, CuInS₂, + conjugated polymer

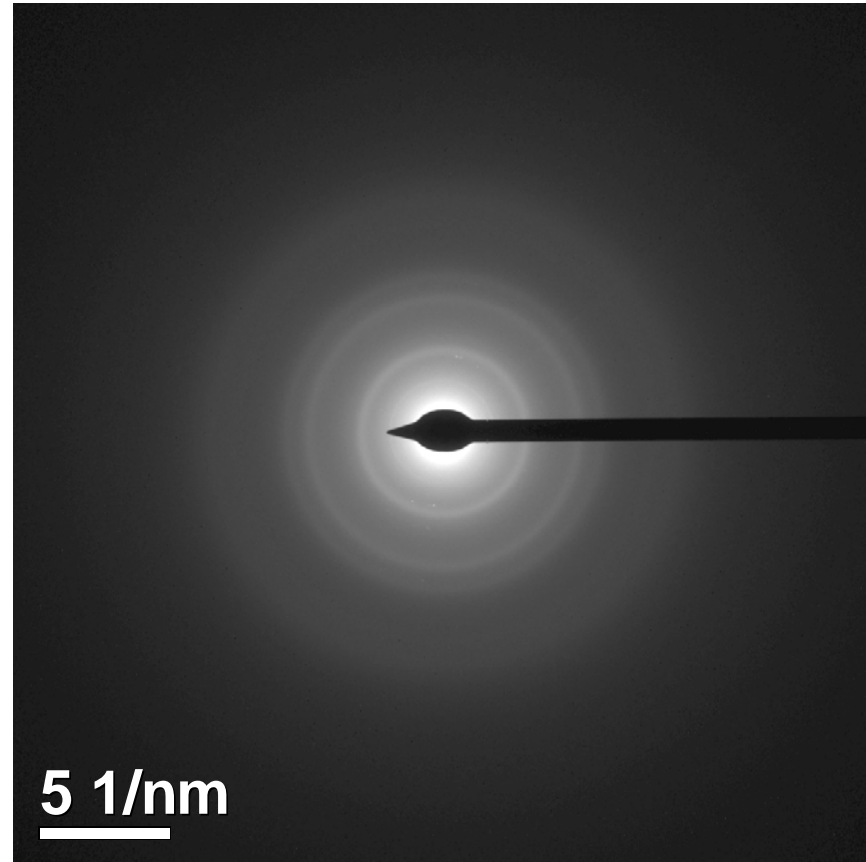
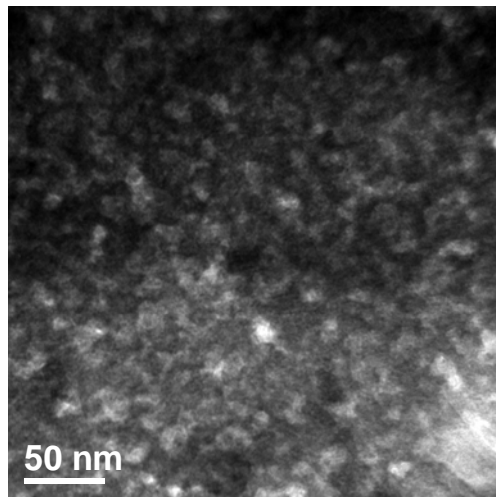
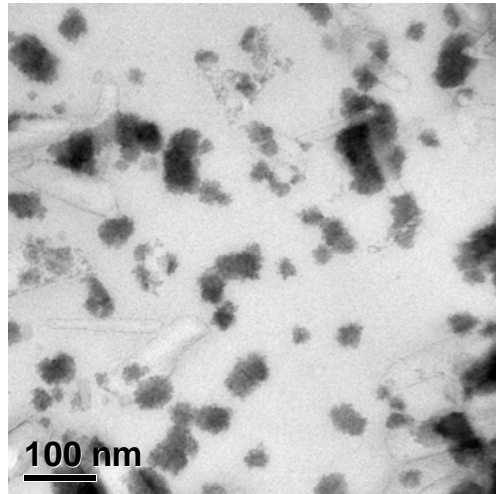


Polymer: PPV-precursor





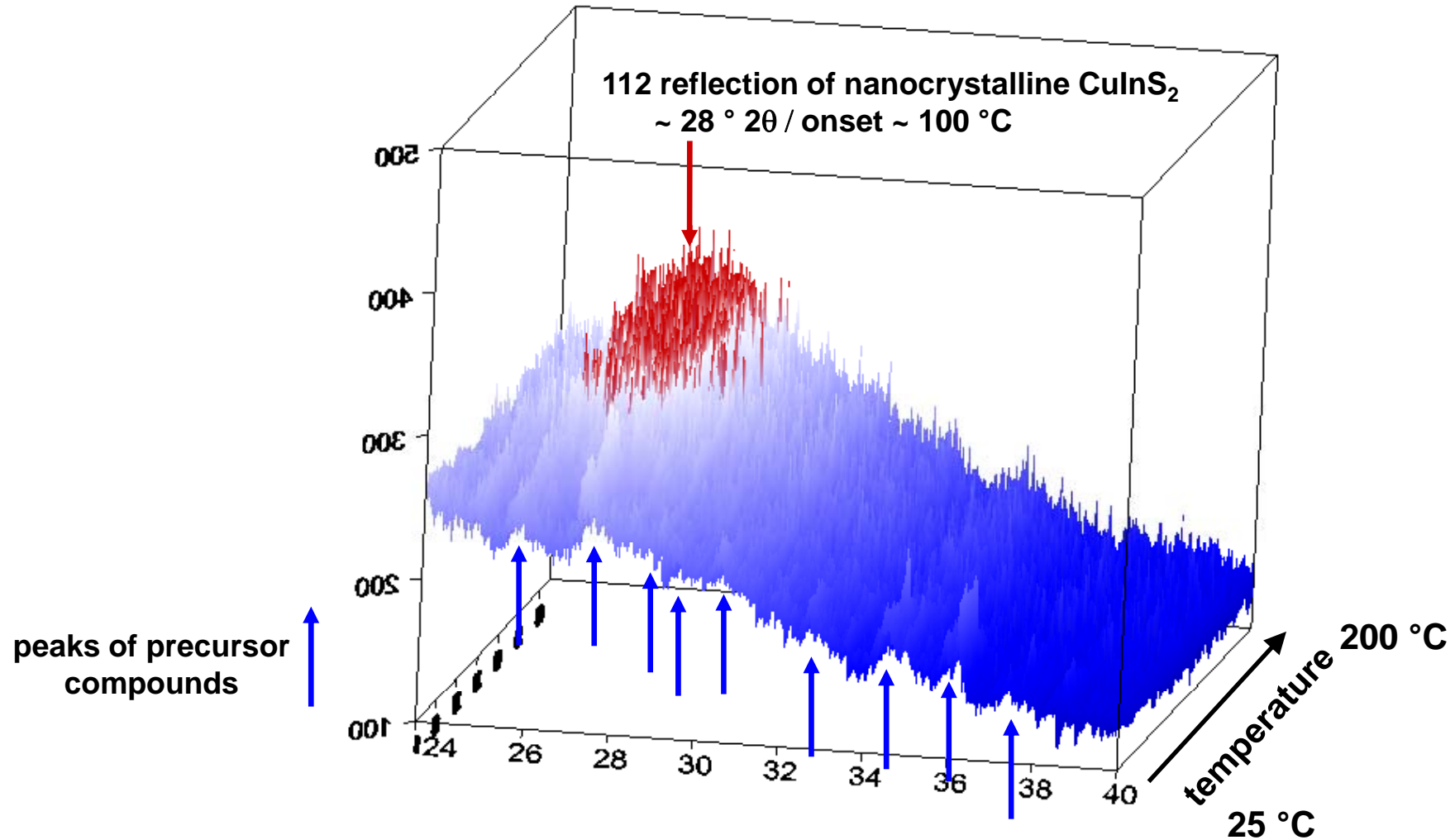
Elektronenmikroskopische Charakterisierung



Ring	Radius (1/nm)	d (nm)	(hkl)
1	3.128	0.320	(112)
2	5.139	0.195	(204) / (220)
3	6.001	0.167	(116) / (312)
4	8.858	0.113	(424)



Zeitaufgelöste Röntgendiffraktometrische Studie

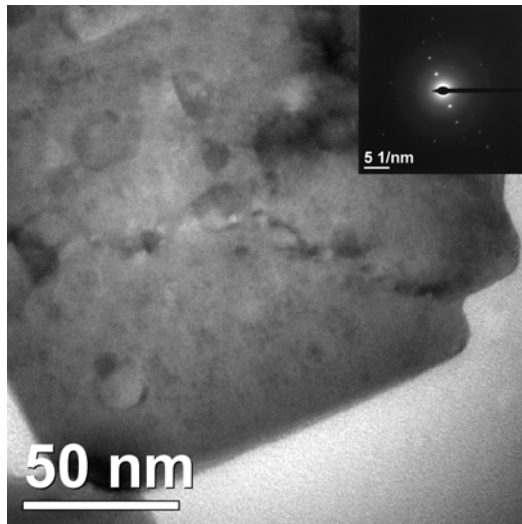


Measured with synchrotron radiation at Elettra Trieste, collaboration with H. Amenitsch



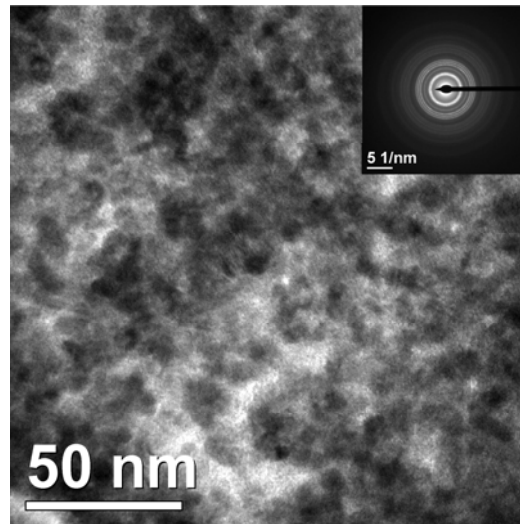
Metallsulfid / Polymer Nanokomposite

PbS / Polythiophene



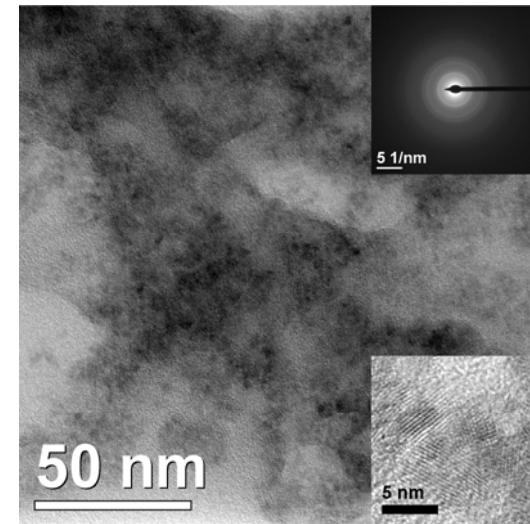
particle size: > 200 nm

CdS / Polythiophene

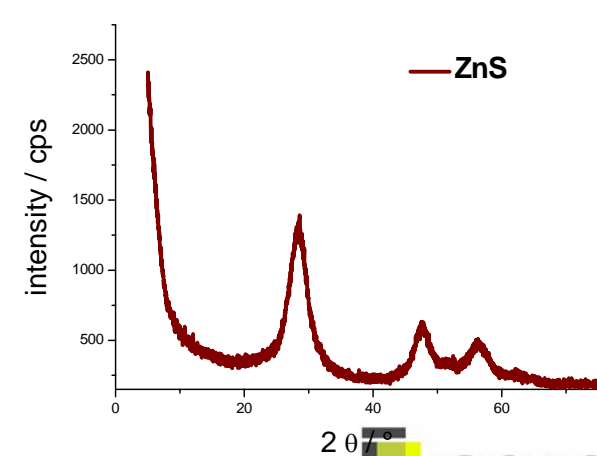
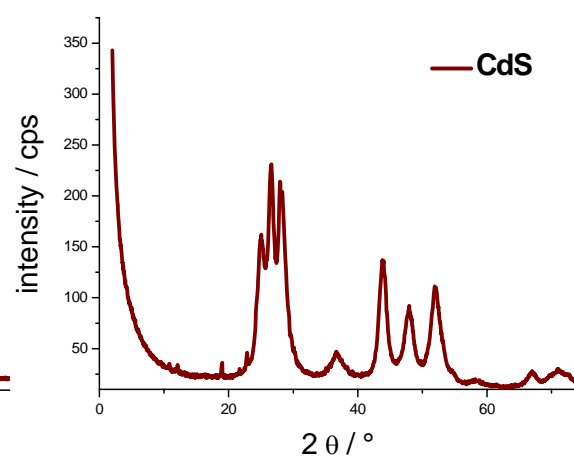
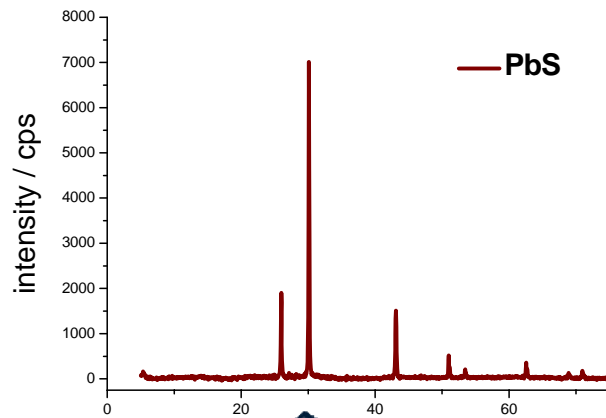


particle size: 3 – 5 nm

ZnS / Polythiophene

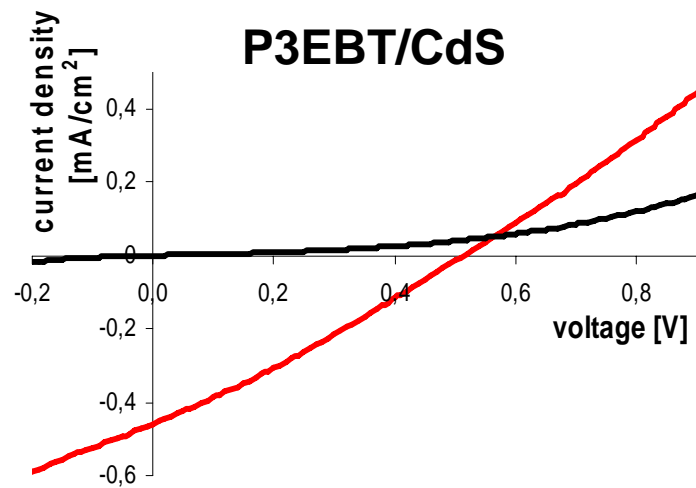
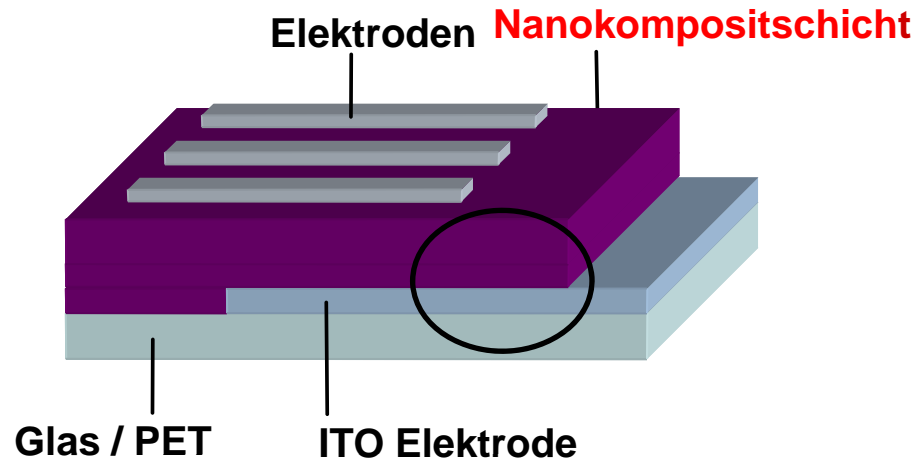


particle size: 2 – 3 nm





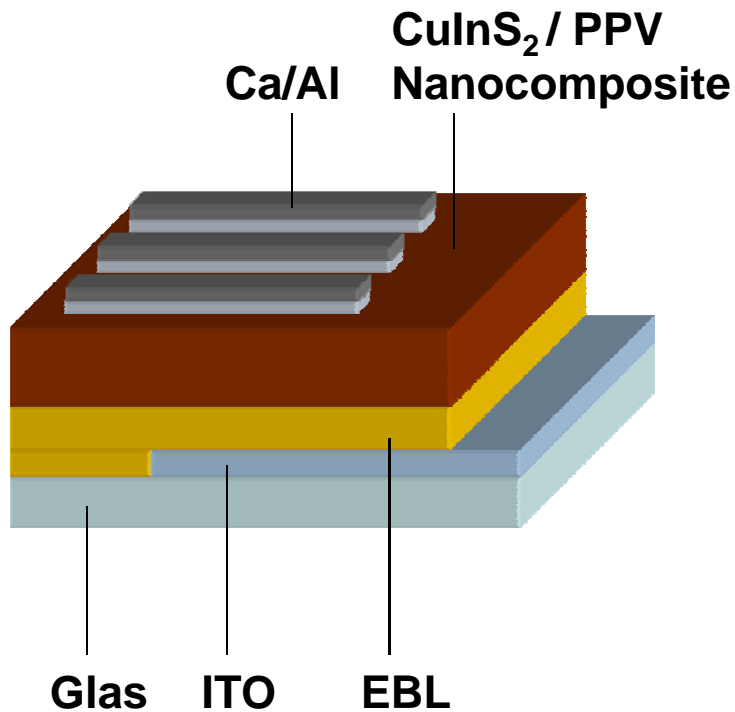
Elektrische Charakterisierung



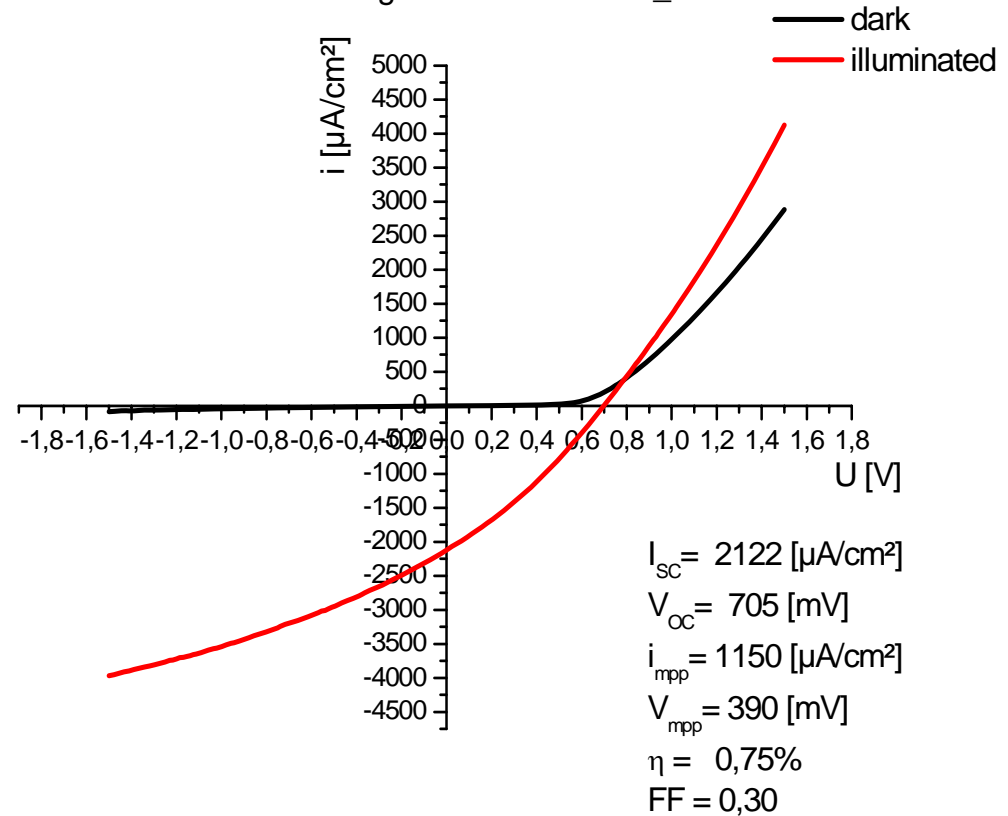
Metal sulfide	V_{oc} / mV	I_{sc} / $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	FF
PbS	no working solar cells were obtained		
ZnS	710	8	0.22
CdS	510	460	0.28



CuInS₂/Polymer Solarzellen



Current-Voltage Curve SOL4G2-3_3

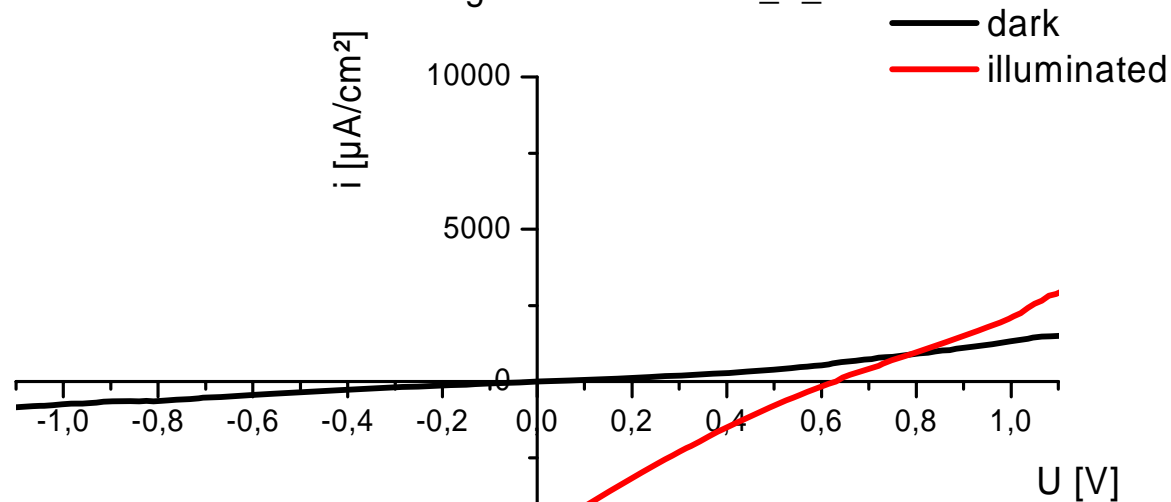


Illumination:
 60 mW/cm², halogen lamp
 not corrected



CuInS₂/Polymer Solarzellen

Current-Voltage Curve SOL7-1_2_3



Illumination:
60 mW/cm², halogen lamp
not corrected

$I_{SC} = 5,07$ [mA/cm²]
 $V_{OC} = 630$ [mV]
 $I_{mpp} = 2,42$ [mA/cm²]
 $V_{mpp} = 285$ [mV]
 $\eta = 1,15$ %
FF = 0,22



Zusammenfassung

Nanokompositmaterialien sind vielversprechende Materialien für zukünftige PV-Anwendungen

Rekordwirkungsgrade bei ca. 7,5 % Fulleren/Polymer
ca. 3,2% Nanopartikel/Polymer

In-Situ Synthese von Nanokompositschichten ist ein vielversprechendes Verfahren

- niedrigere Prozesstemperaturen (bis ca. 200 °C)
- keine Stabilisatoren erforderlich)

Herausforderungen

Optimierung des Wirkungsgrads

Kontrolle der Phasenseparation (Morphologiekontrolle)



Danksagung

ICTM

Franz Stelzer, Robert Saf, Eugen Maier, Dorith Meischler, Sonja Larissegger, Michael Edler, Achim Fischereder, Andreas Pein, Sebastian Dunst, Stefan Moscher, Kathrin Bohnemann, Karin Bartl, Alejandro Santis, Christopher Fradler

FELMI TUG

Ferdinand Hofer, Wernfried Haas, Peter Pölt, Werner Grogger, Armin Zankl, Ilse Letofsky-Papst

NTC-Weiz Members

Emil List, Gernot Mauthner, Roman Trattinig

Tallinn University of Technology

Dieter Meissner

Kooperationspartnern:

Karin Zojer (TUG), Manfred Gruber (TUG), Benjamin Stickler (TUG), Roland Resel (TUG), Birgit Kunert (TUG), Oliver Werzer (TUG), Heinz Amenitsch (Elettra)

ISOVOLTA AG

Albert Plessing, Andreas Ruplitsch

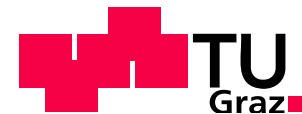
Financial Support by:



Bundesministerium für
Wirtschaft, Familie und Jugend



FFG



Gregor Trimmel

www.organicsolarcells.tugraz.at

