

Nanotechnologien im Energiebereich

Energie Apéro

TEMAS
Nano Impuls

TEMAS
Technologie Scout

TEMAS
Technologie Flash

**Zugang zu
Nanotechnologien**

**Was sind
Nanotechnologien?**

Die Dimension des
Nanometers

Makro - Mikro - Nano

Wo stehen wir heute?

**Nanotechnologien
im Energiebereich**

Anwendungen

Optik und Photovoltaik

Energieerzeugung und
Speicherung

Tribologie,
Hochleistungsmaterialien

Umweltanwendungen

Nanotechnologie – Die Dimension des Nanometers



Was versteht man unter Nanowissenschaften und Nanotechnologien?

Nano [*griechisch*]: der Zwerg

Nano ist eine VORSILBE wie

milli

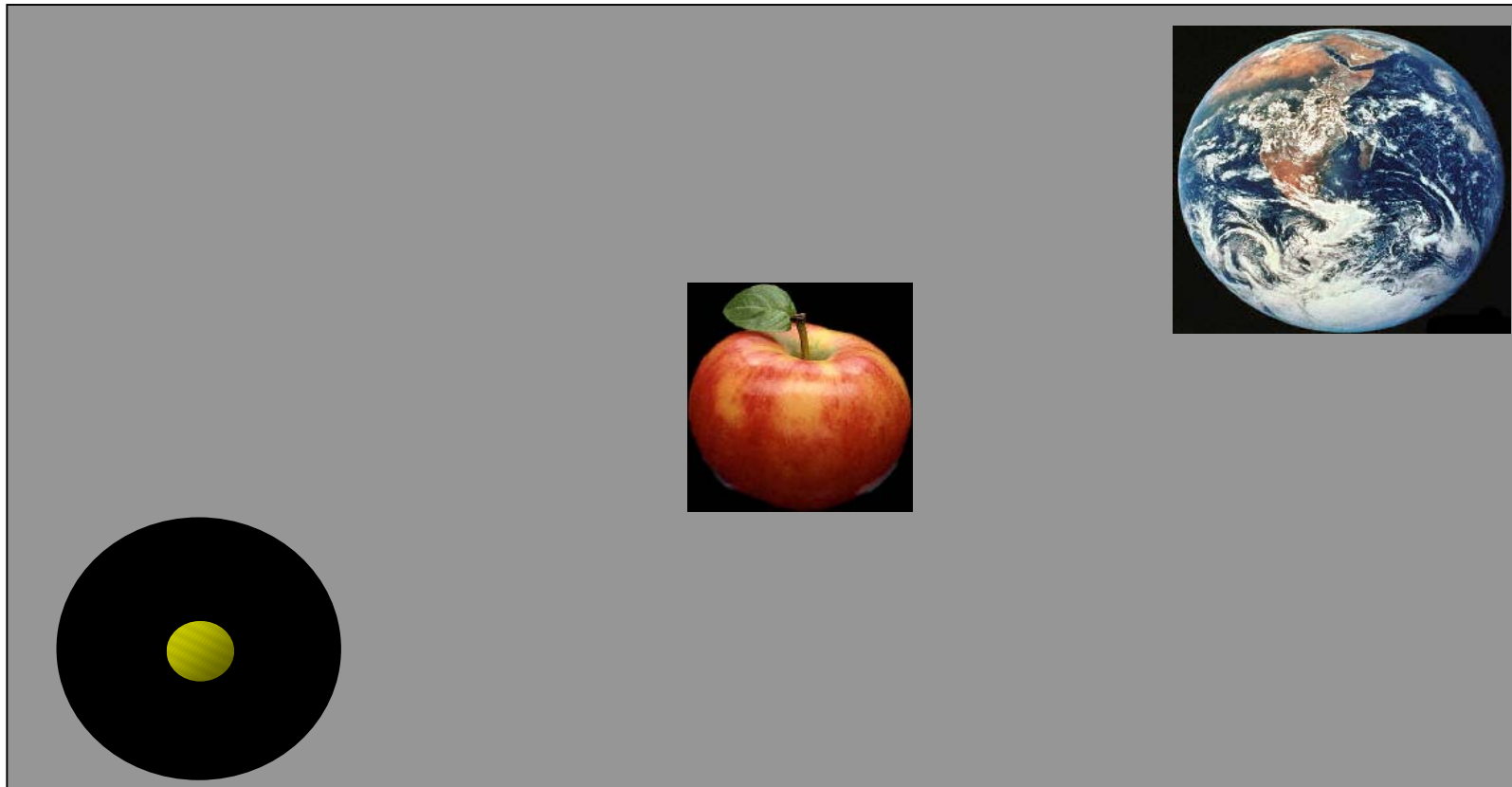
für Liter, Gramm, Sekunde

mikro

Also nano Nanometer

Nanotechnologie – Die Dimension des Nanometers

Nanometer ist die Welt der Atome und Moleküle



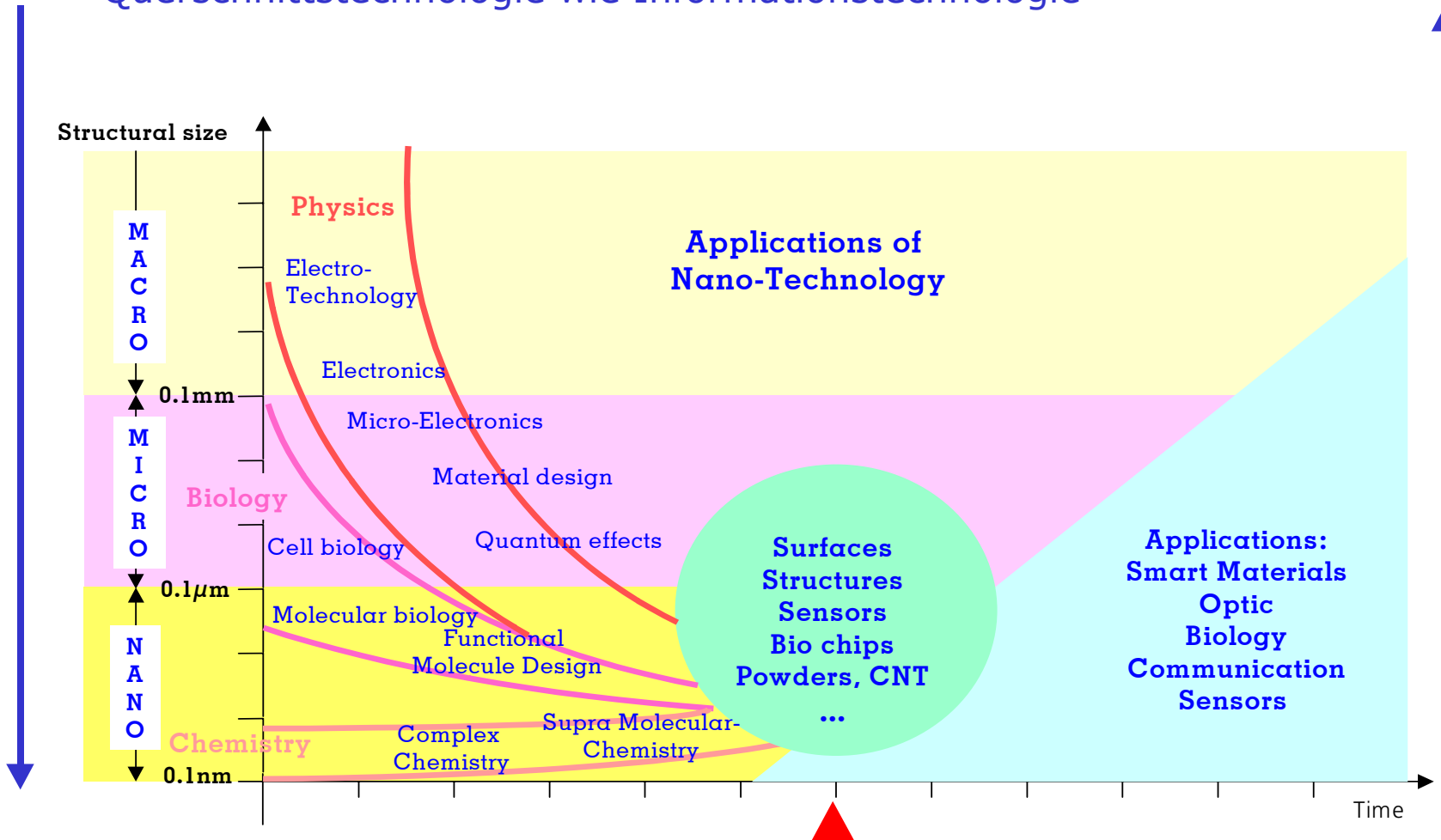
Atom

Apfel

Erde

Nanotechnologie – Makro - Mikro - Nano

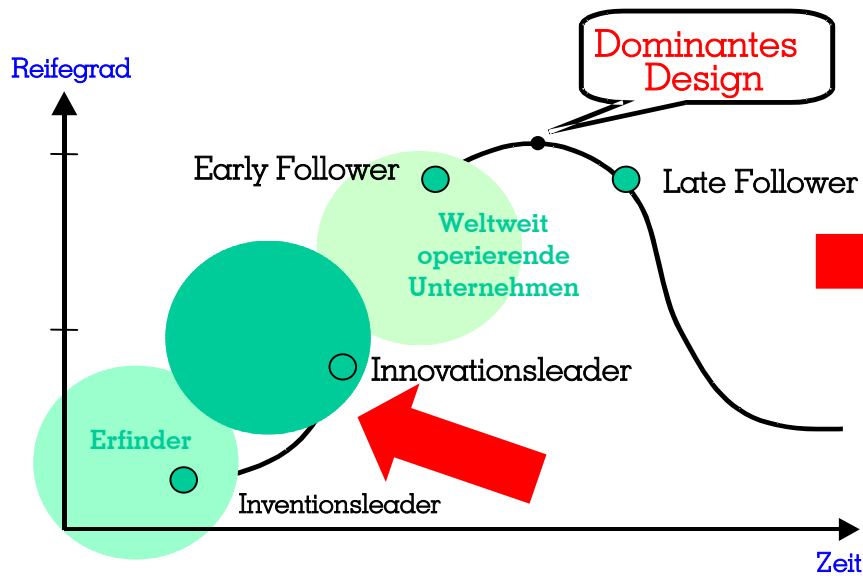
- ✓ Die Schlüsseltechnologie für das 21. Jahrhundert
- ✓ Querschnittstechnologie wie Informationstechnologie



Quelle: according to VDI

Nanotechnologie – Wo stehen wir heute?

Die NANO-Technologie entwickelt sich,
es entstehen kontinuierlich neue wissenschaftliche Erkenntnisse

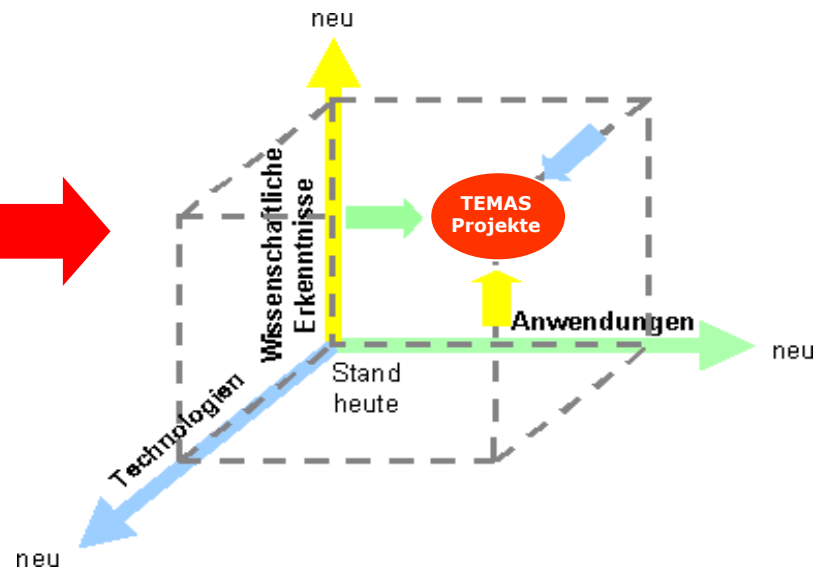


Quelle: nach Uterbeck

TEMAS verbindet:

- Wissenschaftler,
- Technologien und
- Ingenieure

zur Schaffung von Mehrwerten



TEMAS
Nano Impuls

TEMAS
Technologie Scout

TEMAS
Technologie Flash

**Zugang zu
Nanotechnologien**

**Was sind
Nanotechnologien?**

Die Dimension des
Nanometers

Makro - Mikro - Nano

Wo stehen wir heute?

**Nanotechnologien
im Energiebereich**

Anwendungen

Optik und Photovoltaik

Energieerzeugung und
Speicherung

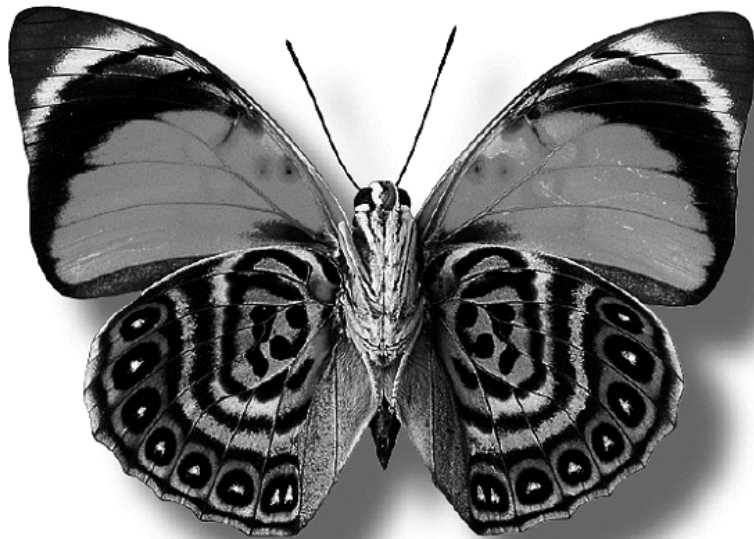
Tribologie,
Hochleistungsmaterialien

Umweltanwendungen

Optik & Photovoltaik

Funktionen – Optik und Farben

Schwaches Licht

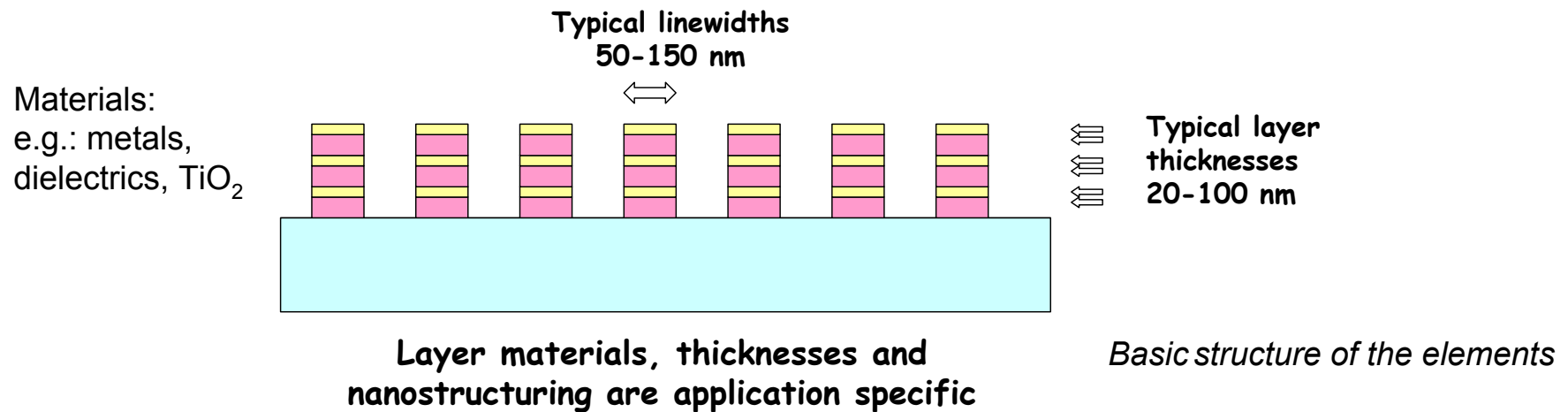


Sonnenlicht



Nanostrukturen für optische Instrumente und Elemente "NODE"

Project 5668.2 / 4659.2 : M. Gale, CSEM Zürich



Funktionalität:

Durch laterale Strukturierung einer Schichtstruktur können **spezifische optische Eigenschaften** einer Beschichtung realisiert werden.

Kundennutzen:

Gezieltes Design und Produktion von
Polarisatoren (metallische Gitter)
Antireflexschichten (Si and CaF₂) für UV
Resonanzfilter (dielektrische Nanostrukturen)

Nanomaterialien für hocheffiziente und preiswerte Cu(In,Ga)Se_2 -Dünnsfilm-Solarzellen

Project 5491.3 / 4875.1: A.N. Tiwari, ETHZ

Funktionalität:

Gesinterte Schichten aus Nanopartikeln mit kompakten, **bruchfreien Korngrößen** in der Größenordnung $1 \mu\text{m}$, gewünschter **Kristallorientierung** und Adheseigenschaften. Die Kompaktheit und Bruchfreiheit werden durch grosse Oberflächen zu Volumen Verhältnis der Vorläufer-Nanomaterialien ermöglicht.

Kundennutzen:

Niedrige Herstellungskosten (<0.80 Euro/Wp) und optimierte Materialausnutzung ermöglichen die Herstellung von **polykristallinen Dünnsfilm-Solarzellen mit Glassubstraten**. Eine **Umwandlungseffizienz von 4 %** wurde erreicht.

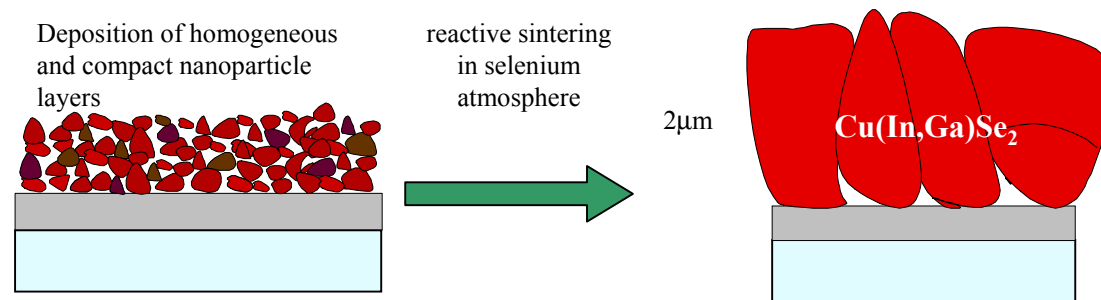


Fig. 2: Sintering of nanoparticle layer.

“Hocheffiziente Solarzellen für In-Door Anwendungen, Flexible Solarzellen basierend auf sensibilisierten Heterojunctions“

Projects 5815.1; 5480.3 / 5111.1 / 5802.3 / 4994.1 M. Grätzel, EPFL

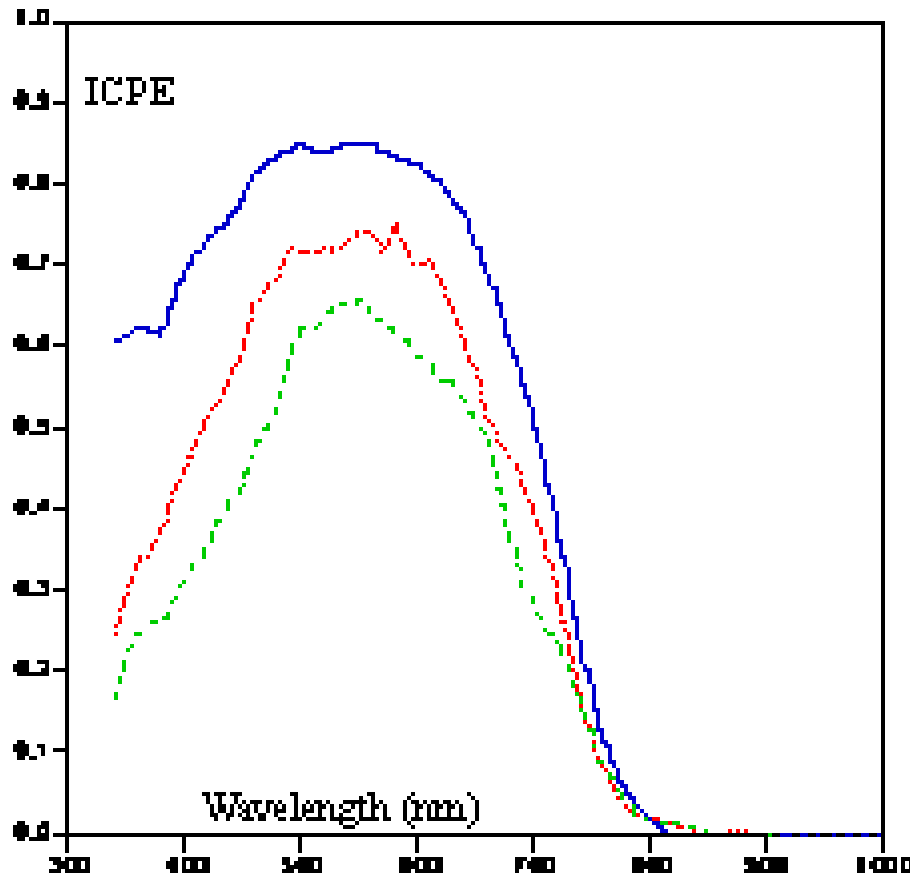
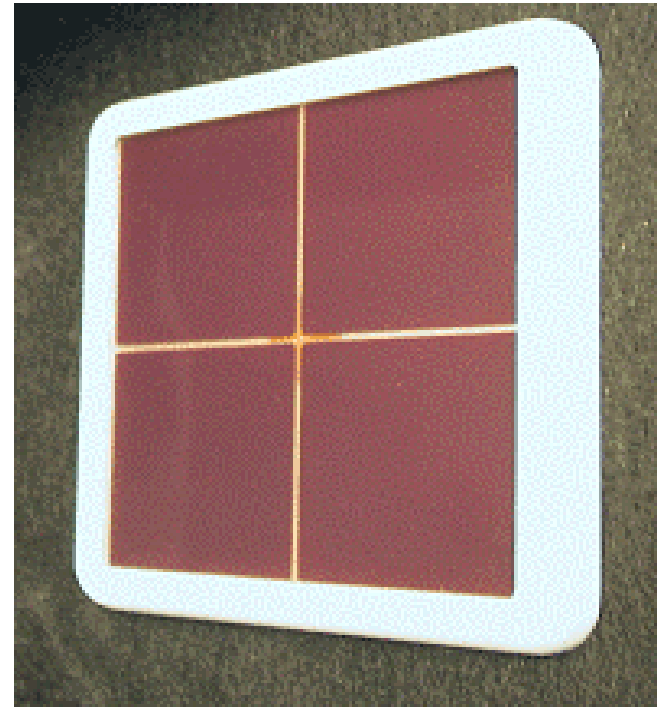


Fig. 1: spectral response, given as incident photon conversion efficiency against wavelength, of a dye-sensitised cell (—) in comparison with a new (.....) or used (----, 6 hrs., 800 W/m²) amorphous silicon cell.

Nanokristalline Hochleistungs-Photovoltaikzellen für Innenanwendungen

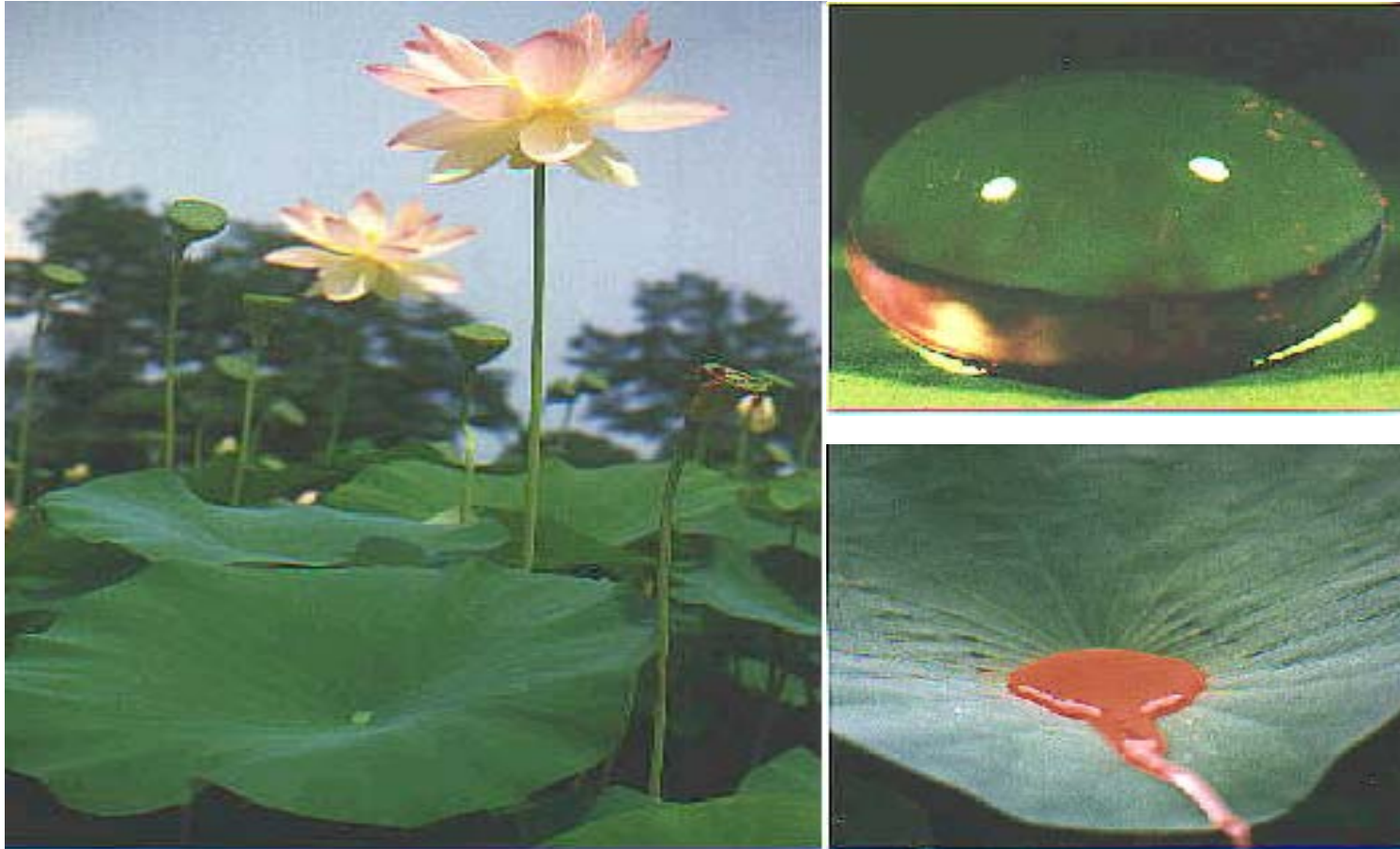
This innovative photovoltaic device with enhanced sensitivity at low light levels uses an electroactive dye to absorb light and deliver electricity; the dye is adsorbed on a semiconductor in contact with an electrolyte, in contrast with conventional all-solid-state devices

Electrochemical photovoltaic devices maintain their conversion efficiency under low light conditions indoors where conventional solid state cells perform poorly.



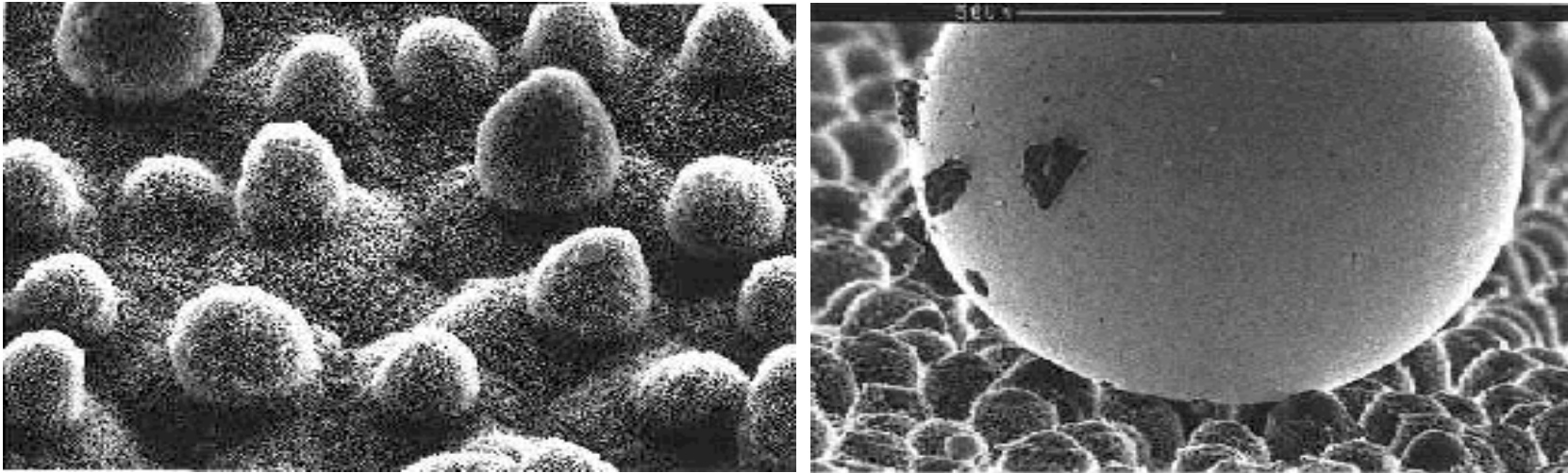
Quelle: TOP NANO 21

Der "LOTUS" Effekt



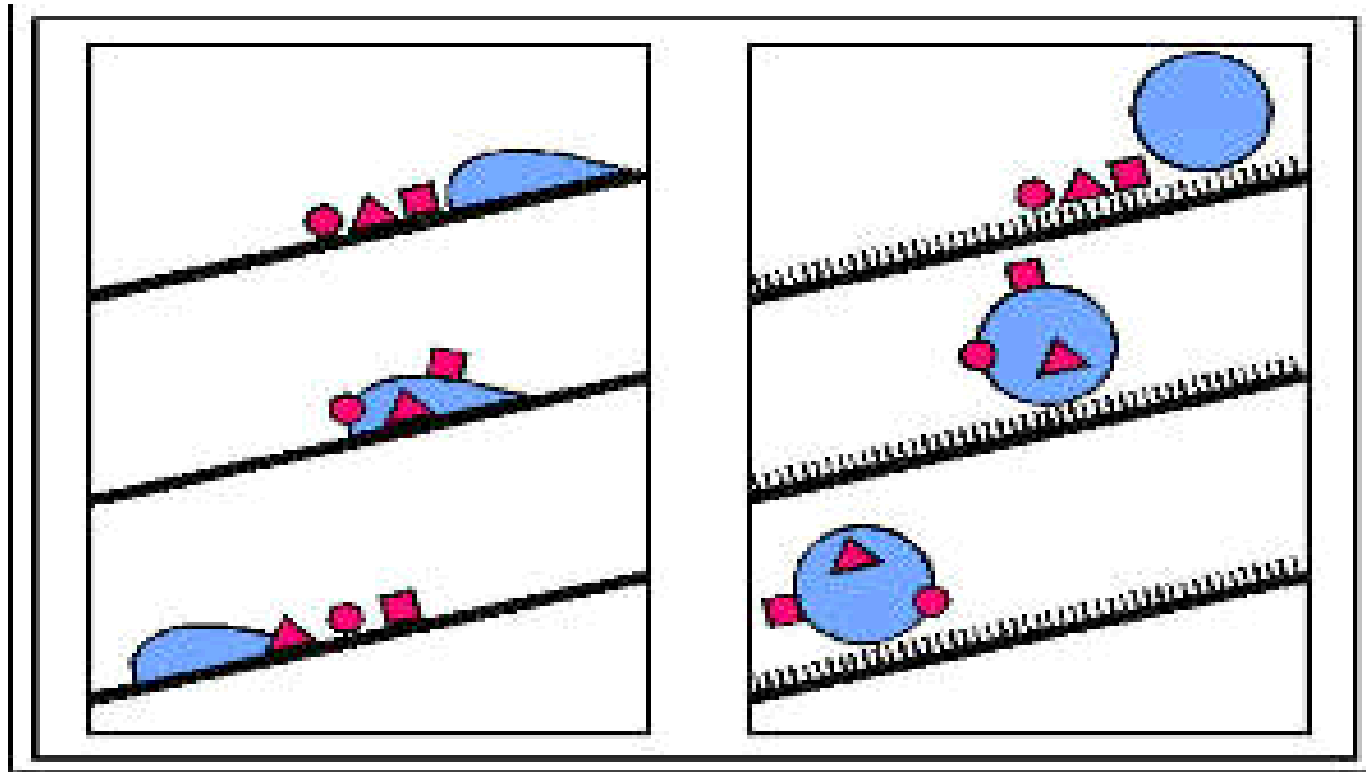
Quelle: <http://www.botanik.uni-bonn.de>

Das Geheimnis des "LOTUS" Effektes



Rasterelektronen Mikroskopaufnahmen (ESEM)

Selbstreinigung durch "LOTUS-Effekt"



Quelle: <http://www.botanik.uni-bonn.de>

Entwicklung eines Beschichtungssystems für Flüssigkeit abstossende Präzisionsoptiken

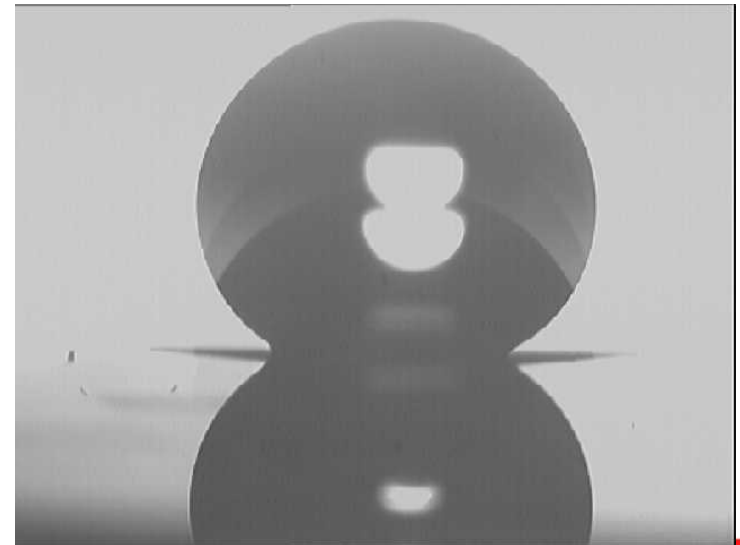
Project 6057.1 / 4686.2: P. Hoffmann, EPFL

Funktionalität:

Eine gleichzeitig **Wasser und Öl abweisende Beschichtung** für Präzisionsoptiken soll hergestellt werden. Die Beschichtungen werden mit einem Laser-Verdampfungs- und Depositionsprozess erzeugt und sind resistent gegen UV-Bestrahlung. Es werden ca. 5-8 nm grosse Silizium Nanopartikel auf den Oberflächen deponiert.

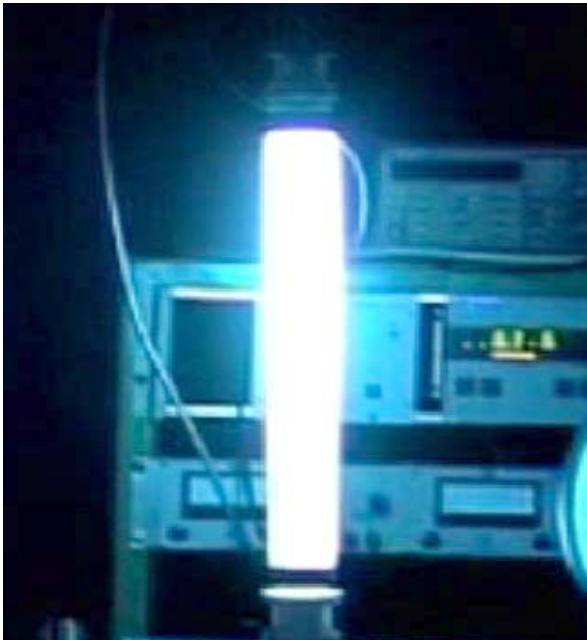
Kundennutzen:

Die Beschichtungen können genutzt werden um Präzisionsoptiken in Umgebungen zu handhaben, die **nicht Reinraumbedingungen** entsprechen. Für den Energiebereich sind Wasser und Öl abstossende Beschichtungen z.B. zur **Vermeidung der Verschmutzung** von Solarzellen von Bedeutung.



“Cold Cathode Fluorescent Lamps for General Lighting Based on Carbon Nanotube Field Emitters”

Projects 5458.1 / 4593.1: J.M. Bonard, EPFL



Carbon nanotube lamp illuminating surrounding laboratory equipment

Funktionalität:

Kohlenstoff-Nanoröhrchen emittieren Elektronen, welche eine **neuartige Glühbirne/Leuchtstoffröhre** zum Leuchten anregen

Kundennutzen:

- **Quecksilberfrei**
- **Dimmbar**
- **Leuchteffekt** tritt **ohne Verzögerung** beim Einschalten ein
- Weitgehend kompatibel mit bestehenden Systemen

Energieerzeugung und Speicherung

“Entwicklung von nanokristallinen wiederaufladbaren Batterien und elektrischen Energiespeicher”

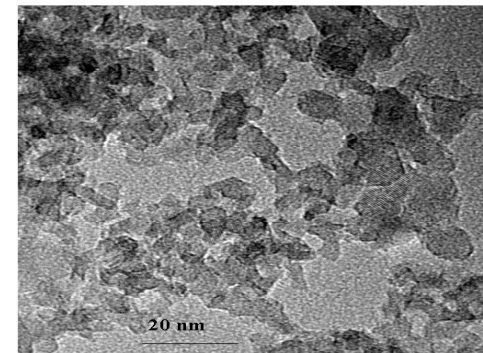
Projects 5775.1 / 4689.2: M. Grätzel, EPFL

Funktionalität:

Elektroden von Lithium-Ionen Batterien werden durch die Verwendung von **nanokristallinem $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ -Pulver** optimiert. Durch die Optimierung der Partikelgrößen, Strukturen und Grenzflächen resultieren eine **doppelte Batteriespannung** gegenüber NiCd-Batterien (2.5 V), eine verbesserte **Zyklrierbarkeit** und markant **verkürzte Ladezeiten** der Batterie.

Kundennutzen:

Die besseren **Batterieleistungen** (Spannung, Zyklrierbarkeit, Ladezeiten) eröffnen neue Anwendungsfelder für die optimierten Batterien, z.B. in den Bereichen **mobile Consumer Elektronik** (Laptop, Handy, ...) und **mobile Medizintechnik**.



„Keramische Nanopulver Fabrikation und Anwendung als aktives und stabiles Kathoden Material in Solid Oxide Fuel Cells“

Project 5991.1, U. Vogt, EMPA

Funktionalität:

Stabile Grössenverteilung und Temperaturstabilität von **Nanopartikeln** (< 500 nm) bei der Herstellung keramischer Nanostrukturen bzw. Nanopartikel für den Einsatz als Kathodenmaterial in Festkörper-Brennstoffzellen.

Kundennutzen:

Verbesserter Wirkungsgrad von Festkörperbrennstoffzellen durch optimierte keramische Nanopulver für den Einsatz als Kathodenmaterial.

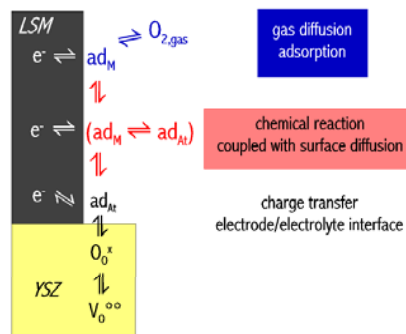


Fig 1 possible reaction steps in oxygen reduction around the triple phase boundary line.

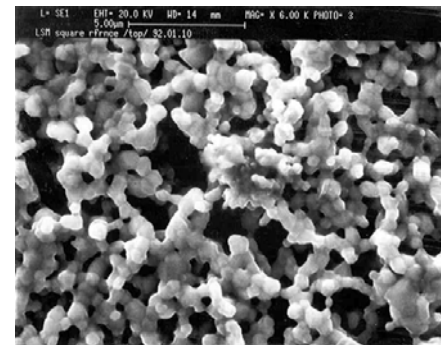


Fig 2 microstructure of a porous La(Sr)MnO₃ cathode. The particle size **after** sintering is below 0.1 micron.

“Biomimetics: Transformation of the Biological Nanostructures of Natural Materials into High-Performance Ceramics”

Project 5182.1: Vogt, EMPA

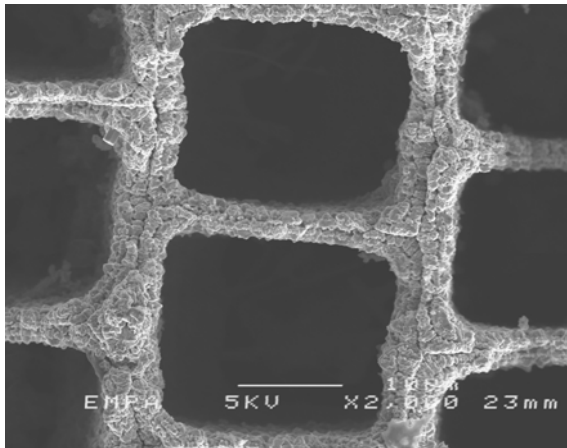


Fig. 3 Ceramised pine structure, SiC,

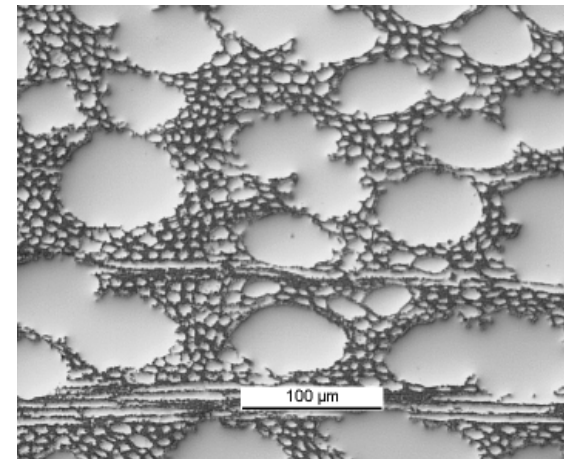


Fig. 4 Al-infiltrated SiC (beech derived)

“Synthesis of Supported, Nanostructured, High Porosity Carbon as Electrode Material”

Project 5945.2 : A. Zuettel, Université de Fribourg

Funktionalität:

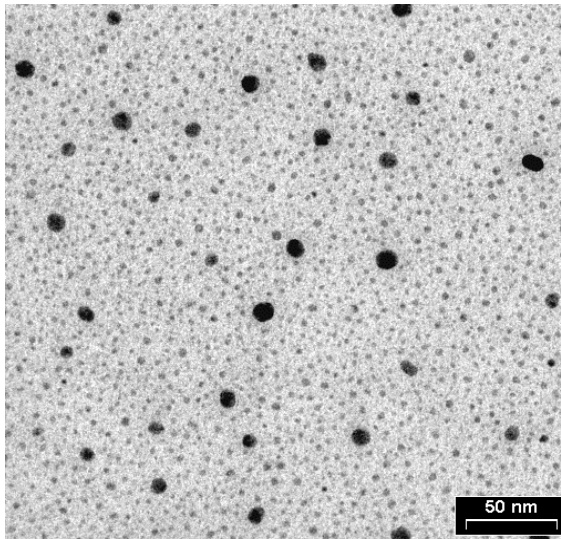
- Erhöhung des Anteils an **aktivem Elektrodenmaterial** in Kondensatoren und in Lithium-Ionen Batterien.
- Herstellung von Kohlenstoff-Strukturen und Schichten durch **Pyrolisierung** aus natürlichen Materialien mit grosser spezifischer Oberfläche und gut kontrollierter Porosität (nm bis μm) auf einer metallischen Oberfläche.
- Durch die **Strukturierung des Kohlenstoff-Films** wird die aktive Oberfläche der Elektroden um ein Vielfaches vergrössert.

Kundennutzen:

Eine Erhöhung des Anteils des aktiven Elektrodenmaterials resultiert in Kondensatoren mit **sehr hohen spezifischen Kapazitäten**, und ist für optimierte Lithium-Ionen Batterie-Elektroden von Bedeutung.

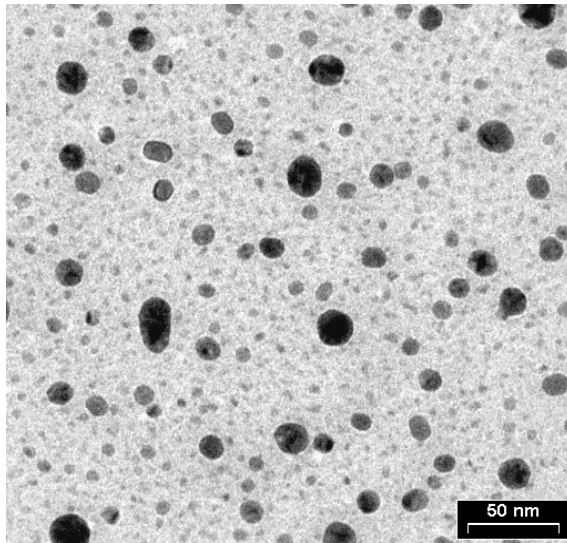
Tribologie und Hochleistungsmaterialien

Materialien – Nano-Pulver



Produktion und Charakterisierung von Nano-Kompositbeschichtungen

Funktionalität: Trockenschmierung
Neuartige Beschichtungen bestehen aus einer harten Keramik-Matrix mit eingebetteten Nanometer-grossen Clustern. Damit ist die Beschichtung einerseits verschleissbeständig, andererseits sorgen die Cluster als Trockenschmiermittel für einen niedrigen Reibungskoeffizienten.



TEM images of TiN/Ag composite films

Kundennutzen:

Durch den Einsatz von harten, reibungsarmen Schichten können Kosten für den Teilersatz und für Schmiermittel signifikant gesenkt werden.

“AFM Studie von Wasser Absorption and Transport in Zement auf molekularen Dimensionen“

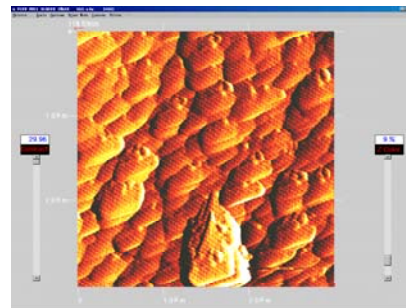
Project 6055.1 / 5835.1 / 5373.1 : B. Keller, ETHZ

Funktionalität:

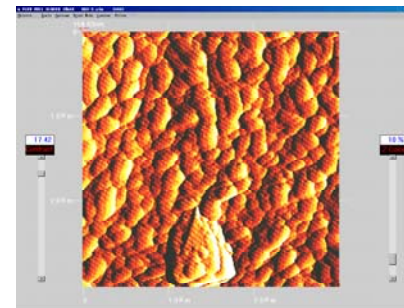
Oberflächenpräparation eines amorphen **Zement**-Gels auf einem Mica-Substrat, so dass zu untersuchende Oberflächen eben genug sind, um **Wasser- und Wärmetransportprozesse** mit AFM-Technik **auf molekularer Skala untersuchen** zu können.

Kundennutzen:

Verständnis von Wasser- und Wärmetransportprozessen auf molekularer Skala als Grundlage für ein **gezieltes Engineering von Baumaterialien**.



Figur 7 RH=3%



Figur 8 RH=20%

Umweltanwendungen

“Neue effiziente Diesel Gas Sensoren basierend auf Nanopulver-Keramiken und Micromachined Silizium Substraten”

Project 5764.1: M. Grätzel, EPFL

Funktionalität:

Ablagerung von Wolfram Trioxid (WO_3) Nanopartikel auf Micromachined-Silizium Substraten zur **Nutzung des grossen Oberflächen zu Masse Verhältnis der Nanopartikel** für Gas Sensoren für oxidierende Gase wie CO , NO_x und HC 's.

Kundennutzen:

Hochempfindliche Sensoren für Diesel Abgase (+ 50 % verglichen mit existierenden Sensoren) durch Nutzung des grossen Oberflächen zu Masse-Verhältnis der Nanopartikel. Potentielle Anwendungen in der Automobil-Industrie (**Raumluft Qualität im Fahrzeug**).

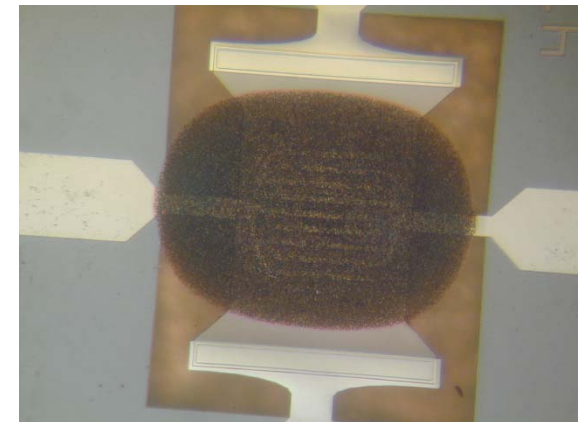


Fig. 2: WO_3 sensitive layer deposited on a MiCS gas sensor device

“Nanokristalline Photokatalysatoren als Zusätze in Farben zur Luftreinigung und zum Abbau von Farbkonservierungsstoffen “

Projects 5751.1 / 4823.1: M. Grätzel, EPFL

Project 5730.2: K.R. Thampi, EPFL

Funktionalität:

Photokatalytisch aktive Farben und Beschichtungen, die antibakterielle und schadstoffabbauende Eigenschaften in Bezug auf Umgebungsluft aufweisen. Die katalytische Aktivität beruht auf **TiO₂-Nanopartikel** die an Polymere gebunden sind und den Farben zugegeben werden.

Kundennutzen:

Photokatalytische Farben, Beschichtungen und komposite Materialien für **Wand-, Decken- und Bodenanstrieche mit Luftreinigungseigenschaften**, bei denen **keine Langzeitfarbveränderungen** mehr auftreten. Ausserdem sollen **umweltschädliche Konservierungsstoffe** in den Farben photokatalytisch abgebaut werden.

“**Nanokristalline Photokatalysatoren für die Reinigung von Luft und Wasser. Immobilisierung von TiO₂ Partikeln auf verschiedenen Substraten**“

Project 4823.1: M. Grätzel, EPFL

Project 5904.1: K.R. Thampi, EPFL

Funktionalität:

Immobilisierung von Nano-Katalysatoren(TiO₂ Kristalle) auf Substraten und Vergleich Ihrer Effizienz mit verteilten, katalytischen Pulvern im Hinblick auf die Reinigung von Luft und Wasser von organischen Substanzen.

Kundennutzen:

Industrielle Nutzung von kundenspezifischen **nanokristallinen Photokatalysatoren für Luft- und Wasserreinigungs-Anwendungen**. Die Immobilisierung auf Substraten verhindert, dass Katalysatormoleküle an die Umwelt abgegeben werden. Deshalb wird diese Reinigungsmethode auch als **chemikalienfrei** bezeichnet. (Anwendungsgebiete z.B. in der Mikroelektronik und Pharmazie)

TEMAS
Nano Impuls

TEMAS
Technologie Scout

TEMAS
Technologie Flash

**Zugang zu
Nanotechnologien**

**Was ist
Nanotechnologie?**

Die Dimension des
Nanometers

Makro - Mikro - Nano

Wo stehen wir heute?

**Nanotechnologien
im Energiebereich**

Anwendungen

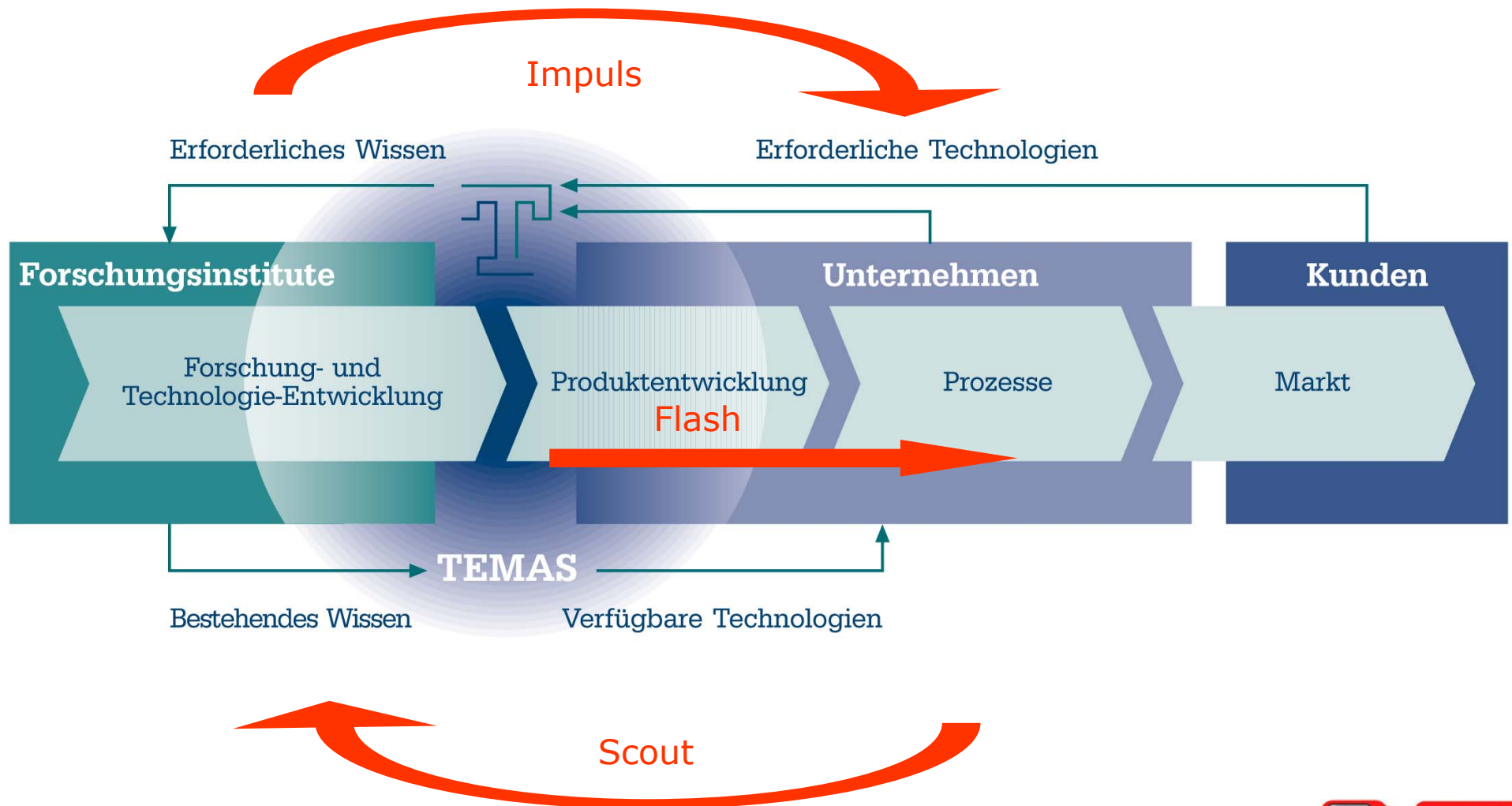
Optik und Photovoltaik

Energieerzeugung und
Speicherung

Tribologie,
Hochleistungsmaterialien

Umweltanwendungen

TEMAS Technologie Treuhand



TEMAS Technologie Treuhand Angebote

TEMAS Nano Impuls:	Potenziale von Nanotechnologien
TEMAS Technologie Scout:	Wege zur Nutzung
TEMAS Technologie Flash:	freie Potenziale genutzter Technologien

Weitere Infos

ENET: www.energieforschung.ch

Gratis Newsticker
zur Energieforschung

TOP NANO 21: www.ethrat.ch/topnano21

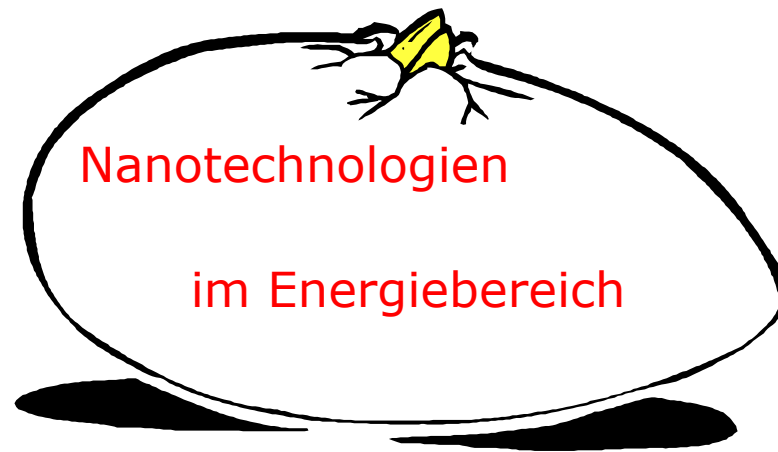
Gratis Newsticker
zu Nanotechnologien

TEMAS AG: www.temas.ch

Gratis Newsticker zu neuen
Technologien und Innovationen

Nanofair2003: www.nanofair.ch
9.-11. September 2003, St. Gallen

Internationale Messe und
Konferenz zu
Nanotechnologien



Vielen Dank für Ihr Interesse