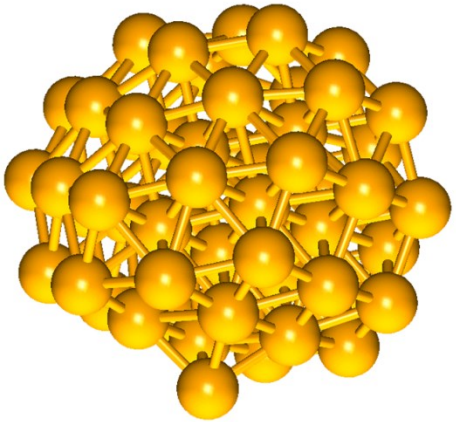
Nanotechnologien im Automobil Einführung

Fachdialog Nano - BMUB 26.9.2017 Berlin

Dr. Karl-Heinz Haas – Fraunhofer-Allianz Nano + ISC

Karl-Heinz.Haas@isc.fraunhofer.de www.nano.fraunhofer.de



© Fraunhofer

Quelle: http://www.futuremarketsinc.com/the-global-market-for-nanotechnology-and-nanomaterials-in-the-automotive-industry/ Goldcluster Fh-IWM

Fraunhofer ISC

Übersicht

- **Nanodimensionen, Eigenschaftsänderungen**
- **Übersicht: Wo im Auto ist Nano zu finden ?**
- **Ausgewählte Beispiele, weitere siehe Vorträge**

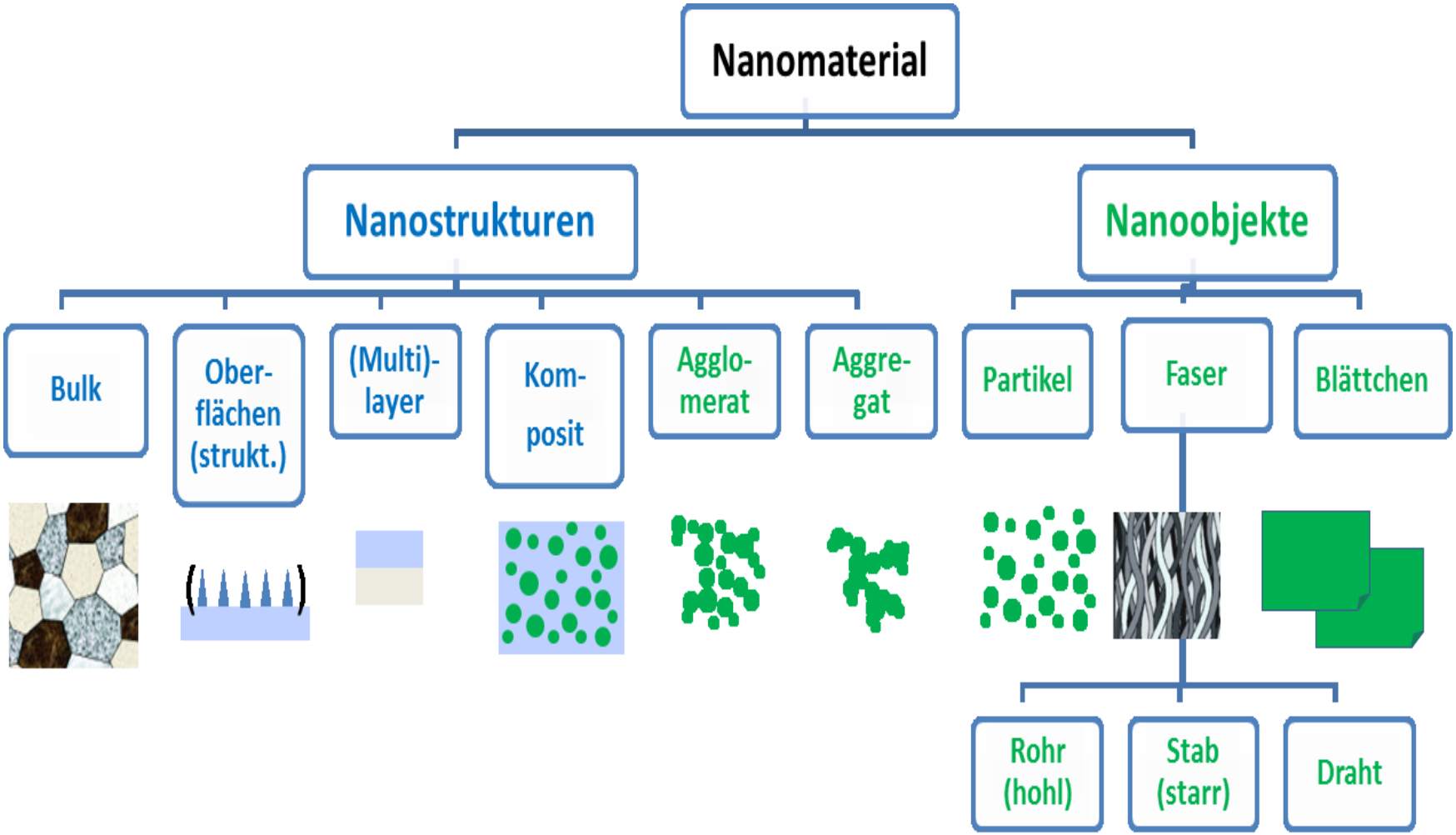
© Fraunhofer

Warum Nano ?

Nanotechnologie bietet die Möglichkeit neue Eigenschaften von Materialien und Systemen durch gezielte Größen- und Struktursteuerung zu erzeugen und damit die Werkstoffe an neue Anforderungen anzupassen -> Multifunktionalität

© Fraunhofer

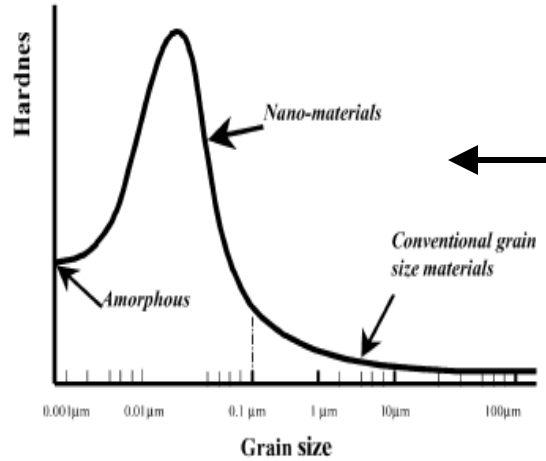
Nanomaterialien zeigen grosse Formenvielfalt

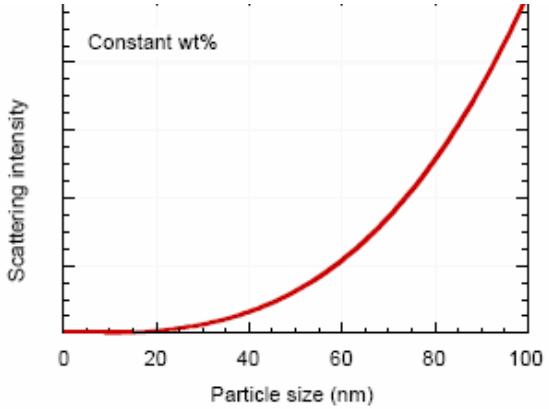


© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Eigenschaftsänderungen im Nanobereich





Härte Reaktivität
Therm. Ausdehnungskoeffizient
Diffusionskoeffizient
spezifische Oberfläche

steigt

Nanostrukturierte Materialien

Schmelzpunkt T_g (Härte)
Thermische Leitfähigkeit
Dichte
Lichtstreuung

nimmt ab

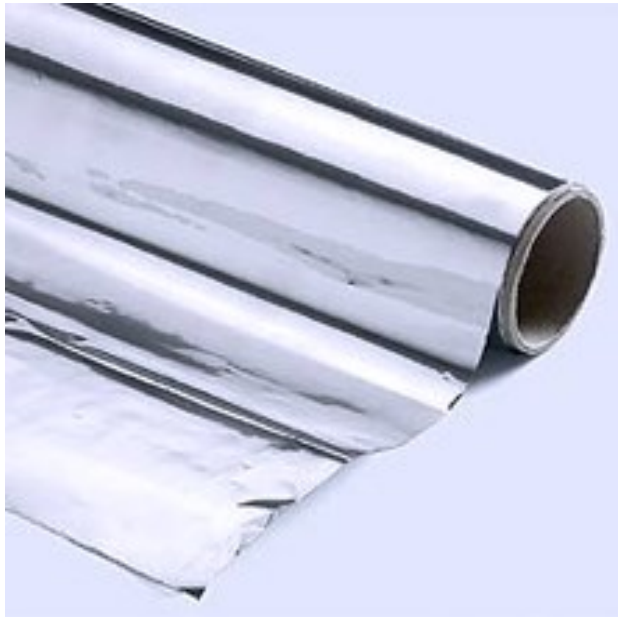
elektrische, optische und magnetische Eigenschaften werden grössenabhängig

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Beispiel: Neue Eigenschaften von Aluminium

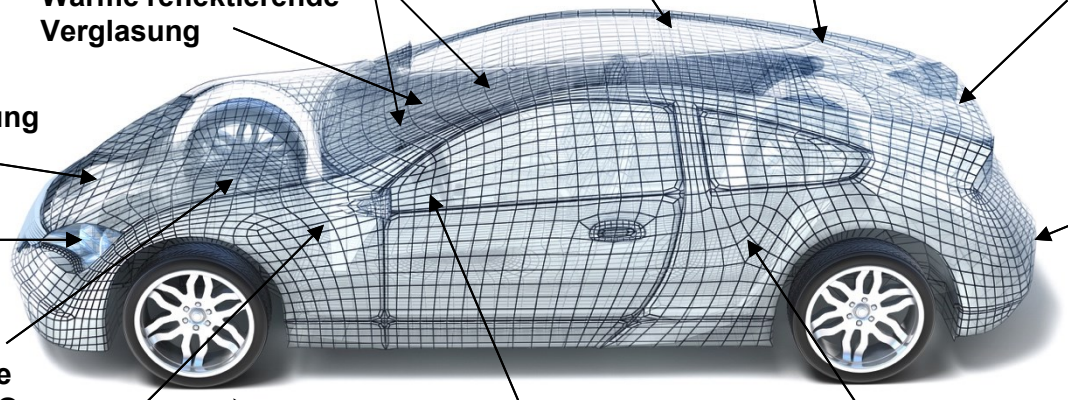
- **Alu-Folie ist chemisch sehr stabil und darum wenig reaktionsfreudig.**
- **Alu-Nanopartikel verbrennen dagegen explosionsartig und werden als Raketentreibstoff eingesetzt.**



Quelle: www.spiegel.de/wissenschaft/technik/0,1518,656774,00.html

© Fraunhofer

Übersicht: Nanotech im Automobil



Quelle: Fonds der chemischen Industrie - Unterrichtsmaterial Nanotechnologie

© Fraunhofer

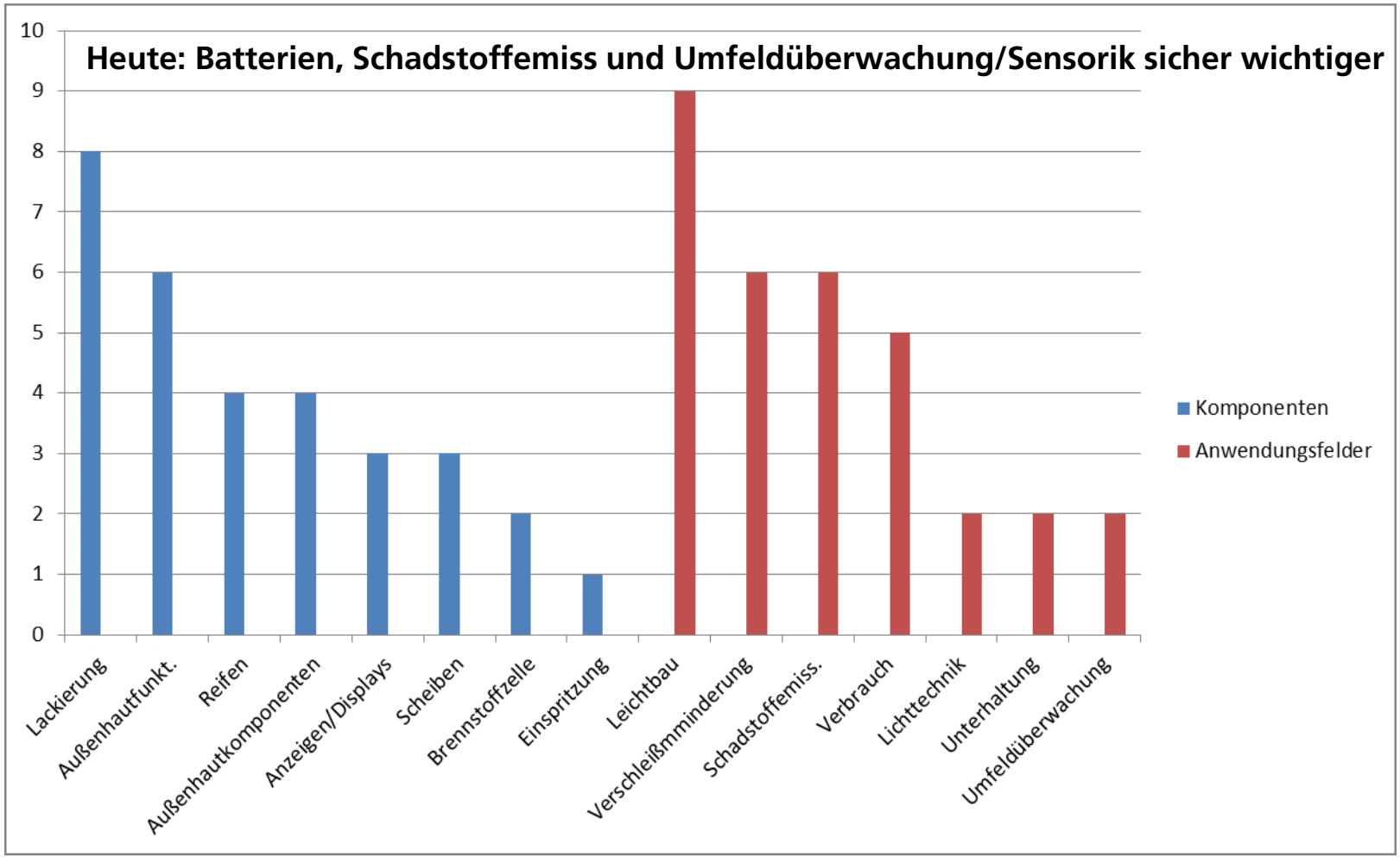
Fraunhofer ISC

Nanoeffekte/Funktionalitäten/Einsatzbereiche im Auto

Effekt	Funktionalität	Struktur/ Werkstoffe	Außen	Innen	Elektronik/Optik	Fahrwerk / Reifen	Antrieb
Mechanisch	**Härte, Reibung Tribologie Festigkeit Steifigkeit**	Strukturbauteile (Metall), Nanoschäume, Faserverstärkte (CNT) Kunststoffe Korrosionsschutz	Polymer-verscheibungen Decklacke	Kratzfeste Beschichtungen Oberflächenhaptik, Easy-to-clean	Passivierung Beschichtung von Leiterplatten	Carbon Black/ Silica in Reifen	Reibungsreduzierte Aggregat-komponenten
Elektronisch Magnetisch	**Veränderte elektrische und magnetische Eigenschaften**	Feldreaktive Klebstoffe	Elektrochromie Stromerzeugende Oberflächen (Solar)	MRF (Fluide) Elektrochrome Schichten Dielektrische Polymere	GMR-Sensoren Solarzellen	MRF (Dämpfung)	Piezoinjektoren Magnetmotoren
Geometrisch	**Vergrößerung der nutzbaren Oberfläche**	Gecko-Effekt (Kleben ohne Kleber)	Photokatalyse	Geckoeffekt Nanofasermatten zur Lufreinhaltung	Supercaps Brennstoffzellen Li-Ionenbatterien		
Chemisch	**Reaktive Oberflächen**	Verformbarkeit hochfester Stähle, Korrosionsschutz	Pflegesysteme, Versiegelung Sensorik Photokatalyse	Photokatalyse (Luftreinigung) Antifingerprint, Sensorik (Innenraum), Katalysatoren/ Filter Klimaanlage			Katalysatoren Treibstoffzusätze Schmiermittel-zusätze
Optisch	**Farbe Fluoreszenz Transparenz Schaltbar**	Bauteilsicherheit (Farbanzeige bei Verformung)	Leuchtende Lacke (O)LED	Antireflex Spezial Lacke (O)LED	(O)LED	Sensoren	
Thermisch	**Wärmeleitung, -dämmung**	Nanoschäume	Heizflächen (Scheibe, Dach)	Heizflächen (Armaturen, Sitze)	Kühlung elektronischer Bauteile		Wärmedämmung, Kühlstrukturen Thermoelektrik

© Fraunhofer

Priorisierte Bereiche Nano für Automotive: Workshop Autohersteller/Zulieferer (2006)



Quelle: \2839\ BSI 2006

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Entwicklungsstatus: Nanotech im Automobil

(nano.DE-Report 2009)

	Etablierte Nanoprodukte	Markteintritt	Prototyp	Konzept
	Jahre bis zur Kommerzialisierung	0 - 3 Jahre	4 - 10 Jahre	> 10 Jahre
Automobilbau	■ Nanostrukturierte Abgaskatalysatoren ■ Nanobeschichtete Dieselinjektoren ■ Antireflexschichten für Displays ■ Nanostrukturierte Additive für Reifen Magnetoresistive Sensoren ■ Kratzfester Klarlack, Effektlacke	■ Nanopartikel als Dieseladditive ■ LED-Frontscheinwerfer ■ Nanohartschichten für Polymerscheiben ■ Nanostrukturierte Leichtbaukomposite ■ Nanooptimierte Li-Ionenbatterien	■ Dünnfilmsolarzellen für Autodächer ■ Nanooptimierte Brennstoffzellen ■ Thermoelektrische Abwärmenutzung ■ Ferrofluide für adaptive Stoßdämpfer ■ Nanoklebstoffe in der Produktion	■ Schaltbare, selbstheilende Lacke ■ Adaptive Außenhaut für optimalen Luftwiderstand ■ Intelligente Fahrassisstenz und Verkehrserkennung ■ Vernetzte Automobile

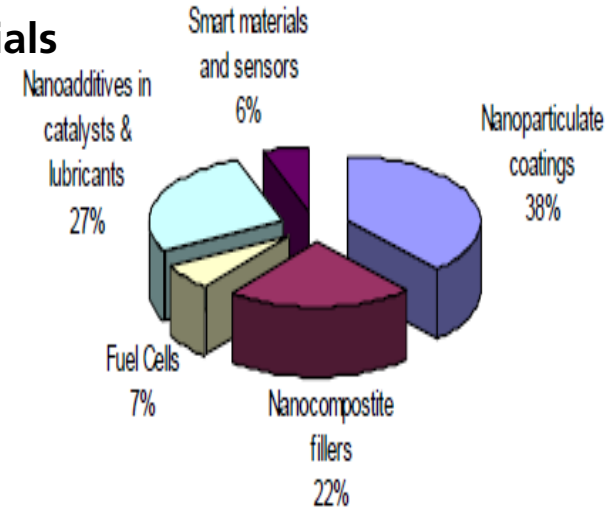
Quelle: I3236.pdf

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Beispiele für Nanoanwendungen im Auto

- Conductive polymer nanocomposites
- Li-Ion batteries for electric vehicles
- Fuel cell and supercapacitor electrode materials
- Thermal barrier coatings
- Wear resistant coatings
- ESD, EMI and RFI paints
- Superhydrophobic coatings
- Anti-fingerprint display coatings
- Conductive adhesives
- Electrically conductive coatings
- Conductive fuel system components
- Electrical packaging
- Automotive exterior claddings
- Olefin plastics for exterior parts
- Fire retardant materials



- + Mikroelektronik und Optik

Figure 20: Automotive and Transportation Nanotechnology Implementation Market: Estimated Breakdown by Application Materials Demand (World), 2015 (Source: Nanoposts).

Quelle: Report Nanoposts Februar 2010 \3418

© Fraunhofer

Quelle: http://www.futuremarketsinc.com/the-global-market-for-nanotechnology-and-nanomaterials-in-the-automotive-industry; September 2016

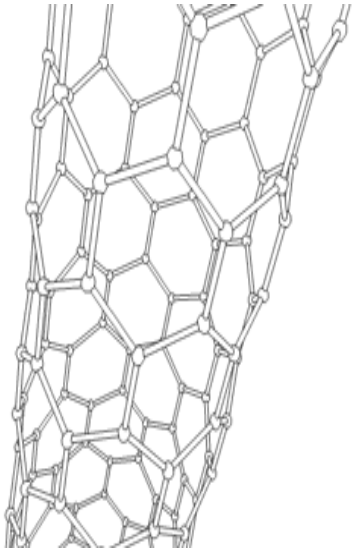
Kohlenstoffnanoröhren (CNT) für Automotive

Enteisung

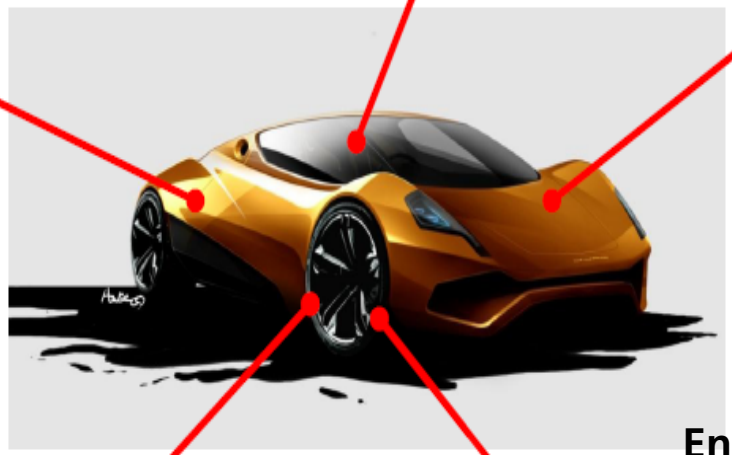
Carbon nanotube composite materials could be used for the windows, windscreen etc. This will add good electrical conductivity properties and allow the windscreen and windows to be connected to a heater and the car to de-ice easily and quickly.

Metallkomposite

Carbon nanotubes used in MMC could make the engine weigh less and will also improve structural properties. Carbon nanomaterials could be also used in fuel cells and butteries in hybrid and cars powered by alternative energy.



The smart carbon fibre – carbon nanotube body will decreased the car's weigh and will also improve performance. The body could also be infused with carbon nanotube epoxy and this will give the body stronger structural and sensing properties.



Strukturbauteile: Leichtbau

Energiespeicher

Image courtesy of Jim Dowle from JJAD

Carbon nanotube carbon-carbon composites have already been developed for braking applications in aerospace industry. This brakes will add further weigh loss and improved performance.

Carbon/CNT-Bremsen

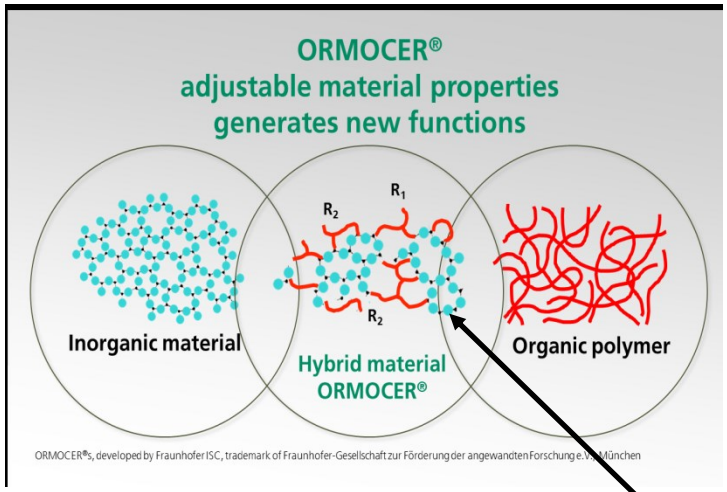
A nanotube pressure gauge could be installed to measure air pressure in the tyres. The gauge could be very accurate and precise due to the unique electrical and mechanical properties of nanomaterials.

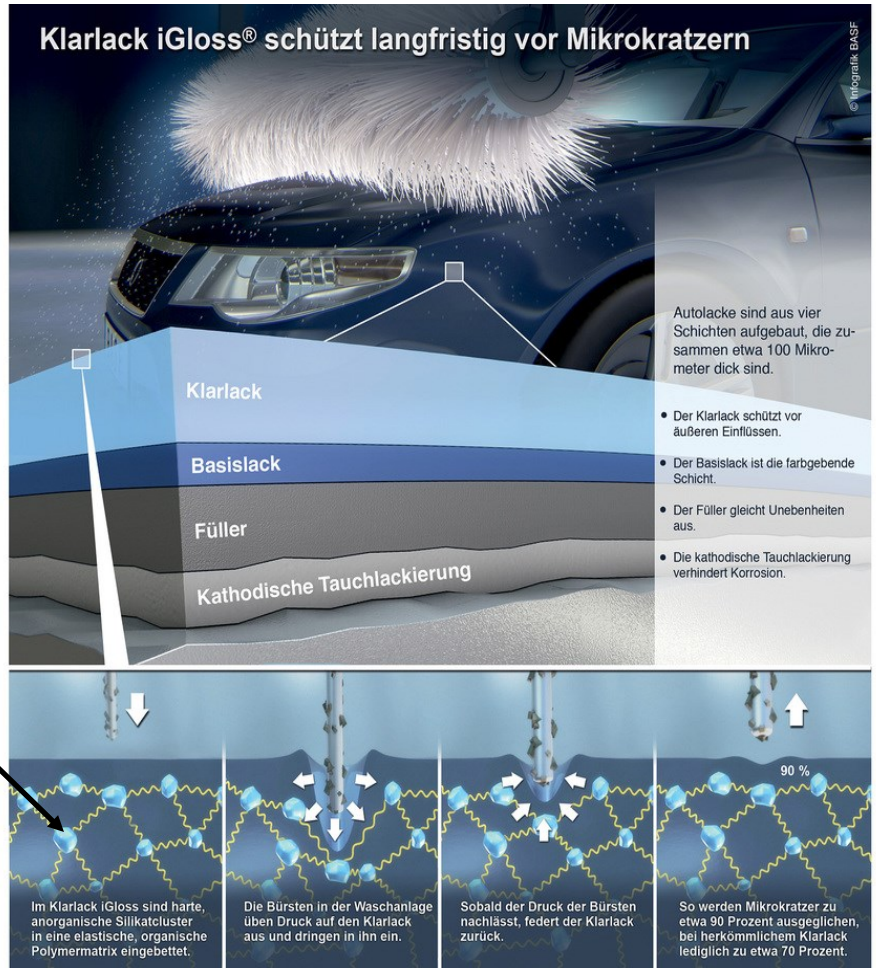
Reifendruckmessung

Quelle: Boskovic June 2010 \3499\ + Wikipedia (CNT)

© Fraunhofer

Hybridpolymere i-Gloss™ BASF Coatings
Klarlack auf Basis PU mit in-situ SiO_2-Füllern





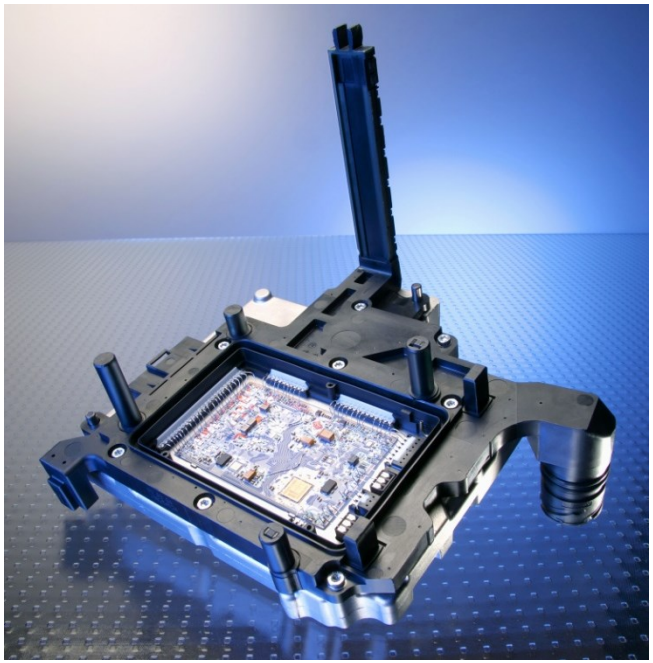
https://www.basf.com/en/company/news-and-media/science-around-us/car-finish-higher-gloss-and-fewer-scratches.html

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Hybride Schutzlacke für Elektroniken

- **Elektronische Regelungstechnik wird in immer harscheren Bedingungen verbaut Bsp: Getriebesteuerung im Motorraum**
- **ORMOCER®e lassen sich hervorragend als Dünnschichtschutzlack einstellen:**
  - **Chemische Anbindung an metallische Oberflächen -> Unterdrückung von Ionen-migration**
  - **Geringe Gaspermeationswerte (gilt auch für schwefelhaltige Gase)**
  - **Geringer Platzverbrauch (Dünnschichtschutzlack statt Vergussmasse)**



© BASF

Bildquellen: Fraunhofer-ISC

© Fraunhofer

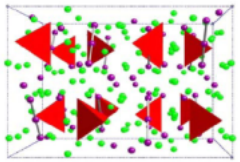
Fraunhofer ISC

Thermoelektrika: Nanostrukturierung erhöht thermoelektrischen Koeffizienten

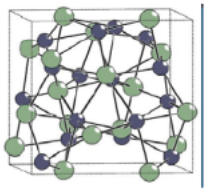
U.S. Department of Energy
Energy Efficiency and Renewable Energy
Bringing you a prosperous future where energy is clean, abundant, reliable, and affordable

Why do we think that ZT_{ave} > 1.5 can be done?

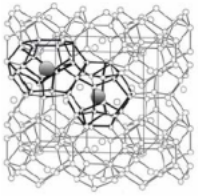
- Theoretical calculations have predicted ZT_{max} ~ 4-8
  - For "engineered" material structures
- Recent good results on new bulk materials
  - Peak ZT values ~ 1.5
  - For Zintl, $La_{3-x}Te_4$ and PbTe-based complex structure materials
- High ZT reported on nanostructured thin films
  - Peak ZT values ≥ 2.5
  - For Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 superlattices
  - For PbTe-based quantum dot thick films



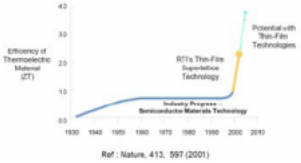
Zintl Phases
PbTe-Based Mat'ls

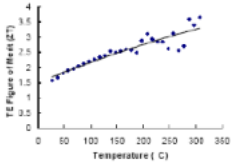


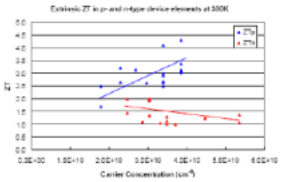
$LaTe_y$-based compounds



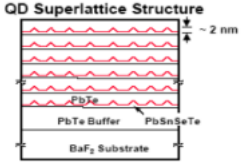
Si, Ge-based Clathrates







QD Superlattice Structure



Combine "Complex Bulk" and "Low Dimensional" Approaches!

- Achieve High ZT in Practical Bulk Materials
- Segment for Operation Across large ΔT

ECT-2008

Advanced TE R&D Task - 31

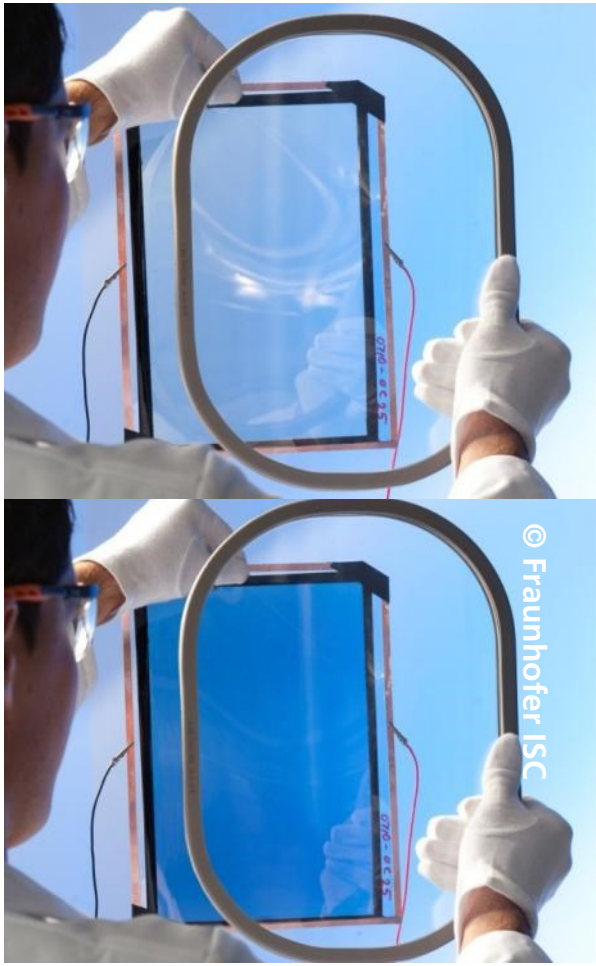
Quelle: \3498\ Fairbanks 2008

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Schaltbare Fenster: Elektrochromie

- Kostengünstige, leichte und impact-resistente ECD Technologie, kompatibel mit Kunststoffsubstraten
- Kurze Reaktionszeiten auch bei großflächigeren Bauteilen bei geringem Energieverbrauch
- Modulares Produktionsverfahren, das hohen Durchsatz in Produktions-/Fließbandlinien erlaubt, z.B. im Rolle-zu-Rolle-Verfahren
- Hohe Stabilität trotz wechselnder Beanspruchung
- EU-Projekt: Innoshade



© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Nanofluide (Metall- oder HL-Partikel) zur verbesserten Wärmeübertragung

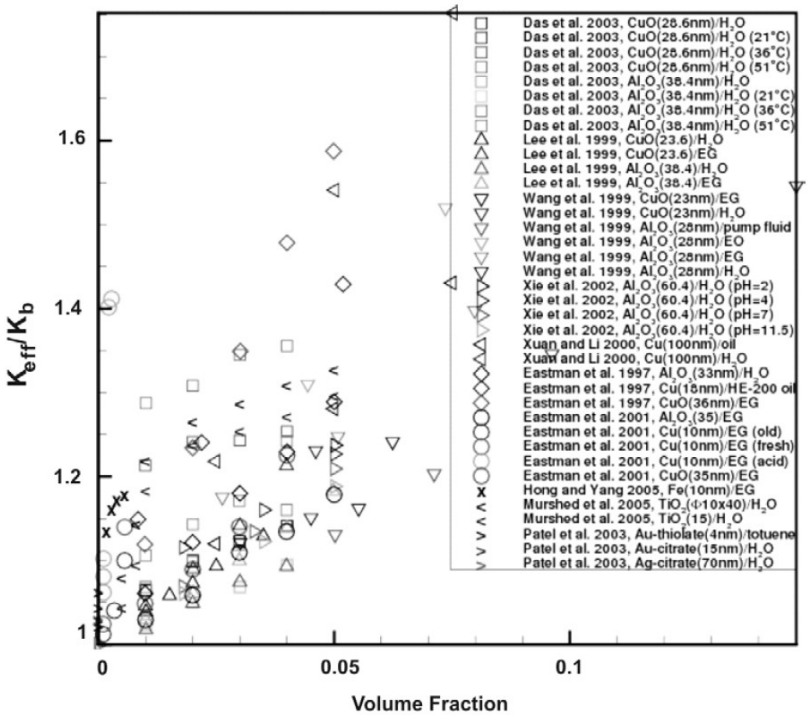
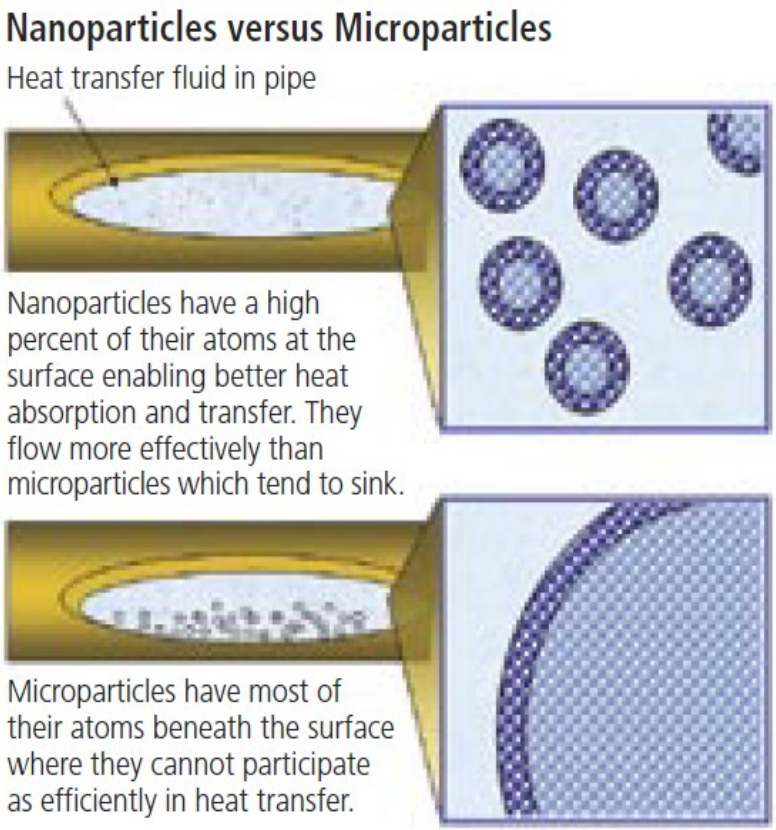


Figure 1: Comparison of experimental data on thermal conductivity of nanofluids.

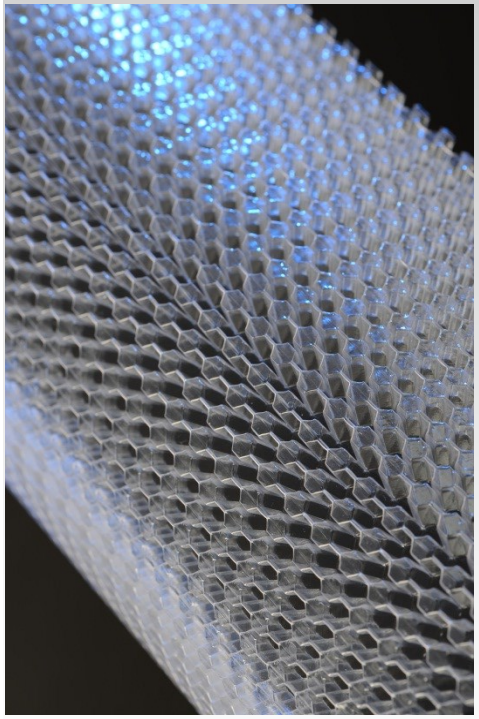


Quelle: links \l3340\ und http://www.strem.com/uploads/resources/documents/strem_nano_auto.pdf

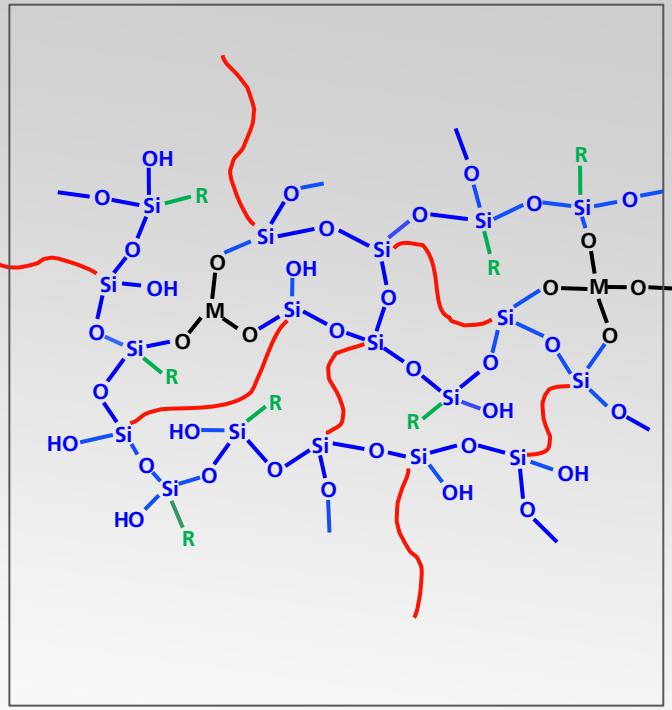
© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Hybridpolymerschichten mit verstärkendem Nanocellulosefüller: Festigkeitserhöhung für Leichtbaustrukturen



+



+

Leichtbaustruktur **ORMOCER®** **Nanocellulose**

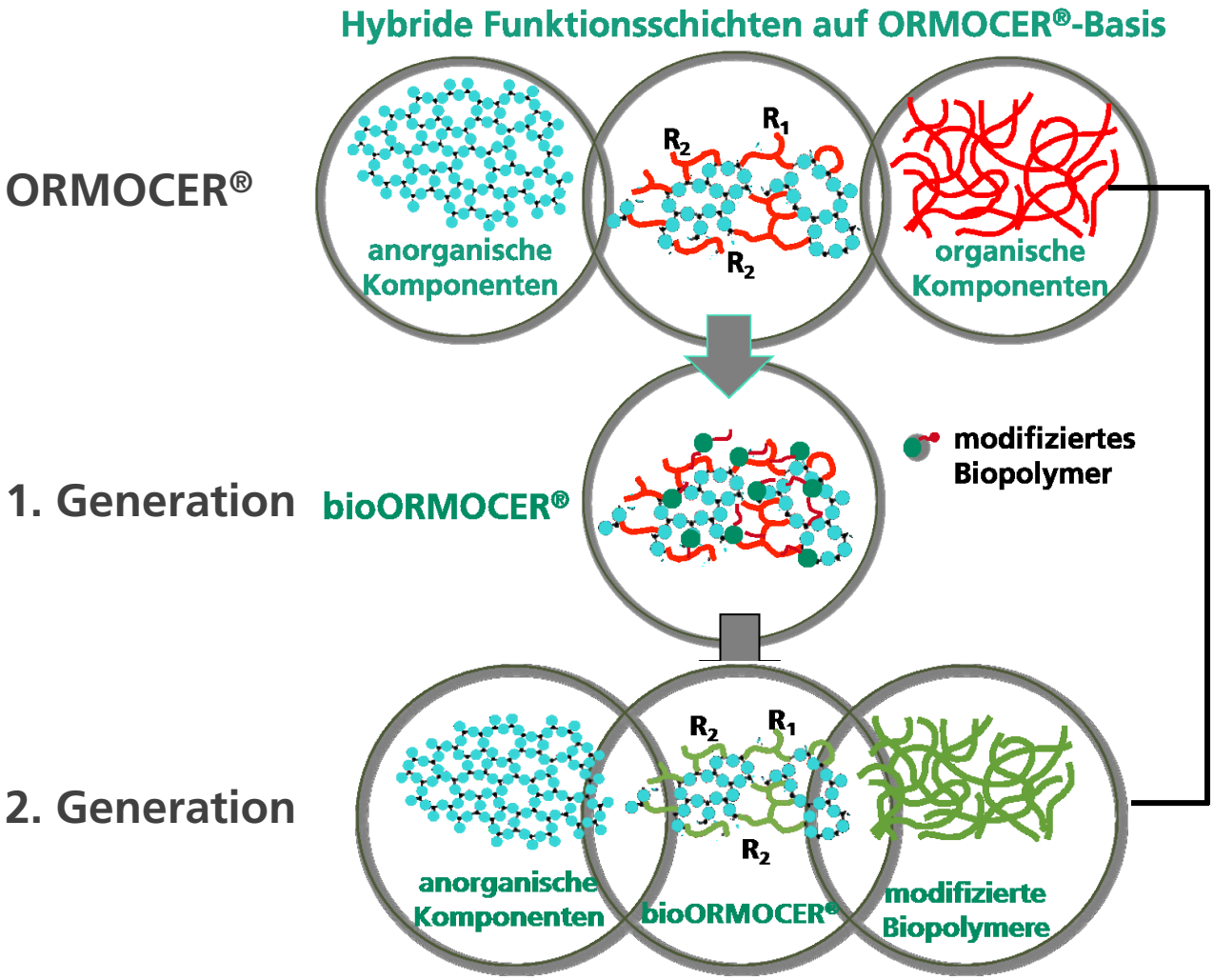
EU-Projekt INCOM

Bildquellen: Fraunhofer-ISC

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Mehr biogene Komponenten: BioORMOCER®



Ziel: Komplette Substitution der organischen Komponenten durch biobasierte Ausgangs-verbindungen (NaWaRo)

Bildquellen: Fraunhofer-ISC

© Fraunhofer

Fraunhofer ISC

Zusammenfassung

Nanotechnologie im Auto ist an vielen Stellen verwendbar, aber nur selten wirklicher Enabler, d.h. die einzig mögliche Lösung.

Wesentliche weitere Entwicklungen werden in den Bereichen Elektronik/Optik/Sensorik, Batterietechniken, Solaranwendungen, Leichtbau und Ressourceneffizienz (Dünnschichten) erwartet.

Nano wird wichtiger Bestandteil von Systemlösungen zukünftiger Mobilitätsanforderungen/-anwendungen sein (connected devices, Sensorik, autonomes Fahren, Internet of Nano-things)

© Fraunhofer

Besten Dank für's Zuhören

Dr. Karl-Heinz Haas
Fraunhofer Institut für Silicatforschung ISC
Neunerplatz 2, 97082 Würzburg

www.nano.fraunhofer.de

Karl-Heinz.Haas@isc.fraunhofer.de
Tel: +49 931 4100 500

ZAHA HADID ARCHITECTS

© A. Schollenberger für Fraunhofer ISC