



Fraunhofer Institut IFAM
Klebtechnik und Oberflächen
Dipl.-Ing. S. Buchbach
Wienerstraße 12

28359 Bremen

Tel: +49 421 2246-497

Fax: +49 421 2246-430

Email: Sascha.Buchbach@ifam.fraunhofer.de

- **Vorstellung IFAM/Lacktechnik**
- **DFO Forschungsagenda**
- **Trends in der Beschichtungssysteme**
 - **technische Easy-To-Clean Schichten**
 - **Photokatalytische Schichten**
 - **Selbstheilende Beschichtungen**
 - **Strömungsgünstige Oberflächen**
 - **Anti-Ice Systeme**
 - **Anti Bakterielle Beschichtungen**
 - **Hochkratzfeste Lacksysteme**
 - **Anti-Fouling Beschichtungen**
 - **Anti-Finger Print Oberflächen**

- **Zukunftstrends**

**Stand 2008 in Bremen:
289 Mitarbeiter
Gesamthaushalt: 31,3 Mio €**



Formgebung und Funktionswerkstoffe

- Gießerei- und Leichtmetalltechnologie
- Mikro- und Nanostrukturierung
- Pulver- und Sintertechnologie

Klebtechnik und Oberflächen

- Klebtechnik und kombinierte Füge-techniken
- Oberflächen- und Plasmatechnik
- Lacktechnik
- Adhäsions- und Grenzflächenforschung
- Aus- und Weiterbildung

Wertschöpfung Oberflächentechnik und Beschichtungsindustrie
in Deutschland: ca. **20 Mrd. €/a***

Oberflächen- und Beschichtungstechnik ist **Querschnittstechnologie**
über alle produzierenden Branchen

Höherer **Wertschöpfungsbeitrag** der Oberflächenbehandlung durch
neue Funktionen kann **Wettbewerbsfähigkeit** erheblich steigern.

Annahme: 5% Steigerung der Wertschöpfung durch innovative
Oberflächentechnik kompensiert 20% Kostenvorteil bei
ausländischen, billigeren Produktionsstandorten*

*) aus "Forschungsagenda Oberfläche", DFO Service GmbH, Neuss **2007**

Welche Eigenschaften werden konkret gewünscht?



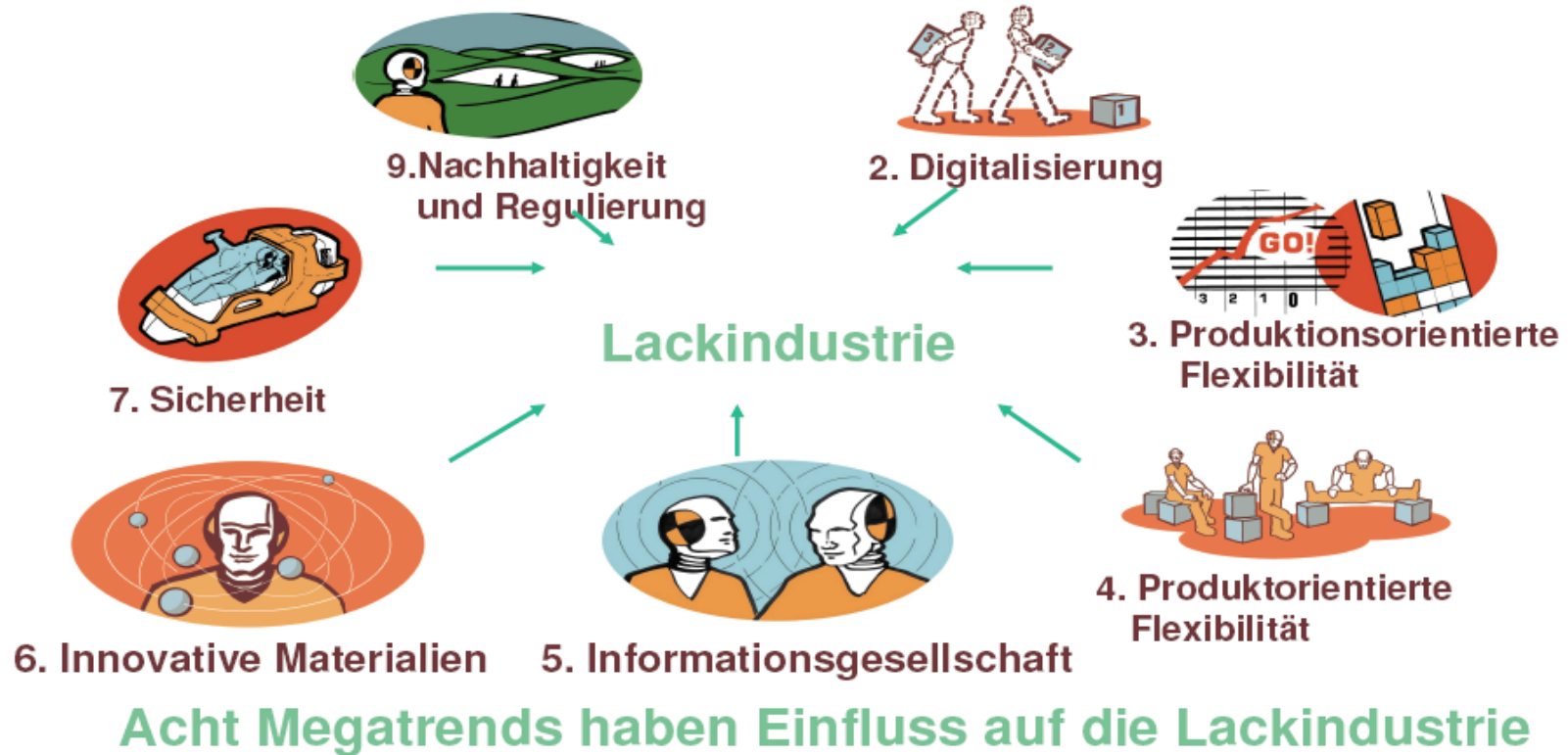
Insgesamt beteiligten sich aktiv an der Forschungsagenda:

- ✓ mehr als **300 Fachleute** aus
- ✓ rund **100 Unternehmen**
- ✓ über **30 Instituten**
- ✓ **11 Verbänden**
- ✓ **12 Hochschulen**
- ✓ und aus Behörden und öffentlichen Einrichtungen

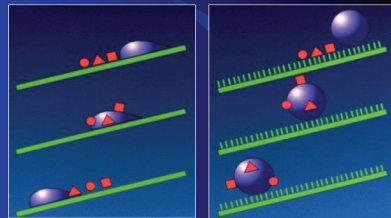
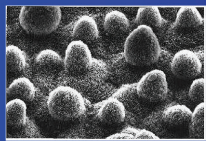
Quelle: Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (DFO)

1. **Aktive Schichten** (z.B. Katalyse, Photovoltaik, Verschleißschutz...)
2. **Schaltbare Oberflächen** (z.B. hydrophob/hydrophil, verschiedene Farben, elektrisch leitend/nicht leitend..)
3. **Schmutzabweisende Oberflächen (Lotus-Effekt, photokatalytische Selbstreinigung) – Priorität 1 über alle befragten Branchen**
4. **Selbstheilung** (Langzeit-Oberflächenschutz, z.B. Windenergie, schwerer Korrosionsschutz)
5. **Präzise Fertigung durch modellbasierte Steuerung und Regelung**
6. **Digitale Fabrik**
7. **Hybride Materialien mit komplexer Morphologie** (z.B. Sol-Gel Beschichtung)
8. **Schnelle Degradations- und Korrosionsprüfung**
9. **Markenschutz**

Besondere Auswirkungen für die „Lackindustrie“ ...



Selbstreinigend - Lotuseffekt



Hydrophobe
Oberfläche

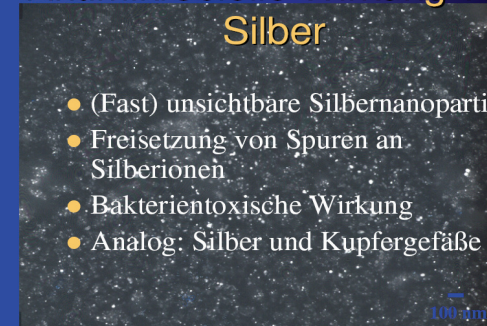
„Lotus“
Oberfläche

Easy to Clean - Sanitär



- Abperlende Tropfen auf Hydrophober Oberfläche
- Abperleffekt
- Schmutzform

Antimikrobielle Wirkung von Silber



- (Fast) unsichtbare Silbernanopartikel
- Freisetzung von Spuren an Silberionen
- Bakterientoxische Wirkung
- Analog: Silber und Kupfergefäße

* Uncountable Ag nanoparticles is dispersion in dark field as like galaxy.

Anti-Fingerprint

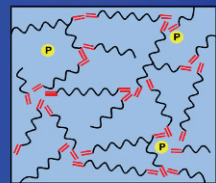


Matte Edelstahloberfläche

Fingerabdruck

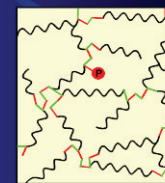
Füllung der Vertiefungen

Kratzfestigkeit durch UV Härtung



Flüssig - niedermolekular

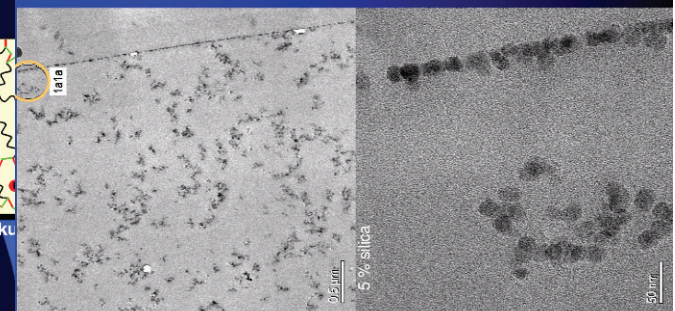
Monomere,
Präpolymere



Fest - hochmolekular
Netzwerk

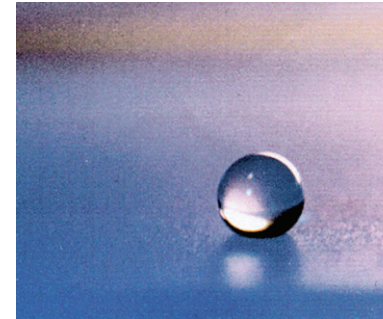
P Photoinitiator, Grundzustand
P Photoinitiator, angeregter Zustand

Verteilung der Nanopartikel



500nm
5 % silica

Super Hydrophobe Schichten



Anti-Beschlag Oberflächen

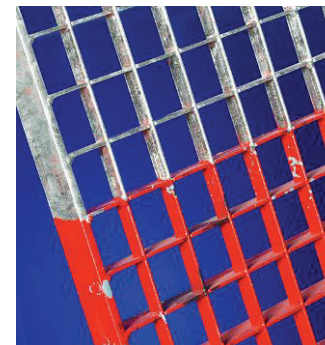


unbeschichtet beschichtet

Photokatalytische Schichten

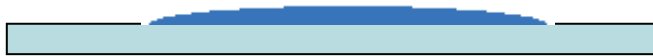
- superhydrophil
- katalytischer Schmutzabbau
- antimikrobielle Wirkung

dehäsive plasmapolymerere Oberflächen

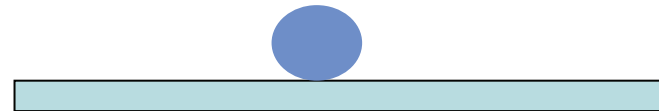


Wirkprinzip: Oberfläche extrem schwer bzw. leicht wasserbenetzbar

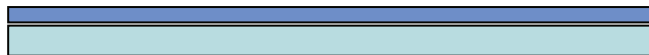
Benetzungsverhalten:



Wassertropfen benetzt Oberfläche



Wassertropfen benetzt Oberfläche fast nicht → **superhydrophob**



Wassertropfen benetzt Oberfläche vollständig → **superhydrophil**

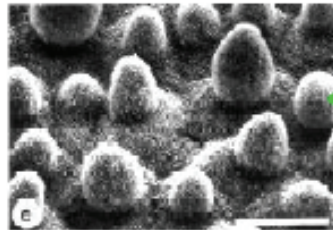
Ultra/Super- Hydrophobe Oberflächen

DBU-Seminar, 04.06.2009

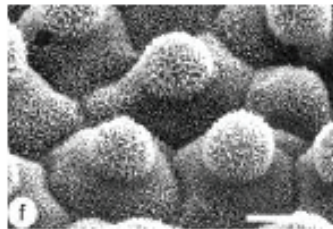
Selbstreinigung der Lotus-Pflanze



Lotus Pflanze

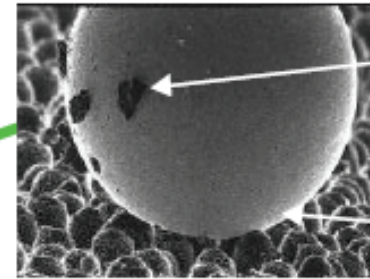


Blattoberfläche



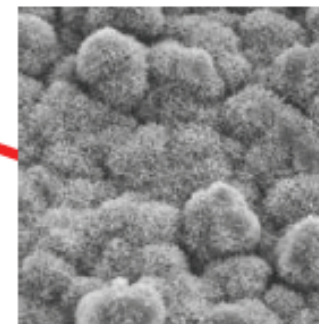
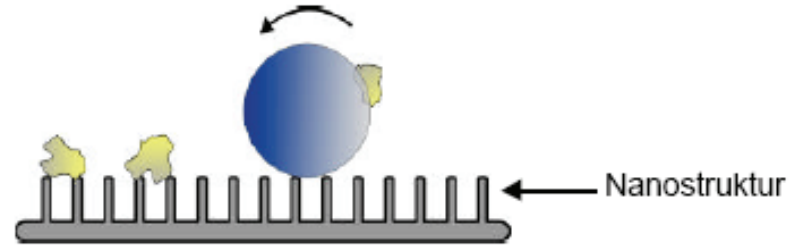
Künstliche Strukturen

Beispiel aus der Natur



Tropfen nimmt Staubteilchen auf

Extrem geringe Benetzung



Künstlich strukturierte Oberflächen, z.B. galvanisch hergestellte, metallische Kupferfolie, überzogen mit feinsten Nanonadeln

**Hydrophile Beschichtung -
Wirkung kann mit einer rauen Oberflächenstruktur
verstärkt werden (ohne Regimewechsel)**

Spreitung (Filmbildung) und flächiges Ablaufen von Wasser

Anwendung für Antibeschlagbeschichtungen

ohne funktionelle Beschichtung

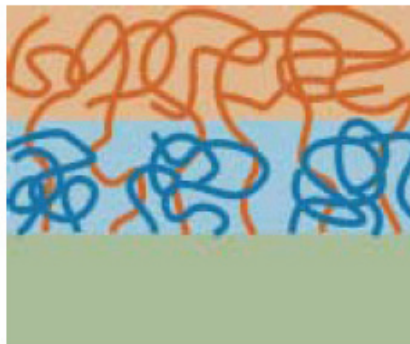
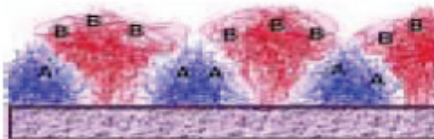
Beispiel: Seitenspiegel



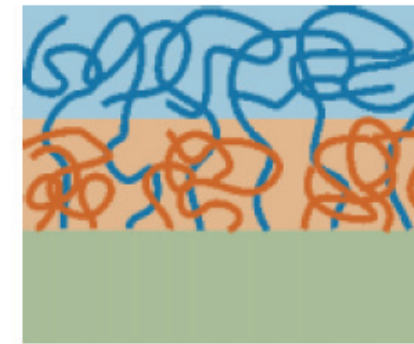
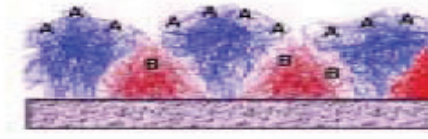
Quelle: A. Fujishima, K. Hashimoto, T. Watanabe:
TiO₂ - Photokatalysis

ausgerüstet mit superhydrophiler Beschichtung

Hydrophile Oberfläche



Hydrophobe Oberfläche

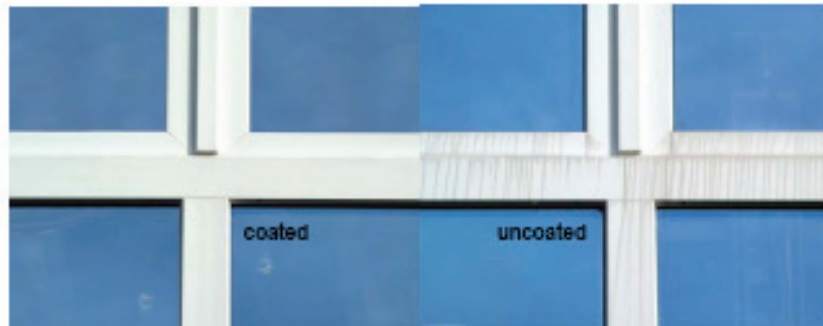


- reversibel schaltare Benetzbarkeit durch externe Stimuli (Medienkontakt, Temperatur...)
- erreichbare Schaltamplitude des Wasserkontaktwinkels ca. 60 Grad

Ziel: Vergrößerung der Schaltamplitude

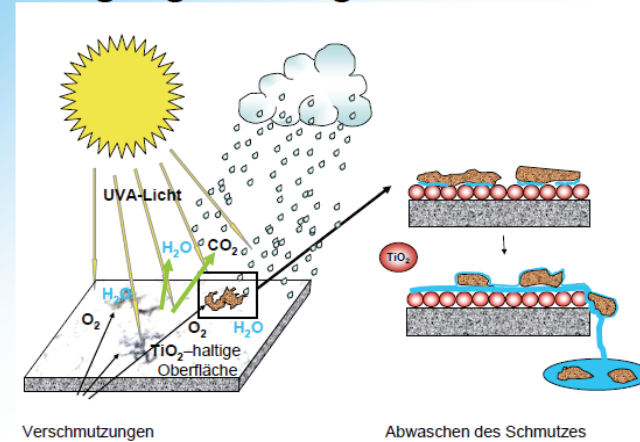
Photokatalytischer Effekt:

- Superhydrophile Oberfläche
- Abbau organischer Verschmutzungen
- Abtöten von Mikroorganismen

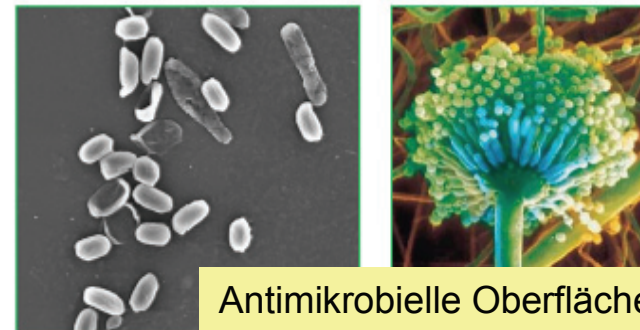


PVC-Fensterrahmen nach 2 Jahren Bewitterung,
links: photokatalytische Beschichtung, rechts ohne Beschichtung

Prinzip der Photokatalyse und Selbstreinigungswirkung



Quelle: Dr. Christ, FPL Stuttgart



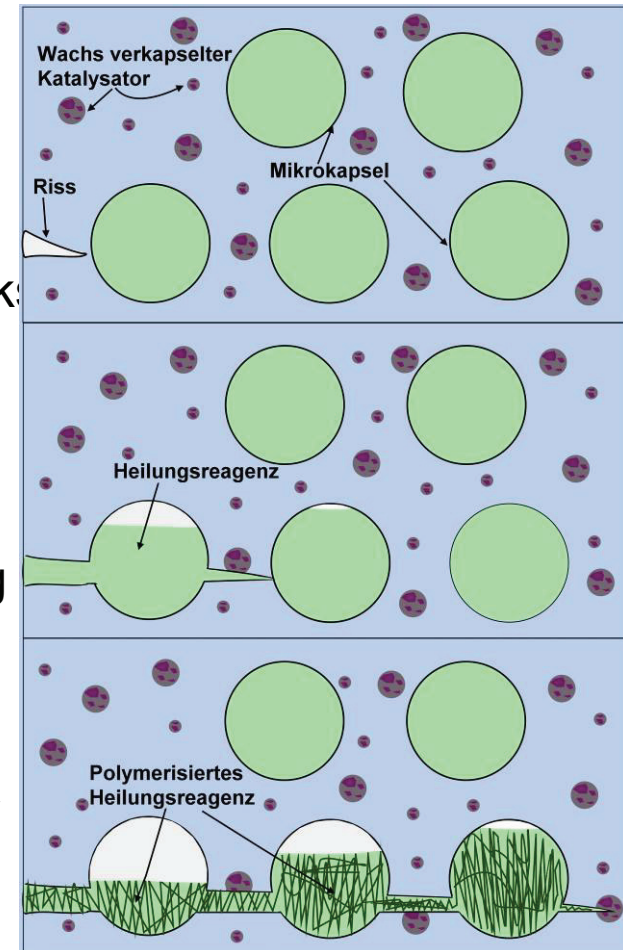
Antimikrobielle Oberflächen

Selbsteheilung von Schutzbeschichtungen

Problem: Zerstörung der Beschichtung (Risse etc.)
führt zu Schwächung eines Bauteils/Bauwerks

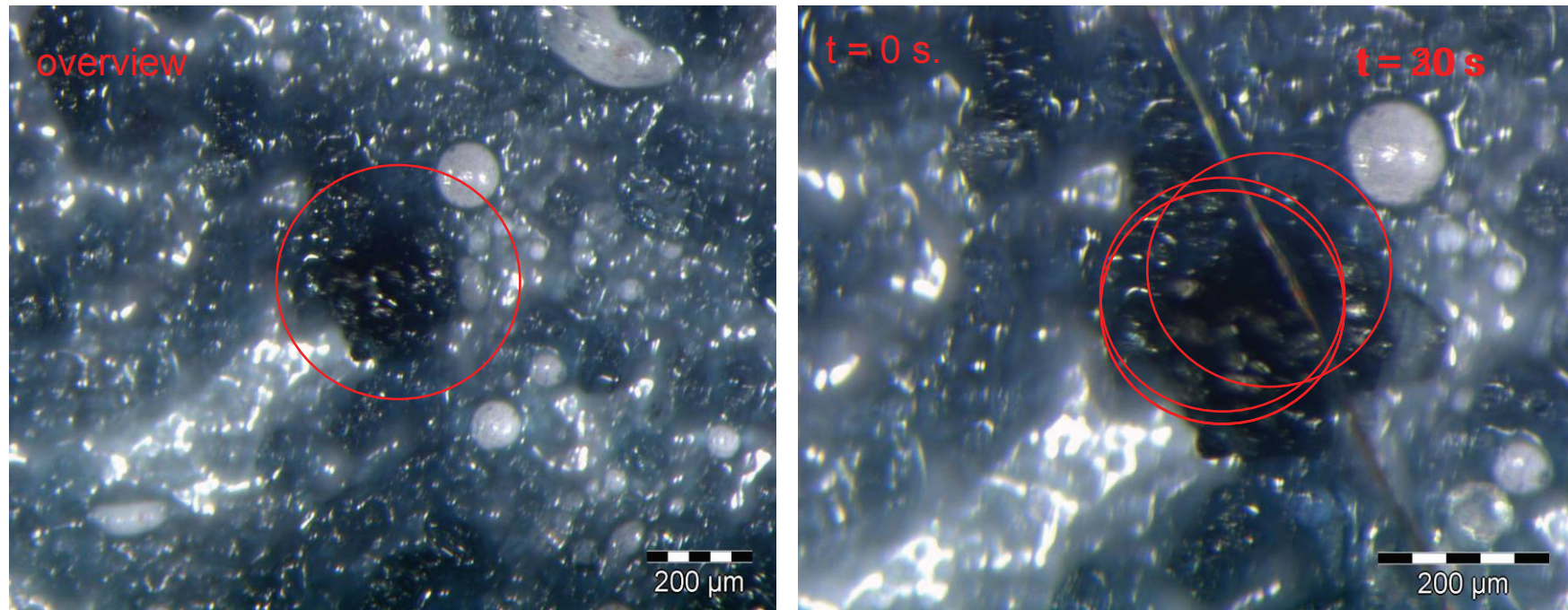
Anwendungen: → Schwerer Korrosionsschutz
→ Windenergie
→ Flug- und Fahrzeugbau

Entwicklungsnutzen: → Kostensenkung für Wartung
und Reparatur
→ Erhöhung der Lebensdauer
von Investitionsgütern
→ Erhöhung der Sicherheit für
Mensch und Gesundheit



White and Sottos, University of Illinois

Erste Ergebnisse in 2K-PUR-Systemen



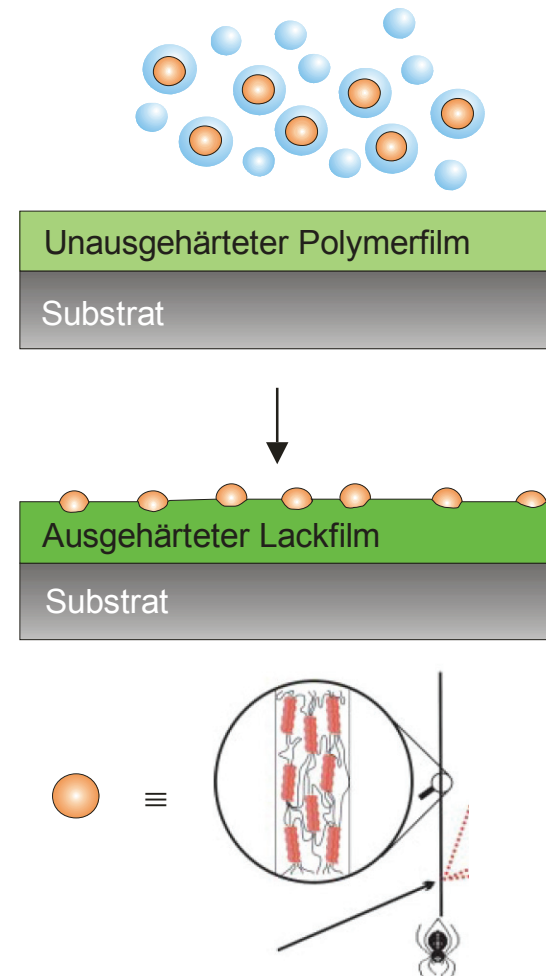
➔ Gefärbtes Monomer sammelt sich in Ritzebene

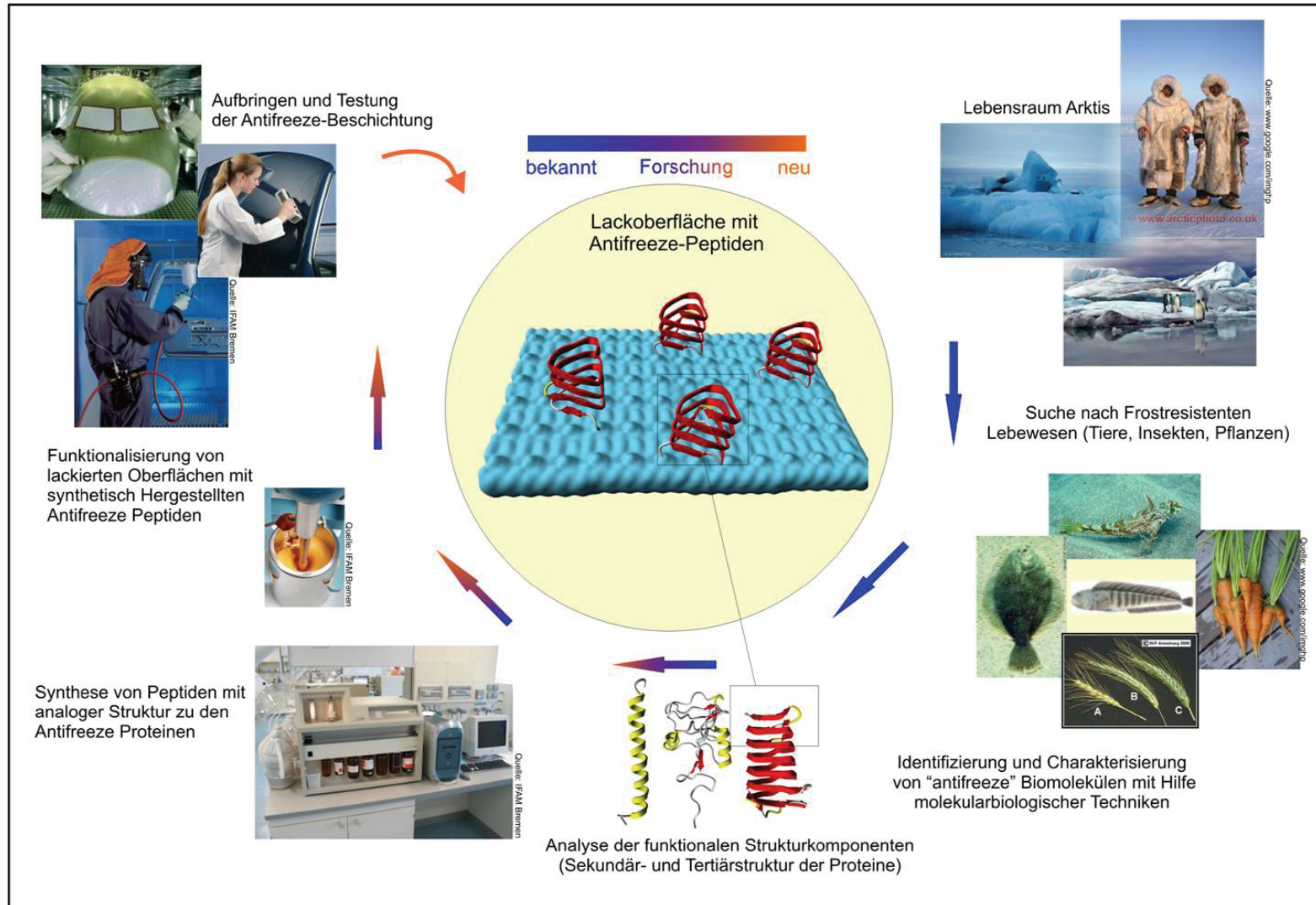
Lacksystem: Epoxidharz/Polyaminhärter
Aufbringen wässriger Proteinlösungen
mittels Ultraschallzerstäuber auf Lack.

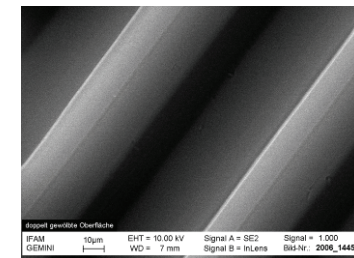
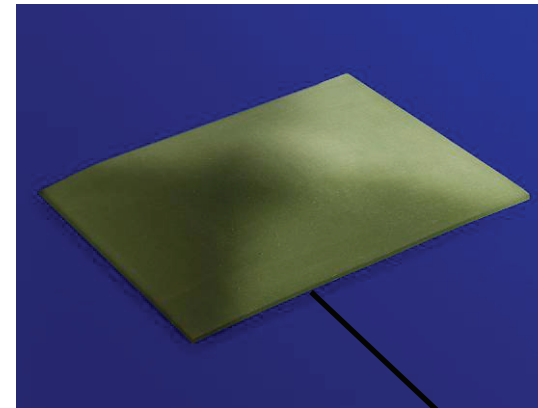
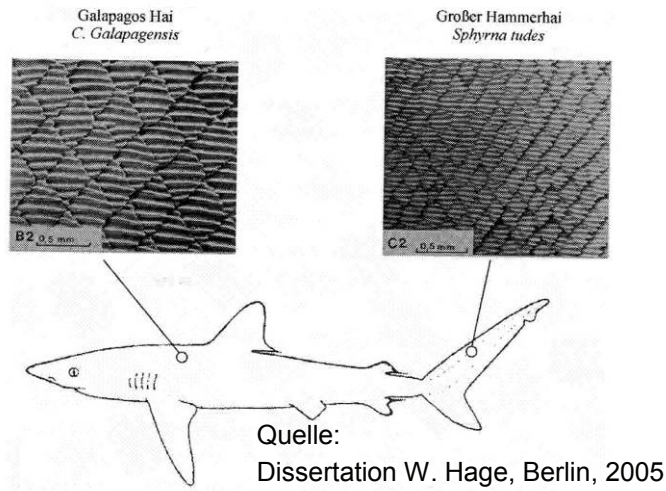
Aminogruppen der Proteine können (a) mit
Epoxidgruppen an Lackoberfläche
reagieren und (b) einpolymerisieren

Modellprotein: Spinnenseide

Ziel: Erhöhung der Zähigkeit bzw.
Festigkeit und dadurch zu verbessertem
Steinschlagschutz





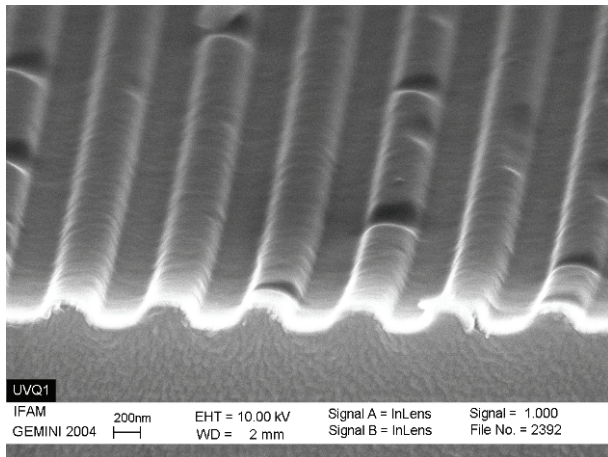


Strömungsgünstige Oberflächen

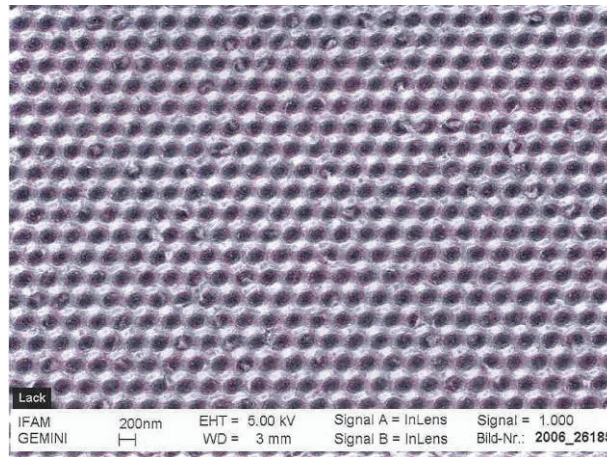
- Vorteile:**
- Verbesserung der Aerodynamik/Aeroakustik
 - Gewichtseinsparung
 - Optisches Erscheinungsbild
 - Problemloses Entlacken

Strukturierung von Lackoberfläche

Vorteile: - Dekoration - Markenschutz

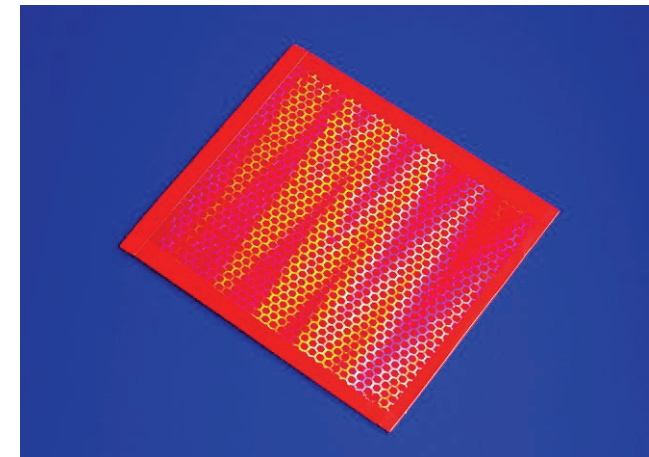


Strukturierung von Blue-Ray
DVDs in Klarlack



Nanostrukturierte Anti-Reflexions
Oberflächenreflective

(Masterfolie von Holotools GmbH)



Hologramm im Klarlack

(Prägeform zur Verfügung gestellt
von Fa. topac GmbH)

Nutzen:

- Reduzierung des Aufwandes zur Enteisung an Flugzeugen
- Kein Abtauen an Kühlgeräten
- Verbesserte Sicherheit an Hochspannungsleitungen
- Effizienterer Betrieb von Windenergieanlagen unter Vereisungsbedingungen



Anti-bakterielle Beschichtungen

DBU-Seminar, 04.06.2009

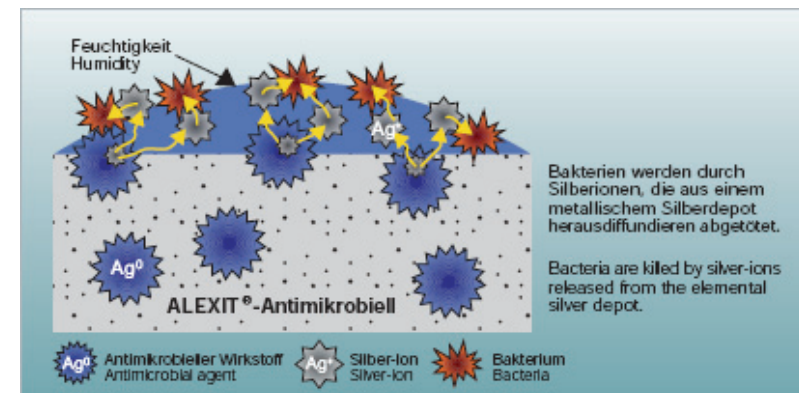
In hygienesensitiven Bereichen, wie in

- medizinischen Gerätetechnik,
- Lebensmittelverarbeitenden Industrie
- Interieur der Luftfahrt-, Bahn und Automobilindustrie,

sind Werkstoffoberflächen stets eine Quelle unerwünschter, sich schnell vermehrender Bakterien und Mikroorganismen



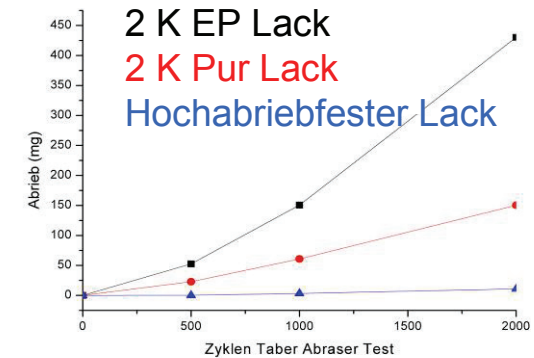
Durch Einsatz von neuartigen Wirkstoffen, z.B. Nano-Silber, können dekorative Lacke mit anti-bakterieller Wirkung formuliert werden



Quelle: Mankiewicz Gebr. & Co

Erzielung hochkratzfester Oberflächen durch:

1. Lacke mit Reflow-Effekt (meist PUR) Kratzer laufen zu
2. UV-Lacke
3. Dual-Cure: Kombination Vorteile PUR und UV
4. Nanopartikel in PUR, UV, oder Dual-Cure; eindispersierte (z.B. Aerosil), Sol-Gel, oder Dendrimere zur Verbesserung der Kratzfestigkeit
5. Hochvernetzte plasmapolymere Beschichtungen durch Niederdruckplasmatechnik



Aktuelle Trends in der Entwicklung von Schiffslacken werden geprägt durch das Verbot von TBT als Anti-Fouling Mittel, Verringerung des Lösemittel-einsatzes und Verbesserung des Korrosionsschutzes.

Anti-Fouling:

- Selbstpolierende Anstriche
- Kupferhaltige Anti-Fouling
- Beschichtungen auf Basis von Silikonharzen
- Anti-Fouling auf Basis von elektrischen Feldern

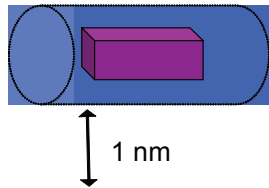


Idee:

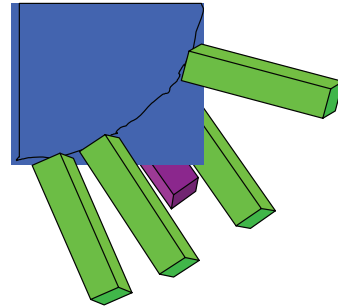
Neuartige unsichtbare Nano-Beschichtung für Oberflächen zur Reduzierung der Sichtbarkeit eines Fingerabdrucks, ohne die Oberflächencharakteristik zu verändern



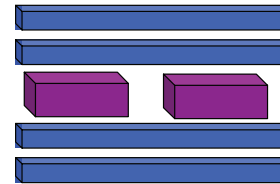
(1) Nanozeolith-Kapsel



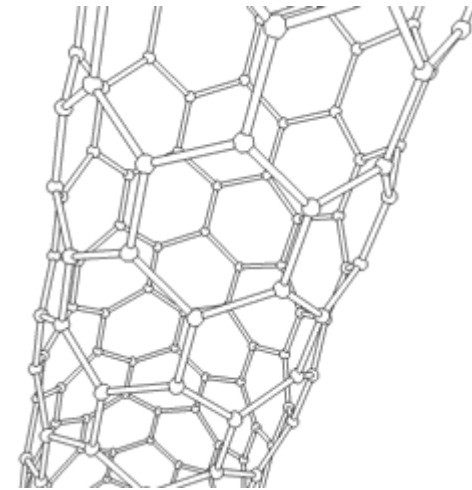
(2) Modifizierte Nanopartikel



(3) Schichtsilikat-Kapsel



(4) Carbonanotubes (CNT)



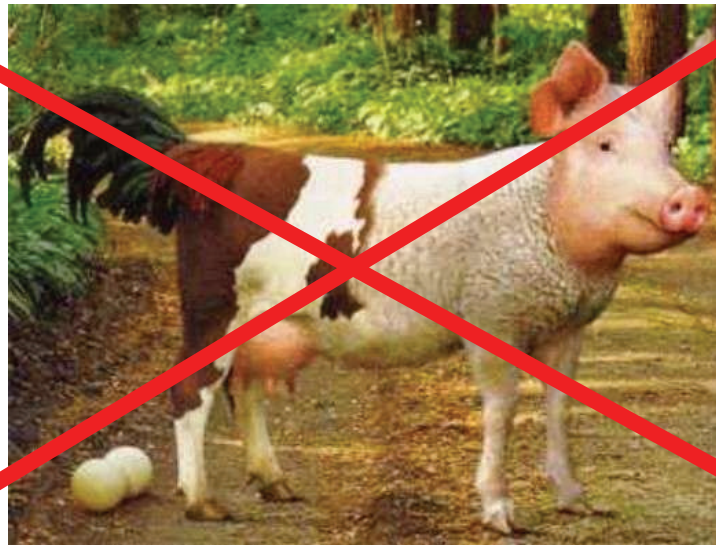
 Wirkstoff

 Silan

- Einsatz für den Korrosionsschutz (nachhaltige Schutzwirkung)
- Barrierschutz
- Selbstheilung der Oberfläche
- Leitfähige Schichten

- Schaltbare Lacke mit Farbtonveränderung
- Elektrisch leitende Lacke
- Wärmeisolierende Wandfarben
- Lacke zur Solarstrom Erzeugung

- **Die Integration neuer Funktionen in die Oberfläche ist wirtschaftlich hoch attraktiv**
- **Neue Entwicklungen, insbesondere die Kombination von klassischen und neuen Technologien und Verfahren, bieten einen umfangreichen „Werkzeugkasten“ zur Erzeugung multi-funktionaler Oberflächen**





Fraunhofer Institut IFAM
Klebtechnik und Oberflächen
S. Buchbach
Wienerstraße 12

28359 Bremen

Tel: +49 421 2246-497

Fax: +49 421 2246-430

Email: Sascha.Buchbach@ifam.fraunhofer.de
