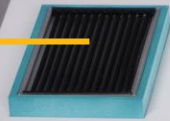


Modellhaus

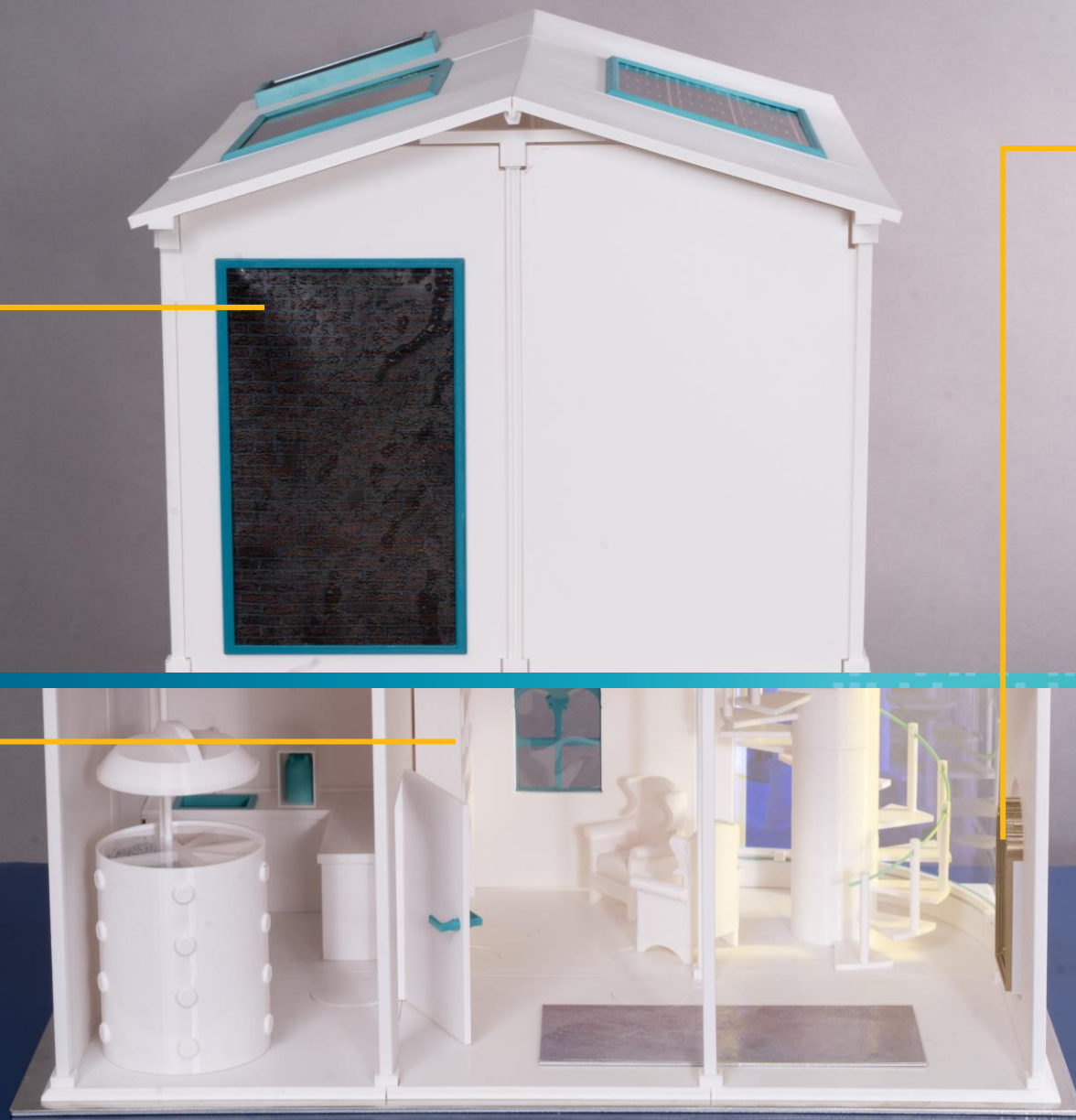
Dünnschichttechnologien
für Architektur und Bau

Jetzt interaktiv
entdecken!









Rekonstruktion historischer Spiegel

durch quecksilberfreie Oberflächenbeschichtungen



Historische Zinnamalgame-Spiegel aus der Barockzeit haben einen deutlich niedrigeren Reflexionsgrad als moderne Silberspiegel (60 % vs. 90 %) und wirken mit ihrem noblen Grauton innenarchitektonisch besonders ästhetisch. Mit unseren Beschichtungsmethoden wird der originale visuelle Eindruck alter Zinnspiegel komplett quecksilberfrei rekonstruiert.

Technologie für quecksilberfreie Zinnspiegel

- Vakuum-Dünnschicht-Technologie: Magnetron-Sputtern
- Dünnschichtsystem mit Reflexionsschicht (Zinn), Korrosionsschutz (Bronze), Hartmetallschicht (Titan)
- Anpassung der Reflexion und des Farbtons an den historischen Bestand

Ihr Vorteil

- **Nachhaltige und quecksilberfreie Lösungen** für den Denkmalschutz
- **Präzise Anpassung** der Spiegeloptik an historische Gegebenheiten

Unser Angebot

- Bestandsanalyse zu chemischer Zusammensetzung, Schichtdicke, Farbort, Haftfestigkeit,...
- Individuelle Anpassung: Technologie & Schichtsystem für denkmalgerechte Rekonstruktionen
- Ornamentale Teilverspiegelungen durch Maskentechnologie möglich

Referenzen

- Juwelenzimmer im Grünen Gewölbe Dresden
- Paraderäume und Porzellankabinett im Residenzschloss Dresden
- Sybillenkabinett im Schloss Altenburg



Handlauf

Antimikrobielle Beschichtungen und funktionale Oberflächen

Antimikrobielle Oberflächen sind essenzieller Bestandteil moderner Hygienekonzepte, die Infektionsprävention ermöglichen. Sie wirken aktiv durch Keimabwehr oder passiv als keimabweisende Easy-to-Clean-Lösungen und sind besonders in Krankenhäusern, Pflegeeinrichtungen und öffentlichen Räumen von Bedeutung.

Entwicklung antimikrobieller, aktiver oder passiver Beschichtungen

- Entwicklung und Realisierung von aktiven Schichten – Silber- oder Kupfer-basiert zur Freisetzung antimikrobiell wirkender Ionen
- UVA-belichtete Titandioxid-Beschichtungen zur Zersetzung von Keimen und organischen Verunreinigungen
- Anpassung des Effektes durch Dotierung und Flash-Lamp-Annealing zur Entwicklung supersaurer Oberflächen
- Schicht- und Prozessentwicklung für Titandioxid-Schichten zur Hydrophilierung und Vermeidung von Keim-Anhaftung

Unser Service

- **Energieeffiziente, skalierbare Prozesse** für Großflächen-Abscheidung
- **Beschichtungen und Nanopartikel-Integration** auf verschiedenen starren oder flexiblen Substraten (Polymere, Glas, Textilien, Metalle)
- **Kundenspezifische Prozess- und Technologieentwicklung** für maßgeschneiderte Lösungen
- **Oberflächenbewertung und -analytik** im hauseigenen Biomedizinischen Laborkomplex
- **Projektkooperation** von Machbarkeitsstudien bis Hardwareentwicklung



Türklinken

Antimikrobielle Beschichtungen und funktionale Oberflächen

Antimikrobielle Oberflächen sind essenzieller Bestandteil moderner Hygienekonzepte, die Infektionsprävention ermöglichen. Sie wirken aktiv durch Keimabwehr oder passiv als keimabweisende Easy-to-Clean-Lösungen und sind besonders in Krankenhäusern, Pflegeeinrichtungen und öffentlichen Räumen von Bedeutung.

Entwicklung antimikrobieller, aktiver oder passiver Beschichtungen

- Entwicklung und Realisierung von aktiven Schichten – Silber- oder Kupfer-basiert zur Freisetzung antimikrobiell wirkender Ionen
- UVA-belichtete Titandioxid-Beschichtungen zur Zersetzung von Keimen und organischen Verunreinigungen
- Anpassung des Effektes durch Dotierung und Flash-Lamp-Annealing zur Entwicklung supersaurer Oberflächen
- Schicht- und Prozessentwicklung für Titandioxid-Schichten zur Hydrophilierung und Vermeidung von Keim-Anhaftung

Unser Service

- **Energieeffiziente, skalierbare Prozesse** für Großflächen-Abscheidung
- **Beschichtungen und Nanopartikel-Integration** auf verschiedenen starren oder flexiblen Substraten (Polymere, Glas, Textilien, Metalle)
- **Kundenspezifische Prozess- und Technologieentwicklung** für maßgeschneiderte Lösungen
- **Oberflächenbewertung und -analytik** im hauseigenen Biomedizinischen Laborkomplex
- **Projektkooperation** von Machbarkeitsstudien bis Hardwareentwicklung



Hauslabor mit Bioreaktor

Biogene Baustoffe durch Cyanobakterien

Biogene Baumaterialien als umweltfreundliche Alternative zu konventionellen Baustoffen für eine nachhaltige Bauindustrie werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt.

Ziel

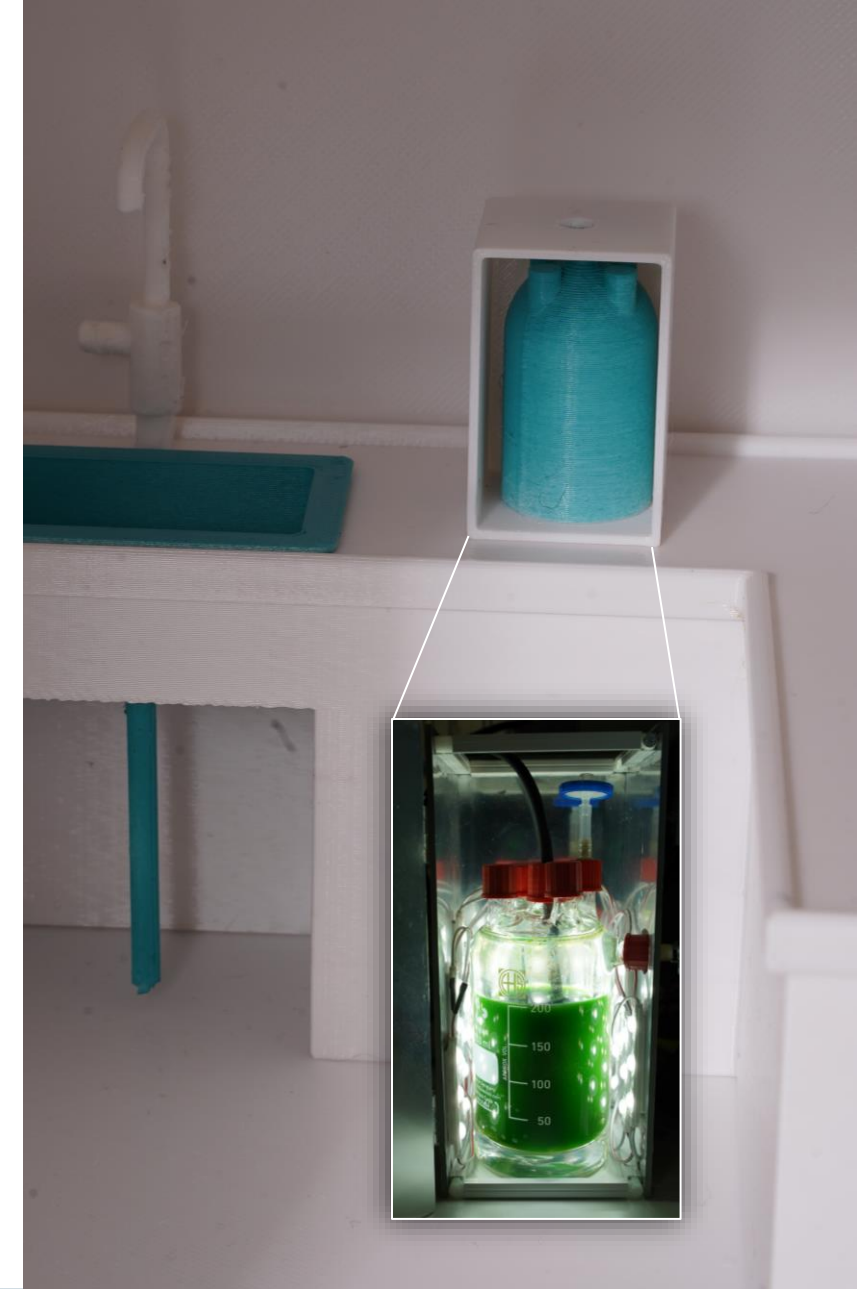
- Dekarbonisierung der Zementindustrie und Reduzierung von Treibhausgasemissionen

Biogene Kalksteinbildung

- Photosynthese durch Cyanobakterien, CO₂-Fixierung aus der Atmosphäre
- Bildung stabiler Kalkstrukturen bei Zugabe von Calcium-Ionen
- Durch Einsatz niederenergetischer, nicht-thermischer Elektronenstrahltechnologie und Kultivierung in angepassten Photobioreaktoren:
 - gezielte Beeinflussung der Stoffwechselprozesse der Mikroorganismen
 - Biopositive Effekte zur Steigerung der Kalksteinbildungseffizienz

Unser Angebot

- Skalierbare Kultivierung phototropher Mikroorganismen
- Entwicklung und Eigenbau angepasster Photobioreaktoren
- Einsatz niederenergetischer Elektronenstrahltechnologie zur Optimierung und Prozessentwicklung
- Prozessrelevante analytische Charakterisierung



Oberflächenstrukturierter Fußboden

Technologien zur Strukturierung von flexiblen Folien

Anwendungen in Architektur und Bau:

- Strukturierte, kratzbeständige Oberflächen für Möbel, Fußböden u. Ä.
- Oberflächenimitation von Naturmaterialien für dekorative Anwendungen

Technologie und Verfahren

- **Oberflächenstrukturierung** für Haptik, Dekor, Mikrofluidik, Optik u. a.
- **Herstellung in Rolle-zu-Rolle-Prozessen** (Materialbreiten bis 1250 mm, Produktionsgeschwindigkeit: 10–100 m/min)

Verfahren:

- Matrizenprägung in spezielle Lackformulierungen
- Elektronenstrahlhärtung des Lacks innerhalb von Millisekunden
- Kundenspezifische Strukturdesigns mit Auflösungen von Millimetern bis Nanometern

Unser Angebot:

- **Beratung:** Technologie, Matrizen, Lackformulierung, Design
- **Forschung und Entwicklung:** Prozessoptimierung und Musterherstellung
- **Analytik:** Optik, Abriebfestigkeit, Strukturhomogenität
- **Pilotproduktion:** Skalierung und **Technologietransfer** auf Kundenanlagen



Bibliothek: Restaurierung geschädigter, historischer Papiere

Analytische Untersuchungen stark geschädigter Papiere zur Entwicklung von Restaurierungskonzepten.

Ausgangslage und Ziel

- Historische Papiere aus dem 15. Jahrhundert mit Schäden durch Grund- und Löschwasser nach der Bombardierung Dresdens 1945
- Verblockte Blätter und Schimmelpilzbefall
- Erarbeitung von Restaurationskonzepten zur zerstörungsfreien Lösung der Verblockungen

Analysen und Methoden des Fraunhofer FEP

- Untersuchung von Originalfragmenten und Dummy-Proben
- REM-Analysen zur Sichtbarmachung von Pilzhyphen und Sporen
- Ionenpräparation: Darstellung verklebter Fasern an Grenzflächen

Unser Angebot

- Rasterelektronenmikroskopie zur Analyse und Untersuchung von Grenzflächen, Oberflächen und Schadensbildern
- Ionenpräparation für präzise Querschnitte
- Materialcharakterisierung zur chemischen und physikalischen Struktur geschädigter Materialien
- Weitere Analytik zu Struktur, Gefüge, chemischer Zusammensetzung, Topographie oder Schichtdicke uvm.
- Entwicklung passender Reinigungstechnologien und -verfahren
- Monitoring sensibler Kulturgüter z. B. durch Korrosionssensorik



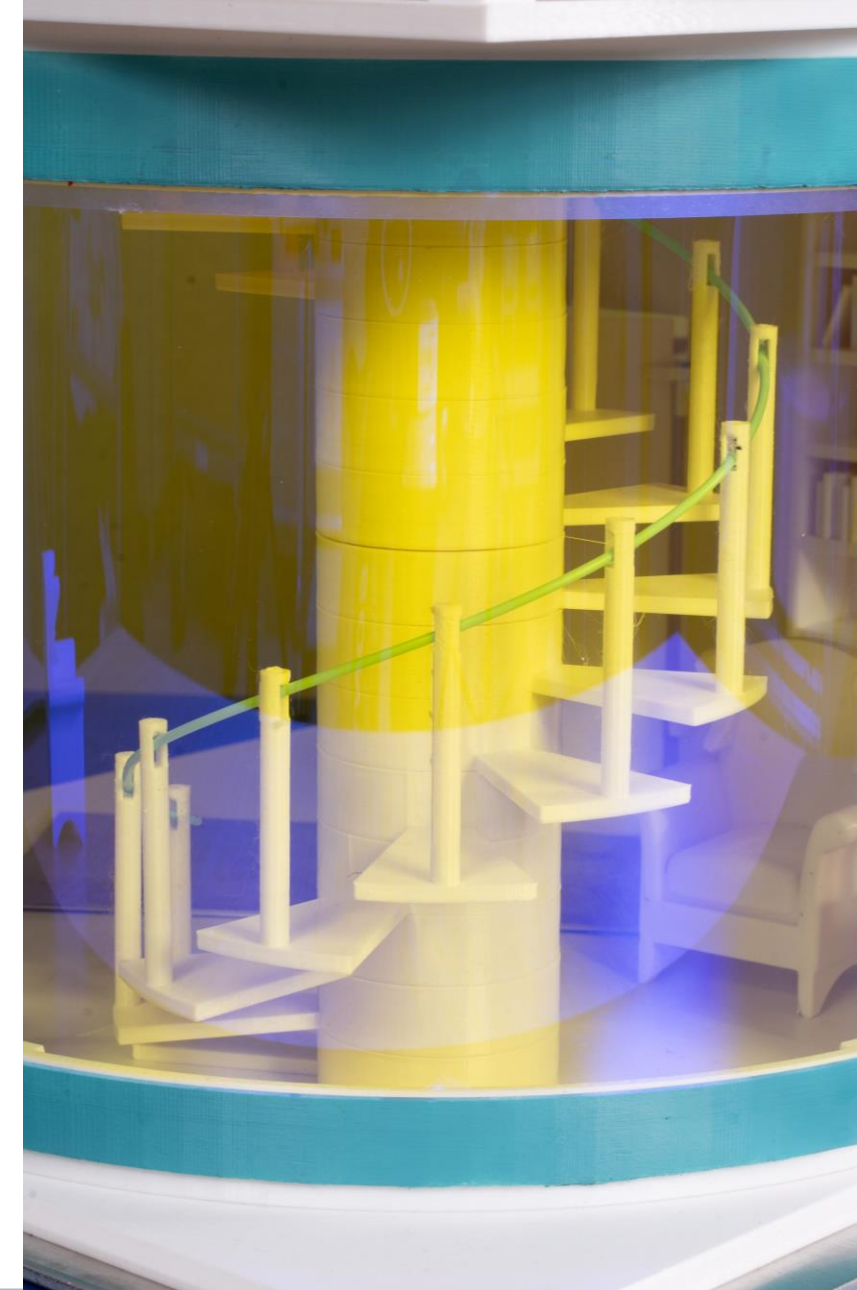
Hausecke: Beispiel für optische Schichtsysteme auf Ultradünnglas und gebogenem Glas

Unser Angebot

- Beschichtung und Prozessierung sowie Analytik von ultradünnem, flexiblem Glas der Dicke 50 µm bis 6 mm auf einer Fläche von bis zu 1,2 × 0,6 m² und flexiblen Folien
- Entwicklung optischer und elektrisch leitfähiger Funktionsbeschichtungen für innovative optische Systeme und Schutzschichten
- Herstellung optischer Mehrschichtsysteme zur Steuerung von Licht und Farben z. B.:
 - Gezielte Einstellung der Transmission & Reflexion spezifischer Wellenlängenbereiche
 - Einstellung spezieller Farbgebung auch für breite Einfallswinkel-Bereiche

Anwendungsmöglichkeiten

- Nutzung in optischen, elektronischen und lichttechnischen Systemen für die Gebäudeverglasung, z.B.:
 - Antireflex, Verspiegelungen, teildurchlässige Filter, low E,...
- Entwicklung robuster Beschichtungen, die trotz minimaler Glasdicke mechanische Stabilität und optische Präzision gewährleisten
- Entwicklung lateraler Gradientenschichtsysteme für Anwendungen wie Holografie und Head-Up-Displays, die lokale Anpassungen der optischen Eigenschaften ermöglichen



Reinigung historischer Fassadenelemente

Oberflächentechnologien für geschädigte Objekte des kulturellen Erbes

Viele Objekte des kulturellen Erbes sind durch Umwelteinflüsse, durch die Nutzung oder durch Extremereignisse stark geschädigt.

Ausgangslage

- Fragile Objekte müssen stabilisiert werden
- Für fragile Oberflächen sind spezielle Reinigungstechnologien erforderlich
- Komplexe Schadensbilder erfordern neue Restaurierungsmethoden

Technologische Lösung Fraunhofer FEP

- Reinigung mit flüssigen Medien
- Plasmareinigung
- Reinigung mit festen Strahlmitteln
- Reinigung mit CO₂-Schnee
- Reinigung mit plasmaaktiviertem Wasser
- Reinging mit Phasenfluiden

Unser Angebot

- Entwicklung passender **Reinigungslösungen** und -verfahren
- Prozessanalyse
 - Oberflächen- und **Prozessanalytik**
- Querschnitte, Topographie- und Materialanalyse, chemische Oberflächenanalyse, optische Analytik, Spektroskopie, Tensiometrie uvm.
- Entwicklung von **Korrosionssensoren** für die Überwachung empfindlicher Objekte
- Entwicklung von Reinigungs- und **Freilegungsstrategien**
- **Weiterbildungen** und **Vorlesungen**
- **Netzwerk**: Fraunhofer-Geschäftsbereich Reinigung für gebündeltes Know-How in der Reinigung von Oberflächen und technischen Sauberkeit



Röhrenkollektoren zur Energiegewinnung

Hochleistungsschichten für Solarthermie



Wärme macht 55% des deutschen Energieverbrauches aus. Ein Schlüsselement zur Erreichung der Klimaziele ist die Nutzung solarer Energie durch Photovoltaik und Solarthermie.

Ausgangslage

- Optimierte Schichtsysteme zur effektiven Absorption der solaren Einstrahlung für Photovoltaik oder Solarthermie notwendig

Technologische Lösung Fraunhofer FEP

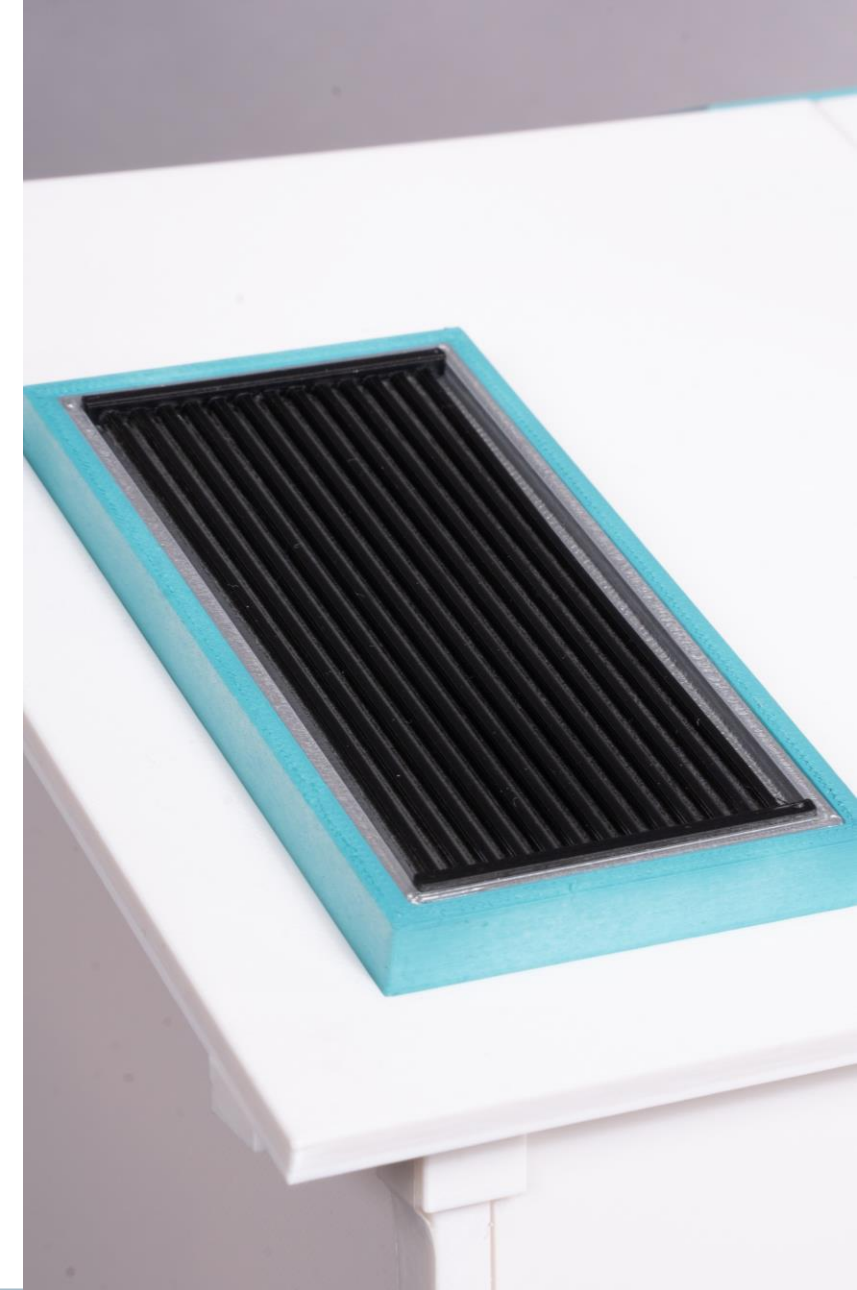
- **Entwicklung präziser Schichtsysteme** für Solarröhrenkollektoren
- **Dünnschichten** für maximale Effizienz in der Solarthermie (optisch und thermisch optimiert)
- **Optimierte Absorberschichten:**
- Hohe Absorption (sichtbares/UV-Licht)
- Geringe Emission (IR-Bereich) zur Minimierung von Wärmeverlusten
- Langzeitstabilität – die erzeugten Schichten halten hohen Temperaturen und zyklischen Belastungen stand

Unser Angebot

- Entwicklung von kundenspezifischen Monolagenschichten bis zu komplexen Schichtaufbauten mit adaptiertem Eigenschaftsprofil
- Entwicklung zugehöriger Prozesse
- Angepasste Hardware-Ausrüstung und Technologie-Komponenten
- Technologietransfer des gesamten Prozesses

Beschichtungsmöglichkeiten für

- Schüttgut
- 3D-Bauteile
- Flache und flexible Substrate (Polymerfolien, Ultradünnglas, Metallband, Glas, usw.)



Fenster mit Vogelschutzfolie

Mikrooptische Strukturen auf Foliensubstraten

18 Millionen Vögel verunglücken jährlich in Deutschland durch Kollisionen mit Glas. Neue Vogelschutzfolien mit UV-Kontrast und geringer Sichtbarkeit für den Menschen sollen helfen.

Ausgangslage

- Durch die Transparenz oder Spiegelung der Umgebung auf Glasfassaden sind diese für Vögel unsichtbar

Forschungsstand

- Folien mit mikrooptischen Strukturen mit für Menschen kaum sichtbarem optischen Kontrast der Folien
- Optische Erscheinung im UV Spektralbereich am größten und damit für Vögel wahrnehmbar
- Zuverlässige Wirkung bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen gewährleistet

Technologische Lösung Fraunhofer FEP

- Entwicklung von Freiform-Mikrooptiken auf Folien
- Nutzung von Nanoimprint Lithographie und Beschichtungstechnologien sowie Plasmaätzprozesse
- Rolle-zu-Rolle-Technologie zur Skalierung der Prozesse und für kosteneffiziente Herstellung

Unser Angebot

- Entwicklung von kundenspezifischen Schichten und mikrooptischen Strukturen
- Entwicklung zugehöriger Prozesse
- Angepasste Hardware-Ausrüstung und Technologie-Komponenten
- Technologietransfer des gesamten Prozesses



Dach

Thermochrome Beschichtungen

Smarte Technologien in Glasfassaden steigern die Energieeffizienz von Gebäuden durch präzise Regulierung der Sonneneinstrahlung. Das Fraunhofer FEP entwickelt dafür innovative Beschichtungen auf Glas und Folien, die nachhaltige Alternativen zu Jalousien bieten.

Thermochrome Beschichtungen

- Thermochrome Schichten z. B. in Fenstern und Glasdächern passen sich der Temperatur automatisch an
- Keine zusätzliche Steuerung, kein Eingriff in die Ästhetik der Fassade durch externe Verschattung
- Sie nutzen spezielle Materialien, um ihre optischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Temperatur zu ändern
- Temperatur steigt → Transparenz im Infrarotbereich sinkt → Verschattungseffekt direkt am Fenster/der Scheibe
- Temperatur sinkt → Transparenz im Infrarotbereich steigt → solarer Wärmegewinn

Unser Angebot

- Entwicklung von kundenspezifischen Schichten auf flexiblen Substraten wie Polymerfolien, Ultradünnglas oder auch starrem Glas
- Entwicklung zugehöriger Prozesse
- Sheet-to-Sheet-Verfahren mit Flächen von bis zu $0,6 \times 1,2 \text{ m}^2$
- Rolle-zu-Rolle-Prozessierung der Beschichtungen auf bis zu 650 mm Substratbreite
- Technologietransfer des gesamten Prozesses



Energieeffiziente Fassaden und Fenster

Durch Low-E und Solar-Control-Beschichtungen

Low-E- und Solar-Control-Beschichtungen steigern die Energieeffizienz von Gebäuden, indem sie Wärmeverluste und Überhitzung reduzieren – für weniger Energieverbrauch und mehr Komfort sowie dem Erhalt von Tageslicht und der Ästhetik von Fassaden ohne externe Verschattung.

Low-E-Beschichtungen

- Low-Emissivity (Low-E)-Schichten minimieren Wärmeverluste im Winter
- Sichtbares Licht wird durchgelassen
- Reflexion von Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) zurück in den Raum
- Reduktion der Emission der Infrarotstrahlung
- Reduktion der Wärmeverluste durch Fenster und Glasfassaden im Winter und geringere Aufheizung im Innenraum im Sommer

Unser Angebot

- Entwicklung von kundenspezifischen Schichten auf flexiblen Substraten wie Polymerfolien, Ultradünnglas oder auch starrem, dicken Glas, lackierte Flächen, kundenspezifische Substrate
- Entwicklung zugehöriger Prozesse und Technologietransfer

Solar-Control-Beschichtungen

- Sonnenschutz-Beschichtungen aus dünnsten Schichtsystemen, die auf Folie/Glas aufgebracht werden
- Sichtbares Licht wird durch das Fenster gelassen
- Infrarotanteil des Sonnenlichts wird blockiert
- Keine Aufheizung der Innenräume ohne starke Abdunklung des Raumes



Zeolith-Wärmespeicher

Beschichtung von Zeolith-Material zur optimierten Wärmeleitung

Zeolith-basierte Wärmespeicher nutzen hohe Adsorptionsenthalpie von Zeolith für Wasserdampf.

Ausgangslage

- Herausforderung bei Wärmeübergang: Hohe thermische Übergangswiderstände zwischen Zeolith-Granulat und metallischen Wärmetauscherflächen
- Ziel: Verbesserung der Wärmeübertragung

Technologische Lösung Fraunhofer FEP

- Metallisierung des Zeolith-Granulates mit dünnen Schichten, die für Wasserdampf permeabel sind und die Adsorptions- und Desorptionsprozesse nicht beeinträchtigen
- Innovative Beschichtungen auf metallischen Wärmetauschern für eine bessere Integration mit Zeolith

Nachhaltige Energienutzung

- Reduktion von Wärmeverlusten bei der Speicherung und effizientere Nutzung regenerativer Energien
- Beitrag zur CO₂-Reduktion durch verbesserte Speichertechnologien

Zukunftsperspektiven

- Skalierung der Technologie für industrielle Anwendungen
- Integration in bestehende Energiesysteme zur Förderung der Energiewende
- Thermochemische Wärmespeicher als Komponente der PtX-Landschaft
- Metallisierung weiterer thermochemischer Speichermaterialien für Adsorptions-Wärmepumpen und -Klimageräte



Waschbecken mit Siphon

UV-aktivierte Oberflächenfunktionalisierung für Hygieneanwendungen



Ausgangslage

- Jährlich 800.000 – 900.000 nosokomiale Infektionen in Deutschland
- Übertragungsweg: Retrograder Bakterieneintrag aus klinischen Abflüssen
- Aktuelle Reinigungstechniken: Zeit-, kostenintensiv und ineffizient

Technologische Lösung Fraunhofer FEP

- Entwicklung eines Siphon-Einsatzes mit permanenter Selbstreinigung
- Einsatz fotokatalytischer Titandioxid-Schichten und UV-LEDs
- Material: Poröse Sintermetalle mit großer Oberfläche
- Effekt: kontinuierliche Desinfektion in Abwesenheit von Tageslicht

Unser Angebot

- **Beschichtungsentwicklung:** Titandioxid-Schichten für dauerhafte antibakterielle Wirkung
- **Spezialmaterialien:** Einsatz von Sintermetallen für große Reaktionsoberflächen
- **Technologieintegration:** Anpassung an bestehende Abwassersysteme über Partnernetzwerk
- **Hygienestudien:** Mikrobiologische Tests und Analysen zur Wirksamkeit
- **Anwendungsspezifische Anpassung der Technologie**

Entwicklungspartner:

MoveoMed GmbH



Dünnschicht-Photovoltaik

Verkapselungsfolien für langlebige PV-Module

Perowskit-Solarzellen und organische Photovoltaik überzeugen durch geringe Energierücklaufzeit und reichlich vorhandene Ressourcen. Ihr geringes Gewicht ermöglicht flexiblen Einsatz auf gewölbten oder vertikalen Gebäudeflächen.

Ausgangslage

- Effizienz und Lebensdauer von Perowskit- und organischen Photovoltaik-Modulen sollen weiter erhöht werden
- Produktionskosten sollen reduziert werden
- Effizienz stark abhängig von Transparenz des Frontsheets

Technologische Lösung Fraunhofer FEP

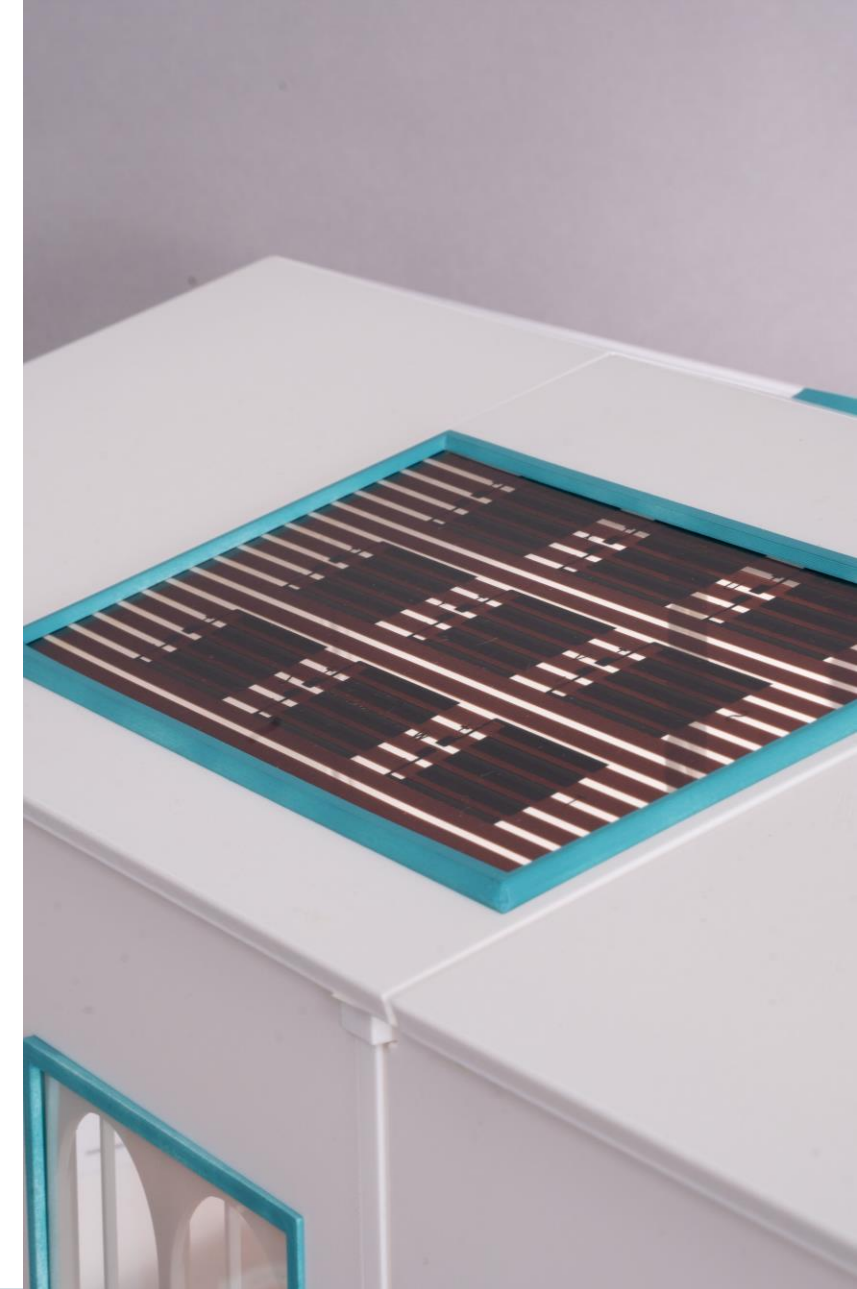
- Entwicklung einer hochtransparenten, langlebigen Frontseitenverkapselungsfolie (Frontsheet) zum Schutz vor Feuchtigkeit und UV-Strahlung:
 - Erfüllung der Anforderungen an Permeationsbarriere
 - Erzielung spezieller optischer Eigenschaften für höhere Transparenz als state-of-the-Art

Forschungsstand

- Bisher erreichte Lebensdauer > 4000 Stunden unter beschleunigten Alterungsbedingungen (erhöhte Temperatur 85°C, erhöhte Luftfeuchtigkeit 85 %r.h.)
- Steigerung der Transparenz von 85 auf 90 %
- Produktionskonzept zur effizienten Beschichtung zu geringen Kosten durch die Optimierung einer Rolle-zu-Rolle Fertigungslinie

Unser Angebot

- Entwicklung von kundenspezifischen Permeationsbarriereschichten und Schichtsystemen
- Entwicklung zugehöriger Prozesse und Skalierung der Prozesse für die Fertigung



Fassadenintegrierte Design-PV

Verfahren zur Strukturierung von Oberflächen

Anwendungen in Architektur und Bau

- Design-Anpassung von BIPV (building-integrated PV) durch Dekorfolien mit strukturierten Oberflächen

Verfahren

- Matrizenprägung in spezielle Lackformulierungen
- Elektronenstrahlhärtung des Lacks innerhalb von Millisekunden
- Kundenspezifische Strukturdesigns mit Auflösungen von Millimetern bis Nanometer

Technologie und Prozess

- **Oberflächenstrukturierung** für Haptik, Dekor, Mikrofluidik, Optik u. a.
- **Herstellung in Rolle-zu-Rolle-Prozessen** (Materialbreiten bis 1250 mm, Produktionsgeschwindigkeit: 10 – 100 m/min)

Unser Angebot

- **Beratung:** Technologie, Matrizen, Lackformulierung, Design
- **Forschung und Entwicklung:** Prozessoptimierung und Musterherstellung
- **Analytik:** Optik, Abriebfestigkeit, Strukturhomogenität
- **Pilotproduktion:** Skalierung und **Technologietransfer** auf Kundenanlagen

