



**Fraunhofer**  
FEP

Fraunhofer-Institut für Organische  
Elektronik, Elektronenstrahl- und  
Plasmatechnik FEP

# Technologien für medizinische Anwendungen

---



# Technologien für medizinische Anwendungen

Die Medizintechnik ist eine stetig wachsende Branche, deren Wachstum von einer Vielzahl an Innovationen begleitet wird. Die Entwicklung neuer Produkte und Medizingeräte basiert häufig auf ausgefeilten Ausgangsmaterialien.

Essenzielle Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Fraunhofer FEP sind seit vielen Jahren Technologien zur Modifizierung, Funktionalisierung und Beschichtung von Oberflächen. Unser Know-how kommt insbesondere bei medizinischen und biotechnologischen Anwendungen zum Einsatz, um unseren Kunden und Partnern innovative Lösungen, Technologien und effiziente Behandlungsmethoden anbieten zu können.

Vor allem die Themengebiete Sterilisation, Hygienisierung und Inaktivierung sowie Aufbereitung von Gewebetransplantaten haben durch die Ausweitung auf weiterführende Anwendungen einen deutlichen inhaltlichen Zuwachs erfahren. Unser

Portfolio reicht von der Behandlung biologischer Gewebe mittels niederenergetischer Elektronen, über die biofunktionale Beschichtung auf Oberflächen bis hin zur Behandlung medizinischer Produkte oder Implantate.

Daneben gibt es viele Themen und Forschungsprojekte, die aus verwandten Bereichen wie der organischen Elektronik stammen und für künftige Einsatzszenarien wie die Visite 4.0 im Krankenhaus der Zukunft zum tragen kommen können. Auch unsere langjährige Kompetenz in der kompletten Konzeption und Entwicklung von Hardware beispielsweise für die Vor-Ort-Sterilisation ist wichtiger Bestandteil unseres Portfolios für medizinische Anwendungen.

Auf den folgenden Seiten informieren wir Sie über Anwendungen und unsere Dienstleistungsangebote, die wir mit unserem breiten Technologieportfolio und unseren Laboreinheiten für medizinische Anwendungen von heute und morgen bieten.

## Themen

Sensorik und Diagnostik

Theranostik

Medizinische Instrumente und Materialien

Reinigung, Desinfektion, Sterilisation

Implantate

Gerätetechnikentwicklung

Bioelektronik

Test & Analytik

Optogenetik

Beschichtungen

Therapieunterstützungssysteme

Oberflächenmodifizierung



# Anwendungen



# Sensorik und Diagnostik

## Mensch

- Energy Harvesting für körpernahe Sensorik mittels piezoelektrischer Schichten
- 2D-Vibrometrie am Trommelfell (durch den äußeren Gehörgang)
- Reflex-Mikrofon am Runden Fenster (Mittelohr)
- Photoplethysmographie mit OLED-auf-Silizium Technologie (hämodynamische Untersuchungsmethode zur Diagnostik der chronischen venösen Insuffizienz)
- pH-Wert-Monitoring, u. a. zur Zykluserfassung
- Atemgasanalyse
- Fitness und Sport Trainingsoptimierung: Pulsoxymetrie und Laktat-Sensoren
- Flexible bildgebende und optische Sensorik (VIS, NIR) z. B. als Lichttherapiepflaster, Wundheilungsdetektor auf der Haut
- Sensorik zur Venenerkennung
- Sensorik zur Mikrozirkulationsdiagnostik
- Sensorik zur Neurodermitis-Schub-Früherkennung
- Sensorik zur Gestenerkennung

## Medizintechnik

- Gastro-Screening-Pillen mittels bi-direktionalen Mikrodisplays
- Hall-Sensoren zur Staudruckmessung
- Zellbasierte Sensorchips (elektrochemisch und optisch)
- Vor-Ort-Analytik von Bakterien mittels magnetischer Biosensoren (magnetische Schichten)
- Plasmonischer Sensor für Vor-Ort Analytik von Schadstoffen im Wasser
- Elektrodenentwicklung für Blutzuckersensoren
- Filter für Röntgensensoren
- Intelligente antibakterielle Oberflächen mittels bidirektionaler Displaytechnologie

## Biotechnologie

- OLED-auf-Silizium-Sensoren zur Messung von z. B. Temperatur, CO<sub>2</sub> und Sauerstoffgehalt, pH-Wert, etc.

## Lab-on-chip

- hochortsaufgelöste Oberflächenabtastung und -aktivierung (z. B. Fingerprint, Haut)
- Visualisierung zur Selbsttherapie, Visite
- Biokompatible Versiegelung
- Point-of-use-Sensoren mit OLED auf Silizium-Technologie
- Sensorik in Bandagen/Strümpfen (Phlebologie)
- Multiplex-Schnelltests (Allergien)



## Medizinische Instrumente und Materialien

---

- Antimikrobielle Beschichtungen für medizinische Abdeckmaterialien, Wundauflagen
- Optische Beschichtungen für optische Filter
- (Super)hydrophile Beschichtungen für Akupunkturnadeln
- Photokatalytisch aktive Schichten für Sicherheitswerkbänke, Siphons

## Implantate

---

- Entwicklung aktiver Werkstoffverbände für lockerungsfreie Implantate
- Hydrophile Oberflächen für z. B. Stents, Dentalimplantate
- Biokompatible Schichten durch Oberflächenmodifizierung von Silikon und PUR mit Elektronenstrahl
- Antimikrobielle Beschichtungen
- Isolationsschichten für Herzschrittmacher-Elektroden
- Herstellung von offenporigen Metall-Strukturen
- Nährlösungen zur Hornhautkultivierung

## Bioelektronik

---

- Abscheidung und Beschichtung biodegradierbarer, flexibler Elektronik auf biodegradierbare Substrate für aktive Implantate

## Optogenetik

---

- Lichtinduzierte Zell-Stimulation z. B. bei Nerven, Opto-Cochlea-Implantaten, etc.



## Therapieunterstützungssysteme

### Therapiebrillen und Wearables mit OLED-Licht und OLED-Mikrodisplays

- Integration von OLED-Lichtquellen in spezifischen Wellenlängen in Therapiebrillen
- Schwindel-Therapie mit Mustereinblendung
- Trauma-Therapie und für psycho-therapeutische Anwendungen
- Schmerztherapie
- Reha-Unterstützung durch Mikrodisplay-Module mit Text-/Symbol-Anzeige in Wearables
- Steuerbares OLED-Backlight für zeitsequentielle autostereoskopische 3D-Displays in Wearables
- Smarte Kontaktlinsen mittels OLED-Mikrodisplays
- Pupillometrie mit integrierter steuerbarer Beleuchtung (VIS/NIR)

### Supportbrillen mit OLED-Mikrodisplays für Virtual / Augmented Reality (VR / AR))

- On-site Support für Nicht-Fachpersonal zur Bedienung eines Defibrillators
- Bedside-Support zur Dateneinblendung am Krankenbett (Visite 4.0)
- Durchsichtbrille mit Eyetracking über bidirektionale OLED-Mikrodisplays zur Schwindel-Früherkennung
- Durchsichtbrille mit bidirektionalen OLED-Mikrodisplays zur Dateneinblendung in OP-Mikroskop
- Datenbrille und Eyetracking über bidirektionale OLED-Mikrodisplays zur Mensch-Maschine-Interaktion für behinderte, eingeschränkte Personen
- Anzeige physiologischer Parameter über OLED-Mikrodisplays in Wearables für Sportler
- Elektronische Sehhilfen mit OLED-Mikrodisplays

## Theranostik

- Wundmonitoring mittels integrierter Lichtquelle und Sensorik
- Prüfung und Monitoring von Biofilmen auf Implantaten / medizinischen Oberflächen





# Dienstleistungen und Services

---

# Reinigung, Desinfektion, Sterilisation

## Planung, Beratung, Schulung

- Workshop vor Ort zur qualifizierten Zustandsanalyse
- Unterstützung bei Beschaffung von Neu- und Ersatzanlagen
- Komplettplanung von produktions-integrierten Reinigungskonzepten
- Kundenspezifische In-house Schulungen

## Technologieentwicklung

- Durchführung von Machbarkeitsstudien
- Entwicklung kundenspezifischer Reinigungslösungen
- Bau von kundenspezifischen Reinigungsmodulen und -pilotanlagen
- Entwicklung von Sterilisationskonzepten zur Senkung des Infektionspotenzials in z. B. der Altenpflege, Krankenhäusern, Laboren und öffentlichen Einrichtungen

## Analytik

- Umfangreiche Laboranalytik und mobile Prozessanalytik
- Entwicklung von Konzepten für integrierte Produkt- und Prozessanalytik

# Gerätetechnikentwicklung

- Bleifreier Ultraschallwandler (Akusto-Cerebrografie aCG)
- Sterilraum-Schleusen
- Biobasierte Dosimetriesysteme
- Bioreaktoren
- Filtertechnik (z. B. zur Wasseraufbereitung in Krankenhäusern)
- Entwicklung und Bau von kundenspezifischen Reinigungsmodulen und -pilotanlagen
- Entwicklung von kundenspezifischen Elektronenstrahl- und Röntgenquellen im Nieder- und Mittelenergiebereich:
  - zur Behandlung von 3D-Objekten, Flüssigkeiten und Folien
  - für Sterilisation mit produktspezifischen Energiebereichen
  - mit besonderer Bauform für spezielle Anwendungen
    - Tauchquellen
    - Ringquellen
    - mit segmentierter Dosis-Emission
- Anlagentechnik mit besonderen Anforderungen an die Nutzungsumgebung
  - BSL 2-geeignet
  - In-line-fähig



## Test und Analytik

---

- Test von Geräten und Therapiegeräten basierend auf Licht und Mikrostrom, Tourmanium-Keramiken, magnetischen Feldern,
- Test von Geräten zur Strahlenabschirmung von Mobiltelefonen
- Tests zur Entwicklung neuartiger Sterilisationsverpackungen und Kapselungsmaterialien für medizintechnische Elektronik
- Test auf Biokompatibilität
  - Schmierstoffe
  - Polymere
  - Beschichtungen
  - Strukturierte Materialien uvm.
- Test auf Zytokompatibilität und Zytotoxizität
- Test auf antibakterielle Eigenschaften und Sterilität
- Seren- und Medientests
- Mikrobiologische Tests



# Biomedizinische Laboreinheit

## Zellbiologie

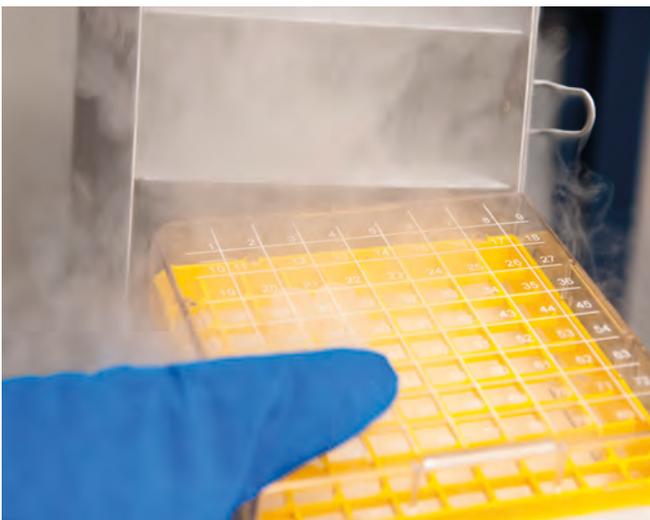
- Untersuchungen der Biokompatibilität von Oberflächen
- Prüfung der (Bio-)Funktionalität von Geräten, Substanzen und Medien
- Entwicklung aufgabenspezifischer Testmodelle
- Systematische Untersuchung des Einflusses von Testprodukten auf zellbiologische Vorgänge an anwendungsspezifischen Zellen, z. B. mittels:
  - Revitalisierungstests
  - Ermittlung von Dosis-Wirkungsverhältnissen
- Analyse des Zellzyklus
- Quantifizierung apoptotischer, nekrotischer und vitaler Zellen
  - Zustandsanalysen, Beratung und Optimierung von Maßnahmen
- Entwicklung von Technologien, Qualitätssicherungssystemen und Komponenten im Rahmen der Auftragsforschung sowie unter Nutzung von Förderprogrammen
- Biologische Beurteilung von Medizinprodukten nach DIN 10993-5

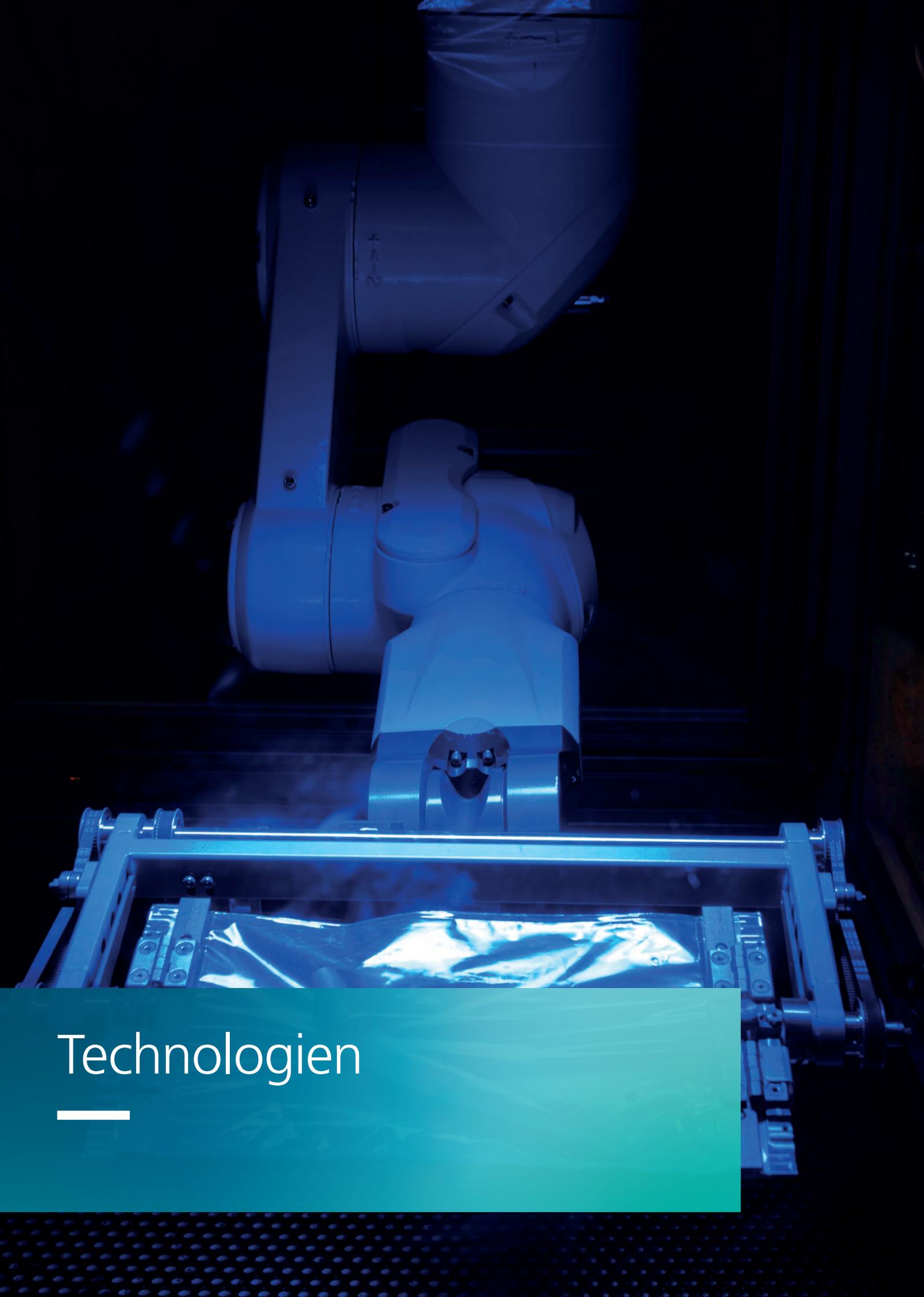
## Mikrobiologie

- Entwicklung und Anpassung individueller mikrobiologischer Testregime für:
  - antibakteriell wirkende Oberflächen
  - Sterilverpackungen, Sterilvorgänge
  - pharmazeutische Rohstoffe
  - Implantate, Geräte und Einwegprodukte
- Kooperation bei der Desinfektion und Biofunktionalisierung von Oberflächen und Produkten sowie bei der Entwicklung von Transport- und Sterilisationszyklen
- Wirksamkeitsnachweis für Methoden zur Keimreduktion und Ermittlung von Dosis-Wirkungsverhältnissen
- Zustandsanalysen, Beratung und Optimierung von Maßnahmen zur Keimreduktion
- Entwicklung von Prüfmethoden zur Qualitätssicherung in Produktionsabläufen
- Prüfung nach verschiedenen Normen (z. B. DIN) und Vorschriften

## Bioanalytik und Oberflächenanalytik

- Untersuchung der Benetzbarkeit
- Bestimmung der Oberflächenenergie
- Tropfenabrolltest (Benetzungsverhältnisse)
- Durchflusszytometrie
- Fluoreszenzmikroskopie
- Impedanzmethoden
- Mikrobiologie und Zellbiologie
- Nutzung von Bioreaktoren



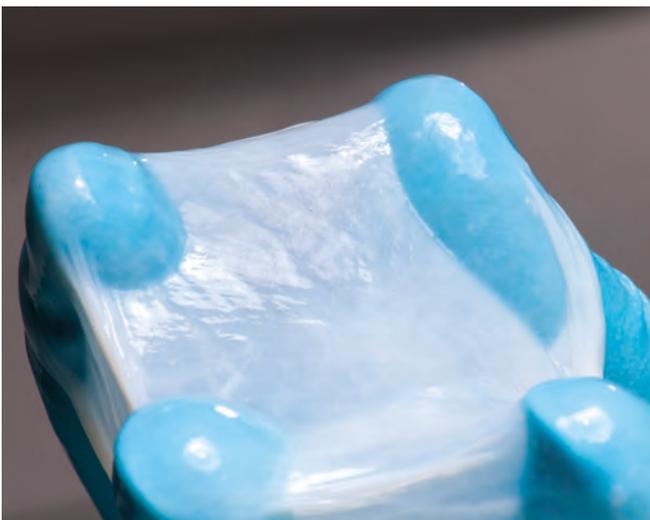


Technologien

---

# Beschichtungen

- Antimikrobielle Beschichtungen
  - Silber und Silber-Kupfer Misch-Schichten z. B. auf Vlies und Velours
  - Silberpartikel in einer  $\text{SiO}_2$  Matrix hergestellt durch magPECVD
- Barrierebeschichtungen
- Benetzungsfördernde und benetzungsmindernde Beschichtungen
- Biokompatible Beschichtungen
  - $\text{TiO}_x$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  für Implantate
  - Entwicklung elektronenstrahlbasierter Strukturierungsverfahren für den Einsatz tetraedrisch gebundener amorpher Kohlenstoffschichten in der Medizintechnik (DLC)
  - Ta- und Zr-Schichten auf Ti-Legierung als Schutzschichten für Prothesen
  - Kohlenstoff- oder kohlenstoffbasierte Schichten mit biokompatibel-vorteilhaften Eigenschaften zur Verschleißminderung
  - Entwicklung von Kohlenstoff-Schichtsystemen für Endoprothesen
- Leitfähige und isolierende Beschichtungen
- Optische Beschichtungen
  - Fluoreszenz-Technologien
- Photokatalytisch aktive Beschichtungen
  - anatases  $\text{TiO}_2$
- Piezoelektrische Beschichtungen
- Sonstige Beschichtungen
  - Kohlenstoffschichten auf Kunststofffolien für Sensoren eines Elektronenmikroskopes
  - gestapelte AlN-Schichten für Ultraschallwandler
  - dekorative Beschichtungen in der Dentaltechnik (z. B. Bohrerhandstücke)
  - Anti-Fingerprint-Beschichtungen
  - leicht zu reinigende „easy-to-clean“-Schichten für medizinische Geräte
  - desinfektionsfeste Schichten
  - Kratz- und Verschleißschutzschichten für Instrumente und Implantate
  - mechanische Filter für die Dentalmedizin (Quecksilber) oder zur Wasseraufbereitung in Kliniken
  - optische Filter (Röntgensensoren, Endoskope)
  - Isolationsbeschichtung für Herzschrittmacher-Elektroden



## Oberflächenmodifizierung

---

### Biomedizintechnik

- Verringerung der Bakterienadhäsion / Biofilmbildung
- Leicht zu reinigende Oberflächen
- Schutz vor Biokorrosion
- Oberflächenmodifizierung von Silikon und PUR für biokompatible Schichten
- Modifizierung von Transplantatgeweben
- Modifizierung von Parylen mit niederenergetischer Elektronenstrahltechnologie
- DLC-Beschichtung und Elektronenstrahl-Modifizierung der Beschichtung

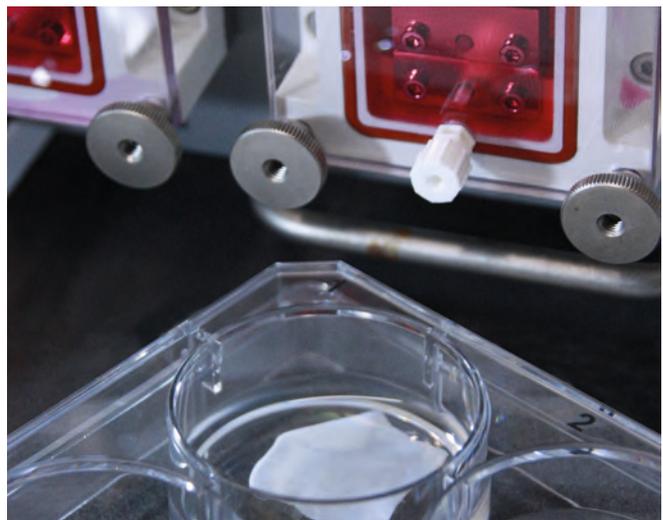
### Tissue Engineering

- Sterilisation
- Verbesserung von Zelladhäsion und -wachstum
- Partielle Modifizierung zur gezielten Steuerung der Zelladhäsion

## Reinigungstechnologien

---

- Mit flüssigen Medien (Lösemittel, wässrig)
- Mittels Plasma
- Mittels Kontaktrolle
- Photokatalytisch



## Sterilisation

---

- Sterilisation mittels niederenergetischer Elektronenstrahlprozesse
  - Hydrogele
  - Biologische und biologisch aktive Beschichtungen
  - Transplantatgewebe, Implantate und -bauteile
  - Smarte Implantate und Prothesen
  - Kardiologische Sensoren
  - RFID-Transponder
  - Integrierte Schaltkreise
  - Mikroelektroden

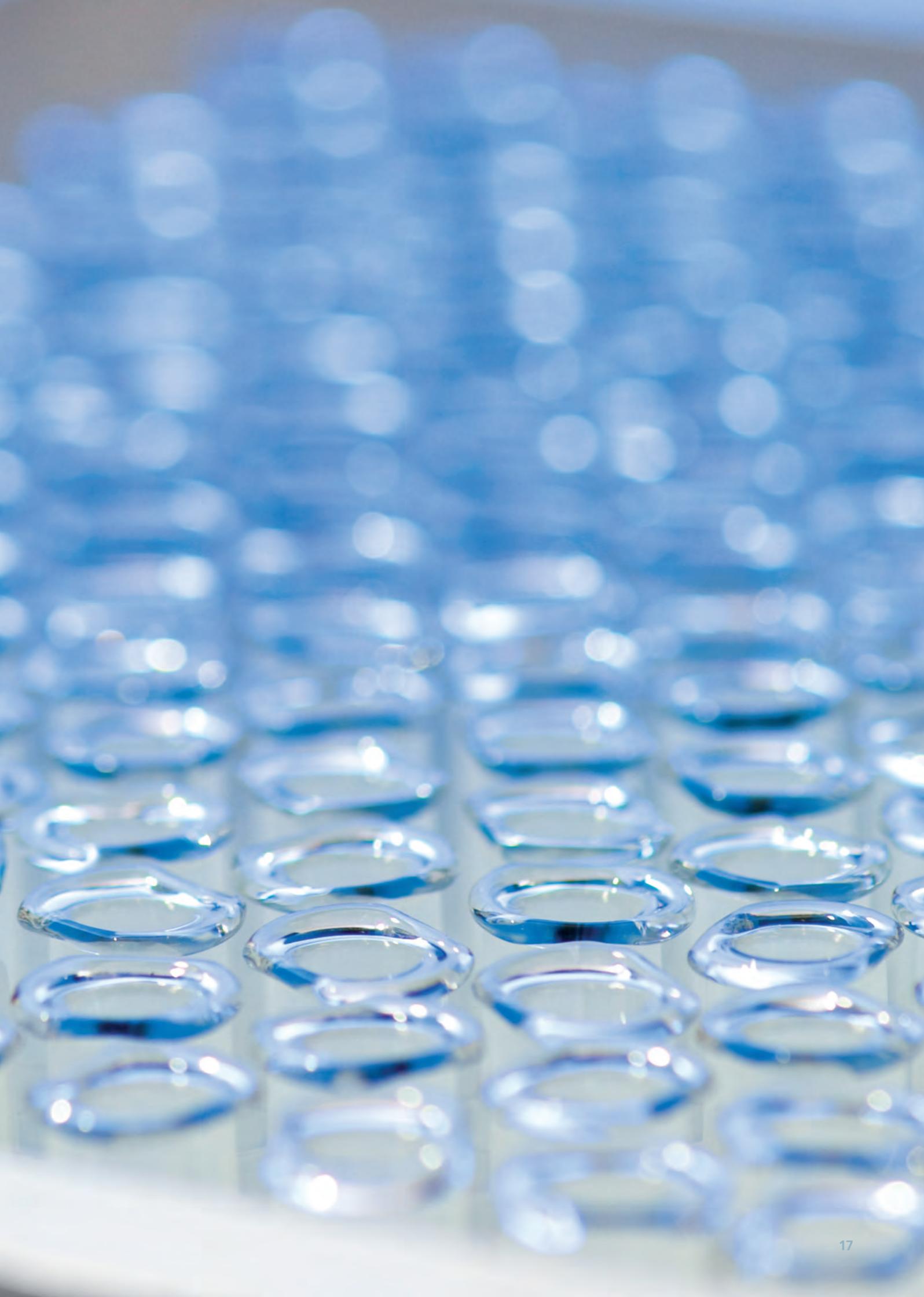
## Inaktivierung

---

- Zellinaktivierung
- Inaktivierung von somatischen Zelltherapeutika mittels niederenergetischer Elektronenstrahlprozesse
- Virusinaktivierung zur Impfstoffherstellung, zur Aufbereitung von Bruteiabfällen, uvm.









# Netzwerke



## Netzwerke



### **biosaxony**

Sachsens Cluster für Biotechnologie, Medizintechnik und Gesundheitswirtschaft

[www.biosaxony.com](http://www.biosaxony.com)



### **Innovationsnetzwerk CleanHand**

Neue Technologien für die Desinfektion von Gegenständen zur Verbesserung der hygienischen Bedingungen

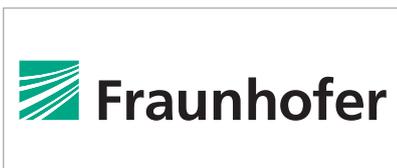
[www.cleanhand.de](http://www.cleanhand.de)



### **Forum MedTech Pharma**

Netzwerk für Innovationen

[www.medtech-pharma.de](http://www.medtech-pharma.de)



### **Fraunhofer-Geschäftsbereich Reinigung**

Gebündelte Fraunhofer-Kompetenz in der industriellen Reinigung, Vorbehandlung und Oberflächentechnik

[www.reinigung.fraunhofer.de](http://www.reinigung.fraunhofer.de)



### **Innovationscluster Sensorik Sachsen SenSa**

Innovationscluster zur Förderung der digitalen Vernetzung der in Sachsen tätigen Akteure der Sensorik

[www.sensorik-sachsen.de](http://www.sensorik-sachsen.de)



### **International Atomic Energy Agency**

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)



### **CEPI - New vaccines for a safer world**

A global alliance financing and coordinating the development of vaccines against infectious diseases

[www.cepi.net](http://www.cepi.net)

# Impressum

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik,  
Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP  
Winterbergstr. 28  
01277 Dresden

## Marketing

Ines Schedwill  
Telefon +49 8823 238  
ines.schedwill@fep.fraunhofer.de

## Wissenschaftliche Ansprechpartnerin

Dr. Ulla König  
Bereichsleiterin Medizinische und biotechnologische Applikationen  
Telefon +49 351 2586 360  
ulla.koenig@fep.fraunhofer.de

[www.fep.fraunhofer.de](http://www.fep.fraunhofer.de)

## Folgen Sie uns!



## Wir setzen auf Qualität und die ISO 9001.



Die Herstellung dieses Druck-  
produkts erfolgte klimaneutral.



## Bildnachweis

Titel: PopTika / shutterstock  
Elnur / shutterstock: 5  
Fraunhofer FEP: 9, 14, 16–17  
gpointstudio / shutterstock & Finn Hoyer: 7  
istockphoto/fhgfep: 18  
Claudia Jacquemin: 6  
Janek Wiczorek: 2, 4, 8, 10, 11, 12, 13, 15