



# **GESCHÄFTSBERICHT 2022**

**INNOVENT e.V. Technologieentwicklung Jena**  
**OBERFLÄCHEN, WERKSTOFFE UND SYSTEME**

## **IMPRESSUM**

Herausgeber: Verein zur Förderung von Innovationen durch Forschung, Entwicklung und Technologietransfer e. V. (INNOVENT e. V.)

Redaktion, Gestaltung, Fotos und Grafiken: INNOVENT e. V.

Die in diesem Geschäftsbericht enthaltenen Angaben entsprechen den bis zum Erscheinen bekannten Sachverhalten.

Redaktionsschluss: Oktober 2023

**GESCHÄFTSBERICHT INNOVENT e. V.**  
Oberflächen, Werkstoffe und Systeme





## INHALT

Bericht der Geschäftsführung .....	2
Höhepunkte 2022 .....	4
Vorstand und Mitglieder 2022 .....	10
Forschungsbereiche.....	11
Leistungsprofil INNOVENT e.V.....	17
Organisationsstruktur.....	20
Mitarbeiterentwicklung und Struktur .....	21
Betriebswirtschaftliche Auswertung .....	22
Ausrüstungen.....	23
Industrieraufträge.....	23
Mitgliedschaften.....	25
Übersicht Projekte.....	27
Ausgewählte Forschungsergebnisse .....	32
Öffentlichkeitsarbeit.....	40
Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Büchern.....	40
Vorträge und Poster .....	41
Bildungsaktivitäten.....	49
Innovent Kolloquium .....	49
Vorlesungen.....	49
Nachwuchsausbildung.....	50
Abschlussarbeiten .....	50
Mitarbeit in Fachgremien .....	51
Veranstaltungen und Kooperationen.....	53
Workshops des Anwenderkreises Atmosphärendruckplasma.....	53
ThGOT – 15. Thementage Grenz- und Oberflächentechnik mit 12. Biomaterial - Kolloquium.....	55
9. INN-O-KULTUR Workshop .....	57
Ausstellungen und Messebeteiligungen .....	58
Patente .....	61
INNOVENT in den Medien .....	62
INNOVENT sportlich .....	79
Anfahrt.....	80
Anschrift und Ansprechpartner .....	82

---

## BERICHT DER GESCHÄFTSFÜHRUNG

---



*Der Geschäftsführende Direktor, Dr. Bernd Grünler (Mitte im Bild) und seine Stellvertreter Dr. Uwe Möhring (links im Bild) und Dr. Arnd Schimanski (rechts im Bild)*

Mit großer Freude präsentieren wir Ihnen den Geschäftsbericht für das Jahr 2022. Das vergangene Jahr schließt trotz großer Einschränkungen durch Corona mit einem positiven finanziellen Ergebnis ab.

Besonders hervorzuheben sind die neuen Investitionen, die im Jahr 2022 getätigt wurden. Eine bedeutende Errungenschaft war die Anschaffung eines hochmodernen Nano-CT, der unsere Forschungsmöglichkeiten auf ein neues Niveau hebt. Dieses innovative Gerät eröffnet uns faszinierende Einblicke in die Welt der Nanotechnologie und wird zweifellos dazu beitragen, INNOVENTs Position als führende Forschungseinrichtung u.a. auf dem Gebiet der Oberflächentechnik und Materialforschung weiter zu stärken.

Ebenfalls möchten wir auf die kontinuierlich erfolgreiche Veranstaltungsreihe der ak-adp-Workshops hinweisen, die auch im Jahr 2022 einen erheblichen Beitrag zur Wissensvermittlung und Vernetzung in der Branche geleistet hat. Die hohe Resonanz und positive Rückmeldungen bestärken uns in unserem Bestreben, qualitativ hochwertige und zukunftsweisende Events für unsere Mitglieder und die Fachgemeinschaft zu gestalten.



Im Laufe des vergangenen Jahres wurde eine vom Land Thüringen mit EU-Mitteln geförderte Forschungsgruppe erfolgreich etabliert. Diese Forschungsgruppe widmet sich der intensiven Entwicklung plasmabasierter Prozesse zur Erzeugung flächiger Yttrium-Eisengranat (YIG)-Dünnschichten.

Die Auswahl dieses Forschungsfeldes entspringt unserem Streben nach innovativen Lösungen in der Materialwissenschaft, insbesondere im Bereich der magnonischen Datenverarbeitung. Die Erforschung von YIG-Dünnschichten als Basismaterial für magnonische Bauelemente hat das Potenzial, bahnbrechende Fortschritte in der Datenverarbeitung und -speicherung zu ermöglichen.

Nicht zu vergessen ist das erfolgreiche Wirken des WIR!-Bündnisses der Vogtlandpioniere, das nicht nur seine Verlängerung erfolgreich verteidigte, sondern auch erstmals auf einer internationalen Denkmalschutz-Tagung einen bedeutenden Beitrag leisten konnte. Diese Erfolge sind nicht nur Anerkennung für unsere Arbeit, sondern auch ein Beitrag zum internationalen Austausch im Denkmalschutz.

Die Öffnung unserer Türen zur Langen Nacht der Wissenschaften markierte einen weiteren schönen Höhepunkt in unserer Öffentlichkeitsarbeit. Hier konnten wir einer breiten Öffentlichkeit Einblicke in unsere Forschung und Innovationen gewähren. Ganz besondere Dank gilt dabei dem Engagement aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von INNOVENT e.V., DANKE!

Der Geschäftsbericht 2022 bietet Ihnen einen umfassenden Überblick über unsere finanzielle Situation, Forschungsaktivitäten und erfolgreichen Projekte. Wir danken allen Kunden und Partnern, die zu diesem positiven Ergebnis beigetragen haben, und freuen uns auf die Fortsetzung unseres gemeinsamen Weges, der von Innovation, Zusammenarbeit und Erfolg geprägt ist. Der Dank gilt aber auch allen unseren Mitarbeitern, ohne die eine erfolgreiche Arbeit des Institutes nicht möglich wäre.

Abschließen möchten wir mit dem Leitbild unseres Institutes:

***Wir sind 2030 das privatwirtschaftliche Institut für funktionelle Oberflächen und systemintegrierte Materialien in Europa.***

*Wir schaffen ein Institut mit dem Ziel der langfristigen Zukunftssicherung durch Kombination der Arbeitsfelder 'Materialien', 'Oberflächentechnologien' und 'Systeme'.*

*Damit erreichen wir eine hervorragende Wirtschaftlichkeit, attraktive Arbeitsplätze und eine ausgezeichnete Wettbewerbsposition. Durch Kombination der wissenschaftlichen Kompetenz sind wir gefragter Partner für unsere Kunden.*

**Dr. Bernd Grünler**  
Geschäftsführender Direktor

**Dr. Uwe Möhring**  
Stellv. Geschäftsführender Direktor

**Dr. Arnd Schimanski**  
Stellv. Geschäftsführender Direktor

*\*Das vorliegende Grußwort wurde unter Zuhilfenahme generativer KI-Tools erstellt.*

*Künstliche Intelligenz begegnet uns längst nicht mehr nur in Science-Fiction-Erzählungen, sondern nahezu täglich beim Blick aufs Smartphone oder bei der Auswahl der nächsten Serie. So ist Artificial Intelligence, wie sie im Englischen heißt, auch bei INNOVENT e.V. angekommen und wir werden die Möglichkeiten und Potenziale nutzen, um beste Ergebnisse zu erzielen.*

## HÖHEPUNKTE 2022

### INNOVENT ÖFFNET INSTITUTSTÜREN ZUR LANGEN NACHT DER WISSENSCHAFTEN

Die 8. Lange Nacht der Wissenschaften in Jena am 25. November 2022 war zum Jahresende ein schöner Höhepunkt für unser Haus. Über den Abend verteilt, fanden ca. 450 Besucher den Weg zu INNOVENT und brachten nicht nur Neugier und Wissensdurst mit, sondern auch viel Ausdauer beim Herstellen von schönen persönlichen Schmuckstücken, staunende Gesichter beim Lasern ihrer Namen auf Schlüsselanhänger, Geschick beim Zusammensetzen des schwebenden Bleistiftes und großes Interesse bei den zahlreichen Führungen durch unser Plasmalabor. Der Aufwand, der hinter dieser bunten Palette an Experimenten, Mitmachangeboten, Vorträgen und Führungen steckte, war für alle immens, aber: Er hat sich definitiv gelohnt – und das durfte man auch in den strahlenden Gesichtern der kleinen und großen Gäste beobachten.



*Große und kleine Gäste während der Langen Nacht der Wissenschaften*



## DELEGATIONSREISEN NACH VIETNAM UND IN DIE USA

Gemeinsam mit 20 weiteren Vertreter:innen aus Wirtschaft und Wissenschaft reisten INNOVENT Geschäftsführer Dr. Bernd Grünler und Torsten Kunz, der im Institut im Bereich Kooperation, Innovation & Transfer tätig ist, nach Vietnam. In Hanoi wurden Gespräche mit potenziellen Projektpartnern im Hinblick auf die Herstellung von Basaltfasern geführt.



*Unternehmer:innen-Delegation Vietnam*

Ein weiterer Schwerpunkt des Vietnam-Besuches lag auf den Möglichkeiten der Berufsausbildung vietnamesischer Jugendlicher in deutschen Unternehmen. In den zahlreichen weiteren Gesprächen der 5-tägigen Delegationsreise zeigte sich deutlich das Interesse an Thüringer Knowhow und Produkten aus dem Life Sciences Bereich und ein großes Vertrauen in Produkte und Forschung made in Germany.

Wertvolle Impulse in Bezug auf Forschungsvorhaben, Fachkräftegewinnung und Kooperationsmöglichkeiten brachte auch unser stellvertretender Geschäftsführer Uwe Dr. Möhring mit zurück nach Jena. Als Teilnehmer der, von der LEG Thüringen organisierten, USA Delegationsreise machte er u.a. Station in San Francisco, Palo Alto, Stanford, Dublin sowie Santa Clara und besuchte u.a. namhafte Tech-Firmen wie Intel und Nvidia.



*USA-Impressionen der Delegationsreise*

## SABRINA HAUSPURG WIRD NEUE BEREICHSLEITERIN BIOMATERIALIEN



Seit 1. Februar 2022 ist Sabrina Hauspurg die neue Leiterin des Fachbereichs Biomaterialien bei INNOVENT e.V. Die studierte Werkstofftechnikerin bringt umfassende Führungserfahrung als Leiterin Forschung & Entwicklung am Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V. (TITV Greiz) mit und verfügt über langjährige Expertise als Entwicklungsingenieurin bei der ITP GmbH und als technische Mitarbeiterin im TITK e.V.

## GRÜNDERWETTBEWERB „GET STARTED 2GETHER“ – INNOVENT UNTERSTÜTZT MOBILITÄTS-STARTUP DASHFACTORY GMBH



Wie bereits in den Vorjahren steht INNOVENT e. V. beim Thüringer Gründerwettbewerb „Get started 2gether“ mit Infrastruktur, Forschungs kompetenz und wissenschaftlichem Know-How als Kooperationspartner zur Verfügung. Von der Jury wurde das Gründer-Team der Dashfactory GmbH prämiert, das sich für eine 6-monatige Kooperation mit unserem Institut entschied. Die Dashfactory GmbH ist eines der vielversprechendsten europäischen Mobilitäts-Startups, das die Sicherheit von Radfahrenden verbessert sowie die (Rad) Verkehrsdatenerhebung automatisiert. Dank Förderung des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft konnte unser Bereichsleiter für Magnetische und Optische Systeme, Rocco Holzhey, den Lol für die künftige Zusammenarbeit an Dashfactory-Gründerin Lelia König überreichen.

## ZWISCHENBEGUTACHTUNG UND FÖRDERZUSAGE FÜR VOGTLANDPIONIERE

Das WIR!-Bündnis Vogtlandpioniere, welches von INNOVENT e.V. koordiniert wird, wird weiterhin vom BMBF gefördert!

Im März 2022 erreichte das Institut die gute Nachricht des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zur Zwischenbegutachtung der Vogtlandpioniere: Die Evaluierung der bisherigen Bündnisarbeit ist positiv! Das im Oktober 2021 eingereichte erweiterte Strategiekonzept und die virtuelle Verteidigung Ende Januar 2022 haben die externe Jury überzeugen können.

So erhalten die Vogtlandpioniere für die 2. Umsetzungsphase bis 2025 weitere Fördermittel vom Bund! Damit stehen dem Bündnis insgesamt 12 Mio. € für innovative Vorhaben zur Gestaltung des Strukturwandels im Vogtland zur Verfügung, sowie 3 Mio. € für Investitionen in Forschungsinfrastruktur.

Die Vogtlandpioniere sind das Bündnis für innovative Technologien zur Erhaltung & Belebung alter Bauwerke im Vogtland. Das Vogtland soll zu einem national und international führenden Innovationscluster durch die Modellregion für innovative Technologien zur Erhaltung & Nutzung schützenswerter Bausubstanz werden. Die Innovationen werden an konkreten Objekten im Vogtland umgesetzt.



*Impressionen der virtuellen Zwischenbegutachtung*



## POP-UP OFFICE DER VOGTLANDPIONIERE IN GREIZ



Am 8. Juni haben die Vogtlandpioniere ein temporäres Büro in Greiz eröffnet. Bürgermeister Alexander Schulze hat das Pop-Up Office am Eröffnungstag besucht und sich über den laufenden Aufruf zur Einreichung neuer Projektideen informiert. Bis zu den Sommerferien 2022 besetzten die Vogtlandpioniere immer am Mittwoch ab 10:30 Uhr ihr Büro in der Marktstrasse 8 in Greiz und nutzten die Zeit vor Ort für die Beratungsgespräche zu Projekten zur innovativen Bauwerkserhaltung und zur Vorbereitung des zukünftigen Innovationsstandortes in der Greika VI.1.

*Foto: Die Vogtlandpioniere bei der Schlüsselübergabe*

## UNTERZEICHNUNG DER ABSICHTSERKLÄRUNG ZUR GESTALTUNG DER BIOÖKONOMIEREGION MITTELDEUTSCHLAND

Im Rahmen des 1. Mitteldeutschen Bioökonomiekongresses, welcher am 2. Mai in Altenburg stattfand, unterzeichnete INNOVENT e.V. neben zahlreichen weiteren Vertretern und Vertreterinnen von regionalen Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Bioökonomie-Netzwerken und Wirtschaftsförderern eine Absichtserklärung für eine gemeinsame Bioökonomieregion Mitteldeutschland.

In dem Textlaut der Erklärung wird das Potenzial und der erklärte Willen der Bioökonomieregion Mitteldeutschland, ein europäisches Beispiel für die erfolgreiche Transformation zu einem zukunftsfähigen innovativen und klimaneutralen Wirtschaftsstandort zu werden, hervorgehoben.

Die Absichtserklärung wird die Basis für ein abgestimmtes strategisches Handeln und eine länderübergreifende Plattform sein, um die regionalen Akteure miteinander zu vernetzen, neue Impulse für Innovationen, Wertschöpfung und Kooperationsmodelle zu generieren und die Alleinstellungsmerkmale der Bioökonomieregion Mitteldeutschland europaweit sichtbar macht.



1. Mitteldeutscher Bioökonomiekongress in Altenburg

### ABSICHTSERKLÄRUNG

**Die Absichtserklärung zur Bioökonomieregion Mitteldeutschland**

Die Absichtserklärung in Göttingen, Sachsen-Anhalt und Thüringen bildet die Grundlage für unsere Visionen der Bioökonomieregion Mitteldeutschland. Sie dient insbesondere zur gemeinsamen Identifizierung von Chancen und Herausforderungen sowie zur strategischen Ausrichtung und der anschließenden Umsetzung. Für dieses Dokument wurde eine erste Bioökonomieregion Mitteldeutschland definiert, die die folgenden Bereiche umfasst: Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen und Brandenburg. Die Absichtserklärung ist eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die die Absichtserklärung zur Bioökonomieregion Mitteldeutschland unterzeichnet haben. Sie ist ein Dokument, das die Absichtserklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die die Absichtserklärung zur Bioökonomieregion Mitteldeutschland unterzeichnet haben, darstellt. Sie ist ein Dokument, das die Absichtserklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die die Absichtserklärung zur Bioökonomieregion Mitteldeutschland unterzeichnet haben, darstellt. Sie ist ein Dokument, das die Absichtserklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die die Absichtserklärung zur Bioökonomieregion Mitteldeutschland unterzeichnet haben, darstellt.

- Förderung und Unterstützung einer nachhaltigen Bioökonomie vor Ort durch die Bundesländer
- Aufbau von Netzwerken und Kooperationspartnern zur Unterstützung der Bioökonomie
- Förderung von Innovationen, Wertschöpfung und Kooperationspartnern in der Bioökonomie
- Aufbau von Netzwerken und Kooperationspartnern zur Unterstützung der Bioökonomie
- Förderung von Innovationen, Wertschöpfung und Kooperationspartnern in der Bioökonomie
- Aufbau von Netzwerken und Kooperationspartnern zur Unterstützung der Bioökonomie
- Förderung von Innovationen, Wertschöpfung und Kooperationspartnern in der Bioökonomie



Absichtserklärung

## LAND UNTERSTÜTZT INDUSTRIEFORSCHUNG – INNOVENT ERHÄLT FÖRDERMITTEL- BESCHIED VOM WIRTSCHAFTSMINISTER

Thüringens Wirtschaftsminister Wolfgang Tiefensee überbrachte am 24. November 2022 drei wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen Förderbescheide über zusammen gut 2,1 Millionen Euro. Entgegengenommen wurden die Förderzusagen am ifw in Jena vom Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung GmbH (ifw), dem Robert-Boyle-Institut für Biowasserstoff- und Umweltforschung (RBI) und INNOVENT e.V.



Die Gelder stammen aus EU-REACT-Mitteln und wurden von den Forschungseinrichtungen im Rahmen des Wettbewerbsaufrufs „WINAFO Invest“ beantragt, wobei der Fokus auf Technologien und Verfahren für eine nachhaltigere Verwendung von Energie und Ressourcen lag.

Mit der Fördersumme von 960.000 Euro plant INNOVENT den Aufbau einer Beschichtungsanlage für die Waferherstellung, die Wärmeverluste minimiert. Im gemeinsamen Austausch zwischen dem Minister und den Vertretern und Vertreterinnen der Institute wurde neben den einzelnen Förderprojekten auch über aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und neue Ideen zu künftigen Forschungsaktivitäten im Freistaat gesprochen.

*Foto: Überreichung der Zuwendung durch Wirtschaftsminister Tiefensee*

*(REACT = „Recovery Assistance for Cohesion and the Territories of Europe“ ist eine Initiative der Europäischen Kommission, mit der Maßnahmen zur Bewältigung der wirtschaftlichen Folgen der Covid-19-Krise weitergeführt und ausgebaut werden.)*

## MDL OLAF MÜLLER ZU BESUCH BEI INNOVENT

MdL Olaf Müller, wissenschafts- und wirtschaftspolitischer Sprecher der Fraktion B90/Grüne, besuchte im Rahmen seiner Sommertour wirtschaftsnahen Forschungsinstitute in Thüringen. Unter dem Motto "Forschung made in Thüringen" legte er auch einen Zwischenstopp bei INNOVENT e.V. in Jena ein und ließ sich von Dr. Sven Gerullis, der den Fachbereich Oberflächentechnik verantwortet, das Plasma- und das Syntheselabor zeigen. Im Technikum gab es einen kurzen Exkurs in die Beflammung und eine Kurzvorstellung des geplanten Projektes zur Nutzung von alternativen Brennstoffen als Brennergas. In der anschließenden Diskussion zu den aktuellen Herausforderungen und dem Wunsch der Institute nach einer verlässlichen Förderaussicht, zeigte sich der Politiker insbesondere von den 140 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen an unserem Institut und der guten Verzahnung mit regionalen KMU beeindruckt.



*Laborbesichtigung mit MdL Olaf Müller*



## GRUNDSCHULKLASSEN BESUCH ZUM THEMA MAGNETISMUS

Unter dem Motto: „Lernen durch Entdecken, Forschen, Versuchen und Ausprobieren“ besuchten kurz vor den Sommerferien Kinder der „Seepferdchengruppe“ der Heinrich Heine Schule Jena unser Institut während ihrer Projektwoche zum Thema Magnetismus. Für MOS-Fachbereichsleiter Rocco Holzhey und sein Team war es eine Herzensangelegenheit der Klasse das Institut zu zeigen und mit den Kindern an verschiedenen Mitmach-Stationen einfache Elektromotoren zu bauen, Bleistifte zum Schweben zu bringen und Magnetstreifen genauer zu untersuchen.



*Magnetismus spielerisch erlernen*

Für mehr Impressionen, einfach den QR-Code mit dem Smartphone scannen!



## BERUFUNG DR. BERND GRÜNLER IN STRATEGIEBEIRAT „INDUSTRIELLE PRODUKTION UND SYSTEME“ – RIS THÜRINGEN

Zunächst bis zum 31.12.2025 wurde INNOVENT Direktor Dr. Bernd Grünler in den Beirat des RIS3-Arbeitskreises „Produktion und Systeme“ berufen. Somit berät auch er das Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und digitale Gesellschaft, den von diesem eingesetzten Lenkungsreis RIS Thüringen und das Thüringer ClusterManagement (ThCM) und bringt wertvolle Perspektiven und Impulse aus anwender- und Entwicklersicht ein, damit wichtige Prozesse sowie Entwicklungen für Thüringen unterstützt werden.

---

## VORSTAND UND MITGLIEDER 2022

---

### INNOVENT E. V.

**(VEREIN ZUR FÖRDERUNG VON INNOVATIONEN DURCH FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND TECHNOLOGIETRANSFER E. V.)**

#### Vorstand

Dr. Bernd Grünler	Vorsitzender
Dr. Arnd Schimanski	Vorsitzender
Prof. Dr. Hans-Jürgen Tiller	Schatzmeister
Prof. Dr. Christian Rüssel	Beisitzer
Prof. Dr. Norbert Kaiser	Beisitzer

#### Mitglieder 2022

Dr. Arnulf Christner, Jena	Edgar Lindner, Lenggries
Birgit Eck, Bucha	Dr. Uwe Möhring, Mohlsdorf
Thomas Engel, Pohlheim	Dr. Katrin Pawlik, Jena
Bernd Grille, Lichtenau	Holger Raithel, Jena
Dr. Bernd Grünler, Zeulenroda	Prof. Dr. Christian Rüssel, Jena
Prof. Dr. Peter Görnert, Jena	Prof. Dr. Falk Schirrmeister, Jena
Dr. Lothar Herlitze, Derental	Dr. Arnd Schimanski, Erfurt
Dr. Thomas Herrmann, Dresden	Armin Schmidt, Zeulenroda
Msc. Rocco Holzhey, Jena	Dr. Matthias Schnabelrauch, Jena
Prof. Dr. Norbert Kaiser, Jena	Prof. Dr. Ulrich S. Schubert, Jena
Dr. Michael Kneisel, Gera	Prof. Dr. Stefan Spange, Orlamünde
Dr. Uwe Kriltz, Jena	Prof. Dr. Hans-Jürgen Tiller, Jena
Dr. Jörg Leuthäuser, Jena	Dipl.-Kfm. Christian Tiller, Jena
Markus Liedtke, Erfurt	Sabrina Hauspurg, Uhlstädt-Kirchhasel



## FORSCHUNGSBEREICHE

### OBERFLÄCHENTECHNIK

BEREICHSLIMITER: Dr. Sven Gerullis  
Dr. Sebastian Spange

*Verfahrens- und Geräteentwicklung auf den Gebieten der Flammenbeschichtung, insbesondere Flammensilikatisierung (Pyrosil®), der Plasmaverfahren und der Elektrochemischen Beschichtung zur Funktionalisierung von Oberflächen.*



#### Flammenbeschichtungsverfahren (CCVD)

- Flammensilikatisierung bis 1,2 m Substratbreite
- Flammenhydrolytische Abscheidung weiterer Oxide
- (Titan, Wolfram etc.) und Elemente (Silber) sowie die Implementierung von Nanopartikeln

#### Anwendungen

- Funktionalisierung von Oberflächen
- (z.B. antimikrobiell, Haftungsverbesserung, Easy-to-clean, Photokatalyse, Selbstreinigung, Korrosionsschutz, Barrierschichten)



#### Plasmaverfahren (Normaldruck und Vakuum)

- Oberflächenaktivierung von unpolaren Oberflächen
- Plasmapolymersation im Vakuum und bei Normaldruck
- Oberflächenfunktionalisierung (antimikrobiell, Haftungsverbesserung, Easy-to-clean, photokatalytisch, Barrierschichten und vieles mehr)



#### Elektrochemische Verfahren

- Plasmachemische Modifizierung von Leichtmetalloberflächen
- Galvanische Abscheidung von funktionellen Metall- und Dispersionsschichten

### **Modifizierung von Oberflächen**

- Hydrophil/hydrophob bzw. Easy-to-clean
- Haftungsverbesserung von schwer beschichtbaren Materialien z.B. Silikonen

### **Entwicklung von Speziallösungen für den Dentalbereich**

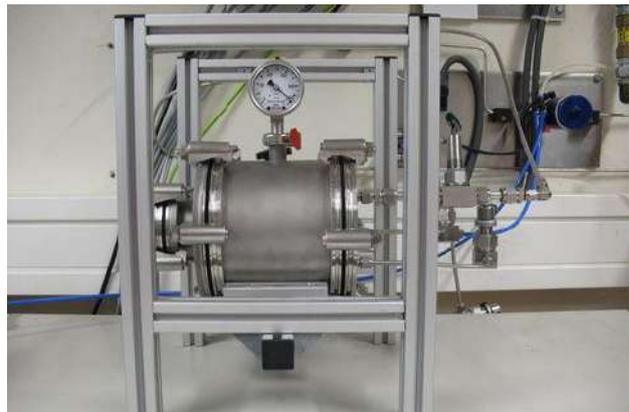
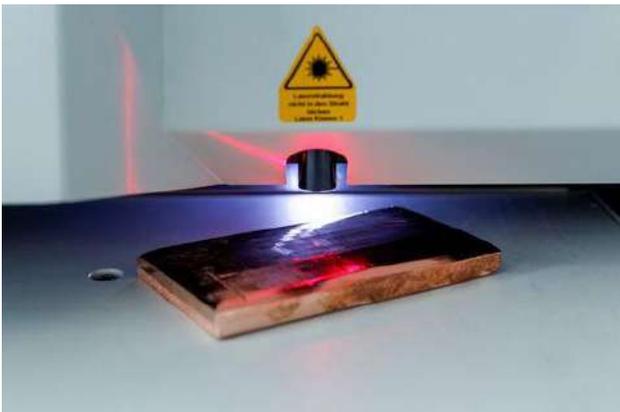
- Haftvermittler, Komposite, lösbare
- Bracketverklebungen und weiteres

### **Oberflächenanalytik**

- z.B. Desorptometrie, XPS (ESCA), FEM mit EDX, AFM, Profilometrie, Ellipsometrie

### **Gasphasenfluorierung**

- Haftungsverbesserung
- Barrierschichten





## PRIMER UND CHEMISCHE OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

BEREICHSLIMITER: DR. JÖRG LEUTHÄUSSER

*Entwicklung und Adaption von Methoden der Oberflächenbehandlung und Haftvermittlung auf chemischer Basis für die Herstellung von Verbunden.*

### Einstellen spezieller Oberflächeneigenschaften

- Beschichtungen / Korrosionsschutz
- Korrosionsschutz von Metallen durch Beschichtungen
- Korrosionsschutz in Kühlkreisläufen
- Untersuchung/Verhinderung von biologisch beeinflusster Korrosion
- Formulierung hochgefüllter Speziallacke
- Komplettformulierung von Lacken und Grundierungen für unterschiedliche Einsatzgebiete



### Verbundlösungen

- Kleben schwer verklebbarer Materialien
- PTFE, Silikon, Polyolefine, TOPAS, Edelstähle, Titan, usw.
- Formulierung von Klebstoffen
- Haftvermittelnde Schichten für Klebeanwendungen
- Primer/Haftvermittler für den Hybrid-spritzguss
- hochgefüllte Gießmassen / expandierende Gießmassen
- spezielle Elastomer-Kunststoffverbunde



## BIOMATERIALIEN

BEREICHSLEITER: Sabrina Hauspurg

*Entwicklung innovativer Materiallösungen für medizinische, pharmazeutische und biotechnologische Applikationen.*

### F & E - Schwerpunkte

- Entwicklung maßgeschneiderter Polymer- und Kompositmaterialien für Medizin, Pharmazie und Biotechnologie
- Einstellung und Optimierung der Grenzflächeneigenschaften abbaubarer und nichtabbaubarer Biomaterialien
- umfassende Biomaterialcharakterisierung einschließlich In- vitro-Testungen

### Resorbierbare Materialien

- Biodegradierbare Polymere und Composite
- In situ-aushärtbare Materialien (Klebstoffe, Knochenersatz)
- Selektiv funktionalisierte Glycosaminoglycan-Derivate
- Materialien für Rapid Engineering-Techniken (3D-Printing, 2-PP)

### Nanostrukturierte Materialien

- Magnetische Nanopartikel mit funktionellen Hüllschichten
- Calciumphosphat-basierende Nanopartikel
- Polysaccharid-Nanopartikel als Drug release-Systeme

### Funktionelle Beschichtungen

- Wirkstoff-freisetzende Beschichtungen (Antibiotika, Wachstumsfaktoren, antiinflammatorische Wirkstoffe)
- Zelladhäsionsstimulierende Schichten
- Funktionelle Oberflächen für Biosensoren

### Scaffolds für die Zellkultivierung

- Mikro- und nanostrukturierte Scaffolds für das Tissue Engineering
- Resorbierbare Hydrogele und Vliese (Electrospinning)
- Carrier für Zellkultivierungen in Bioreaktoren





## MAGNETISCHE UND OPTISCHE SYSTEME

BEREICHSLEITER: ROCCO HOLZHEY

*Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung auf ausgewählten Gebieten des Magnetismus, der Optik und der Kristallzucht.*

- Entwicklung von Systemlösungen im Kundenauftrag
- Computersimulationen unterschiedlicher physikalischer Systeme
- Aufbau/Optimierung von magnetischen und optischen Systemen
- Qualifizierung von einkristallinen Materialien

### Computersimulationen

- Molekulardynamische und mesoskopische Simulationen von halbleitenden und optischen Werkstoffen
- Mikromagnetische Simulationen von magnetischen Werkstoffen und Dünnschicht-Strukturen

### Magnetische Materialien & Systeme

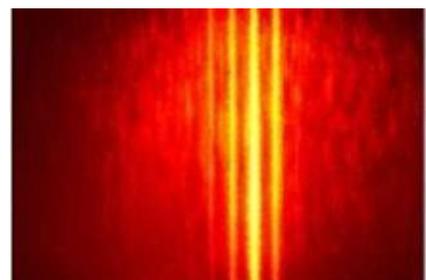
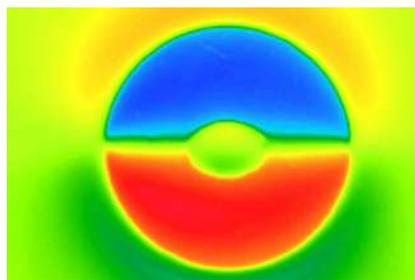
- Magnetische Ortung unter Einsatz hochempfindlicher Sensorik
- Charakterisierung von Permanentmagneten (Remanenz, Winkel)
- Magnetische Charakterisierung von Werkstoffen
- Herstellung magnetischer Nanopartikel und magnetischer Suspensionen
- Absorptionsmaterialien für elektromagnetische HF-Strahlung

### Optische Systeme

- Rauheitsmessung, Welligkeits- und Formabweichungsmessung, Schichtcharakterisierung und Defektanalyse
- Simulation des Streulichtverhaltens mikrostrukturierter und rauer Oberflächen
- Entwurf und Optimierung diffraktiver optischer Bauelemente
- Sensorentwicklung fertigungsnaher optischer Prüfmittel

### Flüssigphasenepitaxie und Kristallzucht

- Herstellung epitaktischer Schichten oxidischer Materialien
- Lösungsmittelzüchtung oxidischer Einkristalle mittels Bodenkristallisation bzw. Keim-basierten Verfahren (TSSG)
- Optimierung der magnetischen, optischen bzw. magneto-optischen Eigenschaften daraus gefertigter Bauelemente



## ANALYTIK UND WERKSTOFFPRÜFUNG

BEREICHSLEITER: DR. KATRIN PAWLIK

*Analysenmanagement für Materialkombinationen*

### Schadensanalyse, Prozesskontrolle, Qualitätskontrolle

- Langzeit-, Korrosionsprüfung, Alterungsbeständigkeit, Schnelltest

### Wirkstoff-, Arzneimittel-, Medizinprodukteprüfungen

- Methodenentwicklung und Methodvalidierung
- Gehalts- und Reinheitsbestimmungen, Freisetzungsprofile
- Kunststoffe, Polymere, Verbundwerkstoffe, Additive
- Bulk-, Oberflächenanalysen, Materialkenngrößen, Beständigkeit
- mechanisches, thermisches, elektrisches, optisches Verhalten
- Klebstoff- und Lackcharakterisierung
- Prüfung von Zug-, Zugscher-, Druck-, Schälfestigkeiten usw.
- Wechseltests, Klimatests, Belichtungstests, Vergilbung, Glanzgrad usw.

### Sonderprüfungen / individuelle Materialprüfungen

#### Spezialsynthesen

- Standard-/Referenzmaterial, Monomere, Prepolymere
- Immobilisierungssysteme, Initiatoren
- Klebstoff-, Lack-, Beschichtungsentwicklungen
- branchenoffen, nach kundenspezifischen Anforderungsprofil
- UV-, thermisch härtend, lösungsmittel-, wasserbasierend
- Separationstechnologien
- Trennmaterialien für Chromatographie, Membrantechnologie, Filtration
- Probennahmesysteme für Oberflächencharakterisierung

#### Oberflächenmodifizierung für Hightech-Materialien

- chemische, physikalische, physikalisch-chemische Verfahren
- dauerhafte / langzeitstabile Modifizierung für Kunststoffe, Holz

#### Sonderprüfstände / Analysenmesstechniken

- kundenspezifische Prüfstände (z.B. Schnelltest, Lebensdauertest)
- Probenpräparation und Spezialmesszellen (z.B. Permeationsmesszelle)





---

## LEISTUNGSPROFIL INNOVENT e.V.

---

### OBERFLÄCHENBEHANDLUNG

Entwicklung bzw. Adaption chemischer Verfahren der Oberflächenvorbehandlung zur Herstellung von Verbundsystemen im weitesten Sinne. Ziel ist das Auffinden geeigneter chemischer Vorbehandlungen bzw. von Primerformulierungen zur Herstellung stabiler und belastungsfester Verbunde von Substraten aus Metall, Glas, Keramik oder Kunststoff mit Lacken, Klebstoffen, Dichtstoffen

- Fügen schwer verklebbarer Kunststoffe
- Chemische Vorbehandlung/Primer für den Korrosionsschutz von Metallen
- Primer für Pulverlackierungen, für Polyurethanlacke u.a.
- Chemische Oberflächenvorbehandlung für spezielle Verbunde
- Hydrophobiermittel, Olephobiermittel, Hydrophiliermittel
- Schichten mit besonderen Eigenschaften
- Haftungsverbesserung für Spritzkunststoffe

### OBERFLÄCHENTECHNIK

Von der Gerätekonzeption bis zur Überführung in die Praxis – einschließlich der Methodik – werden Beschichtungstechnologien bei Normaldruck zur Erhöhung der Haftfestigkeit, Korrosions- und Alterungsbeständigkeit von Verklebungen, Lackierungen sowie Beschichtungen entwickelt und untersucht.

Modifikation physikalischer, chemischer und biologischer Oberflächeneigenschaften, substrat-schonende Oberflächenreinigung bis zur Sterilisation, Erzeugung funktioneller Schichten, mit z.B. korrosionshemmenden oder optischen Eigenschaften (PARYLENE) mit Hilfe von:

- Flammenbeschichtungsverfahren
- Plasmaverfahren
- Koronaverfahren
- Gasphasen- und Plasmapolymerisation
- Techniken der elektrochemischen Oberflächenbehandlung.

Darüber hinaus ist die Bearbeitung von Spezialklebstoffen, Lacken und Passivierungsschichten mit speziellen Eigenschaften bzw. Eigenschaftskombinationen Gegenstand der Entwicklungen wie:

- Klima- und Feuchtstabilität, Autoklavierbarkeit
- Gas- und Vakuumdichtheit
- mechanische und optische Eigenschaften wie hohe Haft- und Kratzfestigkeit, Härte, Glanz, Transparenz, UV-Stabilität.

Eingeschlossen sind die Entwicklung und Optimierung von Komponenten sowie die Anpassung an geeignete Oberflächenvorbehandlungs- und Haftvermittlungstechniken sowie die Beschichtung von Flach- und Hohlglas.

## MAGNETISCHE UND OPTISCHE SYSTEME

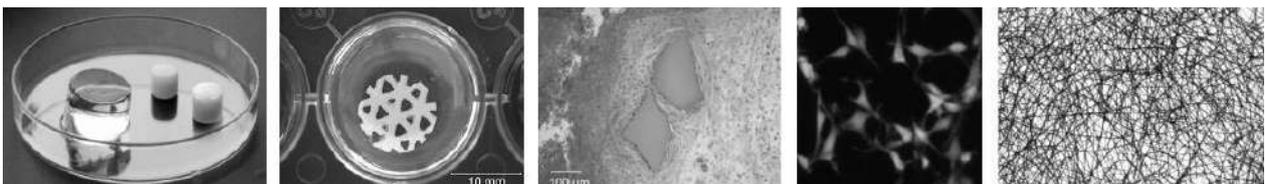
Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf ausgewählten Gebieten des Magnetismus, der Optik und der Kristallzucht. Dabei werden spezifische Lösungen auf der Basis magnetischer und/oder optischer Werkstoffe, Systeme und Verfahren den Unternehmen bis zur Produktionsreife zur Verfügung gestellt.

- Entwicklung bedarfsangepasster magnetischer Materialien
- Entwicklung und Aufbau magnetischer Messtechnik
- Modellierung komplexer Systeme einschließlich ihrer materialspezifischen Eigenschaften in Computersimulationen
- Kristallzucht von Volumenkristallen und epitaktischen Schichten
- Magnetooptik (Sensoren und Systeme)
- Technische Optik

## BIOMATERIALIEN

Der Arbeitsschwerpunkt liegt in der Entwicklung, Charakterisierung und Applikationstestung von funktionellen, biokompatiblen Materialien für die Medizin, Medizintechnik, Pharmazie und Biotechnologie. Besonderes Gewicht kommt der Herstellung von Biomaterialien mit definierter Oberflächenstruktur und -funktionalität zu.

- Chirurgische Klebstoffe und Zemente
- thermosensitive Polymere, Haftklebstoffe, Implantate oder Komposite.
- Trägermaterialien für biologisch aktive Wirkstoffe sowie im Bereich des Tissue engineering.
- Biodegradierbare Klebstoffe und Zemente
- Polymere Matrixmaterialien für die Zellkultivierung und Zelltransplantation





## ANALYTIK UND WERKSTOFFPRÜFUNG

- Kunststoff- und Polymeranalytik  
Identifizierung technischer Kunststoffe/Additive Analyse von Molmassen Ausgasuntersuchungen, Fogging-Test-Bestimmung von Füllstoffen/Härtungszuständen Freisetzungsuntersuchungen aus Kunststoffen
- Werkstoffprüfung  
Bestimmung von Materialkenngrößen Korrosionsprüfungen, Klima- und Lichtbeständigkeitsprüfungen
- Oberflächencharakterisierung
  - Topographie und Profile von Oberflächen
  - zerstörungsfreie Schichtdickenmessung
  - Bestimmung optischer Eigenschaften von Schichten
  - qualitative und quantitative Analysen an Oberflächen
- Pharmaanalytik

## ORGANISATIONSTRUKTUR

Die Industrieforschungseinrichtung INNOVENT e.V. betreibt seit über 25 Jahren grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung in den Bereichen Oberflächentechnik, Magnetische und Optische Systeme und Biomaterialien.



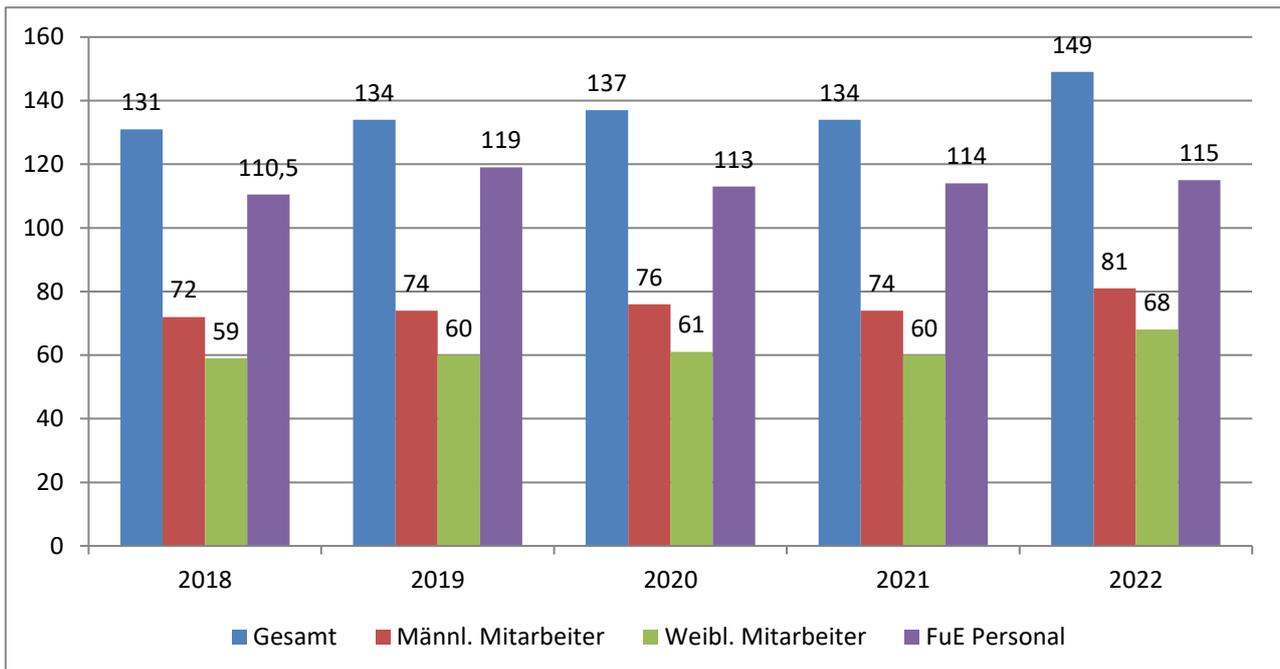
Organigramm INNOVENT 2022



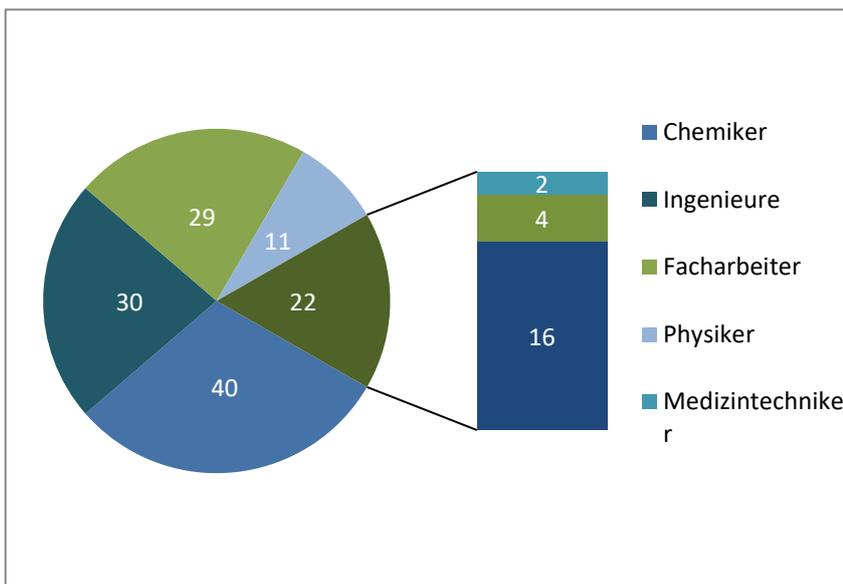
## MITARBEITERENTWICKLUNG UND STRUKTUR

Insgesamt waren **149 Mitarbeiter** per 31. Dezember 2022 bei INNOVENT beschäftigt. Durch altersbedingtes Beenden von Arbeitsverhältnissen konnten junge Mitarbeiter/innen eingegliedert werden.

Von den 149 Mitarbeitern sind 30,9% der Mitarbeiter in den verschiedensten Fachrichtungen promoviert. 68,5% der Mitarbeiter verfügen über einen entsprechenden Abschluss einer Universität bzw. Fachhochschule.



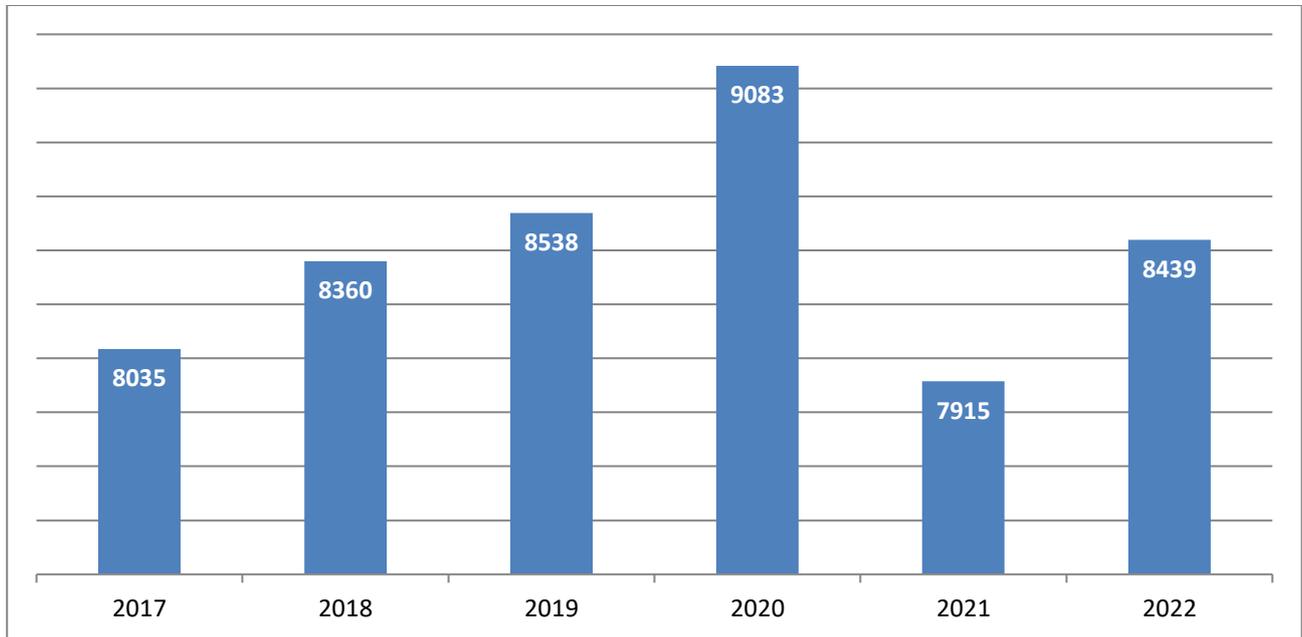
*Belegschaft von INNOVENT*



77% der Mitarbeiter sind im Bereich Forschung und Entwicklung tätig und bilden damit die Basis für die kompetente Bearbeitung von anspruchsvollen Projekten. Neben Chemikern (40), Ingenieuren (30) und Facharbeitern (29) sind auch die Fachrichtungen Physik, Biologie, Elektrotechnik, Medizintechnik und Informatik vertreten.

*Anzahl und Fachgebiete der Wissenschaftler:innen*

## BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE AUSWERTUNG



Entwicklung des Gesamtumsatzes INNOVENT in T Euro

Zuwendungsgeber	2022
Land	2,9 %
Bund	88,4 %
BMWK	90,4 %
BMBF	9,3 %
Sonstige	0,3 %
EU	5,5 %
DFG	3,0 %
Sonstige	0,2 %

Aufwendungen in T Euro	2022
Personalaufwand	6.146
Sachaufwand	2.231
Investitionen	1.874

Struktur der Mittel	2018	2019	2020	2021	2022
Öffentlich geförderte Forschung	77,2 %	72,3 %	74,0 %	75,5 %	75,2 %
Industrieraufträge	22,3 %	27,1 %	24,7 %	23,8 %	24,3 %
Sonstige Erträge	0,5 %	0,7 %	1,3 %	0,7 %	0,5 %



## AUSRÜSTUNGEN

*Im Jahr 2022 wurden Investitionen in Höhe von € 1.874.028 € getätigt.  
Die größte Investition waren dabei Anschaffungen eines Nano-CTs und eines REM sowie der Aufbau und die Ausstattung eines 3D-Druck-Labors in der Prüssingstraße.*

### Ausgewählte Investitionen im Überblick

- Innovationslabor 3D-Druck
- Rasterelektronenmikroskop
- Nano-CT / Mikro-CT mit entsprechender Messplatz-Ausstattung
- Kryokugelmühle
- Spektralfluorometer
- Shore-Härte-Messgerät

## INDUSTRIEAUFTRÄGE

### AUSGEWÄHLTE INDUSTRIEAUFTRAGSPARTNER 2022

*INNOVENT hat 2022 Aufträge für 142 verschiedene Industriepartner bearbeitet,  
darunter wiederum auch internationale Auftraggeber aus zurzeit 6 Ländern.*

### NATIONAL (AUSWAHL)

SURA Instruments GmbH	TITK e. V.
Matesy GmbH	4D-Med GmbH
HUAWEI Technologies Düsseldorf GmbH	Jentron GmbH
eCeramix GmbH	Vitrinen und Glasbau Reier GmbH
Dynamic42 GmbH	Böllhoff Produktion GmbH
Biogate AG	Melexis Dresden GmbH



Von Roll Automotive GmbH	Iba e. V.
Ilmenauer Mechatronik GmbH	Jena-Optronik GmbH
TITV e. V.	BLINK AG
Questmed GmbH	Total Glass Lubricants Europe GmbH Grundstücksverwaltung Arnold GmbH & Co. KG
Mathys Orthopädie GmbH	Gealan Tanna Fenster-Systeme GmbH
GMBU e. V.	GUARDIAN Flachglas GmbH

## INTERNATIONAL (Auswahl)

Swarovski Optik KG, Absam, Österreich
GeWiS Slovakia s.r.o., Slowakei
Huawei Technologies Schweden AB, Schweden
PolyVision N.V., Genk, Belgien
Hitachi Energy Poland Sp.z o. o, Polen
BWB-Betschart AG, Österreich
Interpump Hydraulics S.p.A., Italien



---

## MITGLIEDSCHAFTEN

---

ADAC e.V.

AiF InnovatorsNet

Allianz faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg e.V. (AFBW)

Arbeitsgemeinschaft „Produkt- und Know-how-Schutz“ (Protect-ing.de) VDMA e. V.

Arbeitskreis Polymeranalytik (LBF Darmstadt)

BalticNet-PlasmaTec e. V.

BÜRCEL Wirtschaftsauskunft

Chemie Cluster Bayern GmbH

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V.

Deutsche Gesellschaft für Plasmatechnologie e.V.

Deutsche Glastechnische Gesellschaft e.V.

Deutsches Verpackungsinstitut e.V.

Europäische Forschungsgemeinschaft Dünne Schichten e.V.

Förderkreis der EA-Hochschule Jena

Forschungs- und Technologieverbund Thüringen e. V.

Forum MedTech Pharma e.V.

Forum Technologie und Wirtschaft e.V.

Industrie- und Handelskammer (IHK)

Informationsdienst Wissenschaft e. V.

Innovationsplattform Magnetische Mikrosysteme e. V.

Interessengemeinschaft Gewerbegebiet Jena-Göschwitz

Innovationscluster „Interieur der Zukunft aus der Zulieferindustrie“ (IZZI)

J-1013 e. V.

Medways e. V

nanoNet Austria durch TU Wien

Nanonetz Bayern e.V.

Cluster Nanotechnologien

Thüringer Arbeitsgemeinschaft Biomaterial e.V.

Verband Innovativer Unternehmen e.V.

Zuse Gemeinschaft – Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V.

OptoNet e.V.

## STÄRKE DURCH INDUSTRIEFORSCHUNG:

### Zuse-Gemeinschaft als starker Transferpartner



**2015 GRÜNDUNG**      **80 MITGLIEDER**      **5.500 BESCHÄFTIGTE**      **509 Mio. Euro FINANZVOLUMEN**

Die Zuse-Gemeinschaft vereint bundesweit die gemeinnützigen, privatwirtschaftlich organisierten Forschungsinstitute. Sie besitzen ein breites Spektrum an wissenschaftlicher Expertise und Know-how für die Bedürfnisse der Wirtschaft. Die Zuse-Gemeinschaft ist technologie- und branchenoffen.

Unser Institut gehört neben rund achtzig weiteren Forschungseinrichtungen der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V. an. Die Zuse-Gemeinschaft ist ein branchenübergreifender, außeruniversitärer und technologieoffener Forschungsverbund. Als gemeinnütziger, praxisnaher Transferpartner von Unternehmen übersetzt er Erkenntnisse der Wissenschaft in anwendbare Technologien.

Weitere Informationen finden Sie unter:

[www.zuse-gemeinschaft.de](http://www.zuse-gemeinschaft.de)

[twitter.com/Zuse\\_Forschung](https://twitter.com/Zuse_Forschung)

### DIE ZUSE-GEMEINSCHAFT IN ZAHLEN

**Hoch qualifiziertes Personal**  
Vom Auszubildenden bis zur Professorin, vom Doktoranden bis zur Führungskraft. Rund 5.500 Beschäftigte\* arbeiten an den Innovationen von morgen. Die Größe der Institute kommt dem Mittelstand entgegen. Mit transparenten Strukturen und exzellenten Kompetenzen gelingt der Brückenschlag zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.  
\*Vollzeitäquivalente

**Verteilung der Beschäftigten an 80 Instituten**

Anzahl Beschäftigte	Anzahl Institute
bis 10	4
11-30	7
31-50	16
51-100	18
101-150	10
mehr als 150	15

**Finanzvolumen**  
Zielgenaue Projektförderung ist der wichtigste Pfeiler der Forschung. Individuelle Auftragsforschung mit und für Unternehmen, insbesondere aus dem Mittelstand, ist die zweite starke Säule im Technologietransfer. Wissenstransfer durch Schulungen und Seminare kommt hinzu.

**Investitionen**  
Erfolgreiche angewandte Forschung lebt von moderner Ausstattung mit Maschinen und Geräten für die Innovationen von morgen. Institute der Zuse-Gemeinschaft investieren stetig in ihre Infrastruktur – auch aus eigenen Mitteln.

**Technologietransfer**  
In Kooperation mit Unternehmen, insbesondere aus dem Mittelstand, arbeiten die Forschenden in den Instituten der Zuse-Gemeinschaft an den Innovationen von morgen. Das Vertrauen ihrer Partner ist Ausweis ihrer Stärke.

**Wissenstransfer**  
In Hunderten Seminaren, Konferenzen und Kursen pro Jahr vermitteln die Forschenden ihre Kompetenz an Fach- und Führungskräfte in Wissenschaft und Wirtschaft. In der Lehre sind die Institute Partner von Akademien, Hochschulen und Universitäten.

**Überregionale Strahlkraft**  
Mehr als 70 Prozent der Unternehmen, mit denen Institute der Zuse-Gemeinschaft kooperieren, haben ihren Sitz außerhalb des Bundeslandes, in denen das jeweilige Forschungsinstitut angesiedelt ist.

**Verlässliche Partner**  
Unternehmen benötigen in der Forschungskonkurrenz Verlässlichkeit und Konstanz. Dem tragen wir Rechnung: Im Schnitt sind mehr als 70 Prozent des wissenschaftlichen Personals an den Instituten dauerhaft beschäftigt.

**Finanzdaten:**  
509 Mio. Euro Finanzvolumen  
268,6 Mio. Euro Öffentlich geförderte Projekte  
38,8 Mio. Euro Anders (Erlöse aus Offerte, Mittelrisiko (Branchefinanzierung durch Bundesländer))  
84,5 Mio. Euro Auftragsforschung  
116,7 Mio. Euro Sonstiges (u. a. A&D- und Weiterbildung, Lernzettel, Auftragsfertigung)

**Investitionen:**  
77,3 Mio. Euro Investitionen  
davon 58,7 Mio. Euro gefördert

**Technologietransfer:**  
Industrieaufträge an den Instituten 50.000  
Aufträge aus dem Mittelstand (KMU) 17.000  
KMU als Projektpartner 8.000

**Wissenstransfer:**  
2.500 Veranstaltungen pro Jahr  
820 betreute studentische Arbeiten  
840 davon legastark (inkl. Dissertationen)

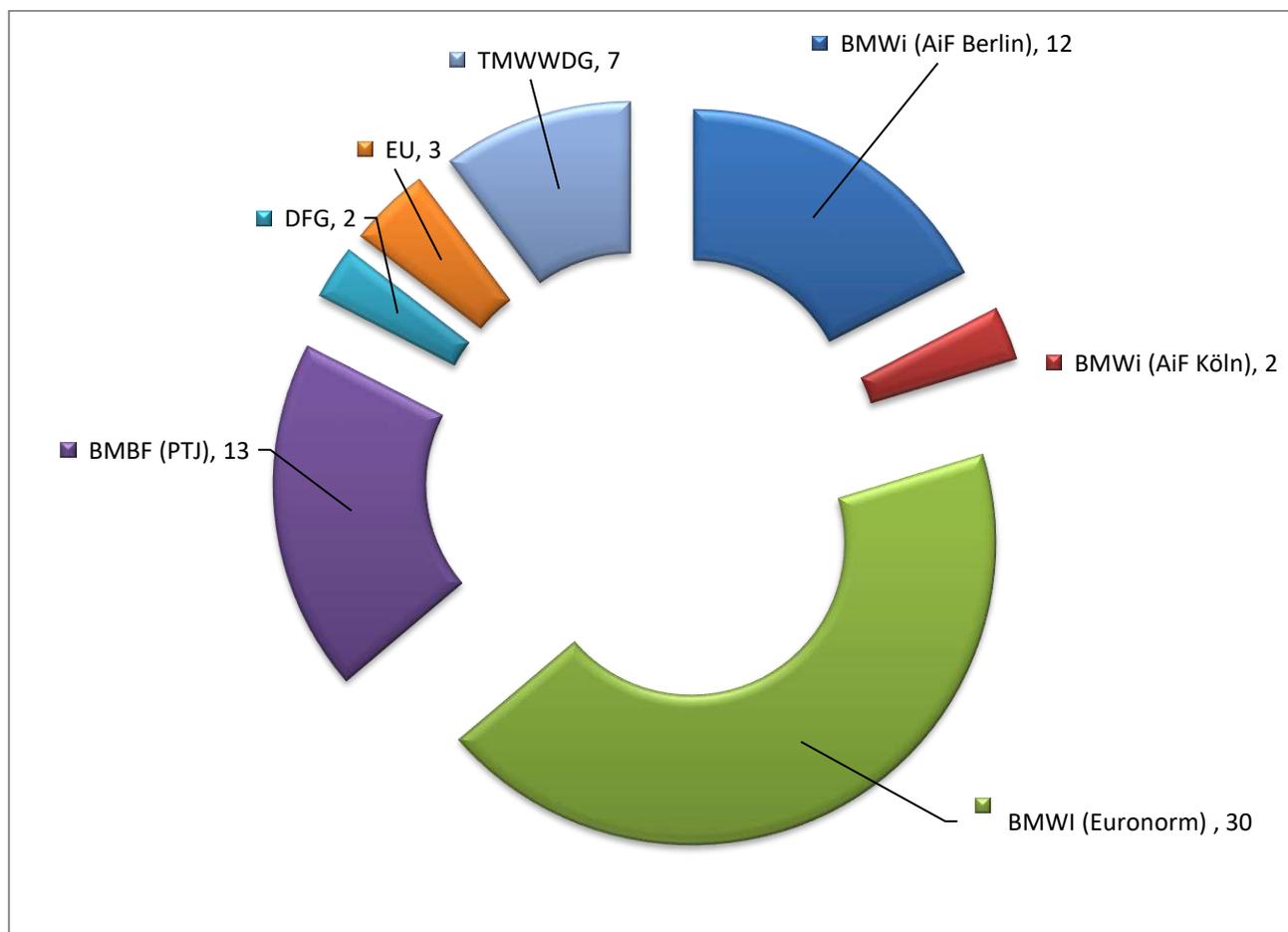
**Personal:**  
Wissenschaftliches Personal: mehr als 70% unbefristet angestellt

**Geographie:**  
mehr als 70% der Unternehmen außerhalb des Bundeslandes

Angaben auf Basis von 2011/2012 durchgeführten Verbandsumfragen



## ÜBERSICHT PROJEKTE



*Projekte 2022*

*69 laufende geförderte Projekte im Jahr 2022.*

### Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

#### EuroNorm

49MF190039	Patientenspezifischer resorbierbarer Knochenersatz
49MF190124	Erzeugung von Superblack-Schichten auf Leichtmetallen
49MF190123	M-TRON - Modulares Magnetron mit motorischer Verstellung
49MF190122	Smarte koaxialfaserbasierte Drug-Delivery-Plattform
49VF190049	Graphenbasierte Hochleistungskomposite für Beschichtungen - Vorlauforschung

49MF190144	OverHot
49MF200024	MPKS - Mischschichten mit Plasma aus Kollagen und Silikat
49MF200039	CoPla-Kaltplasmagespritze Kombinationsschichten
49MF200076	HYA - Calciumcarbonat-Komposite
49MF200077	Papierähnliche Erzeugnisse mit Pyrosil- und Sol-Gel-Schicht (Papyrus)
49MF200124	Innovative Beschichtung für feuerverzinkten Stahl
49MF200138	Plover Katse
49MF210032	Multi Coat
49IZ210022	Erweiterung Infrastruktur INNOVENT 2021
49MF210030	3D-druckbares keramikähnliches Material auf Geopolymerbasis
49MF210031	Optische Oberflächeninspektion von Flachglas-RGB ARGUS
49MF210065	Modulare duale Hotmelt-Systeme für Hybridverbunde (MODUS H)
49VF210014	MOGS - Magnetische Ortung mit GMR-Sensoren
49MF210078	FlammKorr - Erzeugung korrosionshemmender Dünnschichten auf Leichtmetalllegierungen
49MF210077	AntivirBesch - Antivirale Permanentbeschichtungen
49MF210079	MOMS - Magnetooptische Mikrosensorik
49MF210100	Permanente Funktionalisierung anspruchsvoller OF
49MF210123	Entw. von Leiterplatten mit Magnesiumkern - SlimPCB
49MF210156	Smarter Kleben
49MF210157	Magnetooptische Prüfung großer Probenflächen (MOPP)
49VF220008	Hybride Sol/Gel-Polymerfasern zur Erzeugung von Singulett-O2
49MF220032	Entwicklung einer 4D-Zellkultur (4DiCe)
49VF220007	Ortsselektive Oberflächenfunktionalisierung mittels Laser
49IZ220009	Erweiterung Infrastruktur INNOVENT 2022
49MF220033	Rauheits-Scanner zur Schleifprozesssteuerung (SchleifScan)



## Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

### AiF Berlin

ZIM ZF 4028631AG9	Entwicklung eines Verfahrens zur innovativen Funktionalisierung von Flachglasoberflächen - EverInFunction
ZIM ZF 4028638AG9	Einseitige Sol-Gel-Beschichtung dreidimensionaler Substrate für optische Anwendungen - EISOL-3D
ZIM ZF 4028636NK9	Synthese und Generierung von neuartigen Magnesium-haltigen Polyurethanschaumkompositen
ZIM KK 5088401DHO	Entwicklung einer Magnetsensorik für ein gradientenbasiertes OFT-Axis Messsystem
ZIM KK 5088402BAO	SteDur - Simulation der benötigten Parameter, Entwicklung der Elektronik und Software, Aufbau sowie Charakterisierung des SteDUR-Dazerfestigkeitsprüfstand
KK5088404RHO	RIC02 - Entwicklung und Überprüfung einer oder mehrerer Desinfektionsformulierungen für die modifizierte Trockeneisstrahltechnik als Reinigungs- und Behandlungsmedium
KK5088405DH1	ROCO - Rotation Control
KK5088406	PMARS
KK5088408WZ1	Entw. von neuartigen Siebdruck-Glasdekoren für Sicherheitsgläser - SicherSiebDekor (SSD)
KK5088407AP1	VascuPla
KK5088410FF1	Innovative Klebtechnologie für kältetechn. Bauteile (Klebtec)
KK5088409KI1	Innovativer Steinteppich mit Dämmeigenschaft auf Basis anorganischer Bindemittel

### AiF Köln

IGF-Vorh.-Nr. 21502 BR	Funktionalisierte Coatings auf Basis der Plasma- und Flammtechnologie für Holz im Außenbereich (FUCOPLAS)
IGF-Vorh.-Nr. 22318 BR / 1	Safe Touch

### TMWWDG (TAB)

2019 FE 9071	Kerakon (Verbundvorhaben)
021 IVN 0038	Innovationsgutschein: Erforschung und Entwicklung selbstheilender Glasoberflächen zur Verringerung korrosiver Effekte
021 IVN 0092	Innovationsgutschein: Entwicklung eines resilienten Schmierstoffes für Umformprozesse zur Vermeidung von negativen Umwelteinflüssen
2022 IVN 0015	Innovationsgutschein Verbessertes Recycling von Verbundwerkstoffen durch Verwendung von bio-basierten Schmelzklebstoffen (Hot Melts)

2022 IVN 0029	Innovationsgutschein Erforschung und Entwicklung leitfähiger elektrogesponnener Fasersysteme (e-spinning)
2022 IVN 0042	Innovationsgutschein: Entwicklung eines Sensorarrays auf Basis einer generischen Software Schnittstelle (GenlCam)
2022 WIN 0024	Investition: Aufbau einer modernere Beschichtungsanlage um mittel Flüssigphasenepitaxie 4-Zoll-Wafer im techn. Maßstab mit Yttrium-Eisen- und Seltenerdsubstituierten Grantane zu beschichten, für den Einsatz in Magnonik und moagnetooptischer Sensorik

#### DFG

DU 1427/2-2	Nanometer-dicke YIG-Funktionsschichten und mikrostrukturierte OF für Spintronik-Anwendungen
SCHN 1099/9-1	Amin-basierte Beschichtungen zur Verbesserung der Integration von Implantaten in das umliegende Gewebe: Verständnis der zugrundeliegenden biolog. Mechanismen

#### BMBF (PTJ)

03ZZ0927F	Zwanzig20 - RESPONSE-FV17 - TP6: Adaptive Implantate-Technologieentw. für stimuliresponsive wirkstoffhaltige Vliesmaterialien
03WIR0702	Wir! - Vogtlandpioniere - Strategieentwicklung (VoPi-SE)
01DJ19004B	Verbundprojekt: Biodegradierbare und nicht biodegradierbare orthopädische Implantate mit antibakteriellen Beschichtungen und kontrollierter Degradation
03ZZ0933D	Response TV3
03WIR0704	WIR! - Vogtlandpioniere - Innovationsmanagement
03WIR0710A	WIR! - Vogtlandpioniere- Entwicklungskonzept
03XP0383H	HYDRUN
03WIR071L1	WIR!-Vogtlandpioniere-Investitionsmaßnahme im Bündnis Vogtlandpioniere im Rahmen des Förderprogramms WIR!-1
03RU2K14C	RUBIN - HolzPlus - VP: Konzeptphase - TP3: Innovationspotenziale und Forschungsvorhaben
03RU2K04B	RUBIN - BaFaTecs; TP2: Erarbeitung Innovationspotenziale und Ableitung von Forschungsvorhaben
03WIR0716A	WIR! - Stark-Metall - Innovativer stärkebasierter Schutz historischer Metallbauwerke bzw. metallischer Bauwerkskomponenten;
03WIR0718A	WIR!-KulturLebensraumVogtland - PHOT-O-MAT - TP1: Entwicklung verschiedener Trägermatrices und Photosensibilisatoren zur Beschichtung historischer Flächen



03LB2045B	Verbundvorhaben: L3ichtglas - leichte Verbundelemente aus Dünnglas mit 3D-gedrucktem Biopolymerkern für materialeffiziente Isolierverglasungen in der Gebäudehülle
-----------	--

EU

19ENG06	Metrology of magnetic losses in electrical steel sheets for high-efficiency energy conversion - HEFMAG
SIP 15SIB06 qMOIF	Standardization of a quantitative Magneto-Optical Indicator Film based magnetic field measurement technique
101070347 - MANNGA	Magnonic Artificial Neural Networks and Gate Arrays

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE

### OBERFLÄCHENTECHNIK

#### Entwicklung eines Verfahrens zur innovativen Funktionalisierung von Flachglasoberflächen - EverInFunction

Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2019 – 31.05.2022

Förderkennzeichen: ZF4028631AG9

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen und Methoden zur Entwicklung eines zweistufigen „Auf-Schicht-Funktionalisierungsverfahrens“ durch dünne Zusatzschichten zur Erzeugung neuer, zusätzlicher, langzeitbeständiger Funktionen auf verschiedenen vorbeschichteten Flachglas-Substraten und eines zugehörigen quantifizierten Anforderungsprofils für die Halbzeugeigenschaften. Die zu entwickelnden Zielfunktionen der Zusatzschichten umfassten folgende Punkte:

- Verminderung der Anschmutzung durch Hydrophobierung und Oleophobierung, Anti-Fingerprint
- Antimikrobielle Ausrüstung
- Verbesserung der Haptik der Gläser
- Verbesserung der Beständigkeitseigenschaften der Oberflächen bei weitgehendem Erhalt der Anti-reflexions- (AR-) Eigenschaften
- langzeitbeständige Verbesserung der Haftung von aufgetragenen Nassbeschichtungen sowie von Farben, Lacken, Verbundfolien, Kleb- und Dichtstoffen

Der Fokus lag auf der Erarbeitung marktreifer Lösungen, welche mit geringem Investitionsaufwand in die Produktionskette der Flachglasveredelung implementiert werden können. Dies umfasst neben der zweistufigen Beschichtungstechnologie, einer Kombination aus Flammenpyrolyse und nasschemischer Modifikation, auch die verbindliche Definition und Überwachung der erforderlichen Parameter bzw. Oberflächeneigenschaften.

#### Die wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse:

Die Rauheit der Oberflächen nach dem ist DSF-Auftrag maßgeblich für die Kontaktwinkel verantwortlich.

Die Precursorkonzentration  $c$  und die Durchlaufzahl  $DL$  haben einen signifikanten Einfluss auf die Transmission und die unmittelbar nach der Hydrophobierung gemessenen Kontaktwinkel

CuSil-Beschichtungen mit Kupfer(II)-nitrat-Konzentration von  $0,12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  ergeben die besten Schichteigenschaften: Es ist ein Kupfergehalt bis zu 4,2 at% erreichbar. Sie sind haftfest, d.h. dass z.B. mit erhöhter Belastung bei 5000 und 10000 Waschzyklen geringste Schichtdickenänderung ( $< 5 \%$ ) zeigen

Eine antibakterielle Wirkung mit log-Stufenreduktion 4 ist erreichbar. Sowohl CuSil- als auch Pyrosilschichten lassen sich mit Hilfe der Brewsterwinkelreflektometrie qualitativ und auch oftmals quantitativ beurteilen.

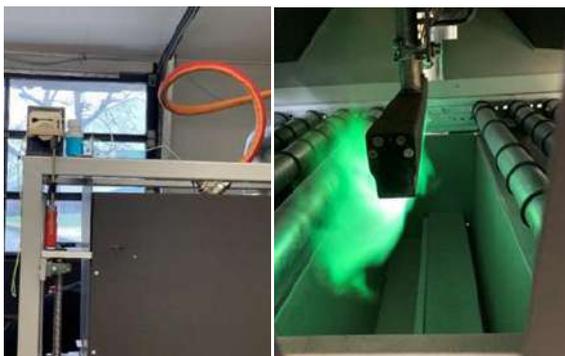


Abbildung 1:  
Kupfer-Dosiervorrichtung und  
kupferhaltige Flamme



## OBERFLÄCHENTECHNIK

### Erzeugung von Superblack-Schichten auf Leichtmetallen

Gefördert durch:



INNO-KOM

**Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2020 – 30.06.2022**

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Förderkennzeichen: 49MF190124**

Zielstellung des Vorhabens war die Entwicklung einer Beschichtung für Leichtmetalle, welche robust und einfach aufzubringen ist und möglichst gut Streulicht, welches in optischen Geräten zur Verschlechterung der Bildqualität oder zu Messfehlern führt, so weit wie möglich zu reduzieren. Licht, welches in optischen Geräten wie Ferngläsern, Kameras, Projektoren oder in optisch arbeitenden Messgeräten von Gehäuseteilen oder reflektiert wird, stellt ein großes Problem für die optische Qualität dieser Geräte dar. Die in diesen Geräten verwendeten Linsen sind durch aufgebrauchte Vergütungen, welche die Reflektion an den Linsenoberflächen reduzieren, so ausgerüstet, dass die Lichtstrahlen möglichst nur die bei der Gerätekonstruktion geplanten Strahlengang gehen. Eine weitere wichtige Quelle für unerwünschte Lichtstreuung stellt jedoch auch das Gehäuse sowie weitere Einbauteile wie Linsenhalterungen dar. Diese sind für viele Geräte aus Leichtmetallen wie Aluminium, Magnesium oder Titan gefertigt, welche Licht über einen weiten Wellenlängenbereich reflektieren. Fällt nun Licht schräg auf diese Metalloberflächen, so kann es in den Strahlengang reflektiert werden. Um diese wichtige Ursache für schlechte Abbildungsqualität so weit wie möglich zu reduzieren, werden die inneren Oberflächen so beschichtet, dass sie das Streulicht möglichst absorbieren und nicht in den Strahlengang reflektieren. Hierzu verwendet man schwarze Oberflächen, welche zudem rau sein müssen, um Licht auch in streifenden Einfall so weit wie möglich zu absorbieren, statt es zu reflektieren. Durch die aufeinander abgestimmten Parameter der Behandlungen lässt sich die Lichtabsorption an die relevanten Wellenlängen anpassen.

Insgesamt wird das Projekt als Erfolg angesehen. Es ist gelungen, die Reflektion deutlich zu reduzieren auf Werte von 47 % (sichtbarer Bereich) bzw. 41 % (gesamter Bereich) der Ausgangswerte. Allerdings konnten die ehrgeizigen Ziele des Antrags von 2 % Reflektion im sichtbaren und 3 % im IR-Bereich nicht erreicht werden. Lediglich im UV-Bereich (220-400 nm) konnte mit einer mittleren Reflektion von 2,63 % das Ziel übertroffen werden. Im UV-Bereich ist auch die größte Verbesserung gegenüber dem Projektstart zu beobachten. Diese geringere Wirkung im sichtbaren und IR-Bereich wird durch die Ergebnisse der Simulationsrechnungen erklärt, welche zeigen, dass die für die Wirkung der entwickelten Schichten maßgeblich verantwortlichen Mehrfachbrechungen und Abschattungen durch die raue Oberfläche und die als Gradientenschicht wirkende Entspiegelungsschicht zu höheren Wellenlängen nachlässt. Die erzeugten Schichten zeigen sich robust und selbst milde Reinigungsprozesse wie eine kurzzeitige Ultraschallreinigung, Lagerung in Wasser oder Isopropanol oder eine Reinigung mittels Bürsten verschlechtern die optischen Eigenschaften nicht wesentlich. Viele Mitbewerbersysteme verhalten sich deutlich empfindlicher.



Abbildung 1:  
„PCO black“-beschichtetes Mg-Blech: Superblack-Variante (links), Standard (rechts)

## MAGNETISCHE UND OPTISCHE SYSTEME

### InoKom-Ost Projekt: M-TRON – Modulares Magnetron mit motorischer Verstellung

**Förderkennzeichen:** 49MF190123  
**Laufzeit:** 01.01.2020 bis: 30.06.2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

INNO-KOM

#### Zielsetzung des Vorhabens

Im Projekt M-TRON soll ein neuartiges Magnetron für die Beschichtung von Flachglas entwickelt werden. Die Ziele des geplanten Förderprojektes können in 3 Hauptentwicklungspunkte unterteilt werden:

- Gekapseltes, modulares Magnetbar mit verbesserter Magnetanordnung im Turnaround-Bereich
- Motorische Verstellbarkeit des gesamten Magnetstrangs entlang der Längsachse
- Motorische Verstellbarkeit der Höhe der Magnetmodule, relativ zur Targetoberfläche, an mindestens 5 Positionen im autarken Betrieb möglich

#### Ergebnisse

In dem Projektzeitraum konnten die Zielsetzungen des Vorhabens realisiert oder dementsprechend angepasst werden, sodass ein neuartiges Magnetron entwickelt werden konnte. Die Kapselung des Magnetbar wurde mit einem Edelstahlrohr, zwei Deckeln aus Edelstahl und Dichtelementen aus Nitrilkautschuk (Nbr) umgesetzt. Zudem wurden für das neue Magnetbar die Magnetgeometrien, Magnetmaterialien, die Magnetanordnung und die Turnaround-Bereiche angepasst. Dabei wurde zugleich auf eine Modularität des neuen Magnetrons geachtet, welche bei den motorischen Verstellbarkeiten der Höhe der Magnetmodule, relativ zur Targetoberfläche eine wichtige Rolle spielt. Die motorische Verstellbarkeit des gesamten Magnetstrangs entlang der Längsachse wurde durch verstellbare Turnaround-Bereiche bzw. eine modulare Gestaltung der Turnaround-Bereiche ersetzt. Die Längsachsenverstellung des Magnetbar hätte einen großen mechanischen und sehr hohen Energieaufwand bedeutet, was einen Akkubetrieb des neuen Magnetrons nicht zulassen würde. Diese Eigenschaft des autarken Betriebs hatte jedoch Priorität und sollte erhalten bleiben. Aufgrund dessen wurde eine Lösung mit veränderlichen Turnaround-Bereichen erarbeitet.

Bevor das neu entwickelte Magnetron zum Einsatz gekommen ist, wurde der Magnetstrang in einer dafür entwickelten Messmaschine, dem „M-Cat“, magnetisch vermessen. Somit konnten falsch montierte Magnete oder nachzustellende Modulhöhen erkannt werden und ein vordefiniertes Magnetfeld in einem bestimmten Abstand eingestellt werden.

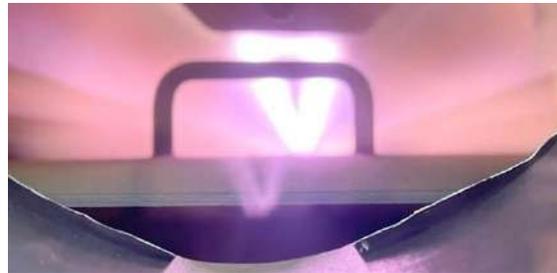
Im Anschluss wurde das neue Magnetbar bei der Firma „arcon Flach- und Sicherheitsglas GmbH und Co. KG“ mit Firmensitz in Bucha einigen Testläufen unterzogen. Die beschichteten Glasplatten wurden im Anschluss vermessen, um die Abscheidung einer homogene Schichtdicke überprüfen zu können. Dabei wurden gute Vergleichsergebnisse erzielt, aber auch noch Anpassungen am Magnetron erkennbar.



Des Weiteren ist es so möglich, im Nachgang am Magnetron über die Verstellpunkte der Module das Magnetfeld und somit die Zone in der das Plasma gehalten wird entsprechend anzupassen. Nach den erfolgreichen Testläufen und dem Einsatz des M-Tron unter Realbedingungen wurden einige Optimierungen erkennbar. Infolgedessen wurde die Überarbeitung des Prototyps realisiert.



*Abbildung 1: M-Tron im Geöffneten Zustand*



*Abbildung 2: Gezündetes Plasma mit dem verbauten M-Tron in einer Sputteranlage*

## BIOMATERIALIEN

### Smarte koaxialfaserbasierte Drug-Delivery-Plattform

**Förderkennzeichen:** 49MF190122  
**Laufzeit:** 01.02.2020 – 31.07.2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**INNO-KOM**

Die Zielstellung des Projektes beinhaltet die Herstellung koaxialfaserbasierter wirkstoffhaltiger elektrogesponnener Vliese, die über einen definierten Zeitraum Wirkstoffe in therapeutisch relevanten Konzentrationen freisetzen. Um die Biokompatibilität solcher Vliesmaterialien zu gewährleisten, sollten sie auf resorbierbaren Polymeren, die bereits für medizinische Applikationen Anwendung finden, basieren.

Nach umfangreicher Recherche wurden verschiedene Wirkstoffe aus der Klasse der Antibiotika, Antiseptika bzw. Lokalanästhetika ausgewählt und hinsichtlich Löslichkeit, Stabilität und Quantifizierbarkeit charakterisiert. Als Materialien für die Vliesmatrix wurden zehn verschiedene Polymere der Firma *Evonik Operations GmbH*, die ein breites Portfolio an bioabbaubaren Materialien für Medizinprodukte anbietet, ausgewählt. Die Polymere wurden charakterisiert und auf ihre Eignung im Elektrospinnprozess hin getestet sowie die relevanten Prozessparameter wie Konzentration, Flussrate, Hochspannung und Elektrodenabstand bestimmt. Zur Herstellung wirkstoffbeladener Vliese mittels Elektrospinnen wurden die drei Polymere mit der besten Verspinnbarkeit ausgewählt und mit drei geeigneten Wirkstoffen kombiniert. Dabei ist es erfolgreich gelungen, aus allen eingesetzten Polymeren entsprechende wirkstoffhaltige Vliese herzustellen, wobei die relevanten Prozessparameter angepasst bzw. optimiert wurden. Alle Vliese wurden hinsichtlich Faserdurchmesser, mechanischer Eigenschaften, hydrolytischem Abbau, Wirkstofffreisetzung, Restlösungsmittelgehalt, Zytokompatibilität und biologischer Aktivität sowie Sterilisierbarkeit charakterisiert. Der Hauptfokus der Arbeiten lag dabei auf der Untersuchung der Wirkstofffreisetzung. In diesen Versuchen wurden in Abhängigkeit vom eingesetzten Material sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt. Ein weiterer wichtiger Aspekt beinhaltete die Prüfung der biologischen Aktivität der aus den Vliesen freigesetzten Wirkstoffe unter Zuhilfenahme sogenannter Agardiffusions- bzw. Hemmhofstests. Eine Reihe dieser Untersuchungen erfolgten an der *Poliklinik für Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie des Universitätsklinikums Jena*. Hier wurden sowohl Versuche zum Nachweis der biologischen Aktivität an Mikroorganismen, die für eine Reihe von Erkrankungen im zahnmedizinischen Bereich relevant sind, als auch Untersuchungen zur Zytokompatibilität der Vlies-Eluate an humanen Osteoblasten durchgeführt.

Im Ergebnis des Projektes ist es gelungen elektrogesponnene wirkstoffhaltige Vliesmaterialien mit einem verzögerten Freisetzungsprofil zu generieren, die über eine sehr gute antibakterielle Aktivität insbesondere gegen *Staphylococcus aureus* verfügen. Das Bakterium *Staphylococcus aureus* ist die gefährlichste der zahlreichen Staphylokokkenarten. Es kann Infektionen hervorrufen, die von leichten bis zu lebensbedrohenden Erkrankungen reichen. Insbesondere für die Behandlung von parodontalen Erkrankungen sowie von Wund- oder Knocheninfektionen sind Materialien mit einer zuverlässigen, lokalen antibakteriellen Wirkung von großer Bedeutung. Durch die umfangreichen Untersuchungen zu elektrogesponnenen Vliesen basierend auf unterschiedlichen Polymermaterialien ist es gelungen, eine fundierte Grundlage für die Weiterentwicklung innovativer Drug-Delivery-Systeme für den Medizinprodukte-Markt insbesondere bei der Behandlung von Erkrankungen im zahnmedizinischen Bereich sowie für Wundauflagen zu erarbeiten.

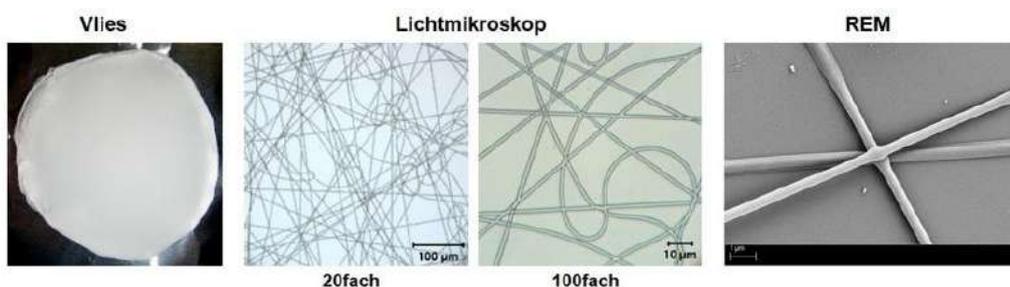


Abb.: Elektrogesponnenes wirkstoffhaltiges Vlies und mikroskopische Aufnahmen der Fasern



## BIOMATERIALIEN



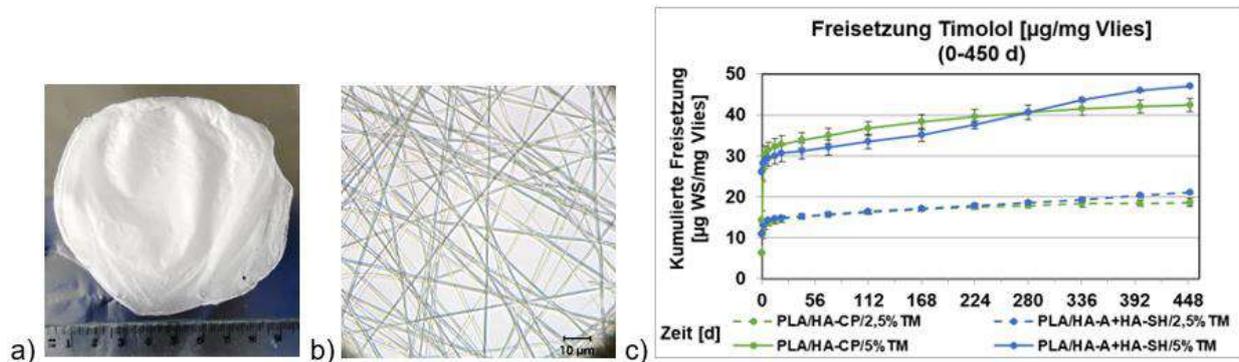
### BMBF-Projekt:

## RESPONSE – Partnerschaft für Innovation in der Implantattechnologie Forschungsvorhaben 17: „Multifunktionsbeschichtungen und hierarchisch strukturierte Materialien für adaptive Implantate“

FKZ: 03ZZ0927F

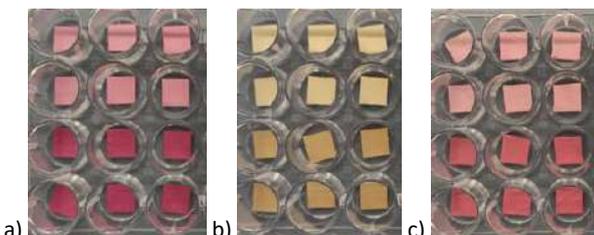
Förderzeitraum: 01.11.2019 - 31.08.2022

Im Teilvorhaben von INNOVENT („Adaptive Implantate – Technologieentwicklung für stimuliresponsive wirkstoffhaltige Vliesmaterialien“) wurden auf Basis verschiedener (reaktiver) Hyaluronsäure(derivate) und de-gradierbarer Polymere Trägermaterialien für Wirkstoffe in Form von elektrogewebenen Faservliesen entwickelt und charakterisiert. Hauptziel war die Entwicklung eines Drug-Delivery-Systems für die Glaukomtherapie mit möglichst langen Freisetzungzeiten, wodurch die aktuell übliche tägliche Anwendung von Augentropfen zur Senkung des Augeninnendrucks überflüssig wird. Der Wirkstoff Timolol wurde dabei in verschiedene hierarchisch aufgebaute Koaxialfasersysteme integriert. In Freisetzungsbildungen konnte gezeigt werden, dass die Umhüllung eines Wirkstoff-haltigen Hyaluronsäure-Faserkerns mit Polylactid eine gleichmäßige Timolol-Freisetzung über einen Zeitraum von 450 Tagen ermöglicht (Abbildung 1).



**Abb. 1:** Timolol-haltiges Koaxialfaservlies: a) Vlies; b) mikroskopische Aufnahme, 100 x; c) Freisetzungverlauf

Eine weiterer Arbeitsschwerpunkt lag in der Generierung von elektrogewebenen (Koaxial-) Faservliesen mit integrierten Photosensibilisierern, die durch Bestrahlung Singulett-Sauerstoff erzeugen können und somit mögliches Potential für eine Anwendung in der antimikrobiellen photodynamischen Therapie haben (Abbildung 2).



**Abb. 2:** Photosensibilizer-haltige Vliesproben für Bestrahlungstests: a) BLC2003; b) BLC8102; c) BLC8053

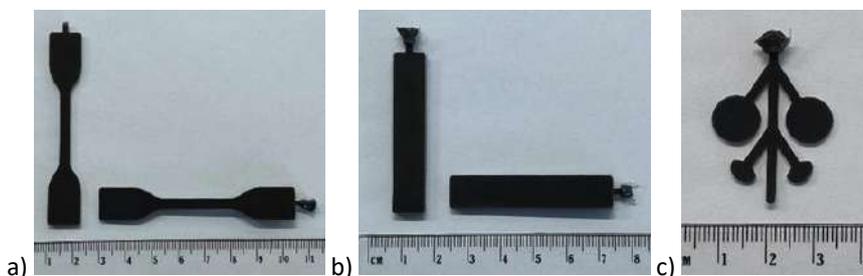
In Untersuchungen zur antibakteriellen Aktivität in Bestrahlungstests beim Projektpartner biolitec research GmbH Jena zeigten die generierten Photosensibilizer-haltigen Vliese eine zum Teil sehr hohe abtötende Wirkung gegenüber grampositiven und gramnegativen Bakterien.

### Transfervorhaben 3: „Smart Biomaterials für Implantate der nächsten Generation“

FKZ: 03ZZ0933D

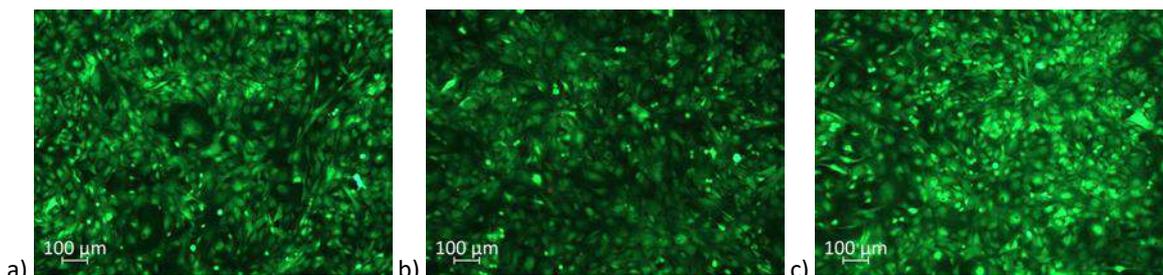
Förderzeitraum: 01.11.2020 - 31.08.2022

Im Teilvorhaben von INNOVENT („*Targetorientierte Biokomposite und –gelnetzwerke*“) wurden mittels Extrusion und Spritzguss metallhaltige Verbundwerkstoffe aus biodegradierbaren Komponenten (Polylactone, Eisen, Magnesium) für biomedizinische Anwendungen entwickelt und charakterisiert. Abbildung 3 zeigt eisenhaltige Poly- $\epsilon$ -caprolacton Probekörper für mechanische und biologische Untersuchungen.



**Abb. 3** : Poly- $\epsilon$ -caprolacton mit 5 Ma% Eisen: a) Zugprüfkörper; b) Biegeprüfkörper; c) Rundplättchen für die biologische Testung

Die untersuchten Verbundwerkstoffe zeigten keine zytotoxische Wirkung gegenüber 3T3-Zellen. Die Oberflächen begünstigen eine Adhäsion und eine normale Proliferation der Zellen (Abbildung 4).



**Abb. 4:** LSM-Aufnahmen (Vitalfärbung, FDA/GelRed) der 3T3 Zellen nach Expositionszeit von 4 Tagen auf den Probekörpern: a) Eisen (Modifikation 1); b) Eisen (Modifikation 2); c) Magnesium

Weiterhin wurden die im Rahmen der RESPONSE Forschungs- und Transfervorhaben von INNOVENT entwickelten Timolol-haltigen Wirkstofffreisetzungssysteme auf Basis von Hyaluronsäure in Form von Hydrogelen, Cryogelen und elektrogenesponnenen Fasern hinsichtlich ihrer Wirkstoffabgabe und Applizierbarkeit untersucht. Neben ihrer flexiblen Formgebung und skalierbaren Wirkstoffmenge, die in diese Systeme integriert werden können, zeichnen sich die verschiedenen Drug-Delivery-Systeme durch eine große Bandbreite des Freisetzungsverhaltens des enthaltenen Timolols aus. In Tabelle 1 ist eine Übersicht der entwickelten DDS auf HA-Basis zu finden.



**Tab. 1:** Übersicht bei INNOVENT entwickelter Timolol-haltiger DDS

Trägersystem	Burst-Release	Long-Term Release	maximal beobachteter Zeitraum	be- FS- Zeitraum
HA-Hydrogele	gering-hoch	sehr geringe-geringe Mengen, kontinuierlich	545 d	
HA-Vliese	gering-hoch	sehr geringe-geringe Mengen, kontinuierlich	533 d	
PLA/HA-Koaxialvliese	gering-mäßig	geringe Mengen, kontinuierlich	450 d	
Polyester/HA-Koaxialvliese	hoch	sehr geringe Mengen	42 d	
HA-Cryogele	mittel-hoch	geringe Mengen, kontinuierlich	75 d	

HA - Hyaluronsäure, PLA - Polylactid, FS - Freisetzung

Es ist ersichtlich, dass sowohl die initiale Wirkstofffreisetzung (Burst-Release) als auch die beobachteten maximalen Zeiträume der Substanzabgabe eine sehr große Bandbreite abdecken. Bezüglich der Verbesserung der Glaukomtherapie – aktuell werden meist topische Applikationsformen mit täglichen Verabreichungsbedarf angewendet – mit einem neuartigen lokalen DDS (subkonjunktivale Applikation) und einer möglichst langen und gleichmäßigen Freisetzung stehen mehrere potentiell geeignete Kandidaten zur Verfügung.

Für einen erfolgreichen Transfer eines dieser Systeme in ein ophthalmologisches Medizinprodukt sind jedoch weitere Untersuchungen, z. B. zur *In-vivo*-Wirkstofffreisetzung und Bioverfügbarkeit nötig. Auch könnte in zukünftigen F&E-Entwicklungen evaluiert werden, inwieweit sich die teilweise sehr vielversprechen Release-Kinetiken auf andere Wirkstoffe und Anwendungsgebiete übertragen lassen.

---

## ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

---

### OBERFLÄCHENTECHNIK

### VERÖFFENTLICHUNGEN IN FACHZEITSCHRIFTEN UND BÜCHERN

J. Xu, M. Körner, A. Henning, J. Schmidt, A. Pfuch, S. Spange

**Mit Kaltplasmaspitzen die Bioaktivität von Kunststoffknochenersatz verbessern**

Galvanotechnik 9/2022 Eugen G. Leuze Verlag

---

D. Keil, C. Marschner, K. Wermbter

**Optische Funktionalisierung von Glas und Kunststoff mit Sol-Gel-Technik**

Galvanotechnik 12/2022 Eugen G. Leuze Verlag

---

D. Keil, B. Scherer, M. Bader

**Biobasierter Schutz von Zinkoberflächen**

Jahrbuch Oberflächentechnik 2022 Eugen G. Leuze Verlag

---

S. Gerullis, A. Pfuch, O. Beier, B. Kretschmar, M. Beyer, S. Fischer

**Plasma treatment of cellulose: investigation on molecular changes using spectroscopic methods and chemical derivatization**

Cellulose, 29(13), 7163-7176

---

F. Trodtfeld, T. Tölke, C. Wiegand

**Antimicrobial Functionalization of Prolamine–Silica Hybrid Coatings with Fumaric Acid for Food Packaging Materials and Their Biocompatibility**

Biocompatibility. Antibiotics, 11(9), 1259

---

B. Scherer, M. Günther, A. Heft

**Thermoplastisch modifizierte Stärken: Vielseitige Materialien für die Oberflächentechnik**

WOMAG 4/2022



## VORTRÄGE UND POSTER

A. Pfuch

**Einfluss einer Vorbehandlung auf die Klebung von CFK**

18. Praxisseminar KLEBEN, Jena, 08.11.2022

A. Pfuch

**Application of different physical pre-treatments for improved bonding of carbon-fibre reinforced polymers**

in-adhesives Symposium, Münschen, May 12-13 2022

A. Pfuch

**Einfluss einer Vorbehandlung auf die Klebung von CFK**

Anwenderkreis Atmosphärendruckplasma, Naumburg, 09.-10.11.2022

J. Schmidt

**Oberflächenbehandlung von Magnesiumbauteilen für den Einsatz im optischen Gerätebau – Schichteigenschaften und Applikationsbeispiele**

DFO Leichtmetalltagung 2022, Münster, 31.05. - 01.06. 2022

K. Horn

**Nachhaltige Realisierung textiler Veredelungen durch Plasma(vor)behandlung – Technologie in Beispielen**

Projektwerkstatt Techtexile Nachhaltigkeit, 06.07.2022

J. Xu

**Bioactive hydroxyapatite coated PEEK with antibacterial properties**

18th International Conference on Plasma Surface Engineering PSE2022, Erfurt, 12.09.-15.09.2022

J. Xu

**Bioaktive HAp/ZnO-Schicht auf PEEK mit antimikrobiellen Eigenschaften**

Surface Technology, Stuttgart, 04.06.-06.06.2022

D. Keil

**Korrosionsschutzschichten auf Basis nachwachsender Rohstoffe**

Thementage Grenz- und Oberflächentechnik, Zeulenroda, 14.06.-15.06.2022

S. Spange

**Direkte und indirekte Nutzung von „Plasmatechniken“ für hygienische Anwendungen**

Anwenderkreis Atmosphärendruckplasma, Hannover, 30.03.-31.03.2022



## MAGNETISCHE UND OPTISCHE SYSTEME

### VERÖFFENTLICHUNGEN IN FACHZEITSCHRIFTEN UND BÜCHERN

D. Breitbach, M. Schneider, F. Kohl, L. Scheuer, B. Heinz, R. O. Serha, J. Maskill, T. Brächer, B. Lägel, C. Dubs, V. S. Tiberkevich, A. N. Slavin, A. A. Serga, B. Hillebrands, A. V. Chumak, and P. Pirro  
**Stimulated amplification of propagating spin waves**  
arXiv:2208.11455v1

Joe Bailey, Pavlo Sukhachov, Korbinian Baumgaertl, Simone Finizio, Sebastian Wintz, Carsten Dubs, Joerg Raabe, Dirk Grundler, Alexander Balatsky and Gabriel Aeppli  
**Multi-band Bose-Einstein condensate at four-particle scattering resonance**  
arXiv:2201.11043

Alberto Anadón, Elodie Martin, Suvidyakumar Homkar, Benjamin Meunier, Maxime Verges, Heloise Damas, Junior Alegre, Christophe Lefevre, Francois Roulland, Carsten Dubs, Morris Lindner, Ludovic Pasquier, Olivier Copie, Karine Dumenil, Rafael Ramos, Daniele Preziosi, Sébastien Petit-Watelot, Nathalie Viart, and Juan-Carlos Rojas-Sánchez  
**Thermal spin current generation in the multifunctional ferrimagnet  $\text{Ga}_{0.6}\text{Fe}_{1.4}\text{O}_3$**   
Phys. Rev. Applied 18, 054087 (2022)  
[doi.org/10.1103/PhysRevApplied.18.054087](https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.18.054087)

Martina Kiechle, Levente Maucha, Valentin Ahrens, Carsten Dubs, Wolfgang Porod, Gyorgy Csaba, Markus Becherer, Adam Papp  
**Experimental Demonstration of a Spin-Wave Lens Designed with Machine Learning**  
IEEE MAGNETICS LETTERS, Volume 13 (2022), 6105305, [ieeexplore.ieee.org/document/9903543](https://ieeexplore.ieee.org/document/9903543)

C. Dubs, O. Surzhenko, M. Lindner, and T. Reimann  
**Fabrication of nm-thin YIG Films by Liquid Phase Epitaxy**  
In: A.V. Chumak et al., Advances in Magnetism: Roadmap on Spin-Wave Computing  
IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, 58, (2022) 0800172  
[www.osti.gov/biblio/1866993-advances-magnetism-roadmap-spin-wave-computing](https://www.osti.gov/biblio/1866993-advances-magnetism-roadmap-spin-wave-computing)

Björn Heinz, Morteza Mohseni, Akira Lentfert, Roman Verba, Michael Schneider, Bert Lägel, Khrystyna Levchenko, Thomas Brächer, Carsten Dubs, Andrii V. Chumak, Philipp Pirro  
**Parametric generation of spin waves in nanoscaled magnonic conduits**  
PHYSICAL REVIEW B 105, 144424 (2022)  
[journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.105.144424](https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.105.144424)

T. Böttcher, M. Ruhwedel, K. O. Levchenko, Q. Wang, H. L. Chumak, M. A. Popov, I. V. Zavislyak, C. Dubs, O. Surzhenko, B. Hillebrands, A. V. Chumak, P. Pirro  
**Fast long-wavelength exchange spin waves in partially-compensated Ga:YIG**  
Appl. Phys. Lett. 120, 102401 (2022); [aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0082724](https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0082724)



## VORTRÄGE UND POSTER

Messe Coiltech Ulm mit Matesy GmbH, 04/2022,  
S. Wangemann, B. Wenzel

Messe GrindTec mit Matesy GmbH 03/2022, A. Hertzsch, B. Wenzel

SMM25 Grenoble (Soft Magnetic Materials Conference) 05/2022, Ausstellerstand,  
T. Reimann, M. Lindner

Hannovermesse 06/2022 Gemeinschaftstand der Matesy GmbH mit INNOMAG e.V., B. Wenzel

S. Mayr, S. Finizio, J. Leliaert, R. Gallardo, M. Weigand, F. Schulz, J. Gräfe, C. Dubs, J. Bailey, J. Reuteler, B. Van Waeyenberge, H. Stoll, G. Schütz, J. Raabe, and S. Wintz

**Direct imaging of spin-wave dynamics in a low-damping ferrimagnet close to antiferromagnetic compensation**

24th ICMFS, 10.07-15.07.2022, Okinawa, Japan

Khrystyna O. Levchenko, Tobias Böttcher, Moritz Ruhwedel, Qi Wang, Hryhorii L. Chumak, Maksym A. Popov, Igor V. Zavislyak, Carsten Dubs, Oleksii Surzhenko, Burkard Hillebrands, Andrii V. Chumak, Philipp Pirro

**Towards fast exchange magnonics: partially compensated Ga:YIG garnets**

XIX International scientific conference on Electronics and Applied Physics APHY-2022, 17.10. - 21.10.2022, Kyiv, Ukraine

Martina Kiechle, Levente Maucha, Valentin Ahrens, Carsten Dubs, Wolfgang Porod, Gyorgy Csaba, Markus Becherer, Adam Papp

**Experimental demonstration of a spin-wave lens designed with machine learning**

International Conference on Magnetism and Magnetic Materials (ICMMM-2022), October 13-15, 2022, Las Vegas, USA

K. O. Levchenko, T. Böttcher, M. Ruhwedel, Q. Wang, H. L. Chumak, M. A. Popov, I. V. Zavislyak, C. Dubs, O. Surzhenko, B. Hillebrands, A. V. Chumak, P. Pirro

**Nanoscale partially compensated Ga:YIG for fast exchange magnonics**

5th Ultrafast Magnetism Conference (UMC) 2022, 12-16.09.2022, Nancy, France, Booklet p.94

Sina Mayr, Simone Finizio, Jonathan Leliaert, Rodolfo Gallardo, Markus Weigand, Frank Schulz, Joachim Gräfe, Carsten Dubs, Joe Bailey, Joakim Reuteler, Bartel Van Waeyenberge, Hermann Stoll, Gisela Schütz, Jörg Raabe, Sebastian Wintz

**Imaging Spin Waves in a Low-damping Ferrimagnet with Low Magnetization**

IEEE 12th International Conference "Nanomaterials: Applications & Properties" (IEEE NAP-2022) Kraków, Poland, Sept. 11-16, 2022 Conference Track: "Nanomagnetism & Magnetic Materials" 07nmm-51

D. Schmoll, S. Knauer, R. O. Serha, A. Voronov, Q. Wang, K. Davidková, R. Verba, C. Dubs, M. Urbánek and A. V. Chumak

**Propagating Spin-Wave Spectroscopy Studies in a Millikelvin Temperature Environment**

DPG Jahrestagung, 04.09 - 09.09.2022, Regensburg, Germany

Michael Schneider, David Breitbach, Alexander A. Serga, Andrei N. Slavin, Vasyl S. Tyberkevich, Björn Heinz, Bert Lägel, Carsten Dubs, Philipp Pirro, Burkard Hillebrands, and Andrii V. Chumak

**Control of the Magnon Bose-Einstein Condensation by the Spin Hall Effect**

DPG Jahrestagung, 04.09 - 09.09.2022, Regensburg, Germany

Qi Wang, Roman Verba, Björn Heinz, Michael Schneider, Ondřej Wojewoda, Carsten Dubs, Norbert Norbert, Michal Urbánek, Philipp Pirro, and Andrii Chumak

**Exchange spin waves excitation in nanoscale magnonic waveguides using deeply nonlinear phenomena**

DPG Jahrestagung, 04.09 - 09.09.2022, Regensburg, Germany

K. O. Levchenko, T. Böttcher, M. Ruhwedel, Q. Wang, H. L. Chumak, M. A. Popov, I. V. Zavislyak, C. Dubs, O. Surzhenko, B. Hillebrands, A. V. Chumak, and P. Pirro

**Towards fast exchange magnonics: partially compensated Ga:YIG garnets**

7-th International Conference on Magnonics 2022, July 31st – August 4th, 2022 Oxnard, CA, USA, Book of Abstracts, page 16

S. Mayr, S. Finizio, J. Leliaert, R. Gallardo, M. Weigand, F. Schulz, J. Gräfe, C. Dubs, J. Bailey, J. Reuteler, B. Van Waeyenberge, H. Stoll, G. Schütz, J. Raabe, S. Wintz

**Direct imaging of spin-wave dynamics in a low-damping ferrimagnet close to antiferromagnetic compensation**

7-th International Conference on Magnonics, July 31st – August 4th, 2022 Oxnard, CA, USA Book of Abstracts, page 19

Q. Wang, R. Verba, B. Heinz, M. Schneider, C. Dubs, P. Pirro, and A. V. Chumak

**Out-of-plane nanomagnonics for exchange spin waves**

Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2022 – July 24-29, 2022, WARSAW, POLAND, Book of Abstract, p. 509

S. Mayr, S. Finizio, J. Leliaert, R. Gallardo, M. Weigand, F. Schulz, J. Gräfe, C. Dubs, J. Bailey, J. Reuteler, B. Van Waeyenberge, H. Stoll, G. Schütz, J. Raabe, S. Wintz

**Direct imaging of spin-wave dynamics in a low-damping ferrimagnet close to antiferromagnetic compensation**

Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2022 – July 24-29, 2022, WARSAW, POLAND, Book of Abstract, p. 510

David A. Breitbach, Michael Schneider, Laura Scheuer, Felix Kohl, Rostyslav Serha, Björn Heinz, Jan Maskill, Thomas Brächer, Bert Lägél, Carsten Dubs, Burkard Hillebrand, Andrii Chumak, Philipp Pirro

**Spin Hall driven spin-wave sources for magnonic conduits**

Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2022 – July 24-29, 2022, WARSAW, POLAND, Book of Abstract, p. 517

Noura Zenbaa, Qi Wang, Kristyna Davidkova, Sebastian Knauer, Moritz Ruhwedel, Oleksandr Dobrovolskiy, Sabri Koraltan, Claas Abert, Carsten Dubs, Michal Urbánek, Philipp Pirro, Dieter Suess, Andrii V. Chumak

**Non-reciprocal magnonic directional coupler**

Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2022 – July 24-29, 2022, WARSAW, POLAND, Book of Abstract, p. 523

Khrystyna O. Levchenko, Tobias Böttcher, Moritz Ruhwedel, Qi Wang, Hryhorii L. Chumak, Maksym A. Popov, Igor V. Zavislyak, Carsten Dubs, Oleksii Surzhenko, Burkard Hillebrands, Andrii V. Chumak, Philipp Pirro



**Towards fast exchange magnonics: partially compensated Ga:YIG garnets**

Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2022 – July 24-29, 2022, WARSAW, POLAND, Book of Abstract, p. 540

A. Anadón, Anadón, S. Homkar, E. Martin, B. Meunier, C. Dubs, D. Preziosi, S. Petit-Watelot, N. Viart, J. Rojas-Sanchez

**Thermal spin current generation in the multifunctional ferrimagnet  $Ga_{0.6}Fe_{1.4}O_3$ .**

Joint MMM Intermag 2022, January 10-14 2022, Abstract Book, GOI-09, p. 286

S. Mayr, S. Finizio, M. Weigand, J. Gräfe, C. Dubs, J. Bailey, J. Reuteler, H. Stoll, G. Schütz, J. Raabe, S. Wintz

**Direct Imaging of Spin-Wave Dynamics in a Low-Damping Ferrimagnet Close to Antiferromagnetic Compensation.**

Joint MMM Intermag 2022, January 10-14 2022, Abstract Book, HOK-03, p. 451

J. Bailey, S. Finizio, J. Förster, S. Mayr, M. Weigand, C. Dubs, E. Josten, J. Dreiser, E. Goering, J. Gräfe, J. Raabe, G. Schütz, G. Aeppli, S. Wintz

**X-ray magnetic linear dichroism for time-resolved imaging of spin axial dynamics.**

Joint MMM Intermag 2022, January 10-14 2022, Abstract Book, IOF-10, p. 522

M. Schmidt, B. Wenzel, „**100% quality control of permanent magnets for industrial applications**“, Magnetics Conference 02/2022, Orlando, Florida

B. Wenzel, „**100% quality control of permanent magnets for industrial applications**“, WMC (World Magnetic Conference) 04/2022, Ulm, Germany

B. Wenzel, „**Innovative Hall Line Sensor System - MHLS**“, INNOMAG Mitgliedertreffen 04/2022, Berlin, Germany

B. Wenzel, „**Manufacturing and detection of magnetic textiles used as security features**“, Auxdefense 07/2022, Guimarães, Portugal

B. Wenzel, „**Magnetometrie in der Praxis**“ Industrie-Workshop Quantenmagnetometrie 12/2022, Freiburg im Breisgau, Germany

## **Poster**

Lindner M., Reimann T., Wenzel B., Holzhey R.:

**„Domain Observation of Grain-Oriented Electrical Steel Sheets“**

Soft Magnetic Materials conference (SMM25), May 2 - 5, 2022, Grenoble (FR), Posterbeitrag

Christo Gugushev, Mario Brützam, Carsten Richter, Detlef Klimm, Carsten Dubs, Kaspars Dadzis, Christian Hirschle, Thorsten M. Gasing, Michael Schulze, Albert Kwasniewski, Jürgen Schreuer, Matthias Bickermann, Darrell G. Schlom

**Hexagallate substrates for oxide spintronic applications**

28th International Workshop on Oxide Electronics (iWoE) 2022, 2nd - 5th October, 2022 Portland, Maine, Abstract Book p. 99

Hwaider Lin, Patanjali V. Parimi, Nian Sun, Carsten Dubs, Mohan Sanghadasa,  
**Compact and Passive Thin-Film Frequency-Selective Limiters**  
GOMACTech Conference 2021, March 29-April, 2021, Virtual Conference

Alberto Anadón, Elodie Martin, Suvidyakumar Homkar, Benjamin Meunier, Heloise Damas, Junior Alegre, Maxime Verges, Christophe Lefevre, Francois Roulland, Carsten Dubs, Olivier Copie, Rafael Ramos, Francisco Rivadulla, Daniele Preziosi, Jon Gorchon, Sébastien Petit-Watelot, Nathalie Viart, Juan-Carlos Rojas-Sánchez

**Thermal spin current generation in multifunctional materials and interfaces**  
Ultrafast Magnetism Conference (UMC) 2022, 12-16.09.2022, Nancy, France, Booklet p.110

D. Schmoll, S. Knauer, R. O. Serha, A. Voronov, Q. Wang, K. Davidková, R. Verba, C. Dubs, M. Urbánek and A. V. Chumak

**Millikelvin Propagating Spin-Wave Spectroscopy for Quantum Magnonics and Hybrid Quantum Systems**  
Magnonics 2022, 31.07. - 04.08.2022, Oxnard, California, USA, Abstract book p.106

David A. Breitbach, Michael Schneider, Laura Scheuer, Felix Kohl, Rostyslav Serha, Björn Heinz, Jan Maskill, Thomas Brächer, Bert Lägel, Carsten Dubs, Burkard Hillebrands, Andrii Chumak, Philipp Pirro  
**Spin Hall-driven spin-wave sources for magnonic conduits**  
Magnonics 2022, 31.07. - 04.08.2022, Oxnard, California, USA, Abstract book p.76

Noura Zenbaa, Qi Wang, Sebastian Knauer, Oleksandr Dobrovolskiy, Sabri Koraltan, Claas Abert, Carsten Dubs, Michal Urbanek, Philipp Pirro, Dieter Süß, Andrii V. Chumak  
**Non-reciprocal magnonic directional coupler**  
Magnonics 2022, 31.07. - 04.08.2022, Oxnard, California, USA, Abstract book p.112

K. Davidková, S. Knauer, D. Schmoll, A. V. Chumak, C. Dubs, M. Urbánek  
**Towards cryogenic measurements in thin-film YIG**  
4th International Advanced School on Magnonics - MAGNETOFON July 18-22, 2022, Porto, Portugal

R. O. Serha, A. O. Voronov, D. Schmoll, R. Verba, S. Koraltan, K. Davidkova, B. Budinska, Q. Wang, O. V. Dobrovolskiy, M. Urbanek, C. Dubs, C. Abert, D. Süß, S. Knauer, A. V. Chumak  
**Influence of GGG substrate on YIG films at millikelvin temperatures**  
Spin Cavitronics IV, 07.12. - 09.12.2022, Erlangen, Germany

D. Schmoll, S. Knauer, R. O. Serha, A. Voronov, Q. Wang, K. Davidková, R. Verba, C. Dubs, M. Urbánek and A. V. Chumak  
**Propagating Spin-Wave Spectroscopy Studies in a Millikelvin Temperature Environment**  
Spin Cavitronics IV, 07.12. - 09.12.2022, Erlangen, Germany



## BIOMATERIALIEN

### VERÖFFENTLICHUNGEN IN FACHZEITSCHRIFTEN UND BÜCHERN

Schulze, S., Neuber, C., Möller, S., Pietzsch, J., Schaser, K. D., & Rammelt, S.:

**Impact of Sulfated Hyaluronan on Bone Metabolism in Diabetic Charcot Neuroarthropathy and Degenerative Arthritis.**

Int. J. Mol. Sci 23 (2022), 15146. DOI: 10.3390/ijms232315146.

V. Russo, M. El Khatib, G. Prencipe, A. Mauro, O. Di Giacinto, A. A. Haidar-Montes, F. Pulcini, B. Dufrusine, A. Cervero-Varona, M. Faydaver, C. Di Bernardino, E. Dainese, P. Berardinelli, M. Schnabelrauch, B. Barboni:

**Tendon 3D Scaffolds Establish a Tailored Microenvironment Instructing Paracrine Mediated Regenerative Amniotic Epithelial Stem Cells Potential.**

Biomedicines 10 (2022), 2578. DOI: 10.3390/biomedicines10102578.

Schmaus, A., Rothley, M., Schreiber, C., Möller, S., Roßwag, S., Franz, S., Garvalov, B. K., Thiele, W., Spataro, S., Herskind, C., Prunotto, M., Anderegg, U., Schnabelrauch, M., & Sleeman, J.:

**Sulfated hyaluronic acid inhibits the hyaluronidase CEMIP and regulates the HA metabolism, proliferation and differentiation of fibroblasts.**

Matrix Biology (2022), 109, 173-191. DOI: 10.1016/j.matbio.2022.04.001. Epub 2022 Apr 8.

Müller, C. D., Ruiz-Gómez, G., Cazzonelli, S., Möller, S., Wodtke, R., Löser, R., Freyse, J., Dürig, J. N., Rade-mann, J., Hempel, U., Pisabarro, M. T., & Vogel, S.:

**Sulfated glycosaminoglycans inhibit transglutaminase 2 by stabilizing its closed conformation.**

Scientific Reports (2022), 12, 13326. DOI: 0.1038/s41598-022-17113-2.

V. Hintze V, M. Schnabelrauch, S. Rother:

**Chemical Modification of Hyaluronan and Their Biomedical Applications.**

Frontiers in Chemistry 10 (2022), 830671. DOI: 10.3389/fchem.2022.830671.

T. Laube, J. Weisser, S. Sachse, T. Seemann, R. Wyrwa, M. Schnabelrauch:

**Comparable Studies on Nanoscale Antibacterial Polymer Coatings Based on Different Coating Procedures.**

Nanomaterials 12 (2022), 614. DOI: 10.3390/nano12040614.

S. Möller, J. Theiß, T. I. L. Deinert, K. Golat, J. Heinze, D. Niemeyer, R. Wyrwa, M. Schnabelrauch, E. Bogner:

**High-Sulfated Glycosaminoglycans Prevent Coronavirus Replication.**

Viruses, 14 (2022), 413. DOI: 10.3390/v14020413.

F. L. Portwich, Y. Carstensen, A. Dasgupta, S. Kupfer, R. Wyrwa, H. Görls, C. Eggeling, B. Dietzek, S. Gräfe, M. Wächtler, R. Kretschmer:

**A Highly Fluorescent Dinuclear Aluminium Complex with Near-Unity Quantum Yield.**

Angewandte Chemie (2022), DOI: 10.1002/anie.202117499.

---

S. Al-Maawi, S. Rother, N. Halfter, K. M. Fiebig, J. Moritz, S. Moeller, M. Schnabelrauch, C. J. Kirkpatrick, R. Sader, H.-P. Wiesmann, D. Scharnweber, V. Hintze, S. Ghanaati:

**Covalent linkage of sulfated hyaluronan to the collagen scaffold Mucograft<sup>®</sup> enhances scaffold stability and reduces proinflammatory macrophage activation in vivo.**

Bioactive Materials 8 (2022), 420-434.

## VORTRÄGE UND POSTER

Dr. T. Laube

**Vortrag: Antibakterielle Permanentbeschichtungen auf Basis quartärer Ammoniumverbindungen**

10. Institutskolloquium am IKTR, 11.10.2022

---

Dr. Möller / Dr. Bogner

**Vortrag: Hochsulfatierte Glykosaminoglykane – neue, effektive Inhibitoren gegen Coronaviren**

13. Thüringer Biomaterial Kolloquium, Zeulenroda, 15.06.2022

---

Dr. A. Berg

**Poster: Funktionalisierung und Oberflächenaktivierung von PEEK-Implantaten**

13. Thüringer Biomaterial Kolloquium, Zeulenroda, 15.06.2022



---

## BILDUNGSAKTIVITÄTEN

---

### INNOVENT KOLLOQUIUM

INNOVENT veranstaltet seit Jahren regelmäßig Kolloquien mit Referenten aus Wissenschaft und Industrie. Dies ist das interne Weiterbildungsforum für die Mitarbeiter und gilt als Weiterbildungsangebot für die Region und darüber hinaus.

Dr. Frank Fröhlich, INNOVENT e.V., Jena

**"FTIR-Analytik von Gläsern – Möglichkeiten und Grenzen"**

19. Januar 2022 ab **13:30 Uhr** im Beratungsraum von INNOVENT e.V. und über Zoom

### VORLESUNGEN

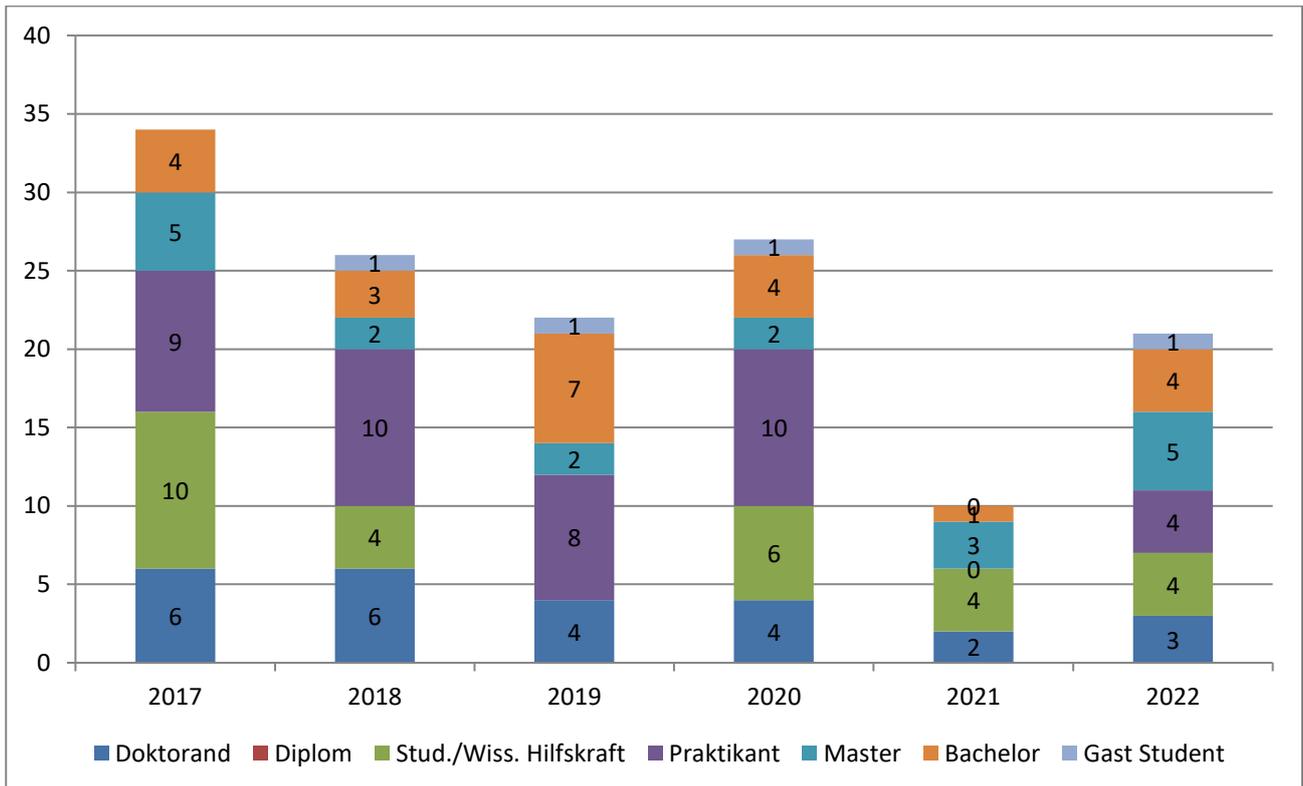
Dr. S. Spange

**Vorlesung „Chemische Nanotechnologie“ (Online aufgrund Corona)**

Bereich SciTec an der EAH Jena im WS 2021/2022, SS 2022/2023

## NACHWUCHSAUSBILDUNG

*Im Rahmen der Nachwuchsförderung bietet INNOVENT jungen Nachwuchskräften die Möglichkeit in der Forschungseinrichtung tätig zu sein. Gleich ob der Aufenthalt als Praktikum oder zur Qualifizierung zum Bachelor, Master oder zur Promotion dient – stets konnten hier hervorragende Betreuung und anspruchsvolle Themen geboten werden.*



Nachwuchsqualifikation bei INNOVENT

## ABSCHLUSSARBEITEN

Max Körner: „Erzeugung von Hydroxylapatit-Beschichtung mittels Kaltplasmaspritzen und biologische Charakterisierung“ (Bachelor-Arbeit)

Adrian Würzli: „Schichtabscheidung mittels Kaltplasmaspritzen“ (Master-Arbeit)

Vivek Faldu: „Preparation and characterisation of YIG thin films deposited by magnetron sputtering“ (Master-Arbeit)

## PROMOTIONEN

keine



---

## MITARBEIT IN FACHGREMIEN

---

### Gutachtertätigkeiten

Gutachter für:

- Biomacromolecules
- Acta Biomaterialia
- International Journal of Materials Science:
  - Materials in Medicine
  - Materials Science and Engineering
  - Carbohydrate Polymers
- International Journal of Molecular Science:
  - Carbohydrate Polymers
  - Pharmaceutics

Fachgutachter für:

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Stiftung Industrieforschung
- EU (Framework programs)
- Schweizer Nationalfonds
- Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)

### Mitgliedschaft in Fachgremien

- PersPACKtives
- AFBW (Allianz faserbasierte Werkstoffe Baden Württemberg)
- ADAC e.V.
- Arbeitsgemeinschaft „Produkt- und Know-how-Schutz“ (Protect-ing.de) VDMA e. V.
- Arbeitskreis Polymeranalytik (LBF Darmstadt)
- BalticNet-PlasmaTec e. V.
- BÜRCEL Wirtschaftsauskunft
- Chemie Cluster Bayern GmbH
- Deutsche Forschungsgemeinschaft
- Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V.
- Deutsche Gesellschaft für Plasmatechnologie e.V.
- Deutsche Glastechnische Gesellschaft e.V.
- Deutsches Verpackungsinstitut e.V.
- Europäische Forschungsgemeinschaft Dünne Schichten e.V.
- Förderkreis der EA-Hochschule Jena
- Forschungs- und Technologieverbund Thüringen e. V.
- Forschungsvereinigung Feinmechanik, Optik und Medizintechnik e.V.
- Forum MedTech Pharma e.V.
- Forum Technologie und Wirtschaft e.V.
- Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e. V.
- IHD-Trägerverein e.V.
- Industrie- und Handelskammer (IHK)

- Informationsdienst Wissenschaft e. V.
- Innovationsplattform Magnetische Mikrosysteme e. V.
- Interessengemeinschaft Gewerbegebiet Jena-Göschwitz
- J-1013 e. V.
- Medways e. V
- nanoNet Austria durch TU Wien
- Nanonetz Bayern e.V.
- Cluster Nanotechnologien
- NZPM nationales Zentrum für Plasmamedizin e.V.
- Thüringer Arbeitsgemeinschaft Biomaterial e.V.
- TITV e. V. Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e. V.
- Verband Innovativer Unternehmen e.V.
- Wirtschaftsrat der CDU e.V.
- ZIM NW Biokapsel (über GmbU e.V.Halle)
- Zuse Gemeinschaft – Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V.
- Cluster Interieur der Zukunft
- OptoNet e.V.
- UK Magnetics Society



---

## VERANSTALTUNGEN UND KOOPERATIONEN

---

### WORKSHOPS DES ANWENDERKREISES ATMOSPHÄRENDRUCKPLASMA

**41. Workshop vom 30. bis 31.03.2022 in Hannover  
(Präsenzworkshop mit Option zur online-Teilnahme wegen  
Corona-Einschränkungen)**



**Schwerpunktthema:**

**Atmosphärendruckplasma für hygienisch sensible Bereiche: (Ab)Luft & (Ab)Wasser, Lebensmittel & Verpackung, Pharma & Kosmetik**

Anwendungen von atmosphärischen Plasmen für hygienisch sensible Bereiche standen im Mittelpunkt der Vorträge, Diskussionen und des Gedankenaustauschs auf dem 41. ak-adp-Workshop in Hannover.

Die Burg Königsworth bot ein inspiratives Ambiente für das wissenschaftlich-technische Arbeitstreffen.

Welches Potential haben Atmosphärendruckplasmen für nachhaltige Anwendungen zur (Ab)Luft- & (Ab)Wasser-Behandlung? Wo bieten sich wirtschaftlich relevante Anwendungen im Bereich Lebensmittel & Verpackung mit positivem Effekt für die Umwelt? Welche Rolle spielen AD-Plasmen im Bereich Pharma & Kosmetik?

Der Workshop hat Impulse für neue Anwendungen atmosphärischer Plasmen gegeben und Wege zur Umsetzung aufgezeigt. Dazu hat insbesondere die Podiumsdiskussion mit den Referenten und weiteren Experten und Sachverständigen beigetragen



*Teilnehmer-Plenum des 41. Ak-adp Workshops*

Die Schwerpunktthemen waren:

- Klassifizierung, Design und Aufbereitung hygienisch relevanter Oberflächen
- Raumluft-Reinigung
- Integrierte Entkeimung
- Flächendesinfektion
- Plasma und plasmaaktiviertes Wasser und Lebensmittel
- Plasmaanwendungen in der Kosmetik

## 42. AK-ADP WORKSHOP VOM 9. BIS 10.11.2022 IN NAUMBURG

### Schwerpunktthema:

„Haftungsoptimierung – AD-Plasmen für maßgeschneiderte Funktionalitäten, nachhaltige Anwendungen & neue Materialien“

Im thematischen Mittelpunkt des 42. ak-adp Workshops standen neue Möglichkeiten der Haftungsverbesserung für konkrete Anwendungen und Materialkombinationen.



*Gruppenfoto Teilnehmer 42. Workshop des Anwenderkreises Atmosphärendruckplasma ak-adp*

Neben speziellen Reinigungs-, Aktivierungs- und Beschichtungsprozessen sowie analytischen Fragestellungen zum Nachweis der Haftungsverbesserung wurde auch neue und weiterentwickelte Plasmaanlagentechnik mit speziellen Anwendungen vorgestellt und diskutiert.

Der Fokus der **Podiumsdiskussion** mit anschließender **breiter Diskussionsrunde aller Teilnehmer** mit den Experten lag auf Möglichkeiten der Oberflächenanalytik für einen anwendungsabhängig optimalen Nachweis der Haftungseigenschaften von Materialkombinationen. Dabei hat sich herauskristallisiert, dass bei der Überführung von neuen Entwicklungen aus der Forschung in die Industrie ein Schwerpunkt auf der **Bereitstellung einer optimalen Möglichkeit zur Prozesskontrolle und Qualitätssicherung** liegen sollte. Die Innovationsfreudigkeit von Unternehmen kann durch einen inline-Qualitätsnachweis, der sicher/eindeutig, schnell, zerstörungsfrei und kostengünstig handhabbar ist, deutlich gefördert werden.

Das Angebot zu Kontaktabbau, Kommunikation und Informationsaustausch wurde auch im Rahmen der etablierten Abendveranstaltung und Stammtisch umfangreich genutzt.



## THGOT – 16. THEMENTAGE GRENZ- UND OBERFLÄCHENTECHNIK MIT 13. BIOMATERIAL - KOLLOQUIUM

im Bio-Seehotel Zeulenroda / Thüringen

Nach zweijähriger Corona-Zwangspause konnten am 14. und 15. Juni 2022 endlich wieder die Thementage Grenz- und Oberflächentechnik (ThGOT) und das Biomaterial-Kolloquium stattfinden.



Impressionen des 16. ThGOT und 13. Biomaterial-Kolloquiums

In 7 Plenar- und 30 Kurzvorträgen wurden aktuelle Themen im Bereich Oberflächentechnik und Biomaterial aufgegriffen. Beim 16. ThGOT standen antibakterielle Oberflächen, 3D-Druck, Waschprozesse, neue Trends und nachhaltige Oberflächentechnik im Fokus der Präsentationen.

„Faszinierend“, „beeindruckend“ und „inspirierend“ - das waren oft gehörte Kommentare zur begleitenden Posterausstellung. Das beste Feedback und die meisten Stimmen bei der Posterwahl erhielt der gemeinsame Beitrag von INNOVENT e.V. (Franziska Trodtfeld, Dr. Tina Tölke, Ronny Köcher<sup>1</sup>) und der Klinik für Hautkrankheiten am Universitätsklinikum Jena (PD Dr. Cornelia Wiegand) zum Thema „Prolamin-SiO<sub>2</sub> Hybridmaterial: Charakterisierung, Funktionalität und Biokompatibilität“

Sympathisch, kurzweilig und unterhaltsam gestaltete auch Prof. Dr. Stefan Spange seinen Abendvortrag über Pilze und Gifte und leitete damit zum gemütlichen Teil des ersten Veranstaltungstages über. Bei bestem Wetter konnten die Teilnehmer/innen, Referenten/innen und Aussteller die Thementage Grenz- und Oberflächentechnik im Biergarten des Bio-Seehotels mit Blick auf das Zeulenrodaer Meer und dem Genuss leckerer Grillspezialitäten resümieren, die Gespräche des Tages fortsetzen oder vertiefen und neue Kontakte knüpfen.

Die hochkarätig besetzten Panels des 13. Biomaterial-Kolloquiums lieferten am zweiten Veranstaltungstag aktuelle Sichtweisen zu den Themen Nanomaterialien und Nanomedizin, biofunktionale Oberflächen und Strukturen für das Tissue Engineering sowie hämokompatible Materialien und Blut-Material-Interaktionen und diskutierten die jeweiligen Themengebiete umfassend.

Wir freuen uns sehr über die gelungene Präsenzveranstaltung und die begleitende Industrieausstellung mit viel positivem Feedback oder konstruktiver Kritik.

### Schwerpunktt Themen ThGOT

- Antibakterielle Oberflächen – Visionen, Ergebnisse, Tatsachen
- 3D-Druck und Oberflächentechnik
- Waschprozesse – Reinigung – Vorbehandlung von Oberflächen
- Nachhaltige Oberflächentechnik – biobasierte Materialien, Verfahren, Anwendungen
- Neue Trends in der Oberflächentechnik



### Schwerpunktt Themen 13. Biomaterial-Kolloquium

- Nanomaterialien und Nanomedizin – State of the Art und Anwendungsperspektiven
- Biofunktionale Oberflächen und Strukturen für das Tissue Engineering
- Hämokompatible Materialien und Blut-Material-Interaktionen



8 Unternehmen und Institutionen haben sich für die begleitende Industrieausstellung angemeldet und sich Vor-Ort mit Ständen präsentiert.





## **WEITERBILDUNG: PLASMATECHNIK IM DREIKLANG AUS THEORIE, PRAXIS UND ANALYTIK**

26. – 27. September 2022, INNOVENT e.V. Jena / Thüringen

Veranstaltet vom Fachbereich Oberflächentechnik fand in den Räumlichkeiten des Forschungsinstitut INNOVENT e.V. die 2-tägige Weiterbildung „Plasmatechnik im Dreiklang aus Theorie, Praxis und Analytik“ statt.

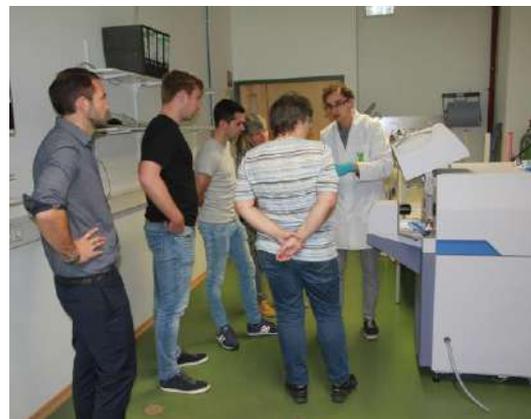
Oberflächentechnologien sind Schlüsseltechnologien! Im Zuge der fortschreitenden Implementierung von zusätzlichen Funktionalitäten rückt die Behandlung von Werkstücken mittels Plasmatechnik weiter in den Vordergrund des Interesses. In den hauseigenen Seminarräumen gaben Experten von INNOVENT e.V. in Vorträgen und Workshops Einblicke in die Plasmatechnologie, stellten aktuelle Entwicklungsaufgaben vor und lieferten Anregungen für mögliche industrielle Applikationen. Ein Hausrundgang mit Besichtigung verschiedener Labore sowie die gemeinsame Abendveranstaltung boten den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zudem ausreichende Gelegenheiten für gemeinsame Gespräche und Diskussionen.

Die Veranstaltung richtete sich an Mitarbeiter aus Forschung und Entwicklung, die mit der Produktentwicklung und -optimierung und Produktionsbetreuung beschäftigt sind, sowie an Facharbeiter.

Die Vorträge des kompetenten Teams der Arbeitsgruppe Plasmatechnik beinhalteten folgende theoretische Grundlagen:

- Einführung in die Plasmatechnik
- Plasma und Oberflächentechnik
- Atmosphärische Plasmen im Überblick
- Atmosphärische Plasmen als Beschichtungsmethode unter Normaldruckbedingungen
- Atmosphärische Plasmen und Plasmamedizin
- Atmosphärische Plasmen als ein Bestandteil von Kombinationstechnologien
- Oberflächenanalytik

Im praktischen Teil wurden Versuche u.a. zur Oberflächenreinigung mittels Plasma sowie zu atmosphärischen Plasmen als Werkzeug zur Beschichtung im hauseigenen Plasma-Applikationslabor durchgeführt. Alle Teilnehmer hatten die Möglichkeit, INNOVENT mit allen seinen Kompetenzen in den 5 Forschungsbereichen kennenzulernen.



## AUSSTELLUNGEN, FACHKONFERENZEN UND MESSEBETEILIGUNGEN



### DGO-Fachausschuss-Tagung bei INNOVENT e.V.

Am 28.04.2022 kamen 18 Mitglieder Fachausschusses „Chemische Metallabscheidung“ aus Industrie und Forschung in Jena zusammen, um über neue Aspekte dieses Themengebietes zu diskutieren. In drei Fachvorträgen wurde z. B. über das „Verschleißverhalten von Chemisch Nickel in Abhängigkeit der Wärmebehandlung“ berichtet. Weiterhin wurden Aspekte bei der außenstromlosen Abscheidung von Ni-P-B – Dispersionsschichten beleuchtet sowie ein zukünftiges Forschungsprojekt vorgestellt, welches sich mit der kontinuierlichen Plasmabehandlung von Pulvern für den optimierten Einsatz in flüssigen Matrices beschäftigt.



### 25. Soft Magnetic Materials Konferenz in Grenoble

Vom 2. bis 5. Mai präsentierte unser Fachbereich MOS magneto-optische Sensortechnik auf der 25. Soft Magnetic Materials Konferenz in Grenoble. Als Aussteller hatte das INNOVENT Team den CMOS-MagView S und den im Rahmen des noch laufenden EU-Projektes HEFMAG entwickelten Domain Tester 8 kHz im Gepäck. Mit diesem Gerät lassen sich Änderungen der Domänenstruktur von kornorientiertem Elektroblech unter Wechselfeldbedingung darstellen.



### in-adhesives 2022 Symposium

12. bis 13. Mai 2022, München

Auf dem *in-adhesives*-Symposium in München präsentierte unser Fachbereich OFT neueste Ergebnisse zur Vorbehandlung von CFK-Oberflächen für eine nachfolgende Verklebung. Im Rahmen einer Studie hatten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von INNOVENT e.V. den Einfluss von diversen plasma- bzw. flambasierten Vorbehandlungsmethoden für die Verklebung von carbonfaserverstärkten Epoxidkunststoffen (CFK) untersucht. Steigerungen in der Verbundfestigkeit verklebter und nachträglich künstlich gealterter CFK-Bauteile von bis zu 45 % wurden dabei beobachtet.



### **SURFACE TECHNOLOGY GERMANY**

21. – 23.06.2022, Messe Stuttgart

Auf der Sonderfläche „Prozesskette Oberflächentechnik“ bot INNOVENT am WOTECH Gemeinschaftsstand den Besuchern Einblicke in die chemische Vernickelung (EN) und die plasmachemische Oxidation (PCO®) die eine Erzeugung von anorganischen röntgenamorphen Mischoxidschichten auf Leichtmetallen wie Aluminium, Titan, Magnesium und deren Legierungen erzeugt.



### **Innovationstag Mittelstand des BMWK**

Zum Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) auf dem AiF-Gelände in Berlin präsentierte INNOVENT zusammen mit der SONOTEC GmbH Exponate und Prototypen aus ihrem gemeinsamen ZIM-Projekt „Entwicklung eines neuen Ultraschall-Prüfkopfs zum Einsatz in hochgenauen Durchflussmessern für die Biotechnologie“.

Der Innovationstag Mittelstand veranschaulicht als Schaufenster erfolgreicher Innovationen und Kommunikationsplattform des innovativen Mittelstands dessen Ideenreichtum und die Wirksamkeit der themenoffenen Innovationsförderung.



18<sup>th</sup> International Conference on Plasma Surface Engineering  
September 12 – 15, 2022 | Trade Fair Erfurt, Germany

### **18. Intern. Conference on Plasma Surface Engineering**

12.-15.09.2022 in Erfurt

Aus dem Fachbereich Oberflächentechnik hielt Jun Xu einen Vortrag zum Thema „Bioactive hydroxyapatite coated PEEK with antibacterial properties“. In dem Beitrag wurde auf die plasmagestützte Beschichtung von PEEK-Materialien unter Normaldruckbedingungen eingegangen. Neben der Darstellung des Schichtabscheidungsprozesses und der Charakterisierung der strukturellen Eigenschaften der Schichten stellte er auch Ergebnisse zu antimikrobiellen Tests vor.



### **BondExpo - Fachmesse für Klebtechnologie**

4. - 7.10.2022, Messe Stuttgart

In Halle 5 informierte INNOVENT am stand 5402 über die neusten Forschungen und Entwicklungen im Bereich des Klebens, Vergießens, Dichten, Fügens und des Vorbehandeln verschiedenster Materialien.



### Nanocon 2022

19. – 21.10.2022 in Brno/Tschechien

Eine vergleichende Studie zum Abbau organischer Dünnschichten durch den Einsatz atmosphärischer Plasmen wird gegenwärtig auf der Nanocon 2022 präsentiert.

In der Studie werden Ergebnisse vorgestellt, die aus der Zusammenarbeit der Masaryk Universität Brno mit INNOVENT heraus erarbeitet worden sind.



### 18. Praxisseminar KLEBEN am ifw Jena

8.11.2022 am ifw Jena

Zu den sieben Referenten aus Forschung und Industrie gehört auch INNOVENT Abteilungsleiter für Physikalische Technologien Herr Dr. Andreas Pfuch, der über neueste Ergebnisse zur Vorbehandlung von CFK-Oberflächen für eine nachfolgende Verklebung referieren wird.



### denkmal 2022

24. – 26.11.2022, Messe Leipzig

WIR!-Bündnis Vogtlandpioniere stellte auf der denkmal in Leipzig aus - der europäischen Leitmesse für Denkmalpflege, Restaurierung und Altbausanierung. Das Team der Vogtlandpioniere stelle sich und ihr Bündnis außerdem mit einem Vortrag auf dem KULTURERBE-Forum vor.



### Lange Nacht der Wissenschaften (LNDW)

25.11.2022 von 18 bis 24 Uhr in Jena

Auch INNOVENT öffnete die Institutstüren für alle kleinen und großen Nachtschwärmer und bot Mitmachangebote, Experimente und Führungen an.

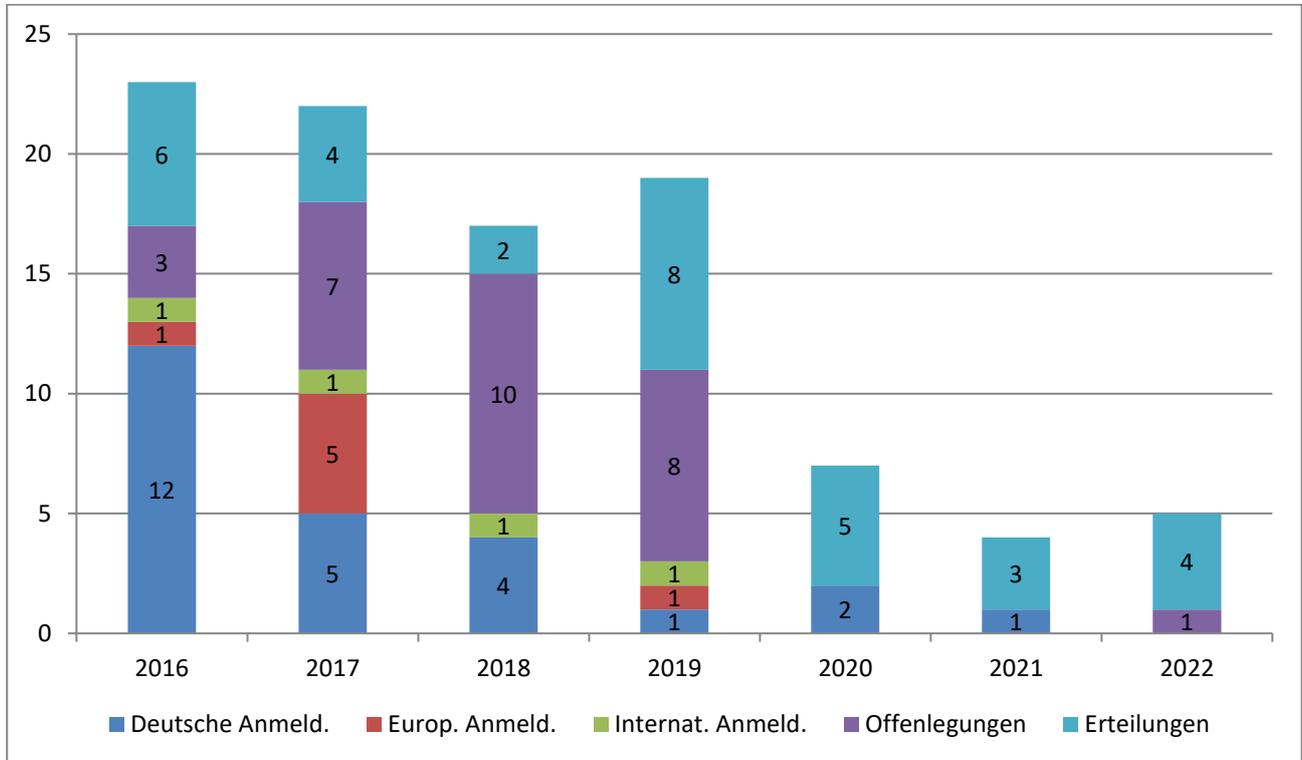
So legt unser Fachbereich Oberflächentechnik eine „Nachtschicht rund um die Beschichtung“ ein und zeigt den Gästen u.a. das Plasmalabor. Im Bereich Magnetisch-Optische Systeme wird das Verborgene sichtbar gemacht und Bleistifte werden zum Schweben gebracht. Der Bereich Biomaterialien entführt die Besucher in „Die wunderbare Welt der Polymere“ und „Was Infrarot-Laser alles können“ wird vom Fachbereich Primer und Chemische Oberflächenbehandlung präsentiert.



Am Standort in Jena-Göschwitz gab es außerdem ein zusätzliches gemeinsames Angebot der hier ansässigen Institute und Unternehmen: Wer an der "StempelRallye" teilnimmt und während der LNDW mindestens 5 Göschwitzer Institute/Unternehmen einen Besuch abstattete, erhielt ein kleines Überraschungsgeschenk.



## PATENTE



Entwicklung der Patentanmeldungen, Erteilungen und Offenlegungen

## ERTEILTE PATENTE 2022

**DE102016224127B4**

**Herz, Michael; Leuthäuser, Jörg; Nowakowski, Petra**

Verfahren zum Beschichten eines Substrats

**DE102020206231B4**

**Günther, Marlies; Heft, Andreas; Scherer, Benjamin**

Verfahren zur Beschichtung einer Oberfläche eines Substrats

**DE102020213665A1**

**Holzhey, Rocco; Wyrwa, Ralf**

Flächenelement und Vorrichtung zur Erzeugung von Singulett-Sauerstoff

**DE102021107482A1, EP 4 063 016 A1**

**Beier, Oliver; Köcher, Ronny; Martin, Björn**

Zerstäuberdüse

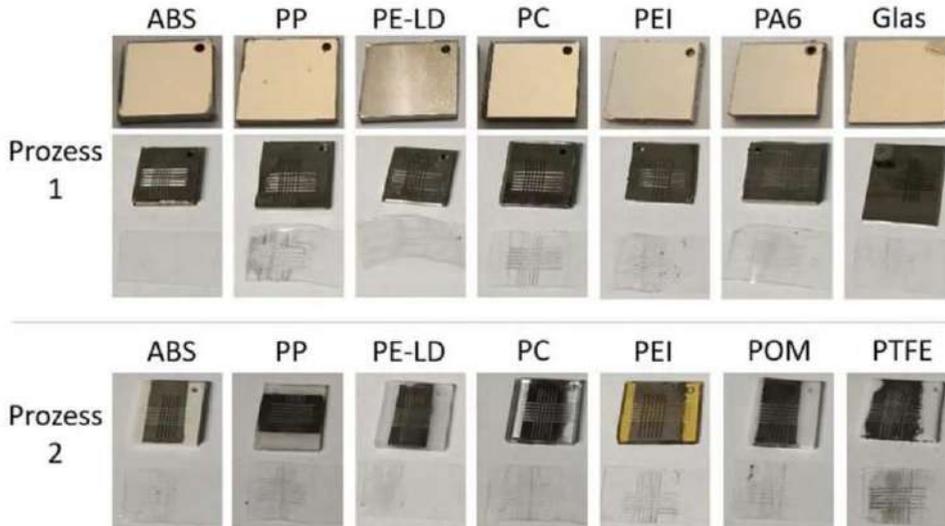
## Markt

17. Jan. 2022 | 10:00 Uhr | von Oliver Beier, Innovent

Metallisieren von Kunststoffen

### Innovent entwickelt Plasmaprozess um chemisch Nickel abzuscheiden

Die im Rahmen eines Forschungsprojektes von Innovent, Jena, entwickelten plasmaunterstützten Prozesse ermöglichen eine haftfestes Abscheiden von chemisch Nickel auf einer Vielzahl von Kunststoffen und Kompositwerkstoffen.



Gitterschnitttests nach Metallisierung an glatten Kunststoffen und Glas. (Bild: Innovent)

Das Metallisieren dielektrischer Oberflächen und dabei insbesondere Kunststoffen ist essenziell für eine Vielzahl von technischen und dekorativen Anwendungen. Beispiele stellen die elektromagnetische Abschirmung von Gehäusen, das Interieur und Exterieur von Automobilen oder Produkte des täglichen Bedarfs dar. Hierbei werden die Vorteile beider Komponenten vereint, Gewichtseinsparungen oder erhöhte Korrosionsbeständigkeit bei Kunststoffen, mit der elektrischen Leitfähigkeit oder Ästhetik / Haptik von Metalloberflächen.



Forschung & innovation - So metallisiert man (Kunststoff)-Oberflächen umweltbewusster

Oberflächentechnik

## So metallisiert man (Kunststoff)- Oberflächen umweltbewusster

19.01.2022 | Quelle: idw

Forschenden von Innovent e.V. aus Jena gelingt es jetzt, verschiedenste Kunststoffe umweltfreundlicher mit einer attraktiven Metalloberfläche zu versehen. Das steckt dahinter:



**Die Experten von Innovent e.V. Technologieentwicklung Jena haben eine umweltschonende Methode zur Metallisierung diverser Kunststoffoberflächen entwickelt. Hier mehr dazu.**  
(Bild: Pixeljack)

Haptik von Metalloberflächen.

Doch beim Metallisieren werden oft nicht wirklich unbedenkliche Chemikalien verwendet. Und bei der galvanischen Kunststoffmetallisierung ist mittlerweile aufgrund steigender Anforderungen an zugelassene Reagenzien (Stichwort REACH-Verordnung) ein hoher Marktbedarf an alternativen, umweltschonenden Verfahren gegeben, wie die Innovent-Experten anmerken.

Die Metallisierung dielektrischer Oberflächen, die auch bei Kunststoffen vorliegen, ist für viele technische und dekorative Anwendungen relevant. Man denke an elektromagnetische Abschirmung von Gehäusen oder an das Interieur und Exterieur von Automobilen. Die Metallisierung von Kunststoffen kombiniert, wie es heißt, zwei Vorteile: Gewichtseinsparungen oder erhöhte Korrosionsbeständigkeit durch den Kunststoff, gepaart mit der elektrischen Leitfähigkeit respektive Ästhetik und/oder

Bei Kunststoffen wie Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) oder Polyamid (PA) beispielsweise ist nach derzeitigem Stand der Technik ein Beizschritt in „garstiger“ Chromschwefelsäure unabdingbar, damit die Metallschicht später gut haftet. Um das zu vermeiden, hat man nun zwei alternative Metallisierungsprozesse entwickelt, die erstens an vielen dielektrischen Oberflächen (Kunststoffe, Komposite, Glas, Keramik) funktionieren, und zweitens ohne chemisches Beizen respektive ohne

Vogtland | Reichenbach | Wie Vogtlandpioniere künftig mit Mais- oder Kartoffelstärke Metall schützen wollen

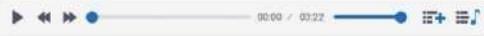
## Wie Vogtlandpioniere künftig mit Mais- oder Kartoffelstärke Metall schützen wollen

Freie Presse Erschienen am 27.01.2022



Ein mögliche Beschichtungsobjekt: die Tür zum Wendelturm der Burg Mylau. Im Bild von links Tina Tölke (Innovent), Uwe Vetter (Fissek), Nadine Holesch (Museum Burg Mylau), Sara Grasnick (Lackierzentrum Reichenbach), Mike Finkenwirth (Fissek) und Benjamin Scherer (Innovent). Foto: Franko Martin

Artikel anhören:



Für Sie berichtet:  
Gerd Betka

Forscher aus Jena in Reichenbach und der

Mylau. Wie kann aus entwickelt werden? D "StarkMetal". Offiziell Metallbauwerke bzw. Auftaktreffen auf Bu

Das Projekt vereint m Firmen, mit dem Vere Museum Burg Mylau Bundesforschungsmit korrosionshemmend Rohstoffen basiert, in Innovent. Im Vorgäng Pulverbeschichtung r Polysaccharid-Basis: Pulverbeschichtung i Landesmuseum Bonn

Dienstag, 1. Februar 2022

Lokales

Ostthüringer Zeitung 15

# Historische Metallobjekte nachhaltig schützen

Mit Unterstützung der Vogtlandpioniere wird in Mylau und Reichenbach am Projekt „Stark-Metall“ geforscht

Von Tobias Schubert

**Mylau/Greiz.** Nicht nur in Greiz – dort mit dem Kultex-Projekt angesiedelt beim Verein Alte Papierfabrik – ist das „Wir“-Bündnis der Vogtlandpioniere aktiv. Insgesamt 22 Projekte haben inzwischen die Genehmigung erhalten, unterstützt durch Bundesfördermittel zumindest in die Startphase zu gehen.

In Reichenbach beispielsweise trifft das auf das Projekt „Stark-Metall“ zu, das nun auf der Burg Mylau in Grundzügen vorgestellt wurde. Die Burg ist auch Projektpartner.

Ähnlich wie bei Kultex handelt es sich um ein Forschungsprojekt, das in einem ersten Schritt die historische Baukultur in der Region nutzen will, um damit Innovationen und Vernetzung voran zu treiben.

In einem zweiten Schritt, der aber noch weiter entfernt ist, sollen diese neuen Techniken der Industrie und Wirtschaft zur Verfügung gestellt werden, um dem Vogtland damit einen Standortvorteil und Leuchtpunktcharakter zu geben. Das setzt natürlich voraus, dass diese auch umgesetzt werden können, was in der nächsten Zeit erforscht wird.

### Korrosionshemmende Beschichtung soll entwickelt werden

Während man in der Park- und Schlossstadt Greiz auch durch die Zusammenarbeit mit dem Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland die intelligenten Textilien, die beispielsweise heizen oder leuchten können, als Grundlage für das Projekt nutzt, ist es in Reichenbach das Metall, wie es der Name „Stark-Metall“ schon vermuten lässt.

Es geht darum, eine korrosionshemmende Beschichtung zu entwickeln beziehungsweise weiterzuentwickeln, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und dann beispielsweise genutzt werden



Von links: Tina Tölke von Innovent, Uwe Vetter von der Fissek Maschinen- und Werkzeugbau Reichenbach GmbH, Nadine Holesch von der Burg Mylau, Sara Grasnick vom Lackierzentrum Reichenbach, Mike Finkenwirth von Fissek und Benjamin Scherer von Innovent vor einer der Türen der Burganlage, die durch die neue Beschichtung künftig geschützt werden könnte. FOTO: TOBIAS SCHUBERT

soll, um historische Fundstücke zu sichern und besser für die Zukunft zu bewahren, wie Tina Tölke von Innovent sagt. „Weiterentwickeln“ deswegen, da es in den Jahren 2016 bis 2019 bereits erste erfolgreiche Zusammenarbeiten mit verschiedenen Museen gab, um die Technik, die auf einem Stärke-Fettsäure-Ester basiert, an kleineren historischen Objekten zu erforschen – beispielsweise römische Nägel und Schwertfragmente.

Mit dem Projekt innerhalb der Vogtlandpioniere will man das gewonnene Wissen nun auch auf größere Objekte ausdehnen. Denkbar wäre in Zukunft, zum Beispiel Türen in der Burg Mylau zu beschich-

ten, damit diese nicht mehr so stark den Elementen und der Verwitterung ausgesetzt sind. Ein weiterer Vorteil: Die Beschichtung soll sich auch relativ leicht wieder entfernen lassen, was gerade für den Denkmalschutz von Bedeutung ist.

Auch um Dinge vorübergehend beim Transport zu sichern, bietet sich die Beschichtung, die wetterfest und damit für den Außenbereich geeignet sein soll, an.

### Auch Partner aus der Wirtschaft sind involviert

Involviert sind neben Innovent und der Burg Mylau das Lackierzentrum Reichenbach um Geschäftsführerin Sara Grasnick und die Fissek Maschinen- und Werkzeugbau

Reichenbach GmbH als Vertreter der lokalen Wirtschaft. Auch bei diesen verspricht man sich von „Stark-Metall“ Hilfe, beispielsweise wenn es darum geht, Werkzeuge zu schützen, die länger eingelagert werden und sonst rosten könnten, wie Grasnick sagt. Zum anderen bringen die Partner ihre Erfahrungen ein, wenn es etwa darum geht, spezielle ungewöhnliche Werkzeuge oder auch Gestelle zu bauen, wie Fissek-Geschäftsführer Mike Finkenwirth erklärt.

Ob „Stark-Metall“ ein Erfolg wird und überhaupt funktioniert, muss sich nun in den nächsten Jahren zeigen, wie es auch dem Ansinnen der Vogtlandpioniere entspricht. Angelegt ist das Projekt bis 2024.

### Die Vogtlandpioniere

Die Vogtlandpioniere sind eines von 20 „Wir“-Bündnissen in Deutschland, die durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung eine millionenschwere Förderung erhalten, mit der Projekte in der Region angestoßen und gefördert werden sollen.

„Wir“ steht für „Wandel durch Innovation in der Region“. Die Vogtlandpioniere haben dafür die reichhaltige historische Baukultur im Vogtland als Basis genommen.



Österreichische Kunststoffzeitschrift, 02/2022

Österreichische  
Kunststoffzeitschrift

Ein Verbleib des  
WMV  
Wissenschaftlich-Technische Zeitschrift

ZEITSCHRIFT	KUNSTSTOFF.DIRECT	INNOVATION 2021	STELLENMARKT	IMPRESSUM	NEWS-ARCHIV
-------------	-------------------	-----------------	--------------	-----------	-------------

## Metallisierung von Kunststoffen durch neue, umweltschonende Verfahren

23. FEBRUAR 2022 VON BIRGIT FISCHER

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden am Forschungsinstitut INNOVENT zwei neue, verbesserte Verfahren für die Metallisierung von Kunststoffen entwickelt. Die plasmaunterstützten Prozesse ermöglichen eine haftfeste chemische Nickelabscheidung auf einer Vielzahl von Kunststoffen und Kompositwerkstoffen.

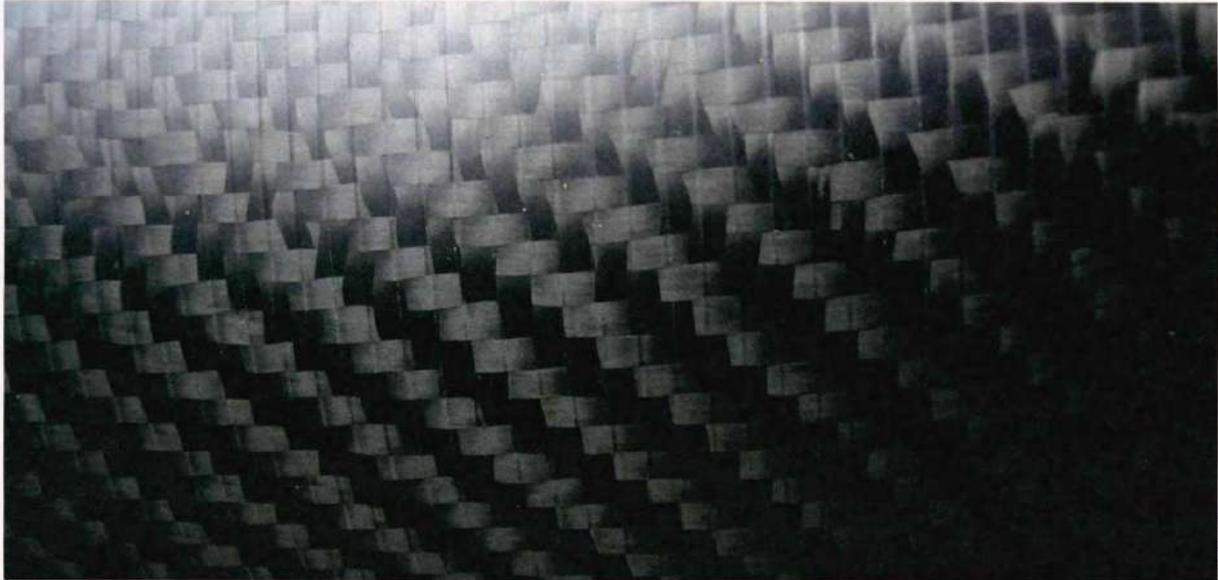
Darüber hinaus sind auch Gläser oder Keramikoberflächen als Substratmaterialien geeignet. Auf eine chemische Vorbehandlung der Substrate, etwa durch Beizschritte, kann durch die Neuentwicklungen gänzlich verzichtet werden.

### Neue technische Lösungen für die Metallisierung dielektrischer Oberflächen

Die Metallisierung dielektrischer Oberflächen und dabei insbesondere Kunststoffen ist essenziell für eine Vielzahl von technischen und dekorativen Anwendungen. Beispiele stellen die elektromagnetische Abschirmung von Gehäusen, das Interieur und Exterieur von Automobilen oder Produkte des täglichen Bedarfs dar. Hierbei werden die Vorteile beider Komponenten vereint, Gewichtseinsparungen oder erhöhte Korrosionsbeständigkeit bei Kunststoffen, mit der elektrischen Leitfähigkeit oder Ästhetik / Haptik von Metalloberflächen.



# TECHNOLOGIE



Die Bedeutung der faserverstärkten Kunststoffe wird in den kommenden Jahren angesichts drängender Themen wie Klimawandel und Energiepolitik mit Sicherheit weiter ansteigen.

Foto: B. S. Pflüger

## Optimierte Verklebung von CFK

Im Rahmen einer Studie haben Wissenschaftler von Innovent e.V. den Einfluss von diversen plasma- bzw. flamm-basierten Vorbehandlungsmethoden für die Verklebung von carbonfaserverstärkten Epoxidkunststoffen (CFK) untersucht

Dr. Andreas Pfuch, Abteilungsleiter Innovent

In einer kürzlich veröffentlichten Studie haben Wissenschaftler von Innovent untersucht, welchen Einfluss Vorbehandlungen mit Plasma oder Flammen auf CFK Verklebungen haben. Die Studie zeigte, dass eine reine Atmosphärendruckplasma- oder Flammbehandlung zu einer Verbesserung der Haftung von CFK Bauteilen führt, im Maximum um etwa 45 %. Dabei wurden ausschließlich Kohäsionsbrüche im Klebstoff beobachtet. Die Vorbehandlungen sorgten zudem für eine verbesserte Gleichmäßigkeit der Klebung.

Eine Korrelation zwischen erhöhter Oberflächenenergie und verbesserter Haftung ist nicht gegeben. Andererseits zeigte sich, dass die Zugfestigkeiten mit dem Sauerstoffanteil in der vorbehandelten CFK-Oberfläche in direktem Zusammenhang stehen.

### Gewichtiger Stellenwert

Mit Blick auf Konstruktionswerkstoffe nehmen Leichtbaumaterialien einen gewichtigen Stellen-

wert ein. Einerseits stehen vor dem Hintergrund nachhaltigen Wirtschaftens Fragen der Gewichtsverringerung von Anlagen und Maschinen und deren Komponenten im Fokus aktueller Arbeiten. Ziele, die dabei verfolgt werden, sind z.B. die Senkung des Energieverbrauchs bei der Herstellung der Anlagen und Maschinen, die Reduzierung der Masse beweglicher Bauteile und die Reduzierung von Transportkosten und Abgasen.

So werden gegenüber dem herkömmlichen Stahlkonstruktionsbau Gewichts-Einsparpotenziale in Abhängigkeit der eingesetzten Werkstoffe zwischen 10 % (Stahlleichtbau) und von bis zu 40 % (Aluminium) benannt. Gegenüber Aluminium bieten CFK-Materialien nochmals ein Potenzial von bis zu 60 %. Zudem erfordern alternative Transportkonzepte, z.B. auf Basis der Brennstoffzellentechnologie, neue Entwicklungen im Bereich der Materialentwicklung. Die Bedeutung der faserverstärkten Kunststoffe wird in den kommenden Jahren angesichts drängender Themen wie Klimawandel und Energiepolitik mit

4,3

**KOHLENSTOFFFASERN** haben im Vergleich zu Werkstoffen wie Stahl eine deutlich geringere Dichte (- Faktor 4,3). Ihre gewichtsspezifische Steifigkeit in Faserrichtung ist, je nach Fasertyp, etwas (ca. 10-15 %) oder sogar deutlich (ungefähr Faktor 2) höher als die von Stahl. Auf diese Weise entsteht ein sehr steifer Werkstoff, der sich besonders für Anwendungen mit einer Hauptbelastungsrichtung eignet, bei denen es auf eine geringe Masse bei gleichzeitig hoher Steifigkeit ankommt. Häufig müssen Faserverbund-Bauteile, um dieselben Kräfte wie ein entsprechendes Metall-Bauteil auszuhalten, voluminöser entworfen werden, was den Gewichtsvorteil reduziert.

Sicherheit weiter ansteigen. Im aktuellen Marktbericht des Composite United e.V. wird für den mittelfristigen Zeithorizont (ab 2022) ein Wach-

tum von über 30 % vorhergesagt, die Zahlen beruhen dabei auf bereits angekündigten Produktionssteigerungen der großen Carbonfaser-Hersteller.

### Kein Weg am Kleben vorbei

Bei der Konstruktion und speziell beim Fügen von faserverstärkten Kunststoffen führt derzeit kein Weg an Klebetechnologien vorbei. Für entsprechend stabile Klebungen sind dabei Vorbehandlungen wie der Einsatz geeigneter Chemikalien, ein mechanisches Aufrauen oder die Verwendung von Abrießgeweben erforderlich. Insbesondere die beiden letztgenannten Verfahren können dabei zu einer Schädigung der Faser-Matrix-Struktur führen, der Einsatz der zum meist umweltgefährdenden Chemikalien ist ebenso problematisch. Insofern stellen alternative, trockene, gasphasenbasierte Vorbehandlungsmethoden wie der Einsatz atmosphärischer Plasmen oder die Verwendung diverser Beflammungstechniken sinnvolle Alternativen dar.



mdr, 02/2022

mdr NACHRICHTEN & THEMEN MEDIATHEK & TV AUDIO & RADIO Suchen

Sachsen Sachsen-Anhalt Thüringen Deutschland Welt Sport Leben Kultur Wissen

MDR.DE > Nachrichten > Sachsen > Region Chemnitz > Vogtland und Plauen

SANIERUNG

## Vogtlandpioniere wollen historische Gebäude retten

VORLESEN

von Bernd Schädlich, MDR SACHSEN

Stand: 27. Februar 2022, 17:30 Uhr



Das alte Herrenhaus in Liebau soll saniert und wiederbelebt werden.

Bildrechte: MDR/Bernd Schädlich

"Altes beleben – Neues bewegen" – Unter diesem Motto arbeitet im Vogtland ein ganz besonders Netzwerk: die Vogtlandpioniere. Das Bündnis will dabei helfen, historische Gemäuer der Region von der Industriebrache bis hin zur Burgruine zu retten – und einer neuen Nutzung zuzuführen. Auch das Herrenhaus in Liebau, unweit der Talsperre Pöhl, spielt bei einem Projekt eine wichtige Rolle.

Vor-Ort-Termin in einer gesicherten Ruine: Wände aus nackten Ziegeln, ein notdürftig geschlossenes Dach. Die Fenster fehlen und sind mit Folie gesichert. Das 150 Jahre alte Herrenhaus in Liebau habe schon bessere Zeiten erlebt, sagt Matthias Melitzki vom Land Vogtland e.V.

"Es wurde als Flüchtlingsunterkunft nach dem Krieg verwendet, zu DDR Zeiten bewohnt", erzählt Melitzki. "Es wurde immer schlechter, ist vernachlässigt worden, verfiel dann immer mehr als Ruine und sollte am Ende abgerissen werden."

ERHALT

Vogtlandpioniere wollen Häuser retten



# Atmosphärendruckplasma – Innovation für Oberflächen

40 Workshops des Anwenderkreises Atmosphärendruckplasma ak-adp in 12 Jahren stehen für das wissenschaftliche Interesse und die industrielle Relevanz der Technologie.



Laborrundgang bei der Innovent e. V. in Jena, wo anwendungsnah u. a. für die Industrie geforscht wird

**A**ktuell nicht alltäglich: am 10. und 11. November 2021 wurde der 40. Workshop des ak-adp in Jena in Präsenz durchgeführt. Die Teilnehmer aus Forschung & Entwicklung sowie der Industrie nutzten die Gelegenheit, Anwendungsbeispiele der Plasmatechnologie bei Normaldruck für wirtschaftlich und umweltfreundlich innovative Prozesse zu diskutieren. Im Mittelpunkt der Vorträge stand sowohl ein breites Spektrum an funktionalisierbaren Materialien als auch sehr unterschiedliche Möglichkeiten der Funktionalisie-

rung an sich. Beispiele dafür sind neben der etablierte Funktionalisierung von Kunststoffoberflächen für ein bessere Verklebung und Lackierung das elektrolytisch Plasmapolieren, die Beschichtung von Carbonfasern sowie die Metallisierung von CFK-Bauteilen, die Oberflächenmodifizierung und Beschichtung von Partikeln, das Plasma Printing und die antimikrobielle Beschichtung von Fingerabdruckscannern.

**Dr. Robert Weigelt** – Teamleiter des Thüringer Clustermanagement der Landesentwicklungsgesellschaft (LECG)



## Organometallic Chemistry

How to cite: *Angew. Chem. Int. Ed.* **2022**, *61*, e202117499

International Edition: doi.org/10.1002/anie.202117499

German Edition: doi.org/10.1002/ange.202117499

**A Highly Fluorescent Dinuclear Aluminium Complex with Near-Unity Quantum Yield\*\***

Flavio L. Portwich, Yves Carstensen, Anindita Dasgupta, Stephan Kupfer, Ralf Wyrwa, Helmar Görls, Christian Eggeling, Benjamin Dietzek, Stefanie Gräfe, Maria Wächtler, and Robert Kretschmer\*

Dedicated to Professor Heinrich Lang on the occasion of his 65<sup>th</sup> birthday

- [\*] F. L. Portwich, Dr. H. Görls, Prof. Dr. R. Kretschmer  
Institute of Inorganic and Analytical Chemistry (IAAC)  
Friedrich Schiller University Jena  
Humboldtstraße 8, 07743 Jena (Germany)  
E-mail: robert.kretschmer@uni-jena.de
- Y. Carstensen, Dr. S. Kupfer, Prof. Dr. B. Dietzek, Prof. Dr. S. Gräfe,  
Dr. M. Wächtler  
Institute of Physical Chemistry  
Friedrich Schiller University Jena  
Helmholtzweg 4, 07743 Jena (Germany)
- A. Dasgupta, Prof. Dr. C. Eggeling, Prof. Dr. B. Dietzek,  
Dr. M. Wächtler  
Leibniz Institute of Photonic Technology  
Albert-Einstein-Straße 9, 07745 Jena (Germany)
- A. Dasgupta, Prof. Dr. C. Eggeling  
Institute of Applied Optics and Biophysics  
Friedrich Schiller University Jena  
Helmholtzweg 4, 07743 Jena (Germany)
- Dr. R. Wyrwa  
INNOVENT e. V. Technologieentwicklung Jena  
Prüssingstraße 27 B, 07745 Jena (Germany)
- Prof. Dr. C. Eggeling, Prof. Dr. B. Dietzek, Prof. Dr. S. Gräfe,  
Dr. M. Wächtler  
Abbe Center of Photonics  
Friedrich Schiller University Jena  
Albert-Einstein-Straße 6, 07743 Jena (Germany)
- Prof. Dr. C. Eggeling  
MRC Human Immunology Unit, Weatherall Institute of Molecular  
Medicine  
University of Oxford  
Oxford OX39DS (UK)
- Prof. Dr. C. Eggeling, Prof. Dr. B. Dietzek, Prof. Dr. R. Kretschmer  
Jena Center for Soft Matter (JCSM)  
Friedrich Schiller University Jena  
Philosophenweg 7, 07743 Jena (Germany)
- Prof. Dr. S. Gräfe  
Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering  
(Fraunhofer IOF)  
Albert-Einstein-Str. 7, 07745 Jena (Germany)

[\*\*] A previous version of this manuscript has been deposited on a preprint server (<https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2021-hd1ck>).

© 2022 The Authors. Angewandte Chemie International Edition published by Wiley-VCH GmbH. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial NoDerivs License, which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

**Abstract:** The high natural abundance of aluminium makes the respective fluorophores attractive for various optical applications, but photoluminescence quantum yields above 0.7 have yet not been reported for solutions of aluminium complexes. In this contribution, a dinuclear aluminium(III) complex featuring enhanced photoluminescence properties is described. Its facile one-pot synthesis originates from a readily available precursor and trimethyl aluminium. In solution, the complex exhibits an unprecedented photoluminescence quantum yield near unity ( $\Phi_{\text{absolute}} 1.0 \pm 0.1$ ) and an excited-state lifetime of 2.3 ns. In the solid state, J-aggregation and aggregation-caused quenching are noted, but still quantum yields of 0.6 are observed. Embedding the complex in electrospun non-woven fabrics yields a highly fluorescent fleece possessing a quantum yield of  $0.9 \pm 0.04$ .

Fluorescent compounds based on main-group elements are of fundamental interest as they combine favorable electrochemical, photophysical, and spectroscopic properties with the high natural abundance of many of the s- and p-block elements. Therefore, related fluorophores have found numerous applications, for example, in bioimaging,<sup>[1]</sup> chemosensing<sup>[1b,2]</sup> or as materials for organic light-emitting diodes (OLEDs).<sup>[3]</sup> However, although many of the main-group elements are more abundant than 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> row transition metals, the supply of certain elements such as boron, germanium, and bismuth is at (future) risk.<sup>[4]</sup> In light of the broad applications of boron-containing dyes like BODIPY and derivatives,<sup>[1a,3]</sup> developing fluorophores based on its non-endangered relative aluminium is a highly desirable task. In the late 1980s, tris(8-hydroxyquinolato)aluminium(III) (Alq3) was used to develop the first thin-film light-emitting diode,<sup>[6]</sup> wherefore the development of aluminium complexes with improved emission efficiencies received considerable interest. While at the beginning, most of the studies were focused on modifications of the 8-hydroxyquinoline ligand,<sup>[5a,7]</sup> the last decade has witnessed the development of new aluminium-containing fluorophores with improved photophysical properties.<sup>[8]</sup> But although the photoluminescence quantum yields in solution have been significantly improved from 0.2 in the case of Alq3<sup>[9]</sup> and 0.4 for Al-salen complexes<sup>[8c]</sup> up to

# Chemisch-Nickel-Beschichtung – umweltschonende Verfahren

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden zwei neue Verfahren für die Kunststoffmetallisierung entwickelt. Die plasmaunterstützten Prozesse ermöglichen eine haftfeste chemische Nickelabscheidung auf einer Vielzahl von Kunststoffen, Kompositwerkstoffen, Gläsern oder Keramikoberflächen. Auf eine chemische Vorbehandlung der Substrate kann verzichtet werden.

Die Metallisierung dielektrischer Oberflächen und dabei insbesondere von Kunststoffen ist essenziell für eine Vielzahl von technischen und dekorativen Anwendungen. Beispiele stellen die elektromagnetische Abschirmung von Gehäusen, das Interieur und Exterieur von Automobilen oder Produkte des täglichen Bedarfs dar. Hierbei

werden Vorteile beider Werkstoffe vereint: Gewichtseinsparungen oder erhöhte Korrosionsbeständigkeit der Kunststoffe mit der elektrischen Leitfähigkeit oder Ästhetik / Haptik von Metalloberflächen. In der galvanischen Kunststoffmetallisierung ist aufgrund steigender Anforderungen an zugelassene Reagenzien (zum

Beispiel REACH-Verordnung) ein hoher Marktbedarf an alternativen, umweltschonenden Verfahren gegeben. Für Kunststoffe wie Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) oder Polyamid (PA) beispielsweise ist nach derzeitigem Stand der Technik ein Beizschritt in Chromschwefelsäure essenziell, um eine gute Schichthftung zu erreichen.



**Bild 1** > Metallisierung der Außen- und Innenkontur von 3D-Komponenten.



# Ein „Kaufhaus der Innovation“ für Greiz

Die Vogtlandpioniere können sich freuen: Es gibt mehr Fördermittel und ein Umzug steht an

Von Tobias Schubert

**Greiz.** Es ist nicht nur eine gute Nachricht, die Andrea Gerlach von den Vogtlandpionieren und Bernd Grünler vom Verein Innovent Technologieentwicklung bei einem Pressetermin verkünden konnten. Die wahrscheinlich wichtigste zuerst: Die bisherige Arbeit der Vogtlandpioniere, die sich auf die Fahne geschrieben haben, mit neuen innovativen Konzepten bauhistorisch bedeutsame Objekte in der Region zu erhalten, ist erfolgreich und wird anerkannt.

Das bezeugt die Entscheidung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), die bisher genehmigte Fördersumme, die für den Anstoß erster Projekte gedacht war, auf insgesamt zwölf Millionen Euro aufzustocken, die bis zum Jahr 2025 zur Verfügung gestellt werden und auch in neue Projekte fließen sollen, die zu den bisherigen 14 – eines ist abgeschlossen – noch dazukommen.

Ab Mitte Mai will man einen neuen Projektauftrag starten, Interessenten können aber auch schon vorher mit den Vogtlandpionieren in Kontakt treten (siehe Kasten).

## Mit dem Textilforschungsinstitut in die Greika

Doch das Bündnis will mit gutem Beispiel vorangehen – die zweite gute Nachricht. Konkreter wird das Vorhaben, in dem ehemaligen Greika-Gebäude in der Greizer August-Bebel-Straße, wo auch der Bauhof untergekommen ist, die Netzwerk- und Koordinierungsstelle der Vogtlandpioniere anzusiedeln, um vor Ort präsent zu sein.

Zwar gibt es noch keinen genauen Termin, zu dem das geschehen soll, die Pläne sind aber fest und auch die Räumlichkeiten wurden bereits besichtigt.



Von links: Fabian Schreiber sowie Innovationsmanager Henry Ludwig und Andrea Gerlach von den Vogtlandpionieren im alten Greika-Gebäude in der Bebelstraße in Greiz.

FOTO: TOBIAS SCHUBERT

In das Gebäude will man sich aber nur einmieten. Haupt- und Ankernutzer soll indes das Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland (TITV) werden, sagt dessen geschäftsführender Direktor Fabian Schreiber. Das Institut hat am jetzigen Standort in der Zeulenrodaer Straße schon länger mit Platzproblemen zu kämpfen und will sich erweitern. Das wiederum soll nicht nur im bestehenden Gebäudeteil passieren, sondern man will auch

die benachbarten Flächen nutzen, die brach liegen, um darauf ein Innovationsquartier zu errichten.

## Ein Planungsbüro ist bereits beauftragt

Damit zur dritten guten Nachricht: Das soll nicht nur dem TITV nutzen, sondern auch Unternehmen, Start-ups und ähnlichen Projekten. Erste Anfragen von auswärtigen Firmen gäbe es bereits, sagt Gerlach. Auch die Vogtlandpioniere wollen

sich dort mit ihren Projekten präsentieren. Grünler nennt das geplante Quartier ein „Kaufhaus der Innovation“, also ein Schaufenster für den Ideenreichtum der Region, das weit über das Vogtland ausstrahlen soll. So könne man sich gemeinsam mit dem TITV auch vorstellen, etwa dessen smarte Textilien für die Sanierung des Greika-Hauses zu nutzen.

Auch Möglichkeiten für Kultur oder Gastronomie seien denkbar,

## Kontakte knüpfen

■ Wer Interesse an einer Förderung und Ideen hat, kann mit den Vogtlandpionieren für die Beratung in Verbindung treten.

■ Das geht online über [www.vogtlandpioniere.de](http://www.vogtlandpioniere.de) oder am heutigen Freitag zwischen 14.30 und 21 Uhr bei der Vorstellung der von Bauhaus-Studierenden erstellten „Audiowalks“ – Führungen zum Hören zu unterschiedlichen Themen im Vogtland wie Sagen und Geschichten, Aufarbeitung des Uranbergbaus in der Region oder auch zu den Spuren regimemokratischer Akteure in der DDR – in der Marktstraße 8. Die Führungen, die unter dem Titel „Auf Klangreise durch Greiz und Umgebung“ stehen, starten 15 und 17 Uhr. Die insgesamt vier „Audiowalks“ wurden von den Vogtlandpionieren gefördert, wodurch die Verbindung zustande gekommen ist.

■ Außerdem gibt es am 27. April ab 15 Uhr auf der Burg Mylau einen Ideenworkshop, der ebenfalls für alle Interessierten offen steht.

sagt Schreiber, oder sogar ein Hotel. Denn das Quartier soll nicht nur „Museum“ sein, sondern ein lebendiges Objekt.

Auch dieses Vorhaben ist bisher noch nicht mit einem konkreten Termin versehen, jedoch ist schon ein Planungsbüro beauftragt, das bis Herbst ein Konzept erstellen will. Das Quartier sei der jetzige Wunsch, sagt Schreiber. „Ob und wann wir hin kommen, werden wir sehen müssen.“

## Thermoplastisch modifizierte Stärken: Vielseitige Materialien für die Oberflächentechnik

Von Benjamin Scherer, Marlies Günther und Andreas Heft, Jena

Für bestimmte Anwendungen ist es notwendig, Schutzschichten auf Oberflächen aufzubringen, die einerseits das Erscheinungsbild des zu beschichtenden Gegenstandes nicht verändern und andererseits auch einfach wieder entfernt werden können. Thermoplastisch modifizierte Stärken erfüllen diese Eigenschaften. Sie können mit Hilfe von Verfahren der elektrostatischen Pulverlackierung aufgebracht werden. Am Beispiel historischer Fundstücke sowie Meteoriten haben die Schutzschichten in Dicken von einigen 10 µm auf Basis von Stärkeestern ihre Eignung bereits unter Beweis gestellt.

### 1 Das Konzept

Beschichtungen von Oberflächen und Gegenständen sind ein wichtiger Teil unseres Alltags geworden. Sie dienen beispielsweise dem Schutz vor Beschädigungen, der farblichen Gestaltung oder der Einstellung des Benetzungsverhaltens. Eine Beschichtung kann permanenter oder temporärer Natur sein. Temporäre Schichten können bei Bedarf entfernt werden und zum Beispiel ein Werkstück schützen (z. B. für den Transport, die Lagerung), bevor dieses weiterverarbeitet werden soll.

Organische Schichten (Polymerschichten, Lacke) können auf vielfältige Art und Weise aufgebracht werden, zum Beispiel als Suspension, Zwei-Komponenten-Harz, thermoplastische Schmelze oder als Pulverbeschichtung. Bei der Pulverbeschichtung besteht der Vorteil, dass die Schicht lösungsmittelfrei ist und durch die elektrostatische Aufladung des Pulvers gleichmäßig aufgebracht werden kann.

Viele der dafür verwendeten Substanzen wie Polyester- oder Epoxidharze basieren allerdings auf fossilen Rohstoffen. Da diese Substanzen aber auf lange Sicht begrenzt und nur in geringem Maße abbaubehaltbar sind, ist es wichtig, nachhaltige Alternativen für den breiten Einsatz zu entwickeln. Hierfür können modifizierte Stärken genutzt werden, die mittels Veresterung mit Fettsäuren in thermoplastische Polymere überführt werden können.

Modifizierte Stärken lassen sich in vielen ihrer Eigenschaften über einen weiten Bereich hinweg einstellen. Beispielsweise kann der Substitutionsgrad (DS), welcher die Modifikation der Hydroxygruppen der Stärke beschreibt und zwischen 0 und maximal 3 liegen kann, variiert werden, um den Erweichungspunkt einzustellen. Die Stärkequelle (z. B. Kartoffel- oder Maisstärke) kann verän-

dert werden, um primär die Viskosität des Polymers in der Schmelze zu beeinflussen. Die Ester lassen sich nach dem Aufbringen der Schicht wieder aufschmelzen, da sie nicht wie handelsübliche Pulverbeschichtungen vernetzen. Zusätzlich lassen sich aufgetragene organische Beschichtung ohne größere mechanische Belastung beispielsweise mit Aceton wieder entfernen.

Der reversible Schutz von Oberflächen ist besonders wichtig, wenn diese später wieder in ihren Originalzuständen benötigt werden, die Oberflächen jedoch zu empfindlich für die Lagerung sind. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn sich haftfeste Oxide auf der Oberfläche bilden, die diese passivieren und vor der Weiterverarbeitung zunächst aufwändig entfernt werden müssen. Beispielsweise müssen viele herkömmlich oder nicht geschützte Teile vor der Weiterverarbeitung manuell entschichtet oder gereinigt werden. Hier könnte eine entsprechende Schutzschicht aus einem Thermoplast direkt nach der Herstellung aufgebracht werden, um das Werkstück für den Transport und die Lagerung bis zur Weiterverarbeitung zu schützen. Ein thermoplastischer Stärkeester ist, durch die breite Einstellbarkeit seiner Eigenschaften, vielseitig einsetzbar und kann wie ein herkömmlicher Thermoplast oder als permanenter Überzug einer Oberfläche genutzt werden.

### 2 Das Material

Langkettig substituierte Stärkeester (Abb. 1) lassen sich bei genügend hohem Substitutionsgrad (meist > 1,5) ohne Weichmacher



Abb. 1: Stärke-Fettsäure-Ester mit allgemeiner Strukturformel

verarbeiten. Die Herstellung kann effizient und in einer großen Bandbreite von Eigenschaften (z. B. Viskosität, Schmelzpunkt, Hydrophobie, Transparenz, Elastizität) durch Synthese in einer Imidazol-Schmelze (Abb. 2) erfolgen [1].

Stärkeester laden sich in trockener gepulverter Form stark auf und eignen sich somit gut zur Pulverbeschichtung. Sie sind durch die Veresterung mit Fettsäuren stark hydrophob (Wasserkontaktwinkel > 100°) und können daher Oberflächen gut vor Wasser schützen. Mit korrekt eingestellten Synthese- und Beschichtungsbedingungen bilden Stärkeester farblose, klare Schichten im Bereich von 100 µm bis 200 µm. Ein entsprechendes Arbeitsschema für einen Be- und Entschichtungszyklus zeigt Abbildung 3.

Durch den Verzicht auf externe, nicht fest gebundene Weichmacher ist eine negative Beeinflussung der zu schützenden Oberflächen

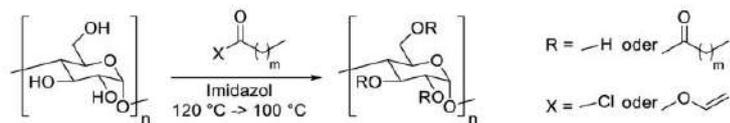


Abb. 2: Synthese eines Stärke-Fettsäure-Esters in Imidazol-Schmelze



# Klangspuren weisen den Weg

Bauhaus-Studenten laden zur audio-visuellen Entdeckung von Greiz und Berga ein

Von Ingo Eckardt

**Greiz.** Seit Freitag kann man Greiz auf ganz besondere Weise klanglich erleben – einmal nicht über die Vogtlandphilharmonie oder den Verkehrslärm an der B 94 – sondern in Form eines so genannten Audio-walks, den man theoretisch zwar auch daheim auf dem Sofa anhören kann, der aber vor allem einen Sinn ergibt, wenn man das mit dem „walk“ ernst nimmt.

## Studenten und Pioniere Hand in Hand

Gemeinsam mit den Vogtlandpionieren, die sich dem innovativen Kern der Region aus Sicht von historischen Gebäuden nähern, eröffnen Studenten der Bauhaus-Universität Weimar am vergangenen Freitag ganz offiziell die Zeit der Audio-walks für die Stadt Greiz und Berga.

Wie zur Eröffnung Student Caspar Leder aus Weimar berichtete, habe man drei der akustischen Wege beschritten. Rund zwanzig Studenten seien mit von der Partie gewesen – insbesondere betreut durch den Dozenten Leo Bockelmann.

Verarbeitet wurden in die akustischen Spaziergänge verschiedenste Klangwelten – von echten Verkehrsgläuschen, über abstrakter Musik bis hin zu konkreten sprachorientierten Tönen.



Studenten der Bauhaus-Universität Weimar haben sich auf die Suche nach Greizer Klangspuren begeben. Dabei entstanden drei spannende Hör-Rundgänge, die man mit eigenen Bildern verknüpfen kann. FOTO: INGO ECKARDT



**Der QR-Code kann mit dem Smartphone abgescannt werden.**

„Ziel ist es, Greiz zu erlaufen und mit Hilfe der Akustik, die ja auch Bilder im Kopf produziert, neue Seiten an Greiz oder auch an Berga zu entdecken“, sagte Frederike Moormann, eine weitere Dozentin, die das Projekt begleitete.

Um auf die Tour zu gehen, konnten sich die Gäste der ein wenig verregneten Eröffnung im Ladengeschäft an der Marktstraße, das man für das Projekt extra kurzfristig angemietet hatte, einige Handys und Kopfhörer ausleihen. Ab Ende April wird dies nicht mehr möglich sein, dann benötigt man ein eigenes Smartphone und Kopfhörer, um die Audio-Tour zu genießen. Sie führt die Nutzer an verschiedenste Orte, an denen man sonst vielleicht ohne den Blick für das Besondere vorbeigehen würde.

Man kann einfach einen QR-Code scannen und dann auf den Weg gehen. Die Audioebene sei eine neue Idee zum Erkunden der Stadt gewesen, berichtet Dozent Bockelmann. Zielgruppe seien die Menschen vor Ort. „Wir Vogtlandpioniere sind ja regional verwurzelt. Wir wollen auf diese besondere Weise mit den Menschen über ihre Stadt ins Gespräch kommen“, sagt Henry Ludwig, Innovationsmanager bei den Vogtlandpionieren. Die Identität einer Stadt manifestiere sich an Gebäuden und Menschen.

## Atmosphärische Plasmen und Beflammungsverfahren ...



Das Physikportal  
pro-physik.de

NACHRICHTEN ZEITSCHRIFTEN STELLENMARKT PRODUKTE ANB

Technologie

### Flammen steigern Stabilität

04.02.2022 - Neue Methoden für das Verkleben von Karbonfaser-Werkstoffen.

Im Rahmen einer Studie haben Forschende von Innovent den Einfluss von diversen plasma- oder flamm-basierten Vorbehandlungsmethoden für die Verklebung von carbonfaserverstärkten Epoxidkunststoffen (CFK) untersucht. Steigerungen in der Verbundfestigkeit verklebter und nachträglich künstlich gealterter CFK-Bauteile von bis zu 45 Prozent wurden dabei beobachtet. Dabei wurden ausschließlich Kohäsionsbrüche im Klebstoff beobachtet. Die Vorbehandlungen sorgten zudem für eine verbesserte Gleichmäßigkeit der Klebung. Eine Korrelation zwischen erhöhter Oberflächenenergie und verbesserter Haftung ist nicht gegeben. Andererseits zeigte sich, dass die Zugscherfestigkeiten mit dem Sauerstoffanteil in der vorbehandelten CFK-Oberfläche in direktem Zusammenhang stehen.

LEICHTBAUWELT  
INSPIRATION FÜR IHREN FORTSCHRITT IM LEICHTBAU

(M)EINBLICK • NETZWERK | NEWS • TECHNOLOGIE | THEMEN • BRANCHEN | ANWENDUNGEN • FIRMENLAND

Mit Blick auf Konstruktionswerkstoffe nehmen Leichtbaumaterial vor dem Hintergrund nachhaltigen Wirtschaftens Fragen der Gewerker Komponenten im Fokus aktueller Arbeiten. Ziele, die dabei verbrauchs bei der Herstellung der Anlagen und Maschinen, die Reduzierung von Transportkosten und Abgasen. So werden gegen Gewichts-Einsparpotenziale in Abhängigkeit der eingesetzten Werkstoffe gegenüber Aluminium bieten CFK-Materialien nochmals ein Potential native Transportkonzepte neue Entwicklungen im Bereich der Material

Hier sind faserverstärkte Kunststoffe ebenso von großem Interesse wird in den kommenden Jahren angesichts drängender Themen weiter ansteigen. Bei der Konstruktion und speziell beim Fügen von Klebtechnologien vorbei. Für entsprechend stabile Klebungen geeigneter Chemikalien, ein mechanisches Aufrauen oder die Verwendung insbesondere die beiden letztgenannten Verfahren können dabei der Einsatz der zumeist umweltgefährdenden Chemikalien ist ebenfalls trockene, gasphasenbasierte Vorbehandlungsmethoden wie die diverser Beflammungstechniken sinnvolle Alternativen dar.

### Plasma und Beflammung optimieren das Verkleben von CFK

DOI: 17. FEBRUAR 2022 / IN: NETZWERK | TECHNOLOGIE, THEMEN / TAGGED: INNOVENT, KLEBEN, KOHLENSTOFFFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFE (CFK), OBERFLÄCHENBEARBEITUNG



Beispiel für oberflächliche Bruchversagen (Flammbehandlung, Bruch im Klebstoff) und untere adhäsive Bruchversagen (Säure-Behandlung, Bruch in der Grenzfläche Klebstoff/CFK-Bauteil) (Quelle: Innovent)

Plasma- und flamm-basierte Vorbehandlung kann das Verkleben von duroplastischem CFK verbessern und die Verbundfestigkeit um bis zu 45% erhöhen. Das haben Forschende des Forschungsinstituts Innovent in einer Studie herausgefunden.

In der Studie wurde untersucht, welchen Einfluss Vorbehandlungen mit Plasma oder Flammen auf CFK-Verklebungen haben. Es zeigte sich, dass eine reine Atmosphärendruckplasma- oder Flammbehandlung zu einer Verbesserung der Haftung verklebter CFK-Bauteile führt, im Maximum um etwa 45 Prozent, wobei ausschließlich Kohäsionsbrüche im Klebstoff beobachtet wurden. Zudem sorgten die Vorbehandlungen für eine gleichmäßigere Klebung.

Eine Korrelation zwischen erhöhter Oberflächenenergie und verbesserter Haftung ist nicht gegeben. Andererseits zeigte sich, dass die Zugscherfestigkeiten mit dem Sauerstoffanteil in der vorbehandelten CFK-Oberfläche in direktem Zusammenhang stehen.

Bei der Konstruktion und speziell beim Fügen faserverstärkter Kunststoffe führt derzeit kaum ein Weg an Klebtechnologien vorbei. Für entsprechend stabile Klebungen werden die Bauteile bisher

vorbehandelt – durch geeignete Chemikalien, ein mechanisches Aufrauen oder das Verwenden von Abrießgeweben. Trockene, gasphasenbasierte Vorbehandlungsmethoden wie der Einsatz atmosphärischer Plasmen oder die Verwendung diverser Beflammungstechniken stellen zu diesen Methoden eine sinnvolle Alternativen dar.



# Vorbehandlung für das Verkleben von CFK-Bauteilen

Bei der Verklebung von CFK-Bauteilen kann durch den Einsatz von entsprechenden Vorbehandlungsverfahren eine deutliche Haftungsverbesserung erzielt werden. Dabei stellen insbesondere atmosphärische Plasmen und Beflammungsverfahren geeignete Alternativen zum Einsatz umweltgefährdender Chemikalien dar. Die vorgestellte Vergleichsstudie gibt Orientierung bei der Wahl eines geeigneten Verfahrens.

Andreas Pfuch, Björn Kretzschmar, Oliver Beier, Thomas Seemann, Martina Goetjes, Uwe Gitter

Auf dem Gebiet der Konstruktionswerkstoffe nehmen Leichtbaumaterialien einen gewichtigen Stellenwert ein. Die Notwendigkeit nachhaltigen Wirtschaftens mit der Reduzierung bewegter Massen und der Einsparung von Energie, aber auch die Entwicklung alternativer Transportkonzepte auf der Basis von Brennstoffzellen und Wasserstoffspeichern sind treibende Faktoren, wenn es um den Einsatz faserverstärkter Kunststoffe geht. Die Bedeutung dieser Materialien wird zudem in den kommenden Jahren angesichts drängender Themen wie Klimawandel und Energiepolitik weiter ansteigen. Im aktuellen Marktbericht von Composite United e.V. wird für den mittelfristigen Zeithorizont ab 2022 ein Wachstum von über 30 % vorhergesagt. Die Zahlen beruhen dabei auf bereits angekündigten Produktions-

steigerungen der großen Carbonfaserhersteller [1].

Bei der Verarbeitung von faserverstärkten Kunststoffen führt derzeit kein Weg an Klebtechnologien vorbei. Um stabile Klebverbunde zu realisieren, sind entsprechende Vorbehandlungen wie der Einsatz geeigneter Chemikalien, ein mechanisches Aufrauen oder die Verwendung von Abreißgeweben der Materialien unerlässlich. Insbesondere die beiden letztgenannten Verfahren können allerdings zu einer Schädigung der Faser-Matrix-Struktur führen, der Einsatz der zumeist umweltgefährdenden Chemikalien ist ebenso problematisch. Insofern können flamm- beziehungsweise plasmabasierte Vorbehandlungsverfahren sinnvolle Alternativen darstellen. In diesem Beitrag wird der Einfluss verschiedener atmosphärischer Plasmen und Flammen auf

die Oberflächenzustände von carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) und auf das gegebene Potenzial zur Steigerung der Verbundfestigkeit von CFK-Klebung näher betrachtet.

## Verklebung von CFK

Für die Untersuchungen wurden Carbonfaser/Epoxid-Prüfkörper DT120, geschnitten, in 0°/90° Faserrichtung gelegt, in den Abmessungen 100 × 25 × 1,5 mm<sup>3</sup> von der Firma Rocholl verwendet. Alle Proben wurden vor der Verwendung zunächst mit Laborwischtüchern und Isopropanol vorgereinigt, um eventuell aus der CFK-Fertigung herrührende Rückstände von Trennmitteln, Trennfolien oder Abziehfolien zu entfernen, und danach abgelüftet. Die vor der Verklebung durchgeführten Vorbehandlungen erfolgten unter Verwendung unterschiedlicher physikalischer Methoden (Bild 1 und Tabelle 1). Bei den Verfahren, die eine Variation der Behandlungsparameter zulassen, erfolgte die Festlegung der in dieser Studie verwendeten Behandlungsparameter anhand einer Vorabuntersuchung zur Benetzbarkeit mit Wasser. Es wurden neben den reinen Vorbehandlungen, die nur zu einer Oberflächenaktivierung führen, auch schichtbildende Prozesse unter Verwen-

## Flamm- und plasmabasierte Vorbehandlung von Polymeren

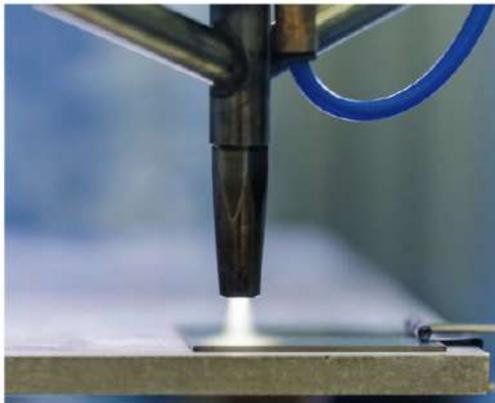
Im Bereich der Vorbehandlung von Polymerwerkstoffen sind flamm- und plasmabasierte Verfahren ein wichtiges Werkzeug. Aufgrund der Wechselwirkung der angeregten Gasspezies mit der Kunststoffoberfläche kommt es zur Ausbildung von oberflächennahen polaren Gruppen und zu einer messbaren nanoskaligen Veränderung der Oberflächentopographie. Beides führt zu einer verbesserten Anbindung von nachfolgend aufgetragenen Lacken oder Klebstoffen.

[Home](#) > [Branche](#) > [Dünne Schichten](#) > [Nano-Fluoreszenz-Signale detektieren](#)

20.07.2022



## Nano-Fluoreszenz-Signale detektieren



Schichtapplikation mittels Plasma-Jet.  
©INNOVENT

Die Jenaer Industrieforschungseinrichtung Innovent e.V. hat fluoreszierende Nanopartikel in Dünnschicht-Technologien eingebaut. Diese Partikel lassen sich nun dank einer am Berliner Ferdinand-Braun-Institut (FBH) entwickelten Messmethode nachweisen. Bislang war dies so nicht möglich, da die fluoreszierenden Materialien nur Signale mit sehr geringer Intensität liefern. Die Technologie basiert auf Plasma- und Sol-Gel-Beschichtungen. Aktuell werden weitere Partner gesucht, um die Nano-Fluoreszenz-Technologie so weiterzuentwickeln, dass sie künftig mit Handgerät und App wirtschaftlich nutzbar ist. Die neuartigen

Beschichtungen lassen sich für das Auge unsichtbar ausführen und können an die jeweilige Anwendung angepasst werden. So lässt sich die Funktionalität der Oberfläche beispielsweise als Barrierschicht ausführen, um die Korrosion von Metallen zu verhindern oder Folien für Gase undurchlässig zu machen. Auch leicht zu reinigende Schichten, die mit speziellen hydrophilen, hydrophoben oder antimikrobiellen Eigenschaften ausgestattet sind, können auf diese Weise erzeugt werden. In die 200 bis 500 nm dünnen Schichten müssen nur geringste Konzentrationen der Nanopartikel von unter 0,5 % eingebracht werden. Das gewährleistet einen sparsamen Materialeinsatz und stellt sicher, dass die gekennzeichneten Produkte recycelbar sind.

### Kompakter Laboraufbau erlaubt mobilen Einsatz

Um die Fluoreszenz mit höchster Sensitivität nachzuweisen, wird die Schicht mit UV-Licht angeregt, das mittels Fotosensoren mit einem vorgeschalteten optischen Filter detektiert wird. Die Messung der Emission erfolgt innerhalb weniger Sekunden, wie in einem Laboraufbau erfolgreich gezeigt werden konnte. Durch die geringe Baugröße der Komponenten müssten derartige sensible Messungen in vielen Anwendungsbereichen künftig nicht mehr im Labor durchgeführt werden. Sie könnten direkt in Produktionsbereichen, in Logistikunternehmen oder beim Zoll erfolgen, denn der Laboraufbau ist so kompakt, dass er sich auch für den mobilen Einsatz eignet. Er kann sowohl in miniaturisierte und damit Farbstoff-individualisierte Geräte als auch in standardisierte „Universalgeräte“ mit auswechselbarer LED und/oder Filter überführt werden.



# Mit Kaltplasmaspritzen die Bioaktivität von Kunststoffknochenersatz verbessern

Thermoplastische Hochleistungskunststoffe wie Polyetheretherketone (PEEK) verfügen über ähnliche mechanische Eigenschaften wie menschliche Knochen. Somit ist PEEK ein vielversprechender Kunststoff für medizinische Anwendungen für Knochenersatz. Um die Bioaktivität von PEEK zu erhöhen, können Hydroxylapatit (HAp)-Schichten mittels Kaltplasmaspritzen auf PEEK-Oberflächen abgeschieden werden. Die abgeschiedenen und haftfesten HAp-Schichten weisen eine poröse Struktur auf, welche für das Anwachsen von Knochenzellen geeignet ist.

## Einleitung

Aufgrund des niedrigen Elastizitätsmoduls und seiner Durchlässigkeit für Röntgenstrahlung ist PEEK für die postoperative Visualisierung ein vielversprechendes Biomaterial. Im Vergleich zu metallischen Biomaterialien wie Edelstähle und Titanlegierungen besitzt PEEK ähnliche mechanische Eigenschaften wie menschliche Knochen, damit der Stress-Shielding Effekt am Knochen/Implantat-Interface vermieden werden kann [1]. Allerdings kann seine bioinerte Oberfläche zu fibröser Einkapselung und schlechter Osseointegration führen.

Um die Bioaktivität von PEEK zu erhöhen, sind häufig Modifizierungen der Materialoberflächen notwendig. Torstrick et al. erhöhte die Bioaktivität des PEEK-Materials, indem eine poröse Oberfläche vom PEEK erzeugt wurde [2]. Hahn et al. applizierte eine Hydroxylapatit-Schicht auf Zwischenwirbelimplantat aus PEEK mittels Aerosol Deposition, um eine haftfeste bioaktive Oberfläche zu erzeugen [3]. Des Weiteren ist es möglich, dass eine HAp-Schicht mittels herkömmlichen atmosphärischen Spritzens auf PEEK-Substrat abgeschieden werden kann [4, 5].

Hierbei muss jedoch ein Kompromiss zwischen der Überhitzung des Substrats und der Schichtbildung gefunden werden [6]. Um die thermische Belastung vom Substrat zu minimieren, können die Hydroxylapatit-Schichten mittels atmosphärischen Kaltplasmaspritzens auf thermisch sensitive Substrate aufgebracht werden. Kaltplasmaspritzen ist eine abgewandelte Form des Plasmaspritzens, wobei sehr feine Pulver bei moderater Leistung aufgeschmolzen

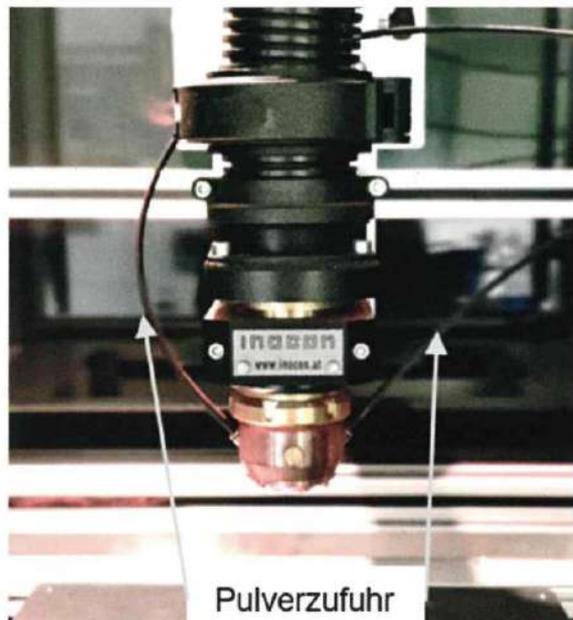


Abb. 1: Kaltplasmasystem IC-3, Fa. Inocon

und auf zu beschichtenden Oberflächen beschleunigt werden.

## Material und Methoden

Als Substratmaterialien fanden Plättchen aus PEEK in den Abmessungen  $\varnothing$  17 mm x 2 mm Verwendung (Rocholl GmbH, Eschelbronn, Deutschland). Die Schmelztempera-

## Article

# Antimicrobial Functionalization of Prolamine–Silica Hybrid Coatings with Fumaric Acid for Food Packaging Materials and Their Biocompatibility

Franziska Trodtfeld <sup>1,2,\*</sup> , Tina Tölke <sup>2</sup> and Cornelia Wiegand <sup>1,\*</sup><sup>1</sup> Department of Dermatology, University Medical Center Jena, Erfurter Str. 35, D-07740 Jena, Germany<sup>2</sup> INNOVENT e.V., Prüssingstraße 27 B, D-07745 Jena, Germany

\* Correspondence: franziska.trodtfeld@med.uni-jena.de (F.T.); c.wiegand@med.uni-jena.de (C.W.)

**Abstract:** The interest of the food packaging industry in biodegradable, recyclable, and functional materials has steadily increased in recent years. The use of hydrogels in the food sector holds great potential for use in packaging systems or as carriers for bioactive substances. The synthesis of an oxygen barrier coating of prolaminic silica material and antimicrobial functionalization with fumaric acid for packaging materials described here is an elegant way to meet these requirements. The developed material achieved a significant antimicrobial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, two common clinical pathogens. Another pre-requisite of such materials is a high biocompatibility, which can be assessed using human cell models, to help ensure consumer safety. The biocompatibility was determined by luminescence adenosine triphosphate and photometric lactate dehydrogenase assays. No cytotoxic effects on human keratinocytes in vitro were found for the test materials.



check for updates

**Citation:** Trodtfeld, F.; Tölke, T.; Wiegand, C. Antimicrobial Functionalization of Prolamine–Silica Hybrid Coatings with Fumaric Acid for Food Packaging Materials and Their Biocompatibility. *Antibiotics* **2022**, *11*, 1259. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11091259>

Academic Editors: Yosra A. Helmy and Essa M. Saied

Received: 20 August 2022  
Accepted: 10 September 2022  
Published: 16 September 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Keywords:** antimicrobial activity; barrier coating; hydrogel; food packaging; material–cell interaction; biocompatibility

## 1. Introduction

The accumulation of synthetic plastics and the environmental problems they have generated have resulted in an increased search for alternative coatings and materials based on natural polymers such as polysaccharides and proteins [1,2]. Food packaging materials are developed to ensure or prolong the shelf life of the packaged product. Food items are prone to the oxidation or contamination of the product. The oxidation process leads to spoilage in off-flavors and colors as well as texture alterations, whereas the contamination of the product leads to an increase in health risks to the consumer. The use of bio-based hydrogels for food packaging has increased in recent years [3–5], but their commercial use remains limited. They are very flexible, elastic, and biocompatible, which makes them well-suited for use as packaging materials. Hydrogels can absorb a lot of water; therefore, they can reduce the water activity in a packaged product and slow down the spoilage of packaged goods [6]. Hydrogels are used to preserve hygroscopic foods such as powders or to maintain the texture of dry and crisp products. Various materials and methods have been investigated to expand the applications of hydrogels such as incorporating active materials into the porous structure of the gel, improving the absorption properties, and using them as biosensors to ensure food freshness [7–11]. Although there are already studies on extending the shelf life of foods with hydrogels made from natural polymers by controlling the moisture, this approach of an antimicrobial coating with an oxygen barrier based on a hydrogel is new and promising because the properties of these materials can add significant value to packaged products due to their biocompatibility and low toxicity [12].

Paper is a recyclable and biodegradable packaging material, which is produced from renewable resources and utilized in many food packaging applications. However, it is



---

## INNOVENT SPORTLICH

---

Im Jahr 2022 fanden leider keine Wettbewerbe statt, an denen sich INNOVENT Mitarbeiter beteiligt haben.

## ANFAHRT PRÜSSINGSTRASSE

### AUTO

#### Autobahn A4 Anschlussstelle Jena Göschwitz (53)



aus Richtung Dresden: Geradeaus in das Industriegebiet Göschwitz fahren.

aus Richtung Erfurt: Zunächst die B88 in Richtung Jena fahren, dann rechts in das Industriegebiet Göschwitz abbiegen.

Nach ca. 800 m rechts in die Prüssingstraße einbiegen. Das Firmengelände mit Parkmöglichkeiten befindet sich auf der linken Seite nach ca. 100 m.



### BAHN

#### Ankunft Göschwitz

RE, RB, EB aus Richtung Weimar, Gera, Naumburg, Göttingen, Lichtenfels)

5 Min. Fußweg (Ausgang Lobeda) in Richtung blaues Bürogebäude. An der Straßeneinmündung Göschwitzer Straße rechts die Prüssingstraße entlang bis zum Eingang links INNOVENT (100m).

#### **Straßenbahn:**

Straßenbahn Linie 1 "Lobeda West" oder Linie 3 "Lobeda Ost"



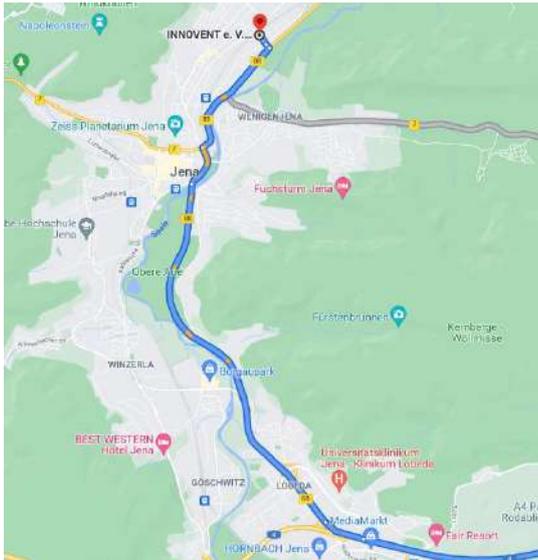
Quelle: Google Maps



## ANFAHRT ILMSTRAßE

### AUTO

#### Autobahn A4 Ausfahrt Stadtrodaer Straße/B88 Richtung Jena Zentrum



Stadtrodaer Straße (B88) ca. 6 km folgen.  
Danach rechts auf den Eisenbahndamm (B88) abbiegen.  
Nach 650 m rechts auf die Wiesenstraße (B88) abbiegen.  
Nach 1,9 km links auf den Loquitzweg abbiegen.  
Dem Loquitzweg bis zum Ende folgen.

### BUS

Vom Busbahnhof entweder Stadtbuslinie 43 oder die Linien 430 / 431 Richtung Bürgel. Haltestelle Loquitzweg aussteigen und ab da 200 m zu Fuß.

Quelle: Google Maps



---

## ANSCHRIFT UND ANSPRECHPARTNER

---

Hauptgebäude  
INNOVENT e. V.  
Prüssingstr. 27 B  
07745 Jena

Zweigstelle Ilmstraße (Dr. Arnd Schimanski)  
INNOVENT e.V.  
Ilmstraße 18  
07743 Jena

Telefon +49 3641 2825-10  
Fax +49 3641 2825-30  
E-Mail [innovent@innovent-jena.de](mailto:innovent@innovent-jena.de)  
Web [www.innovent-jena.de](http://www.innovent-jena.de)

+49 3641 20498-23

## INSTITUTSLEITUNG

Dr. Bernd Grünler Tel. +49 3641 2825-10 E-Mail [bg@innovent-jena.de](mailto:bg@innovent-jena.de)

Stellvertreter:

Dr. Uwe Möhring Tel. +49 3641 2825-75 E-Mail [um@innovent-jena.de](mailto:um@innovent-jena.de)

Dr. Arnd Schimanski Tel. +49 3641 2825-10 E-Mail [as@innovent-jena.de](mailto:as@innovent-jena.de)

## BEREICHSLEITER

### Oberflächentechnik

Dr. Sven Gerullis Tel. +49 3641 2825-51 E-Mail [sg@innovent-jena.de](mailto:sg@innovent-jena.de)

Dr. Sebastian Spange Tel. +49 3641 2825-51 E-Mail [ss2@innovent-jena.de](mailto:ss2@innovent-jena.de)

### Primer & Chemische Oberflächenbehandlung

Dr. Jörg Leuthäuser Tel. +49 3641 2825-48 E-Mail [jl@innovent-jena.de](mailto:jl@innovent-jena.de)

### Magnetische & Optische Systeme

Rocco Holzhey, M.Sc. Tel. +49 3641 2825-15 E-Mail [rh2@innovent-jena.de](mailto:rh2@innovent-jena.de)

### Biomaterialien

Sabrina Hauspurg Tel. +49 3641 2825-12 E-Mail [sh3@innovent-jena.de](mailto:sh3@innovent-jena.de)

### Analytik und Werkstoffprüfung

Dr. Katrin Pawlik Tel. +49 3641 2825-14 E-Mail [kp@innovent-jena.de](mailto:kp@innovent-jena.de)

### Controlling/Verwaltung

Dr. Uwe Möhring Tel. +49 3641 2825-75 E-Mail [um@innovent-jena.de](mailto:um@innovent-jena.de)

### Technik

Dipl.-Ing. Armin Schmidt Tel. +49 3641 2825-10 E-Mail [as2@innovent-jena.de](mailto:as2@innovent-jena.de)



INNOVENT e. V.  
Prüssingstraße 27 B  
D-07745 Jena  
Tel.: +49 3641 28 25 0  
Fax: +49 3641 28 25 30  
E-Mail: [innovent@innovent-jena.de](mailto:innovent@innovent-jena.de)  
Web: [www.innovent-jena.de](http://www.innovent-jena.de)  
© INNOVENT 2022