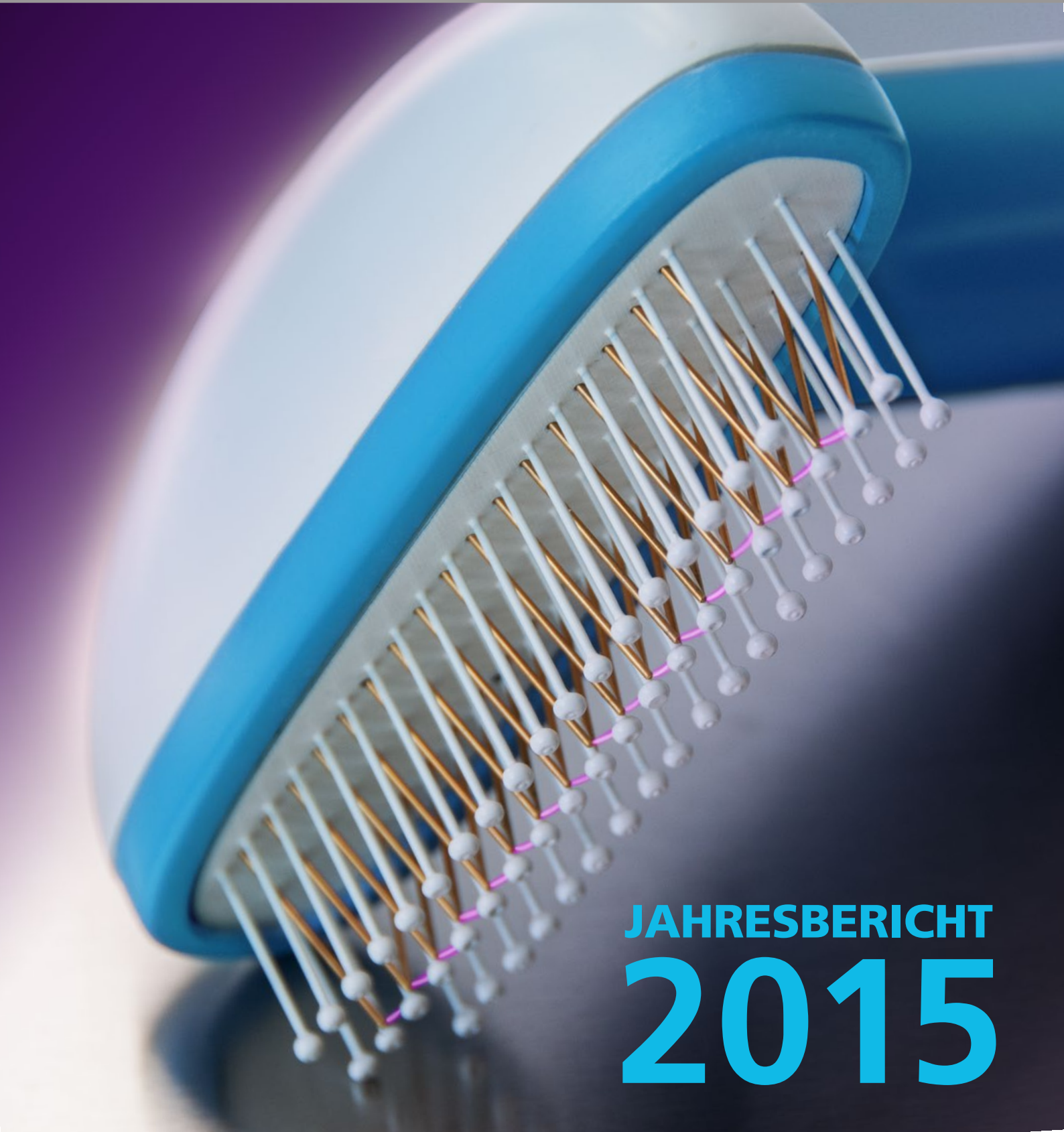




Fraunhofer

IST

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SCHICHT- UND OBERFLÄCHENTECHNIK IST



JAHRESBERICHT
2015

JAHRESBERICHT
2015





VORWORT DER INSTITUTSLEITUNG

Sehr geehrte Damen und Herren,

2015 war in vielfacher Hinsicht für das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächen-technik IST ein besonderes Jahr – zumal es sich um das 25. Jubiläumsjahr des Instituts handelte. Im vorliegenden Jahresbericht haben wir Ihnen eine Auswahl der wichtigsten Ereignisse und aktuellsten Forschungsergebnisse zusammengestellt.

Unser besonderer Dank geht an dieser Stelle an all diejenigen, deren Leistung und Engagement diese Erfolge überhaupt möglich gemacht haben: allen voran die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IST, unsere Partner aus Forschung und Entwicklung, unsere Auftraggeber aus der Industrie, unsere Förderer, Kollegen und Freunde. Wir danken Ihnen für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Ihnen, liebe Leserin und lieber Leser, wünschen wir viel Freude mit unserem Jahresbericht und freuen uns auch auf Ihre Ideen für eine zukünftige Kooperation.

1 Links: Stellvertretender
Institutsleiter Prof. Wolfgang
Diehl. Rechts: Institutsleiter
Prof. Dr. Günter Bräuer.

Prof. Dr. Günter Bräuer

Prof. Wolfgang Diehl

INHALT

Vorwort der Institutsleitung	3	Luft- und Raumfahrt	43
Das Jubiläumsjahr 2015	6	Umweltfreundliche Metallisierung von CFK	44
Preise und Auszeichnungen	8	Energie und Elektronik	47
Aus dem Kuratorium	12	Pd-Gastrennmembranen für die Wasserstoffseparation	48
Ausgezeichnete Zusammenarbeit	14	Neue nichtinvasive Widerstandsmessung für Batteriefolien	50
Das Institut im Profil	16	Kalt-Plasmasprühen in der Anwendung	52
Das Institut in Zahlen	18	Optik	55
Ihre Ansprechpartner	20	EOSS®-Plattform – Demonstration langzeitstabiler Verteilung	56
Forschungs- und Dienstleistungsangebot	24	Life Science und Umwelt	59
Analytik und Qualitätssicherung	26	Kopfläuse wirksam mit Plasma bekämpfen	60
Laborausstattung und Großgeräte	28	Kaltsanitisierung von Reinstwasseranlagen mit Diamantelektroden	62
Nachhaltige Lösungen mit Schicht- und Oberflächentechnik	30	Kombination von Prägung und Beschichtung bei Atmosphärendruck	64
Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik	33	Leistungen und Kompetenzen	67
Unterlegscheibensensorik – universell und individuell	34	Focused Ion Beam – der Blick unter die Oberfläche	72
Dünnschichtsensorysystem für den Tiefziehprozess	36	Simulation von Schichtmorphologie und Schichtstöchiometrie	74
Vorbehandlung von Hochleistungskunststoffen	38	Simulation eines HWCVD-Prozesses zur Si-Abscheidung	76
Magnetschichten mit Gasfluss-Sputtern	40	Industrialisierung hochionisierter Prozesse	78

Namen, Daten, Ereignisse 2015	81
Messen, Ausstellungen, Konferenzen	82
Ereignisse, Kolloquien, Workshops	86
Das Fraunhofer IST in Netzwerken	89
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	91
Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces	92
Nachwuchsförderung und Ausbildung am Fraunhofer IST	94
Das Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e.V. – INPLAS	96
Publikationen	98
Mitgliedschaften	98
Mitarbeit in Gremien	99
Internationale Gäste	103
Publikationen	103
Vorträge, Poster	108
Dissertationen	115
Diplomarbeiten	115
Masterarbeiten	115
Bachelorarbeiten	116
Schutzrechtsanmeldungen	117
Anhang	118
Impressum	120



DAS JUBILÄUMSJAHR 2015

Es begann in Hamburg am 1. Januar 1990. Die Fraunhofer-Gesellschaft hatte frühzeitig die Notwendigkeit zum Aufbau eines Instituts erkannt, das sich mit angewandter Forschung auf dem Gebiet der Schicht- und Oberflächentechnik beschäftigt. Dem entsprechenden Senatsbeschluss vom April 1989 folgte die Gründung des Fraunhofer IST.

In der Hansestadt stand eine kleine Forschergruppe um Dr. Heinz Dimigen bereit, sich den Herausforderungen der Zukunft zu stellen. Sie war aus dem Philips-Forschungslaboratorium (PFH) hervorgegangen und brachte bereits eine umfangreiche Expertise auf dem Gebiet dünner Schichten und deren Herstellung mit. Im Gründungsjahr 1990 bestand das Fraunhofer IST aus 15 Mitarbeitern mit einem Budget von umgerechnet 0,53 Mio Euro. 25 Jahre später, im Jubiläumsjahr 2015, beschäftigt das Institut rund 130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie rund 80 wissenschaftliche Hilfskräfte. Mit einem Forschungsbudget von etwa 13 Mio Euro bearbeiten sie an den Standorten Braunschweig und Göttingen auf 5500 m² Labor- und Bürofläche vielfältige Forschungsaufträge. Dafür steht ein Park von mehr als 40 industrierelevanten Anlagen zur Verfügung.

Der 25. Geburtstag des Fraunhofer IST wurde mit einem Tag der offenen Tür sowie einem Sommerfest gewürdigt. Eine aufwändige Chronik dokumentiert die Entwicklung des Instituts auch anhand der zahlreichen herausragenden Forschungsergebnisse. Zu den wichtigsten zählen der diamantähnliche Kohlenstoff (diamond-like carbon oder DLC) mit seiner hydrophoben Variante SICON®, die polykristallinen Diamantschichten DiaChem® und DiaCer®, transparente Leiter und eisfreie Scheiben, die strukturierte Oberflächenfunktionalisierung (Plasma Printing) mit Atmosphärendruckplasmen, verschiedene Varianten von Dünnschichtsensoren, die Antenne der Sentinel-Satelliten sowie die Präzisionsfilter aus dem »Enhanced Optical Sputtering System EOSS®«. Das in 2012 offiziell eröffnete Anwendungszentrum für Plasma und Photonik in Göttingen ergänzt die Kompetenzen des Mutterinstituts in idealer Weise. Die Wechselwirkung »kalter Plasmen« mit organischen Oberflächen wie der menschlichen Haut wird eines unserer aufregendsten Forschungsgebiete für die nahe Zukunft bleiben. PlasmaDerm® ist eine innovative Therapie, mit der sich chronische Wunden oder Hautkrankheiten verschiedenster Ursachen sicher und schmerzfrei behandeln lassen. Unter der Schlagzeile »Revolution in der Wundheilung« würdigte die Braunschweiger Zeitung im November 2015 die Verleihung



des Technologietransferpreises der IHK Braunschweig an die IST-Forschergruppe in Göttingen sowie die CINOGY GmbH in Duderstadt, die die entsprechenden Geräte in Serie fertigt und vertreibt. Das gleiche Team durfte bereits im Sommer 2015 den Fraunhofer-Preis Technik für den Menschen entgegennehmen, der anlässlich der Fraunhofer-Jahrestagung in Wiesbaden im Beisein des Bundespräsidenten verliehen wurde. Dass Mitarbeiter unseres Instituts mit dem begehrten Preis bereits zum zweiten Mal in Folge ausgezeichnet wurden, erfüllt uns mit besonderem Stolz.

Weltweit werden heute hohe Wachstumschancen auf dem Gebiet der Atmosphärendruckplasmen beobachtet. Damit eröffnen sich Märkte wie die Medizintechnik, die Bioverfahrenstechnik, die Lebensmittelindustrie und die Landwirtschaft. Mit seiner aktuellen strategischen Ausrichtung und seinen Partnerschaften orientiert sich das Fraunhofer IST auch an diesen Zukunftstrends und plant hier einen noch engeren Schulterschluss mit Vertretern von Disziplinen wie Biologie und Medizin.

Welche weiteren Aktivitäten und Entwicklungen für unsere Arbeit im Jubiläumsjahr besonders wichtig waren, lesen Sie auf den folgenden Seiten – viel Spaß dabei.

Ihr Günter Bräuer

1-3 *Der Standort und das Gebäude des Fraunhofer IST in Braunschweig in den Jahren (1) 1990, (2) 1994 und (3) 2010.*



DREI PREISE FÜR PLASMADERM®

Hauterkrankungen gehören hierzulande zu den Volkskrankheiten. Neurodermitis, Schuppenflechte oder das sogenannte »offene Bein«, z. B. hervorgerufen durch Diabetes oder Krampfadern, verursachen bei Patientinnen und Patienten oft jahrelange Leiden. Dem Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST ist es in Kooperation mit dem Unternehmen CINOGY GmbH und der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie der Universitätsmedizin Göttingen gelungen, die neuartige Medizintechniklösung PlasmaDerm® zur Therapie von Wunden und Hautkrankheiten zu entwickeln. Plasma, unmittelbar auf der Haut erzeugt, fördert dabei die Wundheilung.

»Es ruft so ein kaum spürbares leichtes Kribbeln auf der Haut hervor«, erklärt Prof. Wolfgang Viöl vom Fraunhofer IST, während er mit einem Apparat in Form und Größe einer Taschenlampe in kleinen Kreisbewegungen über seinen Handrücken fährt. An der Spitze des Geräts, das er nur knapp über der Haut hält, sieht man einen unscheinbaren lila Nebel: Plasma – ein ionisiertes Gas.

Das Neue an PlasmaDerm®: Ein Team aus Medizinerinnen, Biologen, Physikern und Ingenieuren entwickelte ein Gerät, das erstmals nicht-thermisches, also »kaltes« Plasma bei atmosphärischem Druck direkt auf der Haut erzeugt. Bei dem patentierten Verfahren wird die Elektrode der Apparatur nahe an die Haut herangeführt. Die Haut wirkt elektrisch als Gegenelektrode. Werden Hochspannungspulse aktiviert, wandeln elektrische Felder die Luft zwischen Elektrode und Haut in nicht-thermisches Plasma um.

PlasmaDerm® wirkt schmerzfrei und sicher

Da »kaltes« Plasma bisher nicht am Menschen angewandt wurde, kam dem Fraunhofer IST die zentrale Aufgabe zu, die Verfahrenssicherheit zu bewerten. »Wir haben eine Risiko-Nutzen-Analyse durchgeführt. Die Auswertung aller

chemischen und physikalischen Parameter lassen den Schluss zu, dass es keine Bedenken gibt, das Plasma am Menschen einzusetzen«, erläutert Dr. Andreas Helmke das Vorgehen am Fraunhofer IST.

Antiseptische Wirkung und eine verbesserte Wundheilung konnten im Rahmen einer klinischen Studie von Prof. Steffen Emmert an der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie der Universitätsmedizin Göttingen nachgewiesen werden. Den größten Vorteil der Anwendung sieht Prof. Emmert darin, »dass nicht-thermisches Plasma die Mechanismen verschiedener Therapien vereint. Es gibt bereits UV-, Ozon- oder Elektrotherapien. Durch Plasma erreichen wir jedoch eine bessere Wirkung in kürzerer Zeit.« Plasma reduziert die Zahl von Keimen auf der Oberfläche der Haut und erhöht durch das elektrische Feld gleichzeitig die Mikrozirkulation der Haut, wodurch sie besser mit Sauerstoff versorgt wird. Dies sind entscheidende Faktoren zur besseren Heilung von Wunden.

Um die Methode flexibel einzusetzen, war es notwendig, ein tragbares Gerät zu entwickeln. Dies gelang in Kooperation mit der CINOGY GmbH. »Wir mussten einen Apparat entwickeln, der klein ist, aber hohe Spannungen erzeugt. Das Ergebnis



ist nun nur etwa so groß wie ein Laptop und kann über eine normale Steckdose mit 100 bis 230 Volt betrieben werden«, beschreibt Dr. Dirk Wandke, Geschäftsführer bei CINOGY, die größte Herausforderung. Mittlerweile wird PlasmaDerm® europaweit vertrieben.

Mit PlasmaDerm® verbindet Prof. Viöl eine Vision. »Wenn ein Kind mit dem Skateboard stürzt, dann stelle ich mir vor, dass die Mutter die Wunde in Zukunft zuhause mit einem kleinen PlasmaDerm®-Stick und nicht mehr mit Jod behandelt. Oder, dass das Gerät selbst misst, was mit der erkrankten Haut nicht in Ordnung ist, um anschließend die Dosis einzustellen und die physikalische Therapie zu starten.«

Die Preise

Für die Entwicklung von PlasmaDerm® haben Prof. Wolfgang Viöl, Dr. Andreas Helmke, Prof. Steffen Emmert und Dr. Dirk Wandke im Juni 2015 den Fraunhofer-Preis Technik für den Menschen erhalten.

Darüber hinaus wurden Prof. Viöl und Prof. Emmert für ihre »neuartigen Therapieansätze mit kaltem Atmosphärendruck-Plasma in der Dermatologie« mit dem Innovationspreis der Stiftung Familie Klee 2015 ausgezeichnet.

Unter dem Titel »PlasmaDerm® zur Wundbehandlung–Von der Idee zum Medizinprodukt« wurde zudem besonders die erbrachte Transferleistung des Teams gewürdigt. Prof. Wolfgang Viöl, Dr. Andreas Helmke und Dr. Dirk Wandke bekamen im November 2015 den mit 10 000 Euro dotierten Technologiepreis der Industrie- und Handelskammer Braunschweig verliehen.

1 Die Preisträger des Fraunhofer-Preises Technik für den Menschen (v.l.n.r.): Dr. Andreas Helmke, Dr. Dirk Wandke (CINOGY GmbH), Prof. Wolfgang Viöl und Prof. Steffen Emmert (Universitätsmedizin Göttingen).

2 Die ausgezeichnete Technologie PlasmaDerm® im Einsatz.

3 Die Preisträger des Technologietransferpreises der Industrie- und Handelskammer Braunschweig (v.l.n.r.): Dr. Dirk Wandke (CINOGY GmbH), Prof. Wolfgang Viöl und Dr. Andreas Helmke.



WEITERE PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

Fraunhofer-Nachwuchspreis »Green Photonics«

Am 22. Juni 2015 wurde auf der Messe LASER World of PHOTONICS in München der Göttinger Wissenschaftler Dr. Christoph Gerhard vom Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST für seine Dissertation zum Thema Lasermikrostrukturierung mit dem 3. Platz des Fraunhofer-Nachwuchspreises »Green Photonics« ausgezeichnet.

Bereits zum dritten Mal würdigt das Fraunhofer-Innovationscluster Green Photonics Abschlussarbeiten, die sich mit der nachhaltigen Nutzung von Licht befassen, und nicht nur eine hohe wissenschaftliche Qualität, sondern auch eine hohe Anwendungsrelevanz aufweisen. Bei der Doktorarbeit von Christoph Gerhard mit dem Titel »Atmosphärendruckplasma-unterstützte Laserablation optischer Gläser« sind diese Kriterien erfüllt. Er untersuchte gleich zwei neuartige Verfahren zur Lasermikrostrukturierung von optischen Gläsern, sogenannte Laser-Plasma-Hybridverfahren. In beiden Fällen wird eine Laser- mit einer Plasmabehandlung kombiniert. »Mit dem physikalischen Plasma bringen wir ein neues Element in die Mikrostrukturierung ein. Dies eröffnet eine Fülle von möglichen Wechselwirkungen während der Laserstrukturierung«, so Gerhard.

Auszeichnungen im Rahmen der AEPSE

Prof. Dr. Günter Bräuer, Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST, bekam bei der Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering AEPSE den Appreciation Award verliehen. Das Komitee würdigte damit sein langjähriges Engagement, vor allem bei der Organisation der Konferenz.

Gleichzeitig wurde Dr. Ralf Bandorf, Gruppenleiter am Fraunhofer IST, mit dem Young Scientist Award ausgezeichnet. Damit wurden seine Arbeiten und Entwicklungen auf dem Gebiet des Hochleistungsimpuls-Magnetronspultern (High Power Impulse Magnetron Sputtering, HIPIMS) gewürdigt. Der Young Scientist Award der AEPSE wird an herausragende Nachwuchswissenschaftler für ihre exzellenten akademischen Leistungen und bisherigen Forschungsarbeiten verliehen.

Honorary Member of the Romanian Association

Prof. Wolfgang Diehl bekam von der Romanian Materials Science Crystal Growth Society den Titel des Ehrenmitglieds der Romanian Association verliehen. Damit wurden seine langjährigen herausragenden und internationalen Aktivitäten im Bereich der Materials Science gewürdigt.



Hermann-Blenk-Forschungspreis

Dr. Tatiana Hentrich, Leiterin des Geschäftsfelds Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik wurde am 16. November 2015 im Rahmen des 6. Forschungstags des Niedersächsischen Forschungszentrums für Luftfahrt NFL mit dem Hermann-Blenk-Forschungspreis ausgezeichnet. Der mit 5000 Euro dotierte Forschungspreis wird jährlich vom NFL Braunschweig für zukunftsweisende Forschungsergebnisse und herausragende Studien- und Abschlussarbeiten aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrt sowie der zugehörigen Schlüsseltechnologien vergeben.

Hentrich entwickelte im Rahmen ihrer Doktorarbeit an der TU Braunschweig eine innovative Legierung für Flugzeugturbinen, die bis 750 °C temperaturbeständig ist und damit alle vergleichbaren bereits auf dem Markt etablierten Werkstoffe um etwa 100 °C übertrifft. Dadurch kann die Effizienz von Triebwerken erheblich gesteigert werden, was u. a. zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch führen kann.

1 Prof. Dr. Wolfgang Viöl (links) und Preisträger des Fraunhofer-Nachwuchspreises »Green Photonics« Dr. Christoph Gerhard beim Justieren einer Anlage für die Laser-Plasma-Hybridtechnologie.

2 Die Jury und die Preisträger des Hermann-Blenk-Forscherpreises und des Karl-Doetsch-Nachwuchspreises.



KURATORIUM

Vorsitz

Dr. Philipp Lichtenauer
Plasmawerk Hamburg GmbH

Stellvertretender Vorsitz

Prof. Dr. Hans Oechsner
*IFOS - Institut für Oberflächen- und
Schichtanalytik GmbH an der
TU Kaiserslautern*

Prof. Dr. Hans Ferkel
ThyssenKrupp Steel Europe AG

Dr. Reinar Grün
Plasma Technik Grün GmbH

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.
Jürgen Hesselbach
*Präsident der Technischen
Universität Braunschweig*

Dr. Sebastian Huster
*Niedersächsisches Ministerium für
Wissenschaft und Kultur*

Nicole Kraheck
*Bundesministerium für
Bildung und Forschung*

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Leohold
Volkswagen AG

Dr.-Ing. Anton Pawlakowitsch
Alzenau-Albstadt

Michael Stomberg
*EagleBurgmann Germany
GmbH & Co. KG*

Dr. Christoph Treutler
Robert Bosch GmbH

Dr. Gerrit van der Kolk
IonBond Netherlands BV

Dr. Ernst-Rudolf Weidlich
GRT GmbH & Co. KG



AUS DEM KURATORIUM

In der Geschichte der modernen Oberflächentechnik nimmt die Vakuumbeschichtung metallischer Bänder mit Hilfe der Elektronenstrahlverdampfung einen frühen Platz ein. 1962 ging die erste »air-to-air«-Anlage in Betrieb, bis 1970 folgte etwa ein Dutzend solcher Anlagen.

Nach der Euphorie der sechziger Jahre wurde es etwas still um die Vakuumbeschichtung von Stahlband. Offenbar war die Zeit, oder besser gesagt, waren die Prozesse noch nicht reif für die Herausforderung, brauchbare Schichten im Mikrometerbereich bei Bandgeschwindigkeiten um 100 m/min kontinuierlich über mehrere Tage herzustellen. Dagegen erreichten Schmelztaucheredelung und elektrolytische Abscheidung einen hohen Stand.

Hochwertige Oberflächen auf Stahl stellen uns auch heute noch vor große Herausforderungen. Im Jahr 2000 bündelte das Unternehmen Thyssen Krupp Stahl seine Aktivitäten zur Oberflächentechnik im sogenannten »Dortmunder OberflächenCenter (DOC)«. Im Zuge der Gründung entsandten die Fraunhofer-Institute IWS Dresden und IST Braunschweig Wissenschaftler in das DOC, um dort Fragestellungen rund um die Bandstahlbeschichtung sowohl für die lokale Industrie als auch für den Konzern und im engen Schulterschluss mit dessen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu bearbeiten. Das Modell bleibt bis heute einmalig, mit der Arbeitsgruppe ist Fraunhofer mittlerweile in Dortmund fest etabliert.

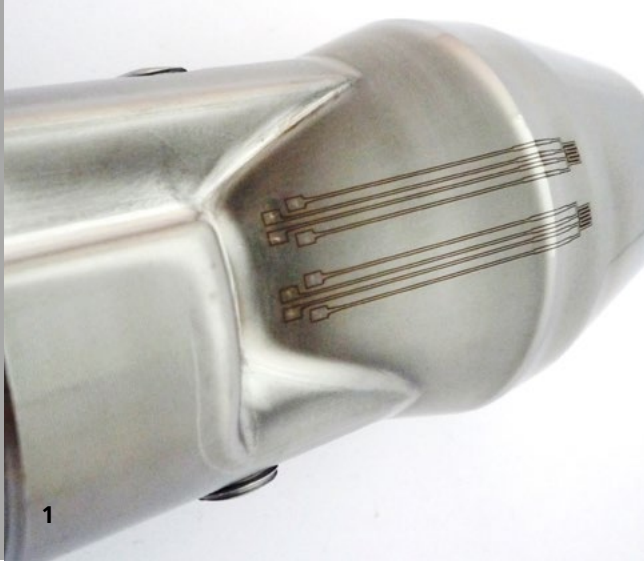
Dabei profitieren die in Dortmund heimischen Fraunhofer-Mitarbeiter einerseits von der räumlichen Nähe zu ihren Kunden in der »Stahlregion«, andererseits ist natürlich eine enge Wechselwirkung mit den Mutterinstituten unabdingbar für den Erfolg.

Mittlerweile ist auch ein Mitarbeiter des Instituts für Oberflächentechnik der TU Braunschweig in die Gruppe eingebunden. Er beschäftigt sich mit anwendungsorientierter Forschung auf dem Gebiet der Diffusionsbehandlung und Oberflächenmodifizierung unter Nutzung hochdichter Plasmen.

thyssenkrupp Steel Europe beobachtet die Aktivitäten der Braunschweiger Forscher sowohl am Standort des Mutterinstituts als auch in Dortmund mit großem Interesse. Dies gilt insbesondere für die Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Hochrate-Beschichtungsprozesse wie dem Hohlkathoden-Gasflusssputtern.

Ich wünsche uns noch viele gemeinsame Erfolge und freue mich auf die weitere Zusammenarbeit.

Prof. Dr. Hans Ferkel
thyssenkrupp Steel Europe AG



AUSGEZEICHNETE ZUSAMMENARBEIT

Der Volkswagen Konzern mit Sitz in Wolfsburg ist einer der führenden Automobilhersteller weltweit und der größte Automobilproduzent Europas. Zwölf Marken aus sieben europäischen Ländern gehören zum Konzern: Volkswagen Pkw, Audi, SEAT, ŠKODA, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche, Ducati, Volkswagen Nutzfahrzeuge, Scania und MAN. Der Konzern betreibt in 20 Ländern Europas und in 11 Ländern Amerikas, Asiens und Afrikas 119 Fertigungsstätten (Stand: 26. Mai 2015). 592 586 Beschäftigte produzieren an jedem Arbeitstag rund um den Globus nahezu 41 000 Fahrzeuge, sind mit fahrzeugbezogenen Dienstleistungen befasst oder arbeiten in weiteren Geschäftsfeldern. (Quelle: volkswagen.com)

Die Volkswagen-Gießerei in Kassel ist die größte Leichtmetalldruckgießerei in Europa und hat 2015 7,0 Mio. Druckgussteile hergestellt (Getriebegehäuse, Zylinderkurbelgehäuse, Strukturbauteile), wobei 60 800 t Aluminium und 5300 t Magnesium vergossen wurden. Aktuell beschäftigt die Business Unit Gießerei & Bearbeitung 1230 Mitarbeiter in folgenden Bereichen: Schmelzwerk, Al-Druckguss, Mg-Druckguss, Werkzeugbau, Bearbeitung, Gießtechnische Entwicklung, Technologiebereich.

Die Anwendung der Dünnschichtsensorik im Druckguss für den Automotivebereich ist absolut neu. Die Abteilung »Gießtechnische Entwicklung« hat sich zusammen mit dem Fraunhofer IST der Herausforderung gestellt, ein sensorisches Schichtsystem zu entwickeln, welches dem Aluminium Druckgießprozess standhält und simultan während des Gießprozesses die Temperatur direkt auf dem Formkern misst. In diesem Rahmen gilt der Dank auch der Firma G. A. Röders, Soltau, für die überaus kooperative Zusammenarbeit innerhalb dieses Projekts.

Diese lokal und zeitlich aufgelöste Prozessüberwachung durch die Dünnschichtsensorik bewirkt eine höhere Reproduzierbarkeit des Druckgießprozesses und erlaubt eine Detektion von Fehlern in der Prozessführung (robuster Prozess). Dabei ist auch die Kleinheit der Sensorik – die Gesamtschichtdicke der Sensorsysteme liegt im Bereich von 11 µm – zu nennen, welche zu einer minimalen Prozessstörung führt. Diese Maßnahmen erhöhen die Produktqualität der kundenrelevanten Bauteile. Weiterhin wird die Güte der Simulationstools gesteigert und zukünftige Produkte können exakter vorausberechnet werden. Durch die Integration der Dünnschichtsensorik und ihrer



Messergebnisse erfolgt ein wachsendes Prozessverständnis, welches in der Zukunft die Möglichkeit bietet, flexibler auf Optimierungsvorgänge einzugehen. Durch den Einsatz der Dünnschichtsensorik und die daraus erzielten Vorteile, ist es möglich, vermehrt Leichtmetall-Druckgussprodukte in Fahrzeugen zu bringen. Dies bewirkt im Endeffekt einen geringeren Kraftstoffverbrauch und eine verminderte Emission. Diese Vorteile werden auf der Basis einer sehr guten Kooperation zwischen dem Fraunhofer IST und der Volkswagen AG erzielt, für die ich mich an dieser Stelle bedanke. Auch für die weiterführenden Entwicklungen ist diese langjährige, effiziente und vertrauensvolle Zusammenarbeit ein Garant für den Erfolg.

Gebauer-Teichmann

Dr. Andreas Gebauer-Teichmann
Entwicklungsleitung Volkswagen Gießerei Kassel

1 *Formkern mit zwei Temperatursensorstrukturen, deren Kontaktierung außerhalb des Druckgießbereichs liegen.*

2 *Formkern mit vollständigem multifunktionalen Schichtsystem, welches thermoresistiv und zugleich verschleißbeständig ist.*

3 *Dr. Andreas Gebauer-Teichmann, Entwicklungsleitung Volkswagen Gießerei Kassel.*



DAS INSTITUT IM PROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST bietet als innovativer FuE-Partner Lösungen in der Oberflächentechnik, die gemeinsam mit Kunden aus Industrie und Forschung erarbeitet werden. Das »Produkt« ist die Oberfläche, die durch Modifizierung, Strukturierung und/oder Beschichtung für Anwendungen primär in den folgenden Geschäftsfeldern optimiert wird:

- | Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik
- | Luft- und Raumfahrt
- | Energie und Elektronik
- | Optik
- | Life Science und Umwelt

Die zentralen Technologiefelder des IST sind die Atmosphärendruckverfahren mit den Schwerpunkten elektrochemische Verfahren und Atmosphärendruck-Plasmaverfahren, die Niederdruck-Plasmaverfahren mit den Schwerpunkten Magnetronspattern, hochionisierte Plasmen und plasmaaktivierte Gasphasenabscheidung, sowie die chemische Gasphasenabscheidung mit dem Schwerpunkt

Heißdraht-CVD. Im Zentrum für Tribologische Schichten stehen Reibungsminderung, Verschleiß- und Korrosionsschutz und die Mikro- und Sensortechnik im Vordergrund. Das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik arbeitet an Atmosphärendruck- und mobilen Plasmaquellen sowie an Laser-Plasma-Hybridsystemen.

Die Kompetenz des Fraunhofer IST besteht vor allem in der Beherrschung der Prozesse und ihrer Kombination mit einer Vielzahl von Schichten, wobei ein breites Spektrum an Schichtfunktionen realisiert werden kann. Die umfangreichen Erfahrungen in der Schichtherstellung und Schichtanwendung werden unterstützt durch eine entsprechende Schicht- und Oberflächenanalytik, für die die modernsten Geräte zur Verfügung stehen, sowie durch die Simulation der vakuum-basierten Beschichtungsprozesse.

Eine der besonderen Stärken des Instituts besteht darin, aus dem vorhandenen Spektrum an Verfahren die für die jeweilige Aufgabenstellung optimale Kombination auszuwählen.

Neben der Erforschung wissenschaftlicher Grundlagen in Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen

entwickeln etwa 130 Mitarbeiter in enger Zusammenarbeit mit Anwendern aus der Industrie maßgeschneiderte Oberflächen und Prozesse: vom Prototyp über wirtschaftliche Produktionsszenarien und die Skalierung auf industrielle Maßstäbe bis hin zu Transfer und Implementierung der Technologie beim Kunden.

Am Standort Braunschweig verfügt das Institut über 4000 m² Büro- und Laborfläche für die insgesamt 109 festen Mitarbeiter. Darüber hinaus stehen weiteren 16 festen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Anwendungszentrums für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST am Standort Göttingen auf drei Etagen 1500 m² Labor- und Bürofläche zur Verfügung. Das Leistungsangebot des Fraunhofer IST wird sowohl durch die Kompetenzen anderer Institute des Fraunhofer-Verbunds »Light & Surfaces« als auch durch die des Instituts für Oberflächentechnik IOT der TU Braunschweig ergänzt, das Prof. Günter Bräuer neben dem Fraunhofer IST in Personalunion leitet. Viele Projekte werden mit öffentlichen Mitteln des Landes Niedersachsen, des Bundes, der Europäischen Union und anderer Institutionen gefördert.

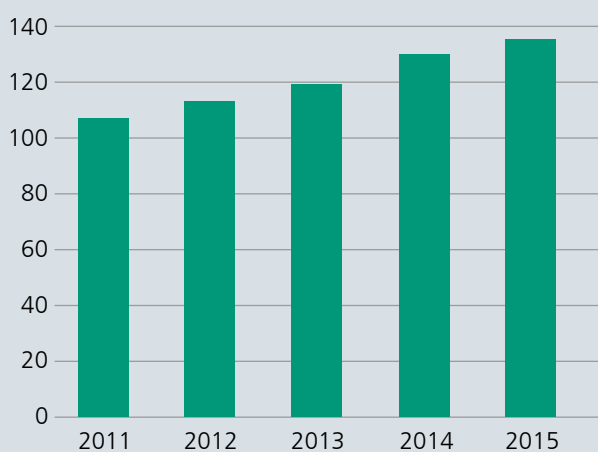


DAS INSTITUT IN ZAHLEN

Mitarbeiterentwicklung

Im Berichtszeitraum beschäftigte das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST 135 Mitarbeiter. Der Anteil an wissenschaftlichem Personal, Doktoranden und Ingenieuren betrug rund 50 Prozent. Technisches und kaufmännisches Personal sowie eine Vielzahl von Diplomanden und studentischen Hilfskräften unterstützten die Forschungsarbeit. 2015 wurde das Angebot zur Ausbildung in den Berufszweigen Galvanik, Physik und Fachinformatik von fünf Mitarbeitern wahrgenommen.

Anzahl der Mitarbeiter.

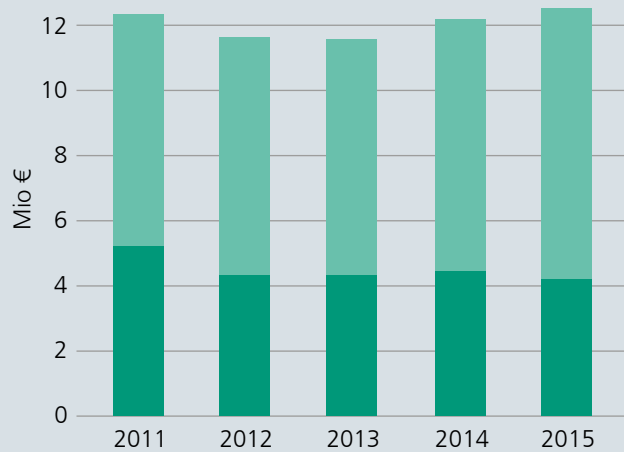


■ Mitarbeiter

Betriebshaushalt

Der Betriebshaushalt ist im Berichtszeitraum im Vergleich zum Vorjahr nahezu konstant geblieben und lag bei 12,4 Mio €. Er setzte sich aus einem Personalaufwand von 8,3 Mio € und Sachaufwendungen von 4,1 Mio € zusammen. Der Personalaufwand trägt mit 67 Prozent zum gesamten Betriebshaushalt bei.

Personal- und Sachkosten.

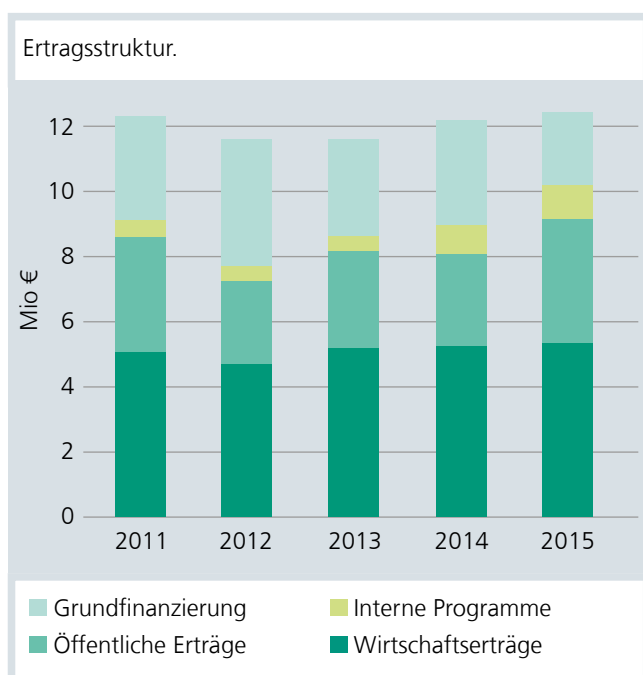


■ Personalkosten

■ Sachkosten

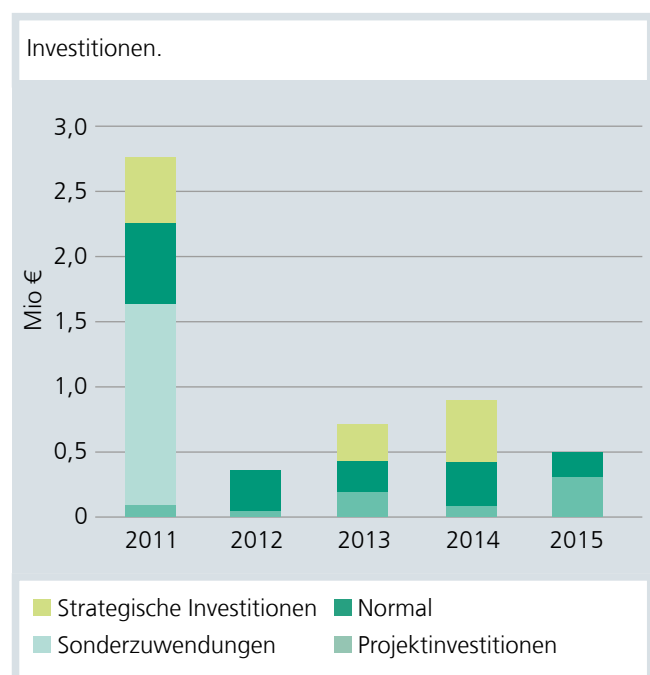
Ertragsstruktur

Das WirtschaftsRho des Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST beläuft sich im Berichtsjahr 2015 auf 43,5 Prozent. Dieser sehr gute Wert lässt sich durch Wirtschaftserträge in Höhe von 5,4 Mio € erklären. 3,9 Mio € konnten mit öffentlichen und sonstigen Erträgen realisiert werden. Damit erwirtschaftete das Fraunhofer IST externe Erträge in Höhe von 9,3 Mio €.



Investitionshaushalt

Insgesamt tätigte das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST Investitionen in Höhe von 500 000 €. 150 000 € konnten hier durch externe Projektmittel investiert werden. 350 000 € wurden durch sogenannte Normalinvestitionen realisiert. Daraus ergibt sich für das Fraunhofer IST ein Gesamthaushalt (B+I) von 12,9 Mio €.





IHRE ANSPRECHPARTNER

Institutsleitung und Verwaltung

Institutsleitung

Prof. Dr. Günter Bräuer¹

Telefon: +49 531 2155-500

guenter.braeuer@ist.fraunhofer.de

Stellvertretende Institutsleitung

Prof. Wolfgang Diehl²

Durchwahl: 515

wolfgang.diehl@ist.fraunhofer.de

Verwaltung

Ulrike Holzhauer³

Durchwahl: 220

ulrike.holzhauer@ist.fraunhofer.de

Marketing und Kommunikation

Dr. Simone Kondruweit⁴

Durchwahl: 535

simone.kondruweit@ist.fraunhofer.de

Geschäftsfelder

Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik

Dr. Tatiana Hentrich⁵

Durchwahl: 518

tatiana.hentrich@ist.fraunhofer.de

Luft- und Raumfahrt

Dr. Andreas Dietz⁶

Durchwahl: 646

andreas.dietz@ist.fraunhofer.de

Energie und Elektronik

Dr. Stephan Ulrich⁷

Durchwahl: 618

stephan.ulrich@ist.fraunhofer.de

Optik

Dr. Michael Vergöhl⁹

Durchwahl: 640

michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de

Life Science und Umwelt

Dr. Jochen Borris⁸

Durchwahl: 666

jochen.borris@ist.fraunhofer.de



Abteilungs- und Gruppenleiter und -leiterinnen

Niederdruckplasmaverfahren

Dr. Michael Vergöhl⁹

Durchwahl: 640

michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de

Optische Schichtsysteme | Prozessentwicklung | Materialentwicklung

Magnetronzerstäubung

Großflächenelektronik | Transparente und leitfähige Schichtsysteme |

Prozesstechnologie | Anlagen- und Prozessentwicklung | Neue Halbleiter für Photovoltaik und Mikroelektronik

Hochionisierte Plasmen und PECVD

Dr.-Ing. Ralf Bandorf¹⁰

Durchwahl: 602

ralf.bandorf@ist.fraunhofer.de

Sensorische Multifunktionsschichten | Hochionisierte Pulsprozesse (HI-PIMS) | Mikrotribologie | Elektrische Funktionsschichten | Hohlkathodenverfahren (HKV, GFS) | Plasmaunterstützte CVD (PECVD)

Simulation

Dr. Andreas Pflug¹¹

Durchwahl: 629

andreas.pflug@ist.fraunhofer.de

Simulation von Anlagen, Prozessen und Schichteigenschaften | Modellbasierte Auslegung von Beschichtungsprozessen

Chemische Gasphasenabscheidung

Dr. Lothar Schäfer¹²

Durchwahl: 520

lothar.schaefer@ist.fraunhofer.de

Werkzeuge und Bauteile | Diamantelektroden für elektrochemische Wasserbehandlung | Diamantbeschichtete Keramiken DiaCer® |

Dr. Markus Höfer¹³

Senior Scientist

Durchwahl: 620

markus.hoefer@ist.fraunhofer.de

Atomlagenabscheidung

Produktnaher Systembau | Schicht- und Prozessentwicklung | Hochkonforme Beschichtung von 3D-Strukturen

Photokatalyse

Luft-, Wasser- und Selbstreinigung | Produktevaluierung und Effizienzbestimmung | Prüftechnik

Heißdraht-CVD

Dr. Volker Sittinger¹⁴

Durchwahl: 512

volker.sittinger@ist.fraunhofer.de

Diamantschichten und Silizium-basierte Schichten | Werkzeug- und Bauteilbeschichtung für extreme Verschleißbeständigkeit | Elektrochemie | Elektrische Anwendungen für Halbleiter, Barrieren | Antireflex



Atmosphärendruckverfahren

Dr. Michael Thomas¹⁵

Durchwahl: 525

michael.thomas@ist.fraunhofer.de

Prof. Dr. Claus-Peter Klages¹⁶

Durchwahl: 510

claus-peter.klages@ist.fraunhofer.de

Elektrochemische Verfahren

Komposite | Leichtmetallbeschichtung | Verfahrensentwicklung |

Kunststoffmetallisierung | Elektrochemische Prozesse

Layer-by-Layer

Biofunktionale Schichten | Polyelektrolyt-Schichten | Quantitative Analyse

reaktiver Oberflächen

Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Dr.-Ing. Marko Eichler¹⁷

Durchwahl: 636

marko.eichler@ist.fraunhofer.de

Biofunktionale Oberflächen | Mikroplasmen | Niedrig-Temperatur-Bonden | Oberflächenfunktionalisierung und -beschichtung | Plasma-Printing

Zentrum für tribologische Schichten

Dr.-Ing. Jochen Brand¹⁸

Durchwahl: 600

jochen.brand@ist.fraunhofer.de

Systemanalyse und Systemoptimierung | Tribotesting |

Anlagenkonzeptionierung

Applikationstechnik

Prototypen- und Kleinserienfertigung | Plasmadiffusion | Reinigungstechnologie | Maschinenbau und Fahrzeugtechnik

Mikro- und Sensortechnologie

Dr.-Ing. Saskia Biehl¹⁹

Durchwahl: 604

saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

Dünnschichtsensorik | Mikrostrukturierung 2D und 3D |

Adaptronische Schichtsysteme

Neue tribologische Beschichtungen

Dr.-Ing. Martin Keunecke²⁰

Durchwahl: 652

martin.keunecke@ist.fraunhofer.de

Kohlenstoffbasierte Schichten (DLC) | Harte und superharte Schichten | Definierte Benetzung | Werkzeugbeschichtungen (Umformen, Schneiden, Zerspanen) | PVD- und PACVD-Prozesse

Dortmunder OberflächenCentrum DOC

Dipl.-Ing. Hanno Paschke²¹

Telefon: +49 231 844 5453

hanno.paschke@ist.fraunhofer.de

Duplex-Behandlungen durch Plasmanitrieren und PACVD-Technologie |

Borhaltige Hartstoffsichten | Werkzeugbeschichtungen | Schichten

für die Warmformgebung | Beschichtungen von Industriemessern |

Brennstoffzellen



Anwendungszentrum für Plasma und Photonik

Prof. Dr. Wolfgang Viöl²²

Telefon +49 551 3705 218

wolfgang.vioel@ist.fraunhofer.de

Dr. Bernd Schieche²³

Innovationsmanager

Telefon +49 551 3705 219

bernd.schieche@ist.fraunhofer.de

*Plasma-Quellenkonzeption, -Hochspannungsgeneratoren, -Gerätebau |
Plasmadiagnostik und Oberflächenanalytik | Plasmamodifikation von Natur-
stoffen | Plasmapartikeltechnik und Kalt-Plasmasprühen, Plasma-Polymeri-
sation | Plasmamedizin, atmosphärendruckplasma-basierte Luftreinigung,
Entkeimung und Schädlingsbekämpfung | Laser-Plasma-Hybridverfahren
zur Mikrostrukturierung und Oberflächenmodifikation | Lasertechnik zur
Materialbearbeitung und Charakterisierung | Akustische, optische und
plasmagestützte Sensorik*

Analytik und Qualitätssicherung

Dr. Kirsten Schiffmann²⁴

Durchwahl: 577

kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de

*Chemische Mikro- und Oberflächenanalyse | Mikroskopie und
Kristallstruktur | Prüftechnik | Kundenspezifische Prüfverfahren |
Auftragsuntersuchungen*



FORSCHUNGS- UND DIENSTLEISTUNGSANGEBOT

Vorbehandlung – Wir reinigen Oberflächen

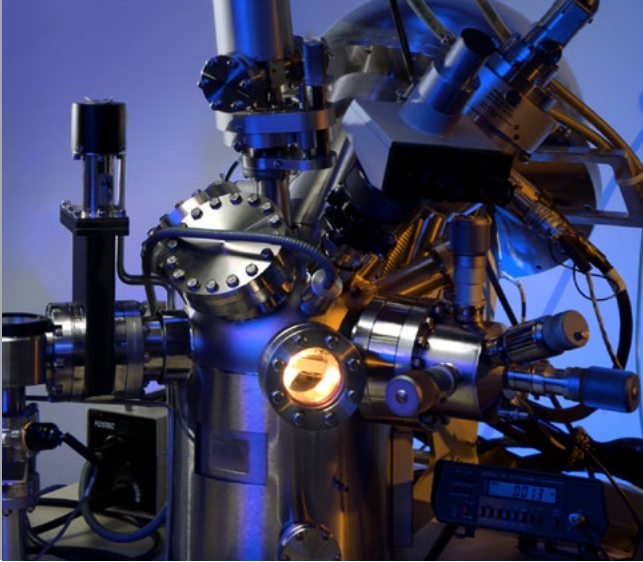
Erfolgreiche Beschichtungen setzen eine richtige Vorbehandlung der Oberfläche voraus. Wir bieten daher:

- | Effiziente Oberflächenvorbehandlung auf wässriger Basis inklusive Trocknung
- | Spezielle Glasreinigung
- | Plasmavorbehandlung und Plasmareinigung
- | Plasmaaktivierung und Plasmafunktionalisierung
- | Nasschemische Ätzvorbehandlung
- | Partikelstrahlen

Modifikation und Beschichtung – Wir entwickeln Prozesse und Schichtsysteme

Dünne Schichten und gezielt modifizierte Oberflächen sind das Kerngeschäft des Fraunhofer IST. Zur Schichtherstellung und Oberflächenbehandlung verfügt das Institut über ein breites Spektrum an Technologien: von der Plasmabeschichtung und -behandlung im Vakuum und bei Atmosphärendruck über CVD-Verfahren bis hin zur Galvanik und Lasertechnik. Unser Leistungsangebot umfasst:

- | Oberflächenmodifikation
- | Entwicklung von Schichten und Schichtsystemen
- | Prozesstechnik (einschließlich Prozessdiagnostik, -modellierung und -regelung)
- | Simulation von optischen Schichtsystemen
- | Entwicklung von Systemkomponenten
- | Verfahrensentwicklung
- | Geräte- und Anlagenbau



Prüfung und Charakterisierung – Wir sichern Qualität

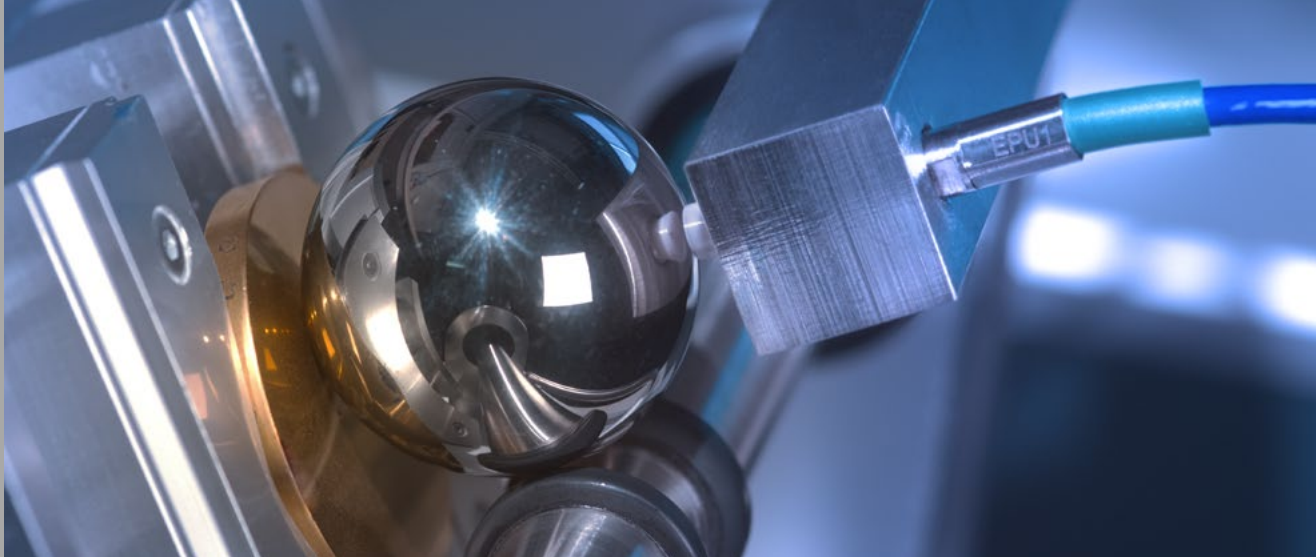
Eine schnelle und zuverlässige Analytik und Qualitätssicherung ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Schichtentwicklung. Wir bieten unseren Kunden:

- | Chemische, mikromorphologische und strukturelle Charakterisierung
 - | Mechanische und tribologische Charakterisierung
 - | Optische und elektrische Charakterisierung
 - | Prüfverfahren und produktspezifische Qualitätskontrollen
 - | Schnelle und vertrauliche Schadensanalyse
 - | Prüfung der Korrosionsbeständigkeit
-

Anwendung – Wir übertragen Forschungsergebnisse in die Praxis

Für einen effizienten Transfer von Technologien in die Praxis bieten wir ein breites Spektrum an Know-how:

- | Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Entwicklung wirtschaftlicher Produktionsszenarien
 - | Prototypenentwicklung, Kleinserienfertigung, Beschichtung von Musterbauteilen
 - | Anlagenkonzepte und Fertigungsintegration
 - | Beratung und Schulungen
 - | Produktionsbegleitende Forschung und Entwicklung
-



ANALYTIK UND QUALITÄTSSICHERUNG

Chemische und strukturelle Analyse

- | Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX)
- | Elektronenstrahl-Mikroanalyse (WDX, EPMA)
- | Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS)
- | Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie (XPS)
- | Glimmentladungsspektroskopie (GDOES)
- | Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA/XRF)
- | Röntgen-Diffraktometrie (XRD, XRR)

Mikroskopie

- | Rasterelektronenmikroskop (REM)
- | REM mit Focussed Ion Beam (FIB)
- | Konfokales Laser-Mikroskop (CLM)
- | Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskop (STM, AFM)
- | FTIR-Mikroskop
- | Diverse optische Mikroskope

Mechanische Tests

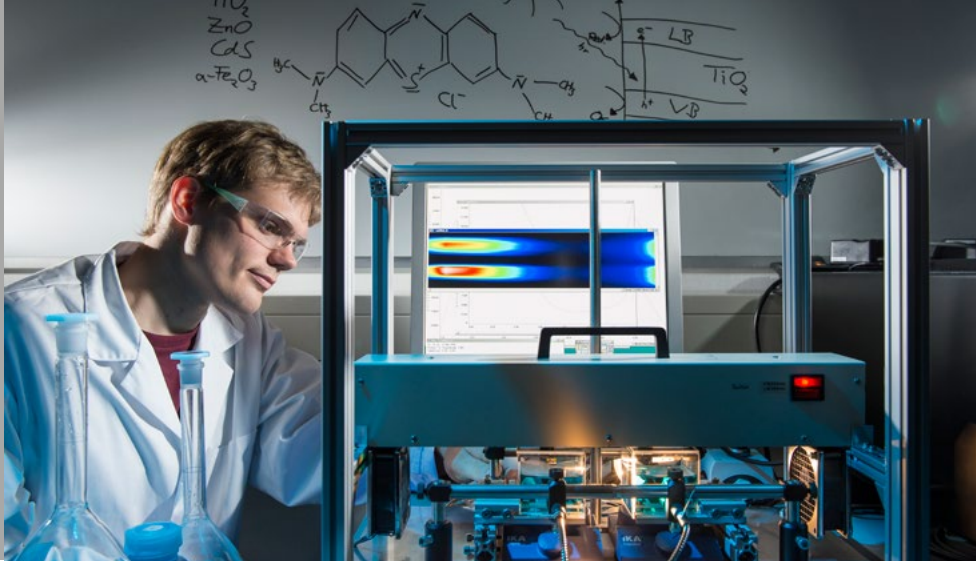
- | Mikro- und Nanoindentierung (Härte, E-Modul)
- | Rockwell- und Scratchtest (Schichthaftung)
- | Gitterschnitttest, Stirnabzugstest (Schichthaftung)
- | Diverse Schichtdickenmessverfahren
- | Diverse Profilometer

Messung optischer Eigenschaften

- | IR-UV-Vis-Spektrometrie
- | Ellipsometrie
- | Farbmessung
- | Winkelaufgelöste Streulichtmessung (ARS)
- | FTIR-Spektrometrie
- | Raman-Spektroskopie

Messung von Reibung, Verschleiß und Korrosion

- | Pin-on-Disk-Tester
- | Kalottenverschleißtest (Calo)
- | Wazau-Hochlasttribometer (an Luft, in Öl)
- | CETR-Hochtemperaturtribometer (an Luft, in Öl)
- | Plint-Wälztribometer (an Luft, in Öl)
- | Taber-Abraser-Test, Scheuertest, Sandrieseltest, Bayer-Test
- | Mikrotribologie (Hysitron)
- | Impact- und Ermüdungstester (Zwick Pulsator)
- | Salzsprühtest, Klimatest



Spezialisierte Messplätze und -methoden

- | Charakterisierung von Solarzellen
-
- | Messplätze für photokatalytische Aktivität
-
- | Kontaktwinkelmessung (Oberflächenenergie)
-
- | Messeinrichtungen für elektrische und magnetische Schichteigenschaften (z. B. Hall, Seebeck, Leitfähigkeit)
-
- | Testsysteme für die elektrochemische Abwasserbehandlung
-
- | Messplätze zur Charakterisierung des piezoresistiven und thermoresistiven Sensorverhaltens
-
- | Biochip-Reader zur Fluoreszenzanalytik
-
- | Schichtmappingsystem (0,6 x 0,6 m²) für Reflexions-, Transmissions-, Haze- und Raman-Messungen
-
- | In-situ Bondenergiemessung
-
- | Magnetische Charakterisierung (Vibrationsmagnetrometer VMS)
-
- | Elektrochemische Messplätze (CV-Messungen)
-
- | Nasschemische Schnelltests: colorimetrische Bestimmung von Ionen- und Molekülkonzentrationen
-
- | Bewitterungstest: zyklische Simulation von UV- und Regenexpositionen
-

Plasma-Diagnostik

- | Absorptions-Spektroskopie
-
- | Photo-akustische Diagnostik
-
- | Laser-Induced Fluorescence LIF
-
- | Hochgeschwindigkeitsaufnahmen
-
- | Optische Emissionsspektroskopie OES
-
- | Retarding Field Energy Analyzer RFEA
-
- | Faser-Thermometrie
-
- | Elektrische Leistungsmessung
-
- | Numerische Modellbildung
-



LABORAUSSTATTUNG UND GROSSGERÄTE

- | Produktionsanlagen für a-C:H:Me, a-C:H, Hartstoffschichten (bis 3 m³ Volumen)
- | Beschichtungsanlagen auf Basis der Magnetron- und RF-Dioden-Zerstäubung
- | Sputteranlagen für optische Präzisionsschichten
- | In-line-Beschichtungsanlage für großflächige optische Funktionsschichten (bis 60 × 100 cm²)
- | Industrielle Beschichtungsanlagen mit HIPIMS-Technologie
- | Plasmadiffusionsanlagen
- | Anlagen für Hohlkathodenverfahren
- | Beschichtungsanlagen für thermische und plasma-aktivierte Atomlagenabscheidung (ALD), (2D und 3D)
- | Heißdraht-CVD-Anlagen für die Abscheidung von kristallinen Diamantschichten auf Flächen bis 50 × 100 cm² und für die Innenbeschichtung
- | Heißdraht-CVD-Anlagen für die Abscheidung von Silizium-basierten Schichten (Batchverfahren und Durchlaufverfahren bis 50 × 60 cm²)
- | Anlagen für die Beschichtung mittels plasma-aktivierter CVD (PACVD), kombiniert mit Plasmanitrieren
- | Atmosphärendruck-Plasmaanlagen zur großflächigen Funktionalisierung und Beschichtung (bis 40 cm Breite)
- | Mikroplasmaanlagen zur selektiven Funktionalisierung von Oberflächen (bis Ø = 20 cm)
- | Bond-Aligner mit integriertem Plasmatool zur Vorbehandlung von Wafern im Reinraum
- | Rolle-zu-Rolle-Anlage zur ortsselektiven Oberflächenfunktionalisierung bis 10 m/min
- | Anlage zur Innenbeschichtung von Beuteln oder Flaschen
- | Laser für 2D- und 3D-Mikrostrukturierung
- | Automatisierte Anlage zur Polyelektrolyt-Abscheidung
- | Zwei Mask-Aligner für photolithographische Strukturierung
- | Mikrostrukturierungslabor (40 m² Reinraum)
- | Anlage zur galvanotechnischen Metallisierung von Hohlleitern



- | 15-stufige Anlage für die Reinigung auf wässriger Basis
- | Reinraum-Technikum (25 m²)
- | Reinraum-Sensorik (35 m²)
- | Laserstrukturierungslabor (17 m²)
- | Mobile Atmosphärendruck-Plasmaquellen
- | Nanosekunden-Festkörperlaser (Nd: YAG-Laser)
- | CO₂-Laser sowie Excimer-Laser
- | EUV-Spektrographie
- | Halbleiterlaser
- | Pikosekundenlaser



NACHHALTIGE LÖSUNGEN MIT SCHICHT- UND OBERFLÄCHENTECHNIK

Nachhaltigkeit ist das aktuell vielleicht bedeutendste gesellschaftliche Leitbild unserer Zeit. Sowohl in der Europäischen Union als auch in der Bundesrepublik Deutschland stehen nachhaltige Entwicklungsprozesse auf der Agenda an erster Stelle. Das Fraunhofer IST entwickelt schon seit einigen Jahren im Bereich der Schicht- und Oberflächentechnik Lösungen für nachhaltige Produkte und eine nachhaltige industrielle Produktion.

Viele Forschungsthemen des Fraunhofer IST orientieren sich an dringlichen Zukunftsthemen und gesellschaftlichen Trends wie u. a. der Energiewende, Alternativen für seltene Materialien und knappe Rohstoffe oder Mobilität im 21. Jahrhundert. Dünne Hochleistungsschichten sind darüber hinaus die Basis für eine Vielzahl zukunftsgerechter Produkte und Hightech-Anwendungen, insbesondere, wenn es darum geht, Material und Energie einzusparen. Einige Beispiele aus unserer Forschung für nachhaltige industrielle Produkte und Prozesse:

Innovative Materialien

- Am Fraunhofer IST wird intensiv am Ersatz von Indium-Zinn-Oxid (ITO) durch alternative Materialien auf der Basis von ZnO , SnO_2 und TiO_2 geforscht.
- Es werden schadigungsarme Abscheidungen von indium-freien Materialien für hocheffiziente LEDs entwickelt.
- Am Fraunhofer IST werden Materialalternativen für hochbrechende Tantaloxidschichten entwickelt, die in der optischen Industrie eingesetzt werden.
- Es werden neuartige Materialien wie Kanalmaterialien für Dünnschichttransistoren (TFTs) und p-leitende Materialien als transparente Kontaktschichten entwickelt.
- Am Fraunhofer IST wird eine REACH-konforme Kunststoff-metallisierung ohne Einsatz von Chrom (VI) entwickelt.

Materialeffizienz

- Mit einem galvanischen Metallisierungsprozess werden Edelmetalle gezielt lokal aufgebracht.
- Durch die Kombination verschiedener Materialien bzw. von Schicht und Grundkörper werden Werkstoffe mit neuen Eigenschaften realisiert.

Produktionseffizienz

- Optimierte Hartstoff- und nanostrukturierte Schichtsysteme für Umform-, Schneid- oder Zerspanwerkzeuge erhöhen die Standzeiten und ermöglichen eine wirtschaftlichere Fertigung.
- Schneller zum Ziel: Simulation ermöglicht immer kürzere Entwicklungszeiten, z. B. können durch die modellbasierte Auslegung und Implementierung von Beschichtungsprozessen hocheffiziente Produktionsketten realisiert werden.
- Module mit sensorischen Dünnschichtsystemen werden in Tiefzieh Anlagen und Antriebsmaschinen integriert, um eine effiziente Umformung und Bearbeitung von Bauteilen zu gewährleisten.
- Harte kohlenstoffbasierte Schichten verhindern das Anhaften von Werkstoffen, z. B. Pulvern, an Werkzeugen sowie Ablagerungen, Fouling, an Oberflächen, z. B. von Wärmetauschern oder in Abgassträngen.
- Die Verwendung von Nanopartikeln als Ausgangsmaterial beim Plasmasprühen ermöglicht es, Metallbeschichtungen auf hitzeempfindlichen Oberflächen zu erzeugen.



Energieeffizienz

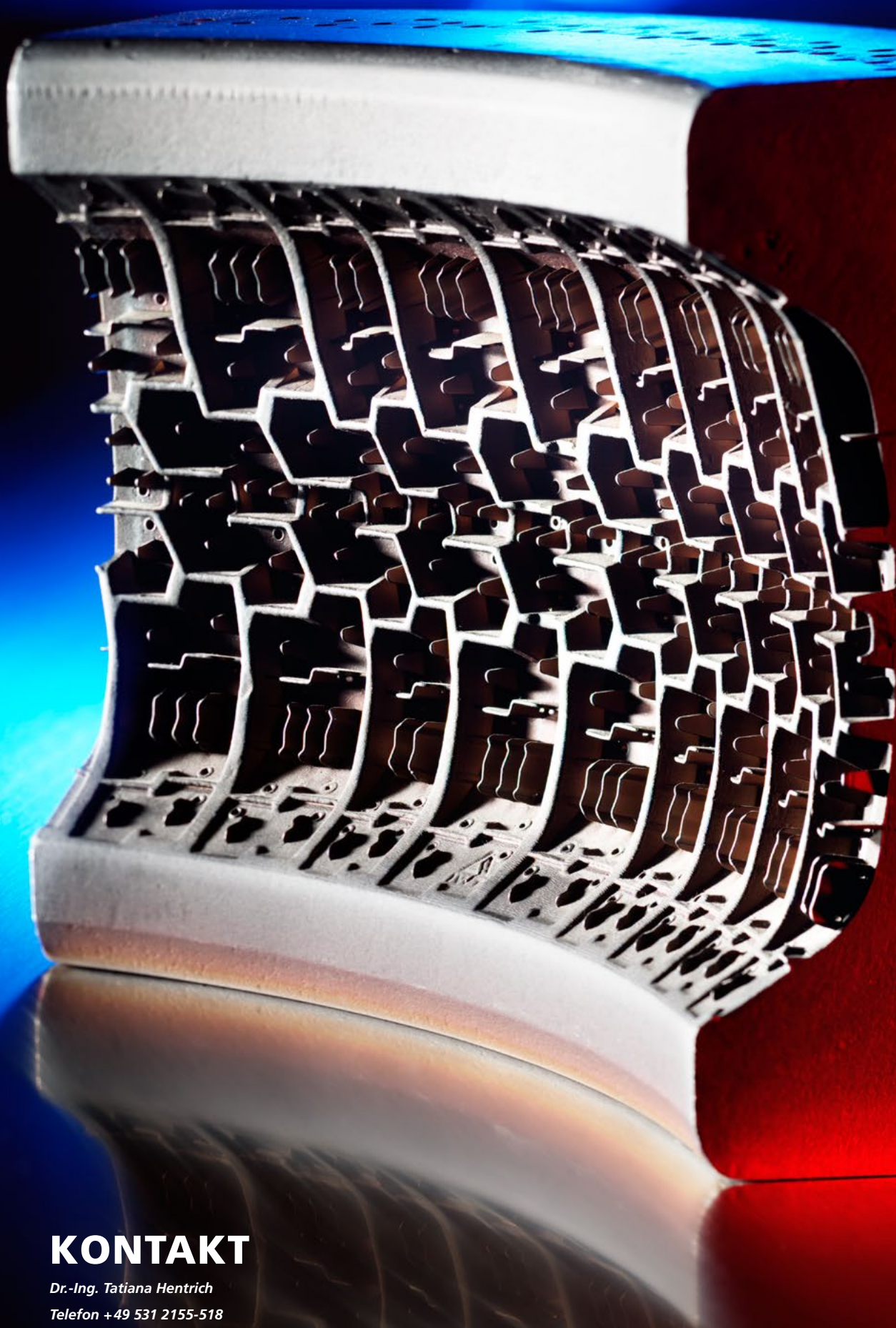
- Weniger Energieverbrauch durch Erosionsschutz von Flugtriebwerken: Sehr harte Multilagenschichten aus Keramik und Metall verhindern einen zu hohen Kraftstoffverbrauch und sinkende Wirkungsgrade.
- Breiteres und verbessertes Einsatzspektrum für Leichtbaukomponenten durch verschleißfeste reibungsmindernde Beschichtungen, die auch vor Korrosion schützen.

Saubere Umwelt

- Mit den am Fraunhofer IST entwickelten Diamantelektroden kann Wasser elektrochemisch aufbereitet werden – angepasst an die Infrastruktur vor Ort und ohne Chemikalien.
- Photokatalytische Schichten ermöglichen antimikrobielle Oberflächen und den Abbau von Schadstoffen aus der Luft.
- Durch Funktionalisierung von Oberflächen im Plasma kann z. B. beim Bonden von Werkstoffen auf Klebstoff verzichtet werden. Die Plasma-Vorbehandlung eignet sich auch als Ersatz von Primern und zur Haftungsverbesserung von Lackierungen.

Mobilität in der Zukunft

- Reibungsarme und extrem verschleißfeste Beschichtungen reduzieren den Treibstoffverbrauch des Kfz-Motors, verlängern Wartungsintervalle und die Lebensdauer.
- Neuartige Korrosionsschutzschichten auf metallischen Bipolarplatten ermöglichen die wirtschaftliche Herstellung leistungsfähiger Brennstoffzellen für die Automobilindustrie.
- Robuste Dünnschichtsensorik in stark beanspruchten Bereichen von Bauteilen erhöht die Zuverlässigkeit und Sicherheit in vielen Anwendungsfeldern, wie z. B. Elektromobilität.
- Funktionsschichten für Komponenten von Lithium-Ionen-Batterien erhöhen die Leistungsfähigkeit und die Lebensdauer dieser Speicher für elektromobile Anwendungen.



KONTAKT

Dr.-Ing. Tatiana Hentrich

Telefon +49 531 2155-518

tatiana.hentrich@ist.fraunhofer.de

MASCHINENBAU, WERKZEUGE UND FAHRZEUGTECHNIK

Im Geschäftsfeld »Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik« werden vor allem Schichtsysteme zur Reibungsminderung sowie zum Verschleiß- und Korrosionsschutz entwickelt und anwendungsorientiert optimiert. Dies beinhaltet den gesamten Prozess von der Vorbehandlung über die Schicht- und Prozessentwicklung inklusive der Analytik und Simulation bis hin zur Anwendung. Die Vorbehandlung umfasst dabei neben der Reinigung insbesondere die Einstellung der Oberflächentopographien mit Strahl- oder Plasmaprozessen sowie ggf. eine Diffusionsbehandlung. Beispiele für Anwendungen im Bereich Bauteile und Komponenten sind:

- | DLC und Hartstoffschichten für Motor- und Antriebskomponenten
- | Oberflächen für Batterien und Brennstoffzellen in mobilen Anwendungen
- | Antihaft- und Antifouling-Beschichtungen
- | Oberflächenoptimierung und Korrosionsschutz von Hybridbauteilen
- | Metallisierung und Funktionalisierung von Kunststoffen
- | Hochkorrosionsfeste Kohlenstoffschichtsysteme für Dichtungsanwendungen

Ein weiteres wichtiges Thema ist die Auslegung von Beschichtungsprozessen durch Simulation realer 3D-Bauteile.

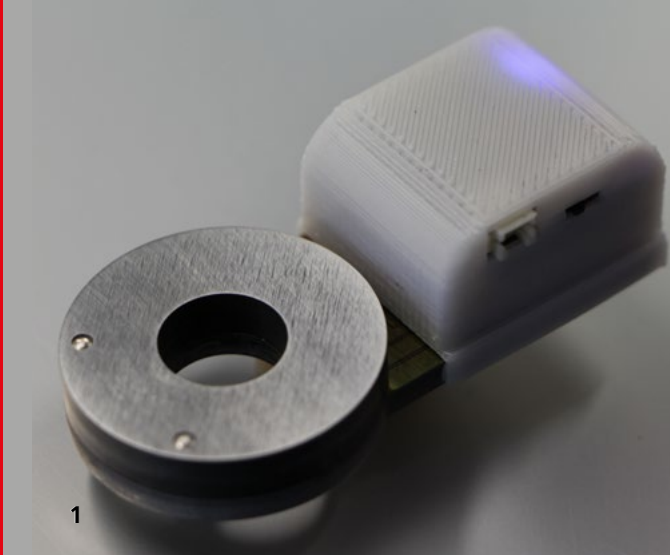
Im Bereich Maschinenbau und Werkzeuge stehen diese Anwendungsfelder im Vordergrund:

- | Beschichtungen von Druckgusswerkzeugen
- | Werkzeugbeschichtungen für die Kunststoffformgebung (Pultrusion, Spritzguss)
- | Plasmadiffusionsbehandlung und Beschichtung von Schmiede- und Presshärtwerkzeugen

Darüber hinaus werden sensorische Oberflächen für die unterschiedlichsten sicherheitsrelevanten Anwendungsgebiete entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Beispiele sind:

- | Sensorische Unterlegscheiben für eine kontinuierliche Kraftüberwachung
- | Druck- und Temperatur-Dünnschichtsensorik für hochbelastete Werkzeuge
- | Dünnschicht-Dehnungsmessstreifen
- | Magnetische Funktionsschichten

Zu unseren Kunden zählen neben Schichtherstellern vor allem Unternehmen der Automobilindustrie, Werkzeughersteller und -anwender sowie Schichtanwender aus allen Bereichen des Maschinenbaus.



UNTERLEGSCHLEIBENSENSORIK – UNIVERSELL UND INDIVIDUELL

Dünnschichtbasierte Sensorik bietet ideale Voraussetzungen für anwendungsorientierte Lösungen und Innovationen rund um industrielle Produktionsprozesse. Das Fraunhofer IST ist seit vielen Jahren führend im Bereich Dünnschichtsensorik und verfügt über eine breite branchenübergreifende Expertise in den Feldern Sensorik, Schichtentwicklung und Mikrostrukturierung. Aktuell wurde ein neuartiger Unterlegscheibensensor auf Basis der piezoresistiven Dünnschicht DiaForce® entwickelt.

Aufbau der Dünnschichtsensorik

Die Anforderungen an den neuartigen Unterlegscheibensensor unterscheiden sich von Kunde zu Kunde. Das am Fraunhofer IST entwickelte System kann individuell an die einzelnen Wünsche angepasst werden. Dazu werden auf die Basisschicht aus DiaForce® ($d=6\text{ }\mu\text{m}$) kundenspezifisch Messstellen aus einer 200 nm dicken Chromschicht abgeschieden. Die nachfolgenden Schichten vervollständigen das Messsystem:

- eine elektrisch isolierende Zwischenschicht aus SICON®; $d=1\text{ }\mu\text{m}$,
- Leiterbahnen und Temperatursensor aus einer 200 nm dicken Chromschicht und
- eine abschließende Isolations- und Verschleißschutzschicht aus SICON®; $d=3\text{ }\mu\text{m}$.

Datenübertragung via Bluetooth

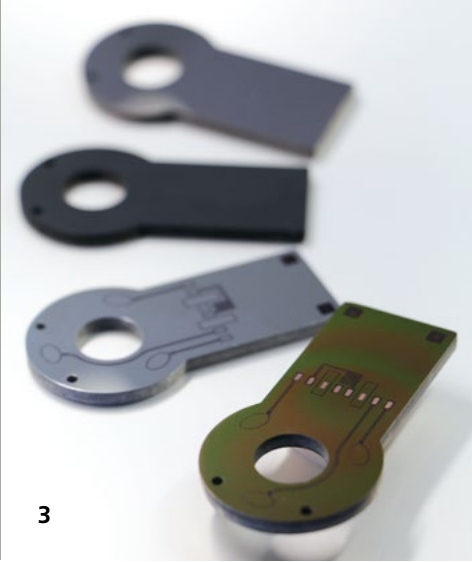
Das neue langzeitstabile Mess- und Sicherheitssystem nutzt für den Datentransfer ein Bluetooth Low Energy System, das direkt auf der Unterlegscheibe den kontaktlosen Datentransfer zu einem mobilen Endgerät (Tablet) mit einer Entfernung von derzeit bis zu 40 m ermöglicht. Es lässt sich in Schraubverbindungen einfach in vielfältigen Anwendungsbereichen wie z. B. zur Gebäudeüberwachung, in Windkraft- und Produktionsanlagen einsetzen und erfasst statisch und dynamisch

mithilfe mehrerer Sensorstrukturen die lokale Lastverteilung. Darüber hinaus gewährleistet eine Mäanderstruktur aus Chrom eine optionale Temperaturerfassung innerhalb des Dünnschichtsystems.

Vorteile

Das sensorische Unterlegscheibensystem weist gegenüber handelsüblichen Sensorsystemen eine Reihe von Vorteilen auf:

- Statische und dynamische Erfassung von Messdaten über einen langen Zeitraum in Form eines »Condition Monitorings«
- Nachziehen von Schraubverbindungen nur bei Bedarf, d. h. bei einem durch das sensorische Unterlegscheibensystem ermittelten Abfall der Vorspannkraft
- Verbesserung der Wartungsbedingungen, da eine Kontrolle der Schraubverbindungen mittels Drehmomentschlüssel entfällt
- Sicherheits- und Messsystem für Schraubverbindungen
- Universeller Einsatz
- Temperaturkompensierte Messung von Kräften
- Fertigung in Größen von M3 bis M64
- Individuelle Designs nach Kundenwunsch
- Mindestdicke der Grundkörper 0,5 mm
- Kabelgebundener wie auch kabelloser Datentransfer



3

Technische Daten für die Unterlegscheibensensorik mit Bluetooth Low Energy Datenübertragung

Kalibrierter Lastbereich 0–10 kN
Temperaturbereich 0–50 °C
Datenerfassungsrate < 20 Hz
Betriebsdauer (20 Hz) 24 h
Standby bei aktiver Funkverbindung 900 h
Reichweite < 40 m
Genauigkeit ~ 1 % v.E.
USB Ladeadapter vorhanden

Ausblick

Die Anwendungsvielfalt dieser Sensorik ist sehr groß. Die Geometrien, das Schichtsystem und die Messdatenübertragung werden für jeden Fall speziell angepasst. Um bestmöglich auf kommende Anwendungsfälle vorbereitet zu sein, arbeitet das Fraunhofer IST sowohl an der Modifizierung von Strukturierungs- und Beschichtungsprozessen als auch an der Weiterentwicklung der drahtlosen Datenübertragung. Ziel ist es, Sensorsysteme zu entwickeln, die auch im Außenbereich eingesetzt werden können. Damit diese auch unter schwierigeren Bedingungen wie z. B. unter Witterungseinflüssen in der Lage sind, langzeitstabil Daten zu übertragen, müssen sie robuster gebaut sein.

1 Sensorische Unterlegscheibe mit Bluetooth Low Energy Datenübertragung.

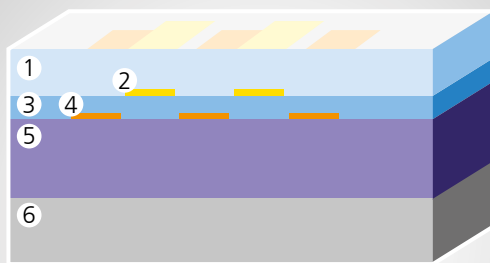
2 Unterlegscheibensensor in Schraubverbindung an einem Flanschdeckel.

3 Verschiedene Stadien aus der Produktion des Unterlegscheiben-Sensorsystems.

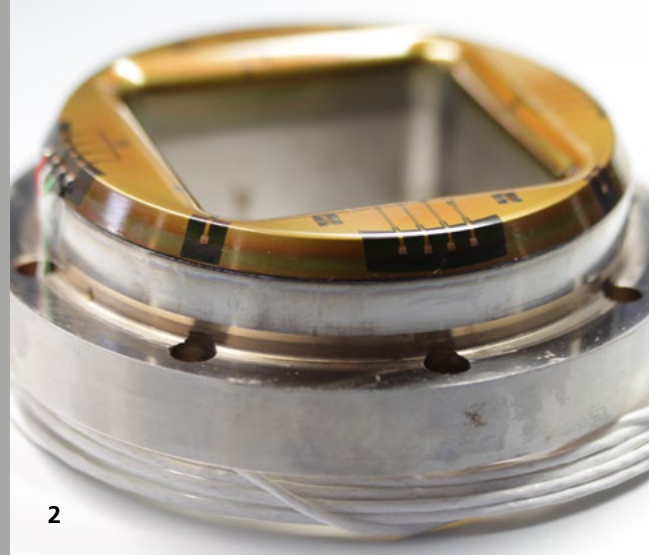
KONTAKT

Dr. Saskia Biehl
Telefon +49 531 2155-604
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

Eike Meyer-Kornblum, M. Sc.
Telefon +49 531 2155-764
eike.meyer-kornblum@ist.fraunhofer.de



- 1 Isolierte- und Verschleißschutzschicht (3 µm)
 2 Temperaturmänderstruktur (0,2 µm)
 3 Isolierte- und Verschleißschutzschicht (1 µm)
 4 Elektrodenstruktur Cr (0,2 µm)
 5 DiaForce® (6 µm)
 6 Metallischer Grundkörper



DÜNNSCHICHTSENSORSYSTEM FÜR DEN TIEFZIEHPROZESS

Die vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0 – kann nur gelingen, wenn neben der Datenverarbeitung auch die für die Messdaten verantwortliche Sensorik weiterentwickelt wird. In den letzten Jahren wünscht sich die Industrie verstärkt eine Sensorik, die direkt auf Bauteiloberflächen in Kontakt mit dem Werkstück eingesetzt wird, um lokal Messdaten auch während des Prozesses erfassen zu können. Am Fraunhofer IST wird daher ein multifunktionales Dünnschichtsystem für die lokale Messung der Druck- und Temperaturverteilung auf der Oberfläche von Tiefziehwerkzeugen entwickelt. Dabei handelt es sich um ein Mehrschichtsystem, das neben einer lokalen Kraft- bzw. Druckmessung auf der komplex geformten Oberfläche auch eine lokale Temperaturmessung an unterschiedlichen Bereichen des Bauteils ermöglicht und darüber hinaus eine hohe Verschleißbeständigkeit aufweist.

Herstellungsverfahren

Das am Fraunhofer IST entwickelte multifunktionale Dünnschichtsystem besteht aus den folgenden Schichten, die nacheinander auf der Werkzeugoberfläche abgeschieden werden:

- ┌ Eine 6 µm dicke piezoresistive Sensorschicht (DiaForce®)
- ┌ Einzelne im Lift-Off-Prozess hergestellte Kraft-Messbereiche aus Chrom-Elektrodenstrukturen; d= 200 nm
- ┌ Eine 1 µm dicke elektrische Isolations- und Verschleißschutz-Zwischenschicht aus SiCON®
- ┌ Photolithographisch erzeugte Chrommänderstrukturen zur lokalen Temperaturmessung; d= 200 nm
- ┌ Eine weitere abschließende elektrische Isolations- und Verschleißschicht aus SiCON® in einer Dicke von 3 µm

Der schematische Aufbau des Schichtsystems ist in Abbildung 1, das Werkzeug mit vollständigem Dünnschichtsensor in Abbildung 2 dargestellt. Die zweite Abbildung zeigt auch die Komplexität der Sensorstrukturierung: Die Kontakte sind auf der äußeren schrägen unbelasteten Fläche angeordnet, die Messstellen hingegen auf der Oberseite bzw. innerhalb der zweiten Krümmung des Werkzeugs.

Versuchsdurchführung

Die Leistungsfähigkeit des Sensorwerkzeugs mit dem multifunktionalen Dünnschichtsystem wurde in einer Tiefziehanlage des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU untersucht. Ein exemplarisches Messergebnis des Umformprozesses ist im nebenstehenden Diagramm dargestellt. Während des Tiefziehprozesses erfolgt durch die Druckbelastung, die das umzuformende Aluminiumblech auf die piezoresistive Dünnschichtsensorik ausübt, ein deutlicher Widerstandsabfall. Die lokale Oberflächenerwärmung liegt bei diesem Prozess nur bei 1 K. Die maximal erlaubte Belastung während des Blechtiefziehprozesses kann daher direkt aus der Vorcharakterisierung abgeleitet werden und liegt bei 430 MPa.

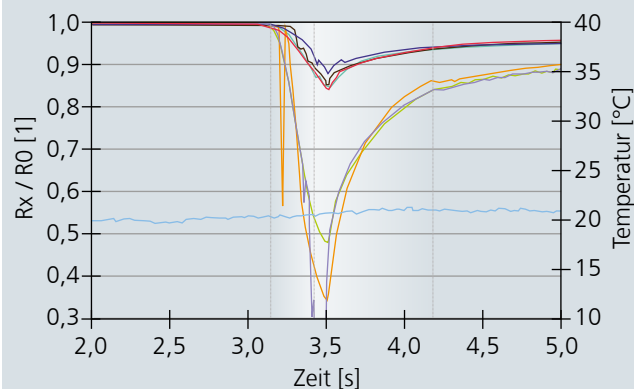
Vorteile der multifunktionalen Dünnschichtsensorik

Die am Fraunhofer IST entwickelten multifunktionalen Dünnschichtsensoren bieten gegenüber herkömmlichen Messsystemen eine Reihe von Vorteilen. Beispiele sind:

- ┌ Optimierung von Simulationen
- ┌ Optimierung und Überwachung von Produktionsprozessen

- Erhöhung des Verständnisses von Betriebszuständen
- Optimierung von Wartungsintervallen
- Reduzierung von Ausschuss

Exemplarisches Messergebnis eines Tiefziehprozesses.



Das Projekt

Die beschriebenen Ergebnisse wurden innerhalb des Projekts SensoFut (Sensorized Future–Sensing of temperature and pressure in harsh environments) erzielt, an dem das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU und der belgischen Forschungsvereinigung Sirris arbeitete. SensoFut wurde im 13. Cornet Call (Collective Research Networking) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert und hatte eine Laufzeit von 1. Januar 2014 bis zum 30. Juni 2015.

1 Schematische Darstellung des multifunktionalen Schichtsystems.

2 Tiefziehwerkzeug mit vollständigem Sensoraufbau.

KONTAKT

Dr. Saskia Biehl

Telefon +49 531 2155-604

saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

1

2

VORBEHANDLUNG VON HOCHLEISTUNGSKUNSTSTOFFEN

Neue Kunststoffe haben auch unter hohen thermischen und chemischen Beanspruchungen hervorragende Materialeigenschaften und werden deshalb zunehmend in den unterschiedlichsten Gebieten des Maschinen- und Anlagenbaus eingesetzt. Eine Herausforderung ist das hochfeste Kleben entsprechender Komponenten. Am Fraunhofer IST wurde die Atmosphärendruckplasma-Vorbehandlung für hochfeste Kunststoffe optimiert.

Stand der Technik

Trotz enormer Fortschritte in der Klebstoffentwicklung und der Oberflächenvorbehandlung gelten viele Kunststoffe nach wie vor als sehr schlecht klebbar, da sie nur mit Hilfe einer begrenzten Anzahl an Klebstoffen feste Verbindungen eingehen. Häufig müssen diese Klebstoffe modifiziert werden, was zur Folge hat, dass die Anforderungen bezüglich der mechanischen, thermischen und/oder Verarbeitungseigenschaften nicht mehr erfüllt werden.

Durch geeignete Vorbehandlungsmethoden konnte das Spektrum der einsetzbaren Kunst- und Klebstoffe in den letzten Jahren deutlich erweitert werden. Während die chemischen Methoden wie z. B. Beizen oder Ätzen aufgrund der schlechten Umweltverträglichkeit und Arbeitsphysiologie nur noch selten verwendet werden, kommen in vielen Unternehmen physikalische bzw. chemische Vorbehandlungsverfahren zum Einsatz. Dabei werden mittels Beflammung, dem Einsatz von Niederdruckplasmen und insbesondere mit kostengünstigen Anwendungen von Atmosphärendruckplasmen wie z. B. einer Corona-Behandlung, dielektrischen

Barrierentladungen (DBE) oder einer Behandlung mit Hilfe eines Plasma-Jets Kunststoffoberflächen gereinigt, aufgeraut oder aktiviert. Dies führt zu einer besseren Benetzbarkeit der Oberfläche und in vielen Fällen auch zu einer Verbesserung der Haftung der Klebstoffe.

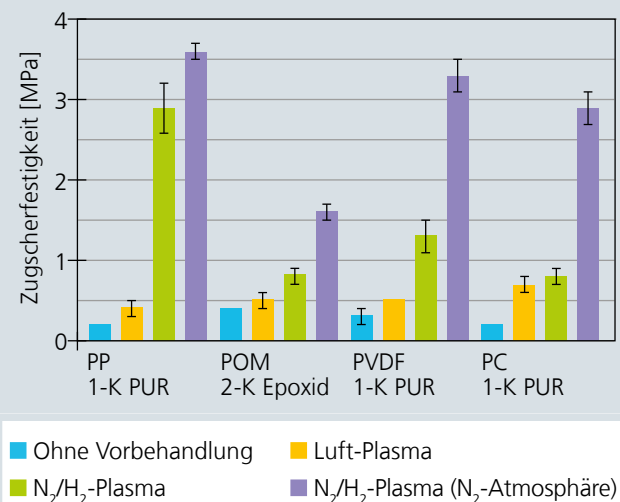
Oberflächenfunktionalisierung

Am Fraunhofer IST werden Atmosphärendruck-Plasmaverfahren sowie entsprechende Anlagen entwickelt, die die Möglichkeit bieten, unter definierter Atmosphäre Kunststoffoberflächen zu funktionalisieren. Mit den zur Verfügung stehenden Anlagen ist es möglich, den Oberflächen gezielt chemische Funktionalisierungen zu verleihen. Dies können z. B. stickstoffhaltige Gruppen sein, die durch die Plasmabehandlung in Stickstoff-Wasserstoffgemischen oder Ammoniak erzeugt werden. Aber auch die Herstellung von Funktionalisierungen auf Basis von Schichten mit Carboxylat- oder Epoxidgruppen ist durch die Verwendung geeigneter Prekursoren wie z. B. Maleinsäureanhydrid oder Glycidylmethacrylat möglich.

Projekt »KovaPlas«

Ziel des AiF-Projekts war es, bestehende Atmosphärendruck-Plasmaverfahren so zu optimieren, dass niederenergetische Kunststoffe durch eine Vorbehandlung eine deutlich bessere Haftung gegenüber Klebstoffen ausweisen. Insbesondere bei der Anwendung von Polyurethan- und Epoxidklebstoffen können so hochfeste kovalente und dauerhafte Bindungen im Bereich der Substratfestigkeit zwischen Klebstoff und Fügeiteiloberfläche realisiert werden. Dafür wurde eine möglichst hohe Anzahl an chemisch reaktiven Gruppen haftfest auf der Oberfläche erzeugt und mit aminisch vernetzenden Klebstoffen geklebt. Das untenstehende Diagramm zeigt Zugscherversuche an verschiedenen behandelten Kunststoffen.

Haftungsergebnisse für verschiedene Kunststoffe.



1 Plasma-Jet für die Vorbehandlung.

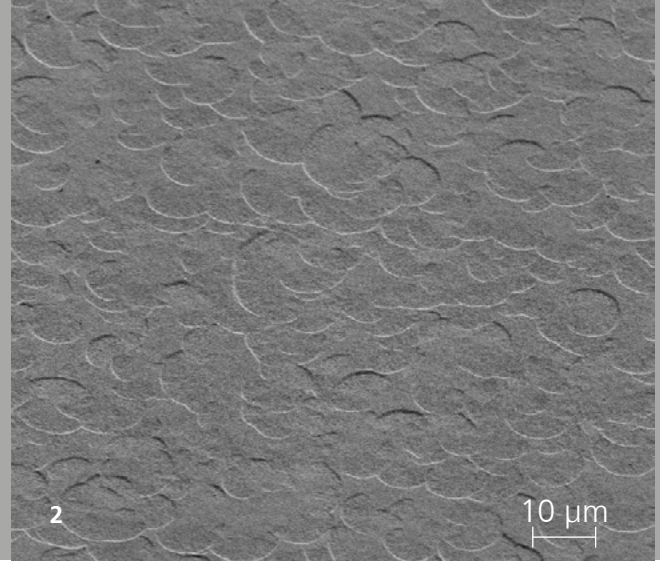
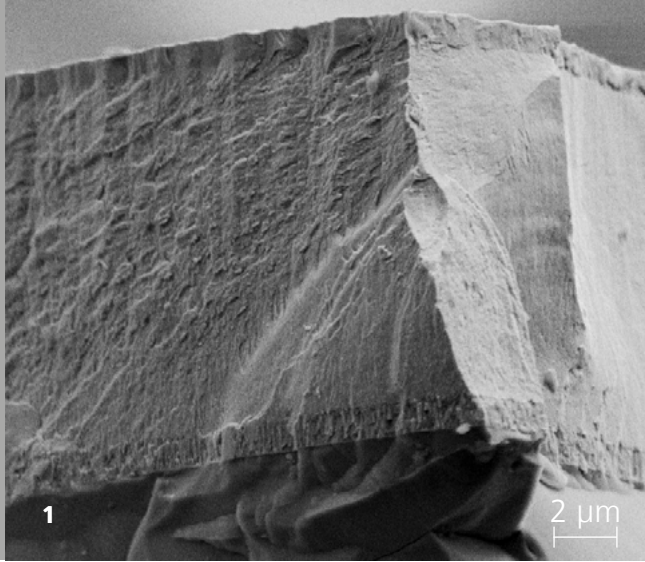
2 Glovebox mit Plasma-Jet für die sauerstofffreie Stickstofffunktionalisierung.

KONTAKT

Dr. Marko Eichler

Telefon +49 531 2155-636

marko.eichler@ist.fraunhofer.de



MAGNETSCHICHTEN MIT GASFLUSS-SPUTTERN

Magnetische Schichten haben sich seit Langem als zuverlässige und hochgenaue Informationsträger etabliert, etwa in Festplattenspeichern oder auf Magnetkarten. Aber auch für mechanische und elektro-mechanische Elemente bieten Magnetschichten ein großes Potenzial, um Positionen, Geschwindigkeiten oder Winkel von bewegten Elementen präzise im Betrieb messen zu können. Darüber hinaus können sie zur Codierung von Werkstückinformationen oder als Element von miniaturisierten Antrieben eingesetzt werden. Am Fraunhofer IST werden seit längerer Zeit weich- und hartmagnetische Schichten für unterschiedliche Anwendungen entwickelt.

Hartmagnetische Schichten auf technischen Oberflächen

Ein Anwendungsbeispiel ist ein präziser Winkelsensor, für den eine Magnetschicht direkt auf ein kommerzielles Wälzlager gesputtert wird. An die magnetischen und strukturellen Eigenschaften solcher Schichten auf technischen Oberflächen werden hohe Anforderungen gestellt, nicht zuletzt, da ihre Informationen über eine gewisse Distanz ausgelesen werden sollen. Die Magnetschichten müssen zum einen sowohl eine hohe Remanenz, d. h. einen hohen Restmagnetismus, als auch eine Schichtdicke im ein- bis zweistelligen Mikrometerbereich aufweisen. Zum anderen müssen sie eine hohe Koerzitivfeldstärke, d. h. eine große Beständigkeit gegenüber einem unabsichtlichen Umpolen besitzen, damit die Informationen in einer rauen Umgebung nicht von Fremdfeldern gestört oder überschrieben werden. Gleichzeitig sollten sie glatt, eigenspannungsarm und korrosionsbeständig sein. Für diese Anforderungen sind vor allem Seltenerd-Magnetmaterialien wie z. B. Kobalt-Samarium gut geeignet, da sie ein außergewöhnlich hohes Energieprodukt besitzen und auch bei höheren Temperaturen eingesetzt werden können.

Gasfluss-Sputtern von Seltenerd-Magnetschichten

Für die zuverlässige Herstellung glatter und kompakter Schichten bieten sich generell alle Sputterverfahren an. Allerdings kann das weit verbreitete Magnetronsputtern gerade für magnetische Materialien nur sehr eingeschränkt eingesetzt werden, da diese das Funktionsprinzip des Magnetrons außer Kraft setzen. Gut geeignet für die Abscheidung magnetischer Materialien ist dagegen das Hohlkathoden-Gasfluss-Sputtern. Als magnetfeldfreies Hochrate-Sputterverfahren können damit auch Schichtdicken von mehreren zehn Mikrometern wirtschaftlich hergestellt werden.

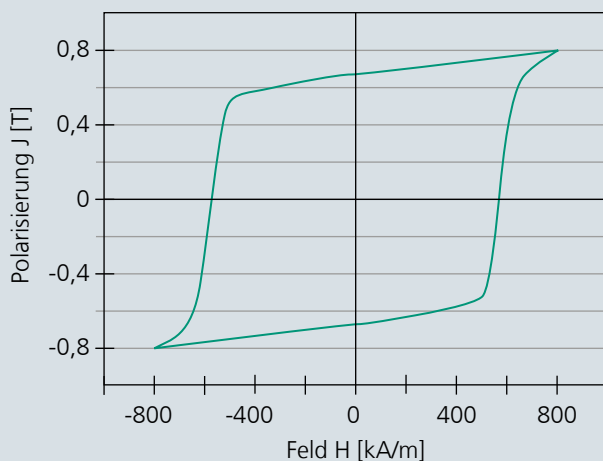
Ein typischer Aufbau für eine hartmagnetische Schicht, die mittels Gasfluss-Sputtern abgeschieden wurde, ist im Rasterelektronen-Bruchbild in Abbildung 1 gezeigt. Auf eine dünne, haftvermittelnde und texturprägende Startschicht ist eine 10 µm dicke Seltenerd-Magnetschicht aufgesputtert. Den Abschluss bildet eine dünne Chromschicht, die vor Korrosion und Verschleiß schützt. Abbildung 2 zeigt, dass die Oberfläche zwar charakteristische Strukturen aufweist, sonst aber glatt und defektarm ist. Die zugehörige Hysteresekurve ist im neben-

stehenden Diagramm dargestellt. Mit einer Remanenz von über 0,6 T und einer Koerzitivfeldstärke von über 500 kA/m besitzen diese Schichten hervorragende hartmagnetische Eigenschaften.

Ausblick

Magnetische Schichten konnten bereits erfolgreich auf Metalllegierungen, Halbleitern und Keramik abgeschieden werden. Die Palette von eingesetzten Substratmaterialien einerseits und von verfügbaren ferromagnetischen Legierungen andererseits wird fortlaufend erweitert. Daneben werden derzeit verschiedene Ansätze zur Aufskalierung des Beschichtungsprozesses untersucht, um wirtschaftlich attraktive Produktionsprozesse zu ermöglichen.

Hartmagnetische Hysterese einer 10 µm dicken Gasfluss-gesputterten Seltenerd-Magnetschicht.

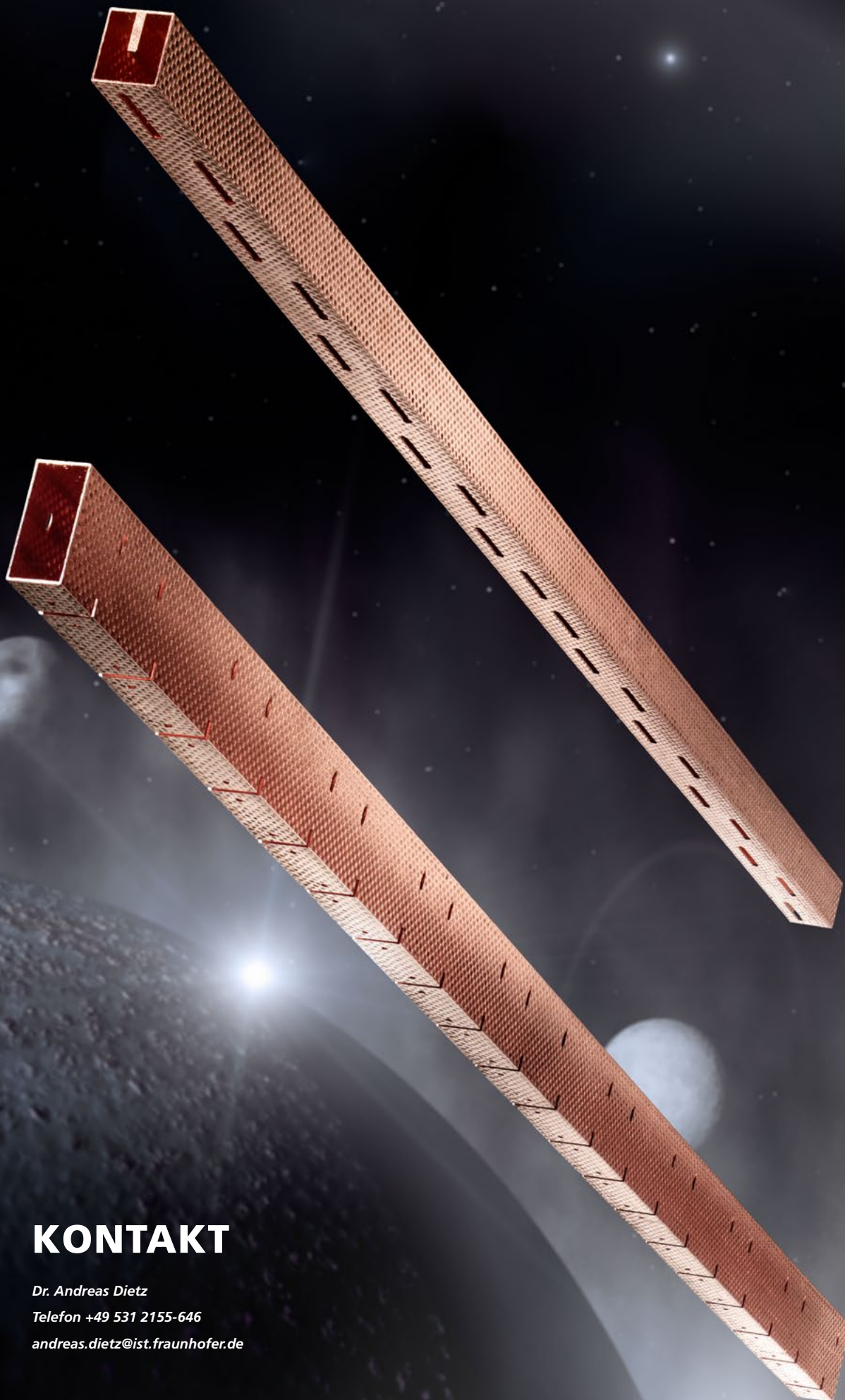


1 Typischer Schichtaufbau (REM-Bruchbild) mit Haftvermittlungsschicht (unten), magnetischer Funktionsschicht (Mitte) sowie Verschleiß- und Korrosionsschutzschicht (oben).

2 REM-Ansicht der Oberfläche mit geringer Rauheit und Defektdichte.

KONTAKT

Dr. Kai Ortner
Telefon +49 531 2155-637
kai.ortner@ist.fraunhofer.de



KONTAKT

Dr. Andreas Dietz

Telefon +49 531 2155-646

andreas.dietz@ist.fraunhofer.de

LUFT- UND RAUMFAHRT

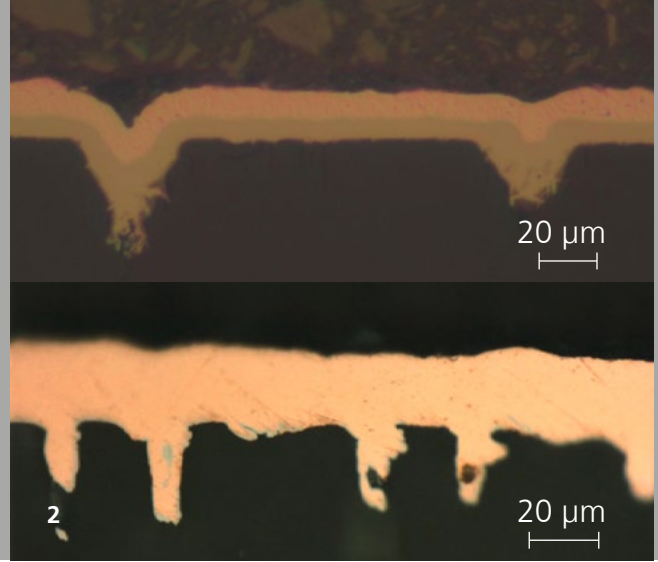
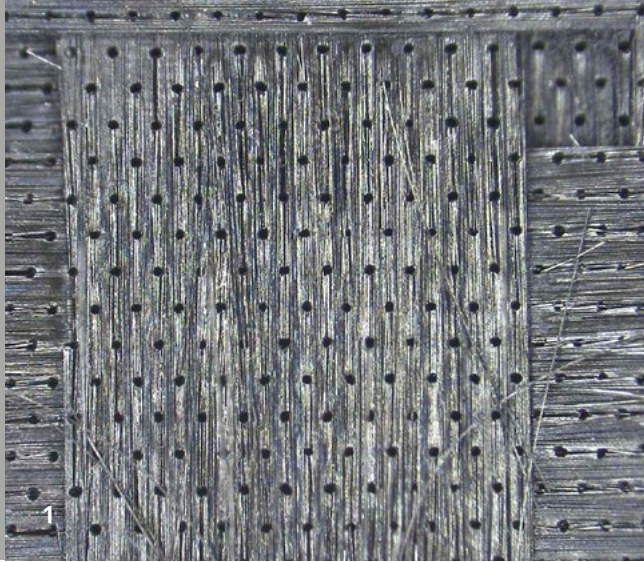
In diesem Geschäftsfeld werden Beschichtungstechnologien für die Luft- und Raumfahrt entwickelt. Das zentrale Thema ist die Funktionalisierung von Leichtbauwerkstoffen wie Kompositmaterialien (CFK) oder Leichtmetallen. Daneben werden Schichtsysteme für optische Anwendungen entwickelt, insbesondere für spezielle Präzisionsfilter für Raumfahrtmissionen.

Zurzeit beschäftigt sich das Fraunhofer IST mit den folgenden Themen:

- | Galvanische Metallisierung von CFK-Bauteilen
- | Entwicklung neuer umweltfreundlicher CFK-Metallisierungsverfahren
- | Metallisierung von Titanbauteilen

- | Verschleißschutzschichten für Triebwerke in Düsenflugzeugen
- | Lagersensorik für die Zustandsüberwachung in Flugzeugen
- | Entwicklung von Oberflächen für trennmittelfreie Formwerkzeuge
- | Galvanische Beschichtungen von Magnesium in der Luft- und Raumfahrt
- | Entwicklung von Beschichtungsverfahren für Präzisionsoptiken wie z. B. Filter

Zu den Kunden zählen Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrtindustrie sowie deren Zulieferer.



UMWELTFREUNDLICHE METALLISIERUNG VON CFK

Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) ist ein Verbundwerkstoff aus Kohlenstofffasern und einer Polymermatrix, häufig Epoxidharz. Dieser Hochleistungswerkstoff wird überwiegend in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Neben einem geringen spezifischen Gewicht besitzt CFK herausragende mechanische Eigenschaften wie z. B. eine hohe mechanische Steifigkeit, sodass dieses Material häufig als Substitution für schwerere metallische Werkstoffe benutzt wird. Für einige Anwendungen müssen CFK-Bauteile allerdings beschichtet werden. So wurden für die Sentinel 1-Mission der European Space Agency ESA Hohlleiterantennen aus CFK am Fraunhofer IST galvanisch metallisiert, um eine ausreichende elektrische und thermische Leitfähigkeit zu erhalten.

Metallisierung von CFK

Das Metallisierungsverfahren für die Sentinel-Mission wurde in Zusammenarbeit mit Airbus Defence and Space vom Fraunhofer IST entwickelt und durchgeführt. Darüber hinaus wurden die CFK-Antennen für die Mascot-Mission des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) am Fraunhofer IST metallisiert.

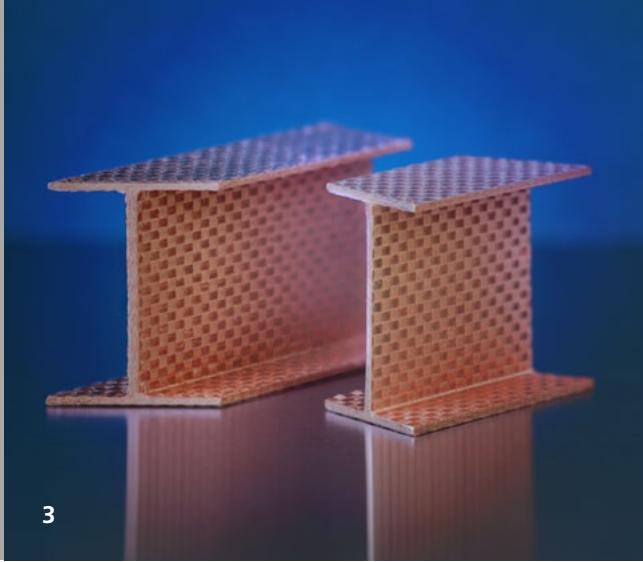
Obwohl dieses Verfahren bis zur Serienreife entwickelt wurde und aktuell auch wieder eingesetzt wird, weist es einen gravierenden Nachteil auf: Die Vorbehandlung des CFK-Materials wird unter anderem mit Chromschwefelsäure durchgeführt, die akut toxisches und krebserregendes Cr(VI) enthält. Gemäß der REACH-Verordnung der EU (REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) wird die Verwendung von Cr(VI)-haltigen Stoffen in der Zukunft jedoch stark limitiert, eventuell sogar eingeschränkt.

Die herkömmliche Vorbehandlung

Der Einsatz von Chromschwefelsäure ist bei der galvanischen Metallisierung vieler Kunststoffe bis heute alternativlos. Mit Hilfe des Ätzmittels wird die Kunststoffoberfläche künstlich aufgeraut und es werden Löcher und Kavernen geschaffen. Diese Löcher werden dann ebenfalls metallisiert. Die mechanische Verklammerung zwischen dem Kunststoff und der Metallschicht bewirkt eine gute Haftfestigkeit (Druckknopfeffekt).

Laser machen kleine Löcher

Das Fraunhofer IST hat in einem Gemeinschaftsprojekt mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen ein neuartiges, umweltfreundliches Verfahren zur Vorbehandlung von CFK entwickelt, das ohne Cr(VI)-Verbindungen auskommt. Bei diesem Verfahren wird mittels eines Laserstrahls eine Vielzahl kleiner Löcher in die Oberfläche gebrannt. Abstand



und Dimension der Löcher ähneln den Vertiefungen, wie sie beim chemischen Ätzen erzeugt werden. Die nachfolgenden Arbeitsschritte sind analog der herkömmlichen Kunststoffmetallisierung: Palladium-Aktivierung, außenstromlose Metallisierung sowie die galvanische Verstärkung. Auch eine Direktmetallisierung ist möglich. Neben herkömmlichen Flachproben wurden auch komplexe dreidimensionale Bauteile haftfest metallisiert.

Anwendungspotenzial

Neben der Laservorbehandlung und Metallisierung von CFK-Bauteilen ist auch die Beschichtung von anderen Kunststoffen mit diesem Verfahren gelungen. Aufgrund des hohen Preises und der Komplexität des Verfahrens wird sich diese Methode aber vorerst auf kostenintensive Werkstücke beschränken.

1 Laservorbehandelte CFK-Oberfläche.

2 Vergleich von Querschliffen einer mit Laser vorbehandelten (oben) und einer chemisch mit ChromVI vorbehandelten (unten), metallisierten CFK-Oberfläche.

3 Mit Laser vorbehandeltes, anschließend metallisiertes 3D-Bauteil aus CFK.

KONTAKT

Dr. Andreas Dietz
Telefon +49 531 2155-646
andreas.dietz@ist.fraunhofer.de



KONTAKT

Dr. Stephan Ulrich

Telefon +49 531 2155-618

stephan.ulrich@ist.fraunhofer.de

ENERGIE UND ELEKTRONIK

Im Geschäftsfeld »Energie und Elektronik« konzentrieren sich die Arbeiten des Instituts auf die folgenden Entwicklungen:

- | Funktionelle Schichten bzw. Schichtsysteme und Beschichtungsprozesse für Architekturglas (Low-E-Schichten, aktiver bzw. passiver Wärme- und Sonnenschutz, schaltbare elektrochrome Verglasung)
- | Transparente leitfähige Schichtsysteme (TCOs) für Architektur- und Automobilverglasung, für Solarzellen und Displays sowie als unsichtbare Heizelemente und für die Solarthermie
- | p- und n-Typ TCOs als Materialien für transparente und flexible Elektronik
- | Halbleiterschichten für die Dünnschicht- und Silizium-basierte Photovoltaik sowie Charakterisierungsmethoden für Dünnschicht-Solarzellen
- | Elektrische Kontakt- und Isolationsschichten sowie Barrierschichten

| (Lokale) Plasmabehandlung von Oberflächen für Waferbonding, strukturierte Metallisierung sowie Metallisierung von temperaturempfindlichen und komplex geformten Substraten

| Stabile Anoden und Kathoden für Lithium-Ionen-Batterien

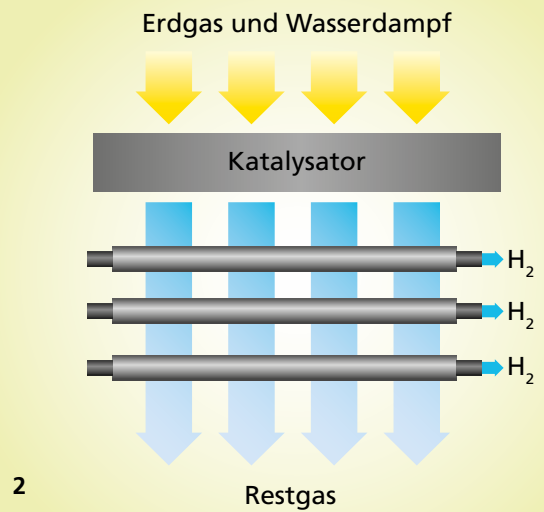
| Elektrolytschichten für Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC) und Gastrennmembranen für die Wasserstofferzeugung

| Korrosionsschutz- und Wärmedämmschichten für Hochtemperaturanwendungen z.B. in Gasturbinen.

Zu unseren Kunden gehören Unternehmen der Glas-, Photovoltaik- und Automobilindustrie, der Halbleiter- und Mikroelektronik-, Informations- und Kommunikationsbranche, der Energie- und Bauwirtschaft sowie Anlagenhersteller und Lohnbeschichter.



1



2

PD-GASTRENNMEMBRANEN FÜR DIE WASSERSTOFFSEPARATION

Die Nachfrage nach sauberer und grüner Energie hat den Verbrauch von Wasserstoff in den letzten Jahren kontinuierlich steigen lassen. Eine wirtschaftliche Produktion von kleinen und mittleren Wasserstoffmengen kann mit Hilfe von dünnen Palladium-Membranen erreicht werden, die auf porösen Rohroberflächen aufgebracht werden. Die Pd-Membranen sind selektiv wasserstoffdurchlässig und ermöglichen somit eine effiziente Separation von Wasserstoff aus einem Gasgemisch. Im Rahmen einer Kooperation arbeitet das Fraunhofer IST mit den Unternehmen Plansee SE und Linde AG auf diesem Gebiet zusammen.

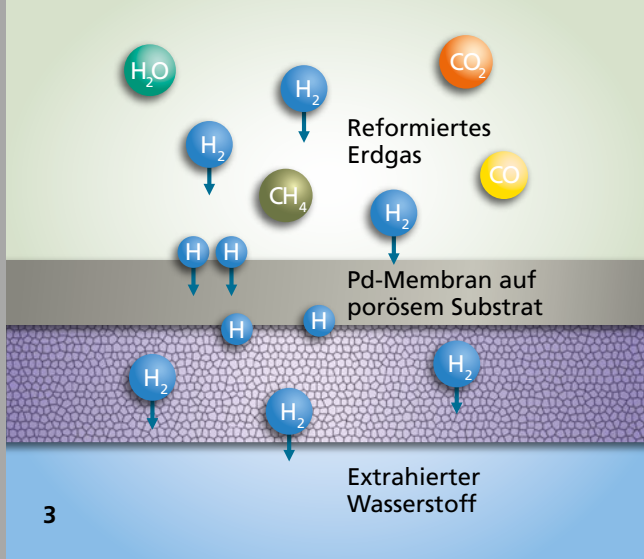
Prinzip der Wasserstoffseparation

In einigen Elementen wie z. B. Palladium, Vanadium, Nickel oder Eisen und in Legierungen wie beispielsweise Pd-Ag, Zr-Ni zeigt Wasserstoff eine hohe Löslichkeit und ein hohes Diffusionsvermögen bei erhöhten Temperaturen. Ist die metallische Membranstruktur ausreichend dicht und damit nur für Wasserstoffatome durchlässig, kann ein solches System für die Abtrennung von H_2 aus einem Gasgemisch verwendet werden. Um Korrosion zu vermeiden, werden vorzugsweise Membranstrukturen aus edlen Elementen wie Palladium genutzt. In Anbetracht der hohen Kosten von reinem Palladium und aufgrund der Tatsache, dass der Wasserstofffluss antiproportional zur Dicke der Membran ist, werden nur sehr dünne Pd-Membrane von ca. 10 μm Dicke verwendet, die auf ein mit ca. 1 mm vergleichsweise dickes poröses Trägermaterial aufgebracht werden.

Wasserstoff kann über eine Dampfreformierung von Erdgas hergestellt werden. Hierbei wird Erdgas mit Wasserdampf versetzt und diese Mischung über Katalysatorteilen geleitet, wobei in einer endothermen Reaktion bei Betriebstemperaturen von ca. 600 °C Wasserstoffmoleküle und Kohlenstoffoxide erzeugt werden. Wenn diese Gasmischung auf eine Palladiumoberfläche trifft, diffundiert der Wasserstoff durch das Metall und kann auf der anderen Seite für eine Weiterverarbeitung extrahiert werden.

GastreNNmembran-Röhrchen

Vom Kooperationspartner Plansee SE werden unter dem Handelsnamen ITM dünne Röhrchen aus einer Fe-Cr-Legierung pulvermetallurgisch hergestellt. Diese sind mit einer Porosität von ca. 40 Vol.-% hochgradig gasdurchlässig und bilden das Trägermaterial für die dünnen Pd-Membranen, die vom



Fraunhofer IST mittels eines PVD-Verfahrens aufgebracht werden. Zwischen den ITM-Röhrchen und der Pd-Membran befindet sich zusätzlich eine poröse keramische Diffusionsbarriere aus Zirkoniumoxid (ZrO_2), das mit Yttriumoxid (Y_2O_3) stabilisiert wurde. Diese Schicht verhindert eine Pd-Diffusion in das Fe-Cr-Substrat und sorgt so für eine Langzeitbeständigkeit der Beschichtung. Die Leckrate der Pd-Membran bestimmt wesentlich die Leistungsfähigkeit des Systems und sollte möglichst gering sein. Die dünnen Pd-Schichten weisen jedoch nodulare Defekte auf. Dadurch wird die Dichtigkeit der Membran verringert, sodass neben H_2 auch andere Moleküle durch sie hindurchdiffundieren können. Um dies zu verhindern, werden die Defekte durch eine zweite galvanisch aufgetragene Pd-Schicht versiegelt.

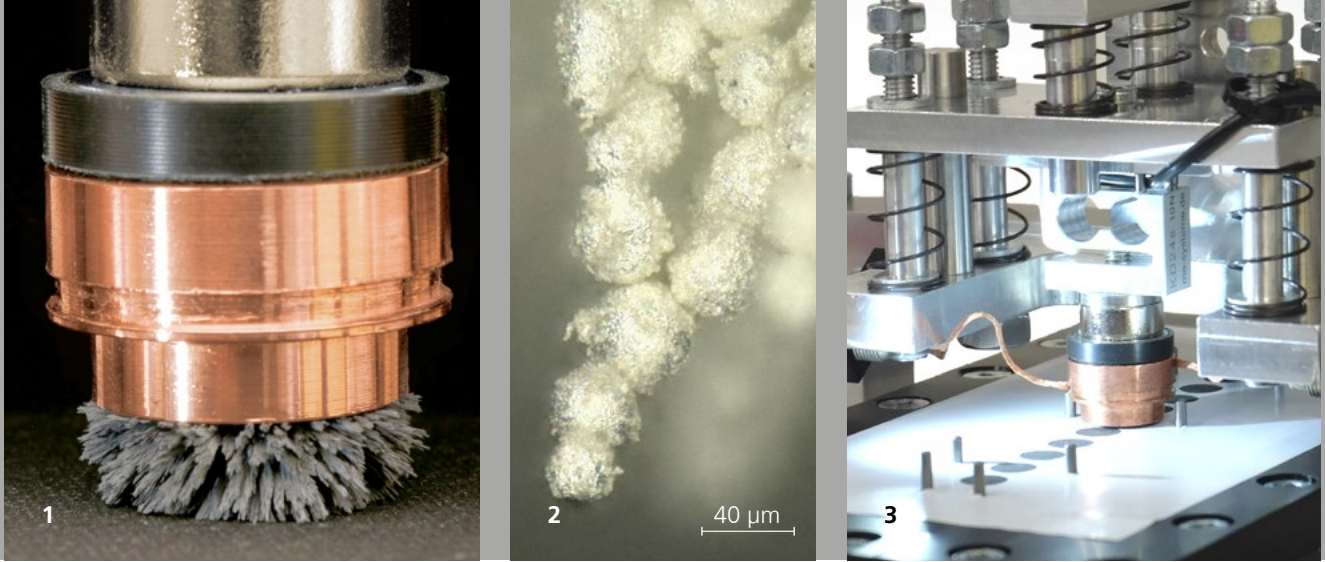
1 Gastrennmembran-Röhrchen mit einer PVD-Palladium-Oberfläche.

2 Schematische Darstellung der Dampfreformierung und der Wasserstoffseparation mit einzelnen Röhrchen.

3 Schematische Darstellung der Wasserstoffdiffusion durch die Pd-Membran in die Röhrchen.

KONTAKT

Dr. Kai Ortner
Telefon +49 531 2155-637
kai.ortner@ist.fraunhofer.de



NEUE NICHTINVASIVE WIDERSTANDSMESSUNG FÜR BATTERIEFOLIEN

Die Weiterentwicklung von Speichern für elektrische Energie ist von zentraler, gesellschaftlicher Bedeutung, da die zunehmende Nutzung regenerativer Energiequellen und die dezentrale Energiegewinnung durch beispielsweise Solaranlagen auf Hausdächern verbesserte Speicher erfordern. Lithium-Ionen-Batterien (LIB) sind für diesen Zweck eine aussichtsreiche Technologie. Auch im Bereich mobiler Anwendungen und im Automotive-Sektor werden LIB zunehmend eingesetzt. Vor diesem Hintergrund arbeitet das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST an einer Verbesserung der Batterien. Entwickelt werden spezielle Metallfolien, die als Träger für LIB-Elektrodenschichten fungieren. Ansatzpunkt des entsprechenden Projekts »Batteriefolie mit Kohlenstoff-Kontaktschicht«, kurz »KoKon«, ist die Minimierung von elektrischen Widerständen in Elektroden. Dies wird durch mittels Plasma erzeugte Funktionsschichten erreicht. Zusätzlich zur Herstellung von Batteriefolien ist die zuverlässige Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von gefertigten Folien und Batterieelektroden ein wichtiger Projektinhalt. Um dies zu bewerkstelligen, wird innerhalb des Projekts ein neuartiges Messsystem entwickelt: e-CON.

System zur Widerstandsmessung: e-CON

Bei elektrischen Widerstandsmessungen an Objekten mit rauer Oberfläche, wie z. B. LIB-Elektroden, ist es oftmals nicht möglich, eine verlustfreie Kontaktierung herbeizuführen. Typischerweise werden für diesen Zweck Messspitzen oder -stempel verwendet. Diese verursachen jedoch »parasitäre« Spannungsabfälle in der Kontaktzone und sind zudem invasiv. Beides kann das Messergebnis signifikant verfälschen und die Reproduzierbarkeit der Messung beeinträchtigen.

Mit dem Ziel, Messkontakte zerstörungsfrei, stabil und zugleich niederohmig zu realisieren, wurde am Anwendungszentrum für Plasma und Photonik eine Kontaktierungssonde entwickelt. Hierbei werden magnetisierbare Mikropartikel verwendet, die mit einer elektrisch exzellent leitfähigen Beschichtung versehen sind. Unter dem Einfluss eines Träger-

magneten bildet eine Vielzahl derartiger Partikel längliche Partikelketten aus, die mit dem Magneten in Kontakt stehen. In der Gesamtheit entsteht so ein dreidimensionales Gebilde mit antennenartigen Strukturen, die eine hohe Flexibilität aufweisen. Beim Platzieren der Sonde auf die Elektrodenoberfläche verformt sich das Gebilde und passt sich an die Topographie an. Die leichte Verschiebbarkeit der Partikel bewirkt, dass der Formschluss ohne jegliche mechanische Belastung des Objekts erzielt werden kann. Über einen geeigneten Sensor zur Höhenpositionierung der Sonde kann die Aufsetzkraft auf dem Messobjekt kontrolliert und mittels z-Achsensteuerung geregelt werden. Insgesamt wird ein weitgehend verlustfreier Elektronentransport vom Messobjekt in das Partikelgebilde der Sonde und so in das Messgerät, z. B. ein Mikroohmmeter, gewährleistet. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für das Erzielen von belastbaren Messwerten.

4

Ausblick

Die bisherigen Projektergebnisse haben ergeben, dass die Verwendung von Batteriefolie zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit von Lithium-Ionen-Zellen führt. Im weiteren Verlauf des Projekts sollen die Arbeiten zur Folien- und Zellherstellung sowie zu Batterietests in einer industrienahen Technikumsumgebung fortgeführt werden. Das e-CON Laborgerät wird aktuell in ein kompaktes, halbautomatisches Messsystem überführt.

Das Projekt

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt »Batteriefolie mit Kohlenstoff-Kontaktschicht–KoKon« ist eine Kooperation zwischen dem Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST und dem Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT. Der Industriebegleitkreis setzt sich aus elf Unternehmen zusammen. Gefördert wird das Teilvorhaben des Anwendungszentrums von der AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e. V. mit 215 750 € (117 600 € in 2015).

1-3 Darstellung der Kontaktierungs- und Messsonde zur Bestimmung elektrischer Widerstände an Batterieelektroden.

(1) Partikel-basierte Messsonde, (2) Vergrößerung der Partikelketten, (3) Labormessstand.

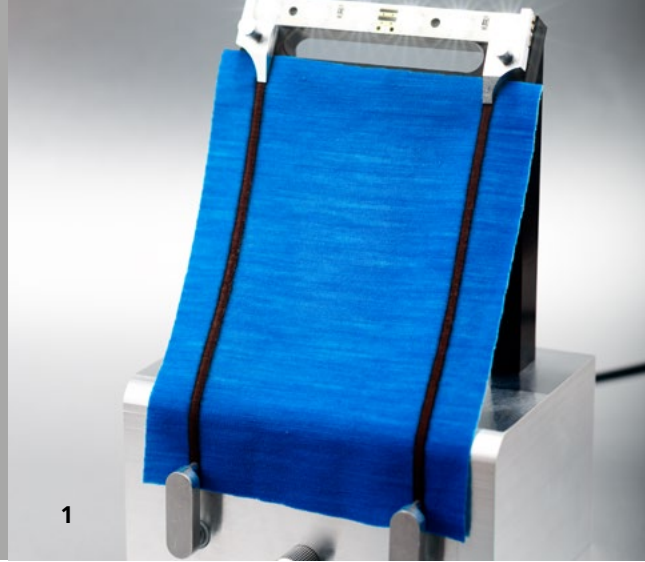
4 Aluminium-Stromsammelfolie mit Kohlenstofffunktionsschicht.

KONTAKT

Nils Mainusch

Telefon +49 551 3705-333

nils.mainusch@ist.fraunhofer.de



KALT-PLASMASPRÜHEN IN DER ANWENDUNG

Neben dem direkten Körperkontakt kann auch der indirekte Kontakt vieler Menschen über Türgriffe zur Übertragung von Krankheiten führen. Gerade in Krankenhäusern und vor dem Hintergrund der Gefahren durch multiresistente Keime (MRSA) ist die Vermeidung solcher Infektionsquellen ein wichtiges Thema. Eine Lösung sind Türklinken aus Kupfer mit antibakterieller Wirksamkeit. Der Nachteil: Diese Klinken sind teuer und werden häufig entwendet. Am Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST wurde daher ein Verfahren entwickelt, mit dem herkömmliche Türgriffe aus Kunststoff oder Metall mit einer antibakteriellen Kupferschicht versehen werden können: das sogenannte Kalt-Plasmasprühen. Mit diesem Verfahren ist es möglich, eine etwa 100 µm dicke Kupferschicht abzuschneiden – die Mindestschichtdicke, um eine dauerhafte antibakterielle Wirkung im täglichen Einsatz zu gewährleisten.

Die Technologie

Mit dem Kalt-Plasmasprühen ist es möglich, Schichten auf Basis unterschiedlichster Metalle, Metalllegierungen und Thermoplasten effizient herzustellen. Bei der Technologie handelt es sich um eine Weiterentwicklung des thermischen Plasmaspritzens, bei dem Partikel mit Hilfe von Plasma an- oder aufgeschmolzen und auf ein Substrat gesprüht werden. Das Besondere beim Plasmasprühen ist der Einsatz von vergleichsweise kleinen Partikeln – die hier eingesetzten Mikropartikel sind meist nicht größer als 20 µm oder sie besitzen ein hohes Aspektverhältnis von Dicke zu Breite, was das Aufschmelzen begünstigt. Daher kann der gesamte Schmelzprozess bei vergleichsweise geringen Temperaturen ablaufen, wodurch auch eine Beschichtung von hitzeempfindlichen Materialien wie Kunststoffen, Dünnglas, Papier oder Textilien möglich wird.

Die Vorteile

Gegenüber herkömmlichen Beschichtungsverfahren wie z. B. der Galvanotechnik weist das Kalt-Plasmasprühen eine Reihe von Vorteilen auf. So wird zum Beispiel bei dem Beschichtungsverfahren auf nasschemische Prozesse und umweltbedenkliche Binde- oder Lösemittel verzichtet. Die möglichen Schichtmaterialien erstrecken sich über etliche Metalle von Kupfer, Aluminium, Zinn über Titan bis hin zu hochschmelzenden Stoffen wie Wolfram, um nur einige zu nennen. Des Weiteren können auch Kunststoffschichten erzeugt werden, bei denen Thermoplasten wie z. B. Teflon oder Polyethylen als Ausgangsmaterial dienen. Die eigentliche Stärke des Verfahrens liegt aber in der breiten Palette der möglichen Substratarten: von sehr glatten Oberflächen wie Glas über thermisch empfindliche Stoffe wie Papier, Holz oder Textilgewebe bis hin zu komplexen, dreidimensionalen Werkstoffen aus Kunststoff oder Metall.

Anwendungsbeispiele

Aufgrund der Vielseitigkeit des Verfahrens sind auch dessen Einsatzzwecke zahlreich. Neben antibakteriell-beschichteten Türgriffen sind weitere typische Anwendungen vor allem im Bereich der Elektrotechnik zu finden. So können beispielsweise dünne Leiterbahnen aus Kupfer auf Kunststoffen abgeschieden werden, die nach einer anschließenden Strukturierung durch Laser als Smartphone-Antennen dienen. Geht man noch einen Schritt weiter, sind sogar flexible Leiterbahnen auf Textilgewebe möglich, die sich nahtlos an die Textilfasern anfügen, ohne auch nur eine Faser zu beschädigen.

Weitere Anwendungsbeispiele sind:

- | Leiterbahnen (MID)
- | Anti-Statik-Beschichtungen
- | Beschichtungen zum Abschirmen von elektro-magnetischer Störstrahlung
- | Wärmeleitfähige Schichten
- | Reibwertsreduktion
- | Antimikrobielle Funktionsschichten
- | Schichten zur Haftvermittlung
- | Anti-adhäsive Schichten
- | Barrierschichten
- | Optische Schichten

1 LED-Kontaktierung durch flexible Leiterbahnen auf Textilgewebe.

2 Mit Kupfer beschichteter, antibakterieller Türgriff.

KONTAKT

Nils Mainusch
Telefon +49 551 3705-333
nils.mainusch@ist.fraunhofer.de

Prof. Dr. Wolfgang Viöl
Telefon +49 551 3705-218
wolfgang.vioel@ist.fraunhofer.de



KONTAKT

Dr. Michael Vergöhl

Telefon +49 531 2155-640

michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de

OPTIK

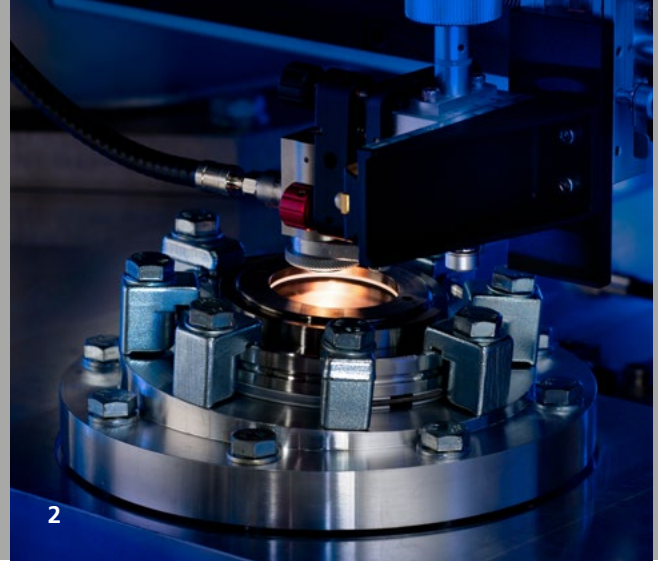
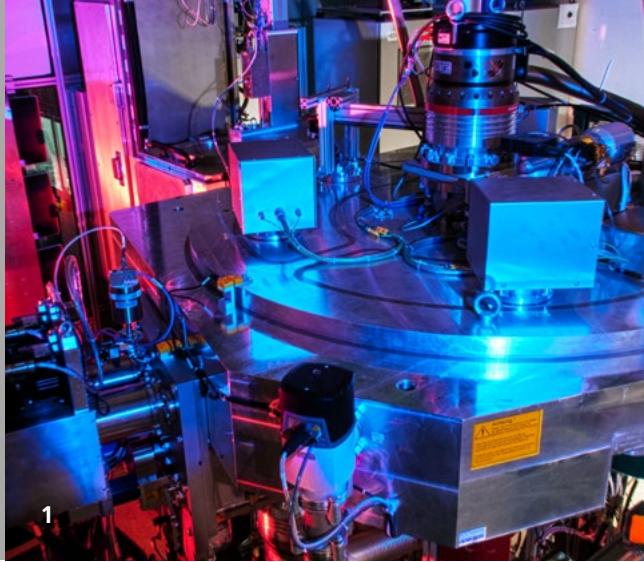
Das Fraunhofer IST ist im Geschäftsfeld »Optik« mit einer Vielzahl von Dünnschichttechnologien zur Entwicklung neuer Lösungen für neue industrielle Anwendungen tätig. Beispiele sind:

- | Entwicklung und Herstellung von Beschichtungen für optische Komponenten
- | Anlagentechnik zur Abscheidung hochwertiger optischer Beschichtungen auf planaren und gekrümmten Optiken
- | Produktionsplattform »EOSS®« zur Herstellung optischer Filter und Laserkomponenten
- | Entwicklung neuer Materialien für intelligente Beschichtungen, z. B. elektrisch schaltbare Filter
- | Hochbeständige Breitband-Antireflexbeschichtungen auf Saphir und Glas
- | Mikrostrukturierte optische Filterschichten für Imaging-Anwendungen
- | Optische Beschichtungen auf Kunststoffoberflächen
- | Auslegung und Optimierung von Beschichtungsprozessen und -anlagen im Niederdruckbereich durch Simulation
- | Entwicklung neuartiger transparent-leitfähiger Schichten für Beleuchtungstechnik und Oxidelektronik

Im Bereich optischer Messtechnik beschäftigt sich das Fraunhofer IST u. a. mit diesen Themen:

- | In-situ-Kontrolle von Beschichtungsprozessen mit dem Monitoringsystem MOCCA®
- | Mappingsystem zur Messung der Ellipsometrie, Reflexion, Transmission, Streulicht und Raman-Spektroskopie auf 60x60 cm²
- | Defektanalyse optischer Schichten mittels FIB-REM und konfokal optischer Mikroskopie
- | Prüfung der Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit optischer Oberflächen und Schichten

Zu den Kunden dieses Geschäftsfelds zählen Unternehmen der optischen Industrie, der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, Hersteller von Displays und Datenspeichern sowie Anlagenhersteller und Lohnbeschichter.



EOSS®-PLATTFORM – DEMONSTRATION LANGZEITSTABILER VERTEILUNG

Das Fraunhofer IST hat mit der Entwicklung und dem Aufbau der innovativen Beschichtungsplattform EOSS® neue Möglichkeiten für die Abscheidung hochanspruchsvoller optischer Beschichtungen geschaffen. Es können nicht nur extrem defektarme Beschichtungen realisiert, sondern auch hochkomplizierte Schichtdesigns mit mehreren 100 Schichten bei extremer Präzision und Uniformität der Beschichtung dargestellt werden. Im Jahr 2015 wurde die Anlagenplattform EOSS® des Fraunhofer IST weiterentwickelt. Industrielle Anwender stellen hohe Anforderungen an die Produktionsstabilität der Anlage. Um Spezifikationen konstant zu realisieren, muss die Schichtdickenverteilung stabil sein. An der EOSS® konnte gezeigt werden, dass das Konzept mit rotierenden Kathoden und optimierten Sputtertargets gut geeignet ist, um auch über einen sehr langen Zeitraum von Wochen und Monaten hinweg hervorragende Homogenitäten optischer Filterbeschichtungen zu erzielen.

EOSS®-Beschichtungskonzept

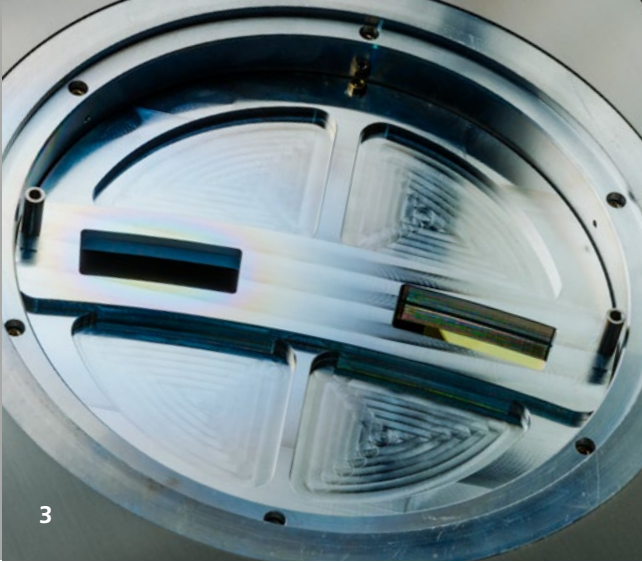
Das Fraunhofer IST setzt bei der Produktion optischer Schichten auf den Einsatz der Magnetron-Sputtertechnologie. Mit der EOSS®-Plattform wurde ein Ansatz gewählt, bei dem ein Batch von zehn Substraten mit einem Durchmesser von jeweils 200 mm auf einem Drehteller angeordnet ist, der kontinuierlich schnell rotiert. Durch den Einsatz zylindrischer Magnetron-Quellen ergeben sich entscheidende Vorteile, da die Schichtdickenverteilung im Gegensatz zu planaren Magnetrons extrem langzeitstabil ist. Der Vorteil liegt dabei auf der Hand: Nachjustierungen, Batchplanungen oder andere Maßnahmen sind nicht mehr notwendig. Bei den Sputterkathoden werden als Targets unter anderem substöchiometrische Oxide verwendet. Frühere Untersuchungen zeigten, dass dies zu verbesserten Werten der Schichtdickenverteilung führt bzw. dass die Konditionierung erheblich vereinfacht werden kann. Aktuelle Messungen am Fraunhofer IST ergeben, dass auch die Absorption im Falle von Ta_2O_5 als hochbrechendes Material verbessert wird.

Die nebenstehende Grafik zeigt die Ergebnisse eines Langzeitversuchs zur Schichtdickenverteilung. Im Laufe der Arbeiten

wurden mehr als 70 μm -dicke Schichten (hier: SiO_2) in verschiedenen Beschichtungsläufen abgeschieden. Die schwarze Kurve zeigt die anfängliche Verteilung. Nach zehn Wochen ergab sich die rote Verteilung. Danach wurde das Sputtercompartment geöffnet und eine Reinigung mit gleichzeitigem Austausch verschiedener Komponenten vorgenommen. Nach einer kurzen Einsputterzeit wurde die violette Verteilung erzielt, die fast exakt der initialen Verteilung zu Beginn entspricht.

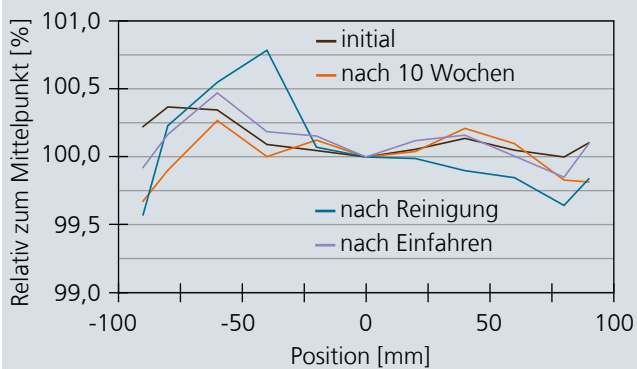
Beispiel: Herstellung von optischen Filtern

Die Langzeitstabilität zeigt sich nicht nur bei der Produktion von Einzelschichten, sondern auch bei der Herstellung von Filtern. Hierbei ist auch immer die Teller-zu-Teller Verteilung relevant. Nebenstehend ist die Homogenität der Schichten nach zehn Wochen Betriebszeit bei einem voll bestückten Batch mit zehn Substraten – neun Carrier und ein Monitoring-System – zu sehen. In der Grafik wurde jeweils die normierte Position der Bandkante als Ordinate aufgetragen, gemessen wurde die Verteilung in Längs- und Querachse relativ zur Bewegung. Der Verlauf der Kurven zeigt deutlich, dass die Verteilung auch bei einem vollen Batch mit zehn Substraten von jeweils 200 mm Durchmesser exzellent ist.

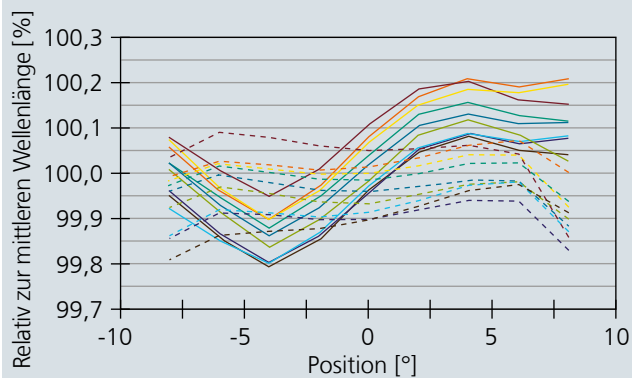


Die Beispiele zeigen, dass die EOSS®-Technologie die Herstellung neuer und extrem anspruchsvoller optischer Beschichtungen im industriellen Maßstab mit hoher Prozesssicherheit ermöglicht.

Schichtdickenverteilung von SiO_2 -Schichten nach den verschiedenen Prozessschritten.



Homogenität von Schichten (Vollbestückung) nach zehn Wochen Betriebszeit.



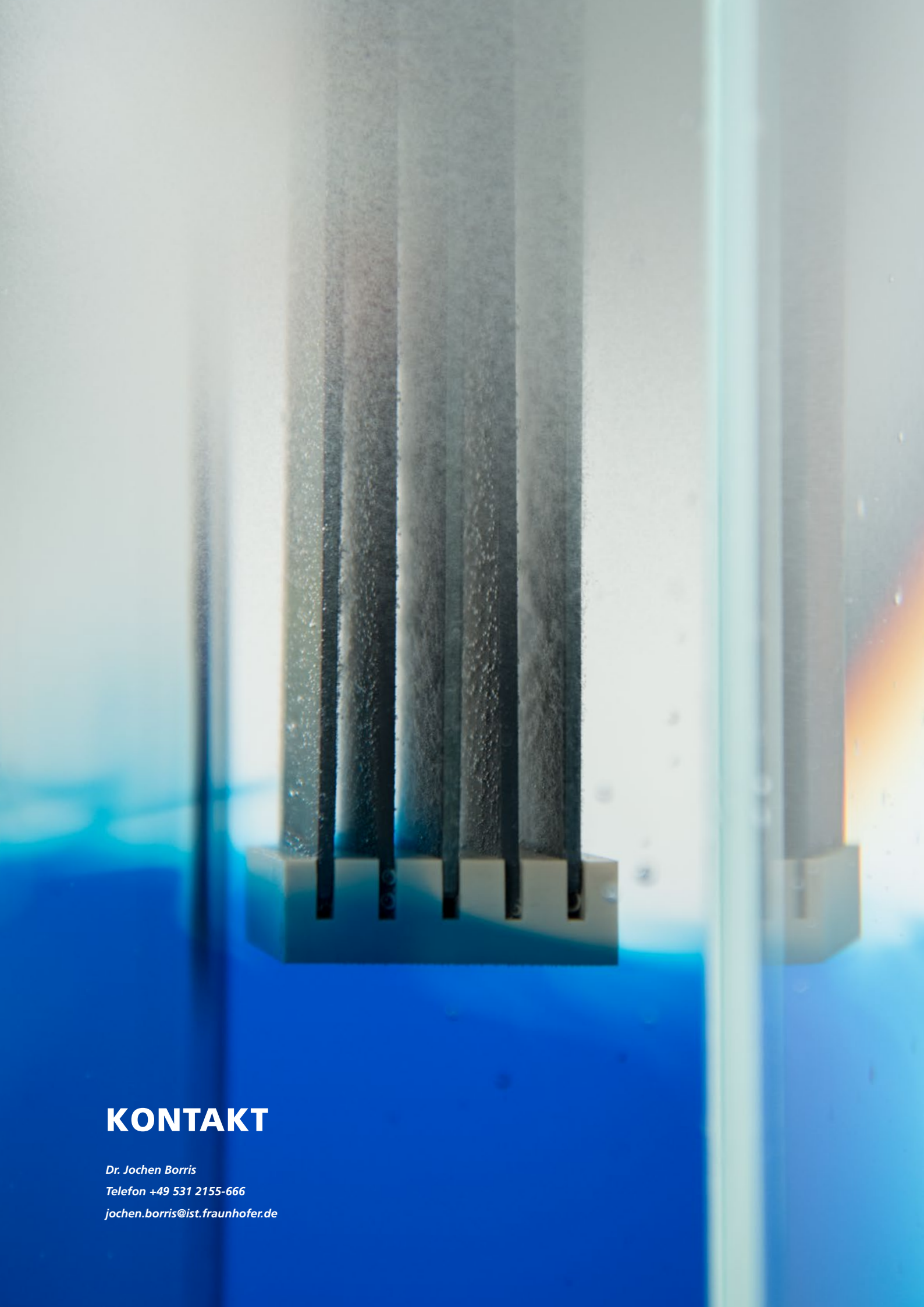
1 Beschichtungsplattform EOSS® am Fraunhofer IST.

2 Optisches Breitband-Monitoring-System MOCCA® von außen.

3 Blick auf den Monitor-teller, einem Teil des Monitoring-Systems MOCCA®.

KONTAKT

Dr. Michael Vergöhl
 Telefon +49 531 2155-640
michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de



KONTAKT

Dr. Jochen Borris

Telefon +49 531 2155-666

jochen.borris@ist.fraunhofer.de

LIFE SCIENCE UND UMWELT

Im Bereich »Life Science« entwickelt das Fraunhofer IST Schichten, Prozesse und Geräte für eine Reihe von Anwendungsfeldern:

Medizin und Hygiene

- | Heilungsunterstützung bei infektiösen Hauterkrankungen
- | Antiseptische Therapien
- | Zahnmedizin
- | Handhygiene
- | Entkeimung von Oberflächen und Desinfektion
- | Bekämpfung von Läusen und Milben

Medizintechnik

- | Mikrofluidik
- | Biosensorik
- | Lab-On-A-Chip
- | Innenbeschichtung von Schläuchen, Flaschen und Beuteln
- | Funktionalisierung der Oberflächen von Einwegartikeln
- | Implantate

Zellkulturtechnik und Mikrobiologie

- | Steuerung der Zelladhäsion und Differenzierung
- | Steuerung von Proteinadsorption
- | Kopplung von Antikörpern
- | Zelltransfektion und -poration

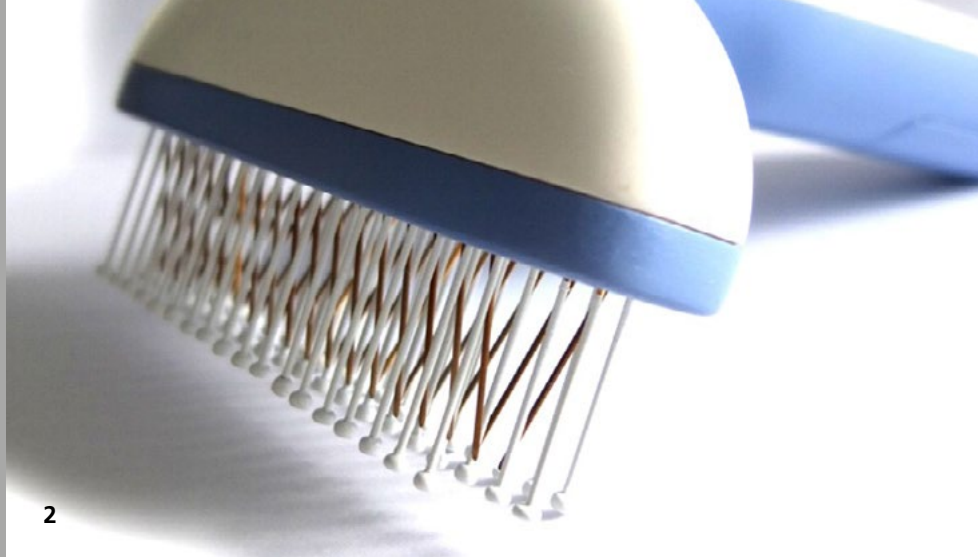
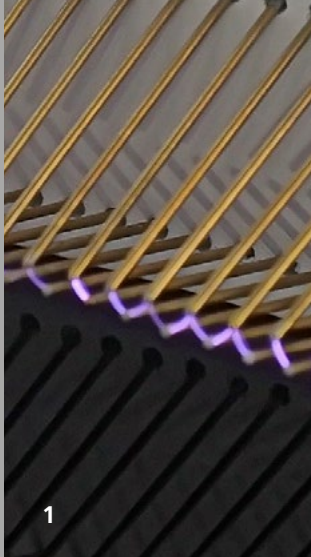
Agrar- und Lebensmitteltechnik

- | Schädlingsbekämpfung
- | Entkeimung von Saatgut und Lebensmitteln
- | Desinfektion von Verpackungen

Im Bereich »Umwelt« beschäftigt sich das Fraunhofer IST schwerpunktmäßig mit den folgenden Themen:

- | Wasserdesinfektion und Abwasseraufbereitung mittels Diamantelektroden
- | Systeme zur photokatalytischen Luft- und Wasserreinigung
- | Selbstreinigung und Antifouling
- | Standardisierte Prüfverfahren zur neutralen Evaluierung photokatalytischer Produkteigenschaften

Neben Anwendern aus den oben genannten Bereichen zählen auch Hersteller von Anlagen zur Oberflächenmodifizierung und -beschichtung sowie Lohnbeschichter aus dem In- und Ausland zu unseren Kunden.



KOPFLÄUSE WIRKSAM MIT PLASMA BEKÄMPFEN

Täglich stecken sich hunderte Menschen mit Kopfläusen an. Wie eine Erkältung können sie jeden treffen, und vor allem in Kindergärten und Schulen verbreiten sie sich schnell. Hauptsächlich betroffen sind 3 bis 10jährige Kinder. Die Läuse verursachen unangenehmes Jucken und müssen mühsam wieder entfernt werden. Daher wurde an der HAWK Hochschule, dem Partner des Anwendungszentrums für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST, ein neuartiger Plasmakamm entwickelt. Dieser wird nun am Anwendungszentrum perfektioniert, um bei dem weit verbreiteten Problem Abhilfe zu schaffen.

Schmerz- und chemiefrei Läuse abtöten

Derzeit sind zwei Behandlungsmethoden etabliert: die biozidhaltige chemische Läusebehandlung und die manuelle Behandlung mit dem Läusekamm. Beide Methoden haben jedoch ihre Schwächen. Bei der klassischen Methode mit dem Läusekamm ohne Plasma muss jede Haarsträhne mit einem Kamm mit dünnen Zinken durchgekämmt werden. Die Prozedur ist für Kinder langwierig und unangenehm, vor allem bei dickem Haar. Außerdem ist sie ineffizienter: Die Läuse lassen sich zwar entfernen, nicht aber die winzigen Nissen, die bald für eine neue Plage sorgen.

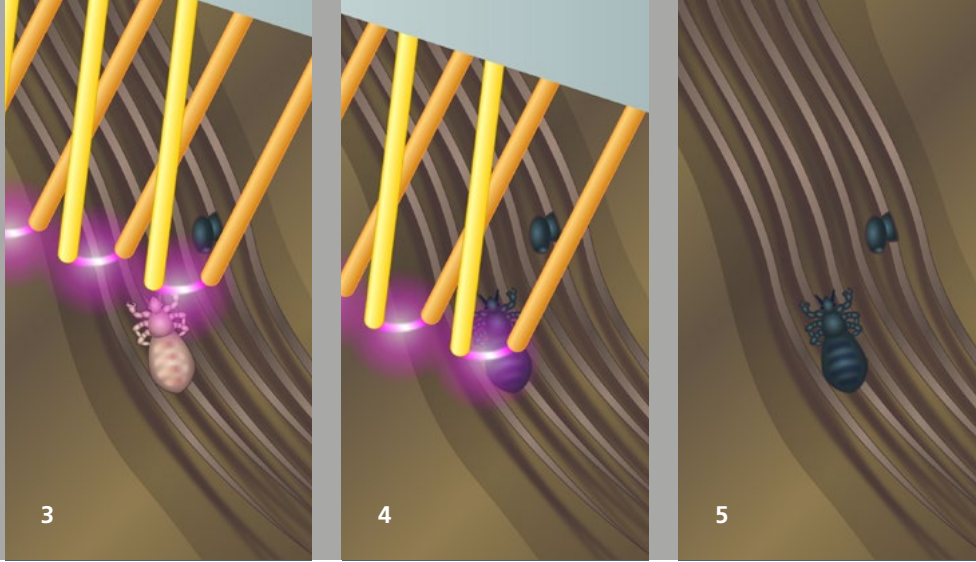
Bei der chemischen Behandlung mit Lotionen, Pudern oder Sprays auf dem Kopfhaar werden zwar die Läuse, Nissen und Eier mit den Wirkstoffen durchdrungen und abgetötet, allerdings wächst die Skepsis gegenüber der Verwendung von Chemikalien. Die Kinder und Familien sollen den chemischen Reizen und Wirkstoffen nicht ausgesetzt werden. Zudem wurde wissenschaftlich nachgewiesen, dass Läuse und Nissen resistent werden können.

Die Technologie

Eine einfach anwendbare Lösung außerhalb von chemischen Mitteln und unzuverlässigen Hausmitteln soll eine Plasma-Innovation bieten, die am Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST weiterentwickelt wurde. Der sogenannte »Plasma-Läusekamm« basiert auf dem Prinzip einer dielektrisch behinderten Entladung (DBE). Hierbei wird die Luft zwischen zwei Elektroden, also den Kammzinken, durch das Anlegen eines kurzen Hochspannungspulses ionisiert und in den Plasmazustand überführt. In diesem Zustand können verschiedene plasmachemische und plasma-physikalische Effekte zur Abtötung der Läuse beitragen. Auf die menschliche Haut trifft kaltes Atmosphärendruckplasma, das die Schädlinge wirksam abtötet. Für den Menschen ist die Behandlung komplett schmerzfrei.

Die Behandlung

In der Anwendung kann das Plasma-Handgerät wie eine normale Bürste wenige Minuten lang vorsichtig durch die Haare der Patienten gezogen werden. Die Läuse werden während



dieser kurzen Behandlung abgetötet, bei Bedarf kann die Anwendung an weiteren Tagen unkompliziert wiederholt werden. Patienten mit Vorerkrankungen wie Asthma oder Allergien müssen keine Probleme durch chemische Stoffe befürchten. Generell wird der Verzicht auf Chemikalien und aggressive Stoffe von Eltern und Kinderärzten, von denen einige den Kamm bereits testen, befürwortet. Der reduzierte Einsatz von chemischen Stoffen zur Schädlingsbekämpfung bedeutet auch weniger chemische Reststoffe und Verpackungsmaterialien, die die Umwelt belasten.

Ausblick

Der bereits auf der weltgrößten Medizinmesse MEDICA vorgestellte Prototyp des Kamms erregte breites öffentliches Interesse. Derzeit wird eine Kooperation angestrebt, die die patentierte Technologie zunächst im Bereich Kosmetik als Kleinserie auf dem Markt vorstellt. Durch Modifizierungen bei der Form bzw. dem Abstand der Zinken könnte der Kamm in Zukunft außerdem bei Haustieren eingesetzt werden.

Das Projekt

Der gemeinsam mit der Fakultät Naturwissenschaften und Technik der Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen entwickelte Plasmakamm wurde ursprünglich in einem BMWI-geförderten Projekt erarbeitet.

1 Plasma-Entladung in den Zinken des Kamms.

2 Labormuster des Plasmakamms.

3-5 Wirkprinzip des Plasmakamms.

KONTAKT

Roland Damm
Telefon +49 551 3705-383
roland.damm@ist.fraunhofer.de

Prof. Dr. Wolfgang Viöl
Telefon +49 551 3705-218
wolfgang.vioel@ist.fraunhofer.de



KALTSANITISIERUNG VON REINSTWASSER-ANLAGEN MIT DIAMANTELEKTRODEN

Vollentsalztes, hochreines Wasser ist ein unerlässlicher Ausgangsstoff für viele industrielle Produkte, sei es in der Medizintechnik und Pharmazie, der Halbleiterfertigung oder bei der Herstellung von Lebensmitteln. Anlagen zur Erzeugung und Bereitstellung von Reinstwasser werden jedoch im Laufe der Zeit häufig von Keimen und Biofilmen besiedelt. Dies setzt die Wasserqualität herab und führt zu instabilen Fertigungsprozessen oder zu Einbußen bei der Produktqualität. Abhilfe schaffen zeit- und kostenaufwändige Reinigungsverfahren unter Einsatz von Chemikalien oder Verwendung hoher Temperaturen. Eine umweltfreundliche und kosteneffiziente Alternative der Sanitisierung von Reinstwassersystemen stellt die am Fraunhofer IST optimierte kalte Sanitisierung unter Einsatz bordotierter Diamantschichten dar. Sie basiert auf einem elektrochemischen Prozess und benötigt weder zusätzliche Chemikalien noch erhöhte Temperaturen. Die von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Arbeiten verhelfen unserem Auftraggeber, dem Dessauer Unternehmen MTJ Medizintechnik & Service GmbH, zu einem neuen innovativen Produkt und wichtigen Alleinstellungsmerkmal.

Mit Diamant Keime abtöten und Biofilme auflösen

Diamant ist in vielerlei Hinsicht ein ganz besonderer Stoff. Auch seine elektrochemischen Eigenschaften sind außergewöhnlich, was an seiner extrem hohen anodischen Überspannung von ca. 2,8 V zu erkennen ist. Wird ein diamantbeschichtetes Elektrodenpaar in Wasser eingetaucht und eine elektrische Spannung angelegt, bilden sich an der Anodenoberfläche ohne Zusatzstoffe direkt aus den Wassermolekülen OH-Radikale und andere starke Oxidationsmittel wie Ozon (O_3), das bereits bei kleinsten Konzentrationen ein hochpotentes Desinfektionsmittel ist. Basierend auf diesem Prinzip wurde ein elektrochemischer Ozongenerator entwickelt und im Hinblick auf die Abtötung von Keimen (Sanitisierung) in einem realen Reinstwasser-Kreislaufsystem optimiert. Darüber hinaus konnte in einem ersten Feldtest eine besonders stark mit Biofilmen besiedelte Reinstwasserinstallation erfolgreich saniert werden. Dies war zuvor mit den derzeit gängigen Verfahren mehrfach fehlgeschlagen.

Vorgehensweise und Projektergebnisse

Die Entwicklungsarbeiten wurden in einem von MTJ Medizintechnik & Service GmbH aufgebauten industriellen Reinstwasser-Ringleitungssystem durchgeführt, das insgesamt eine Ringleitungslänge von 200 Metern und ein Gesamtvolumen von 240 Litern aufweist (vgl. Abbildungen 1 + 2). Der elektrochemische Ozongenerator war mit vier Diamantelektroden im Format $2,5 \times 5 \text{ cm}^2$ bestückt (vgl. Abbildung 3). Die eingesetzten Diamantelektroden stammen von der CONDIAS GmbH, einer Ausgründung des Fraunhofer IST.

Zur multifaktoriellen Optimierung der Betriebsbedingungen des Ozongenerators und des Elektrodensystems wurden Methoden der statistischen Versuchsplanung eingesetzt. Unter optimierten Prozessbedingungen können in weniger als 10 Minuten im gesamten Ringleitungssystem O_3 -Konzentrationen über $100 \mu\text{g/l}$ erreicht werden (vgl. nebenstehende Grafik). Bei solchen Ozonkonzentrationen werden relevante Bakterienstämme bereits nach kurzer Kontaktzeit abgetötet. Nach Abschalten des Ozongenerators zerfällt das noch im Wasser

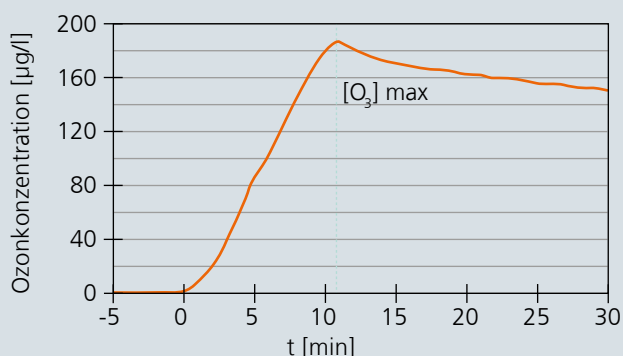
3

gelöste Ozon rückstandsfrei und ist schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit nicht mehr nachweisbar. Die genaue Abklingzeit hängt von der Systemtemperatur und den im System verbauten Komponenten ab. Nach wenigen Stunden war der sanitisierte Reinstwasserkreislauf jeweils wieder einsatzfähig und ohne Spülprozesse frei von Rückständen.

Vorteile im Vergleich zu etablierten Verfahren

- Umweltfreundlich und ressourceneffizient
- Kein Zusatz von Chemikalien
- Rückstandsfrei ohne zu entsorgende Abfälle
- Minimaler Energieeinsatz (i. d. R. 10 Wh pro Behandlung)
- Minimale Stillstandszeit der zu sanitisierenden Reinstwassersysteme
- Vollautomatisierbarer Betrieb ermöglicht präventiven Einsatz in den Nachtstunden zur Vorbeugung der Bildung von Biofilmen
- Kompaktes, leicht nachrüstbares System mit niedrigen Betriebskosten

Elektrochemische Erzeugung von Ozon und Zerfall nach Abschalten des Ozongenerators; Gesamtstrom: 4 A; Zellenspannung: 10–12 V, Temperatur: 20 °C.



1 Reinstwasser-Versuchsanlage: Vorratsbehälter und Messtechnik.

2 Versuchsanlage: angeschlossene Ringwasserleitung; Länge 200 m.

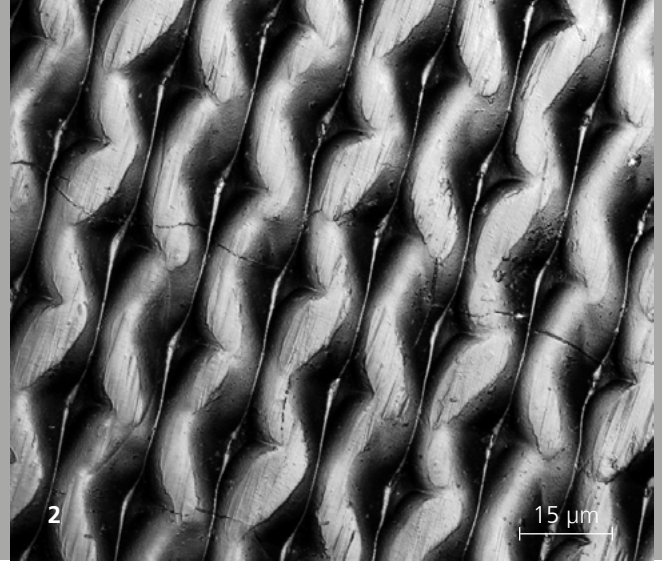
3 Konfektionierter Diamantelektrodenstack zum Einbau in den Ozongenerator.

KONTAKT

Dr. Markus Höfer

Telefon +49 531 2155-620

markus.hoefer@ist.fraunhofer.de



KOMBINATION VON PRÄGUNG UND BESCHICHTUNG BEI ATMOSPHÄRENDRUCK

Dort, wo Proteine auf Oberflächen adsorbieren, bilden sich oft Biofilme. Um dies zu unterbinden, wird am Fraunhofer IST ein neuer Kombinationsprozess für Kunststofffolien entwickelt, der eine Benetzung der Oberfläche mit proteinhaltigen Lösungen verhindert. Dazu wird die Oberflächentopographie von Kunststofffolien nach dem Vorbild des Lotusblatts modifiziert, indem eine Mikrotexturierung erfolgt, die mittels spezieller Masken übertragen wird. Die Herstellung dieser kostengünstigen mikrostrukturierten Masken erfolgt in Zusammenarbeit mit der GRT GmbH & Co. KG. Am Fraunhofer IST wird dann in einem nachfolgenden Schritt mittels Atmosphärendruck-Plasmaverfahren eine hydrophobe Deckschicht abgeschieden.

Oberflächenbehandlung

Die Abformung einer definierten Mikrostruktur auf kostengünstige Kunststofffolien erfolgt mit einer Prägemaske in Form einer gravierten 130 µm dicken Metallfolie, die durch hochauflösende Stich- oder Lasergravur mit definierten Abstands- und Höhenparametern hergestellt wird (vgl. Abbildung 1). Der Prägeprozess wird durch Variation der Parameter Druck und Temperatur so eingestellt, dass ein vollständiger Strukturübertrag der Maske auf die Kunststoffolie erfolgt, ohne diese zu beschädigen. In vorherigen Versuchen wurde die Texturierung durch Abscheidung von schwach gebundenen SiO_x -Partikeln mit Atmosphärendruckplasma erreicht. Im Gegensatz zu Oberflächentopographien, die durch Aufbringung einer Zwischenschicht erzeugt werden, besitzt die Texturierung, die durch Prägung der Oberfläche der Kunststoffolie (vgl. Abbildung 2) entsteht, eine deutlich höhere mechanische Stabilität.

Das Äquivalent der wachsartigen Schicht, mit der das Lotusblatt über seiner speziellen Strukturierung ausgestattet ist, ist im Fall der Folie eine hydrophobe Schicht. Diese wird mittels dielektrisch behinderter Entladung bei Atmosphärendruck aufgebracht und ist so dünn, dass die Konturen der unterliegenden Struktur bei der Beschichtung erhalten bleiben. Mittels solcher hydrophoben Beschichtungen werden auf glatten Substraten Kontaktwinkel von 120° erreicht. Durch die optimale Kombination der mikrotexturierten Kunststoffoberfläche mit der hydrophoben Beschichtung erhält man superhydrophobe Oberflächen mit Kontaktwinkel von mehr als 150° . Dadurch wird nicht nur eine Benetzung mit Wasser, sondern auch mit Kulturmedien erfolgreich unterbunden (vgl. Abbildung 3).



Anwendungen

Die Benetzung von Kunststoffoberflächen ist für verschiedene Einsatzgebiete von entscheidender Bedeutung. Beispielweise werden in der Medizintechnik je nach Anwendung Oberflächen mit unterschiedlichem Benetzungsverhalten benötigt. Durch eine geeignete Strukturierung der Kunststoffsubstrate können je nach Beschichtung superhydrophobe oder superhydrophile Oberflächeneigenschaften eingestellt werden.

Ausblick

Ein Thema für die Zukunft ist die Kombination von Kunststoffprägung und Atmosphärendruck-Plasmaverfahren nicht nur zur Herstellung flacher, sondern auch dreidimensionaler Substrate. Dazu muss der Strukturierungsprozess entsprechend angepasst werden. Geplant ist, diese 3D-Objekte aus Silikon, Kunststoff oder Epoxidharzen durch spezielle Gieß- oder Prägeverfahren herzustellen. Die dabei notwendigen komplexen Formen müssen dazu mit den entsprechenden Strukturen ausgestattet sein. In einem nachfolgenden Schritt können die geformten Bauteile dann wiederum beschichtet werden. Die Beschichtung von 3D-Substraten mittels Atmosphärendruckplasmen konnte am Fraunhofer IST bereits erfolgreich demonstriert werden.

1 *Prägemaske für Kunststofffolien: Metallfolie mit definierter Strukturierung in der Fläche zwischen den Spots.*

2 *LSM-Aufnahme von geprägter Polypropylenfolie: Strukturübertrag einer Stichelgravur.*

3 *Benetzungsverhalten von geprägter und nachfolgend ganzflächig beschichteter Polypropylenfolie, die Fläche um die Spots ist superhydrophob.*

KONTAKT

Rowena Duckstein

Telefon +49 531 2155-619

rowena.duckstein@ist.fraunhofer.de

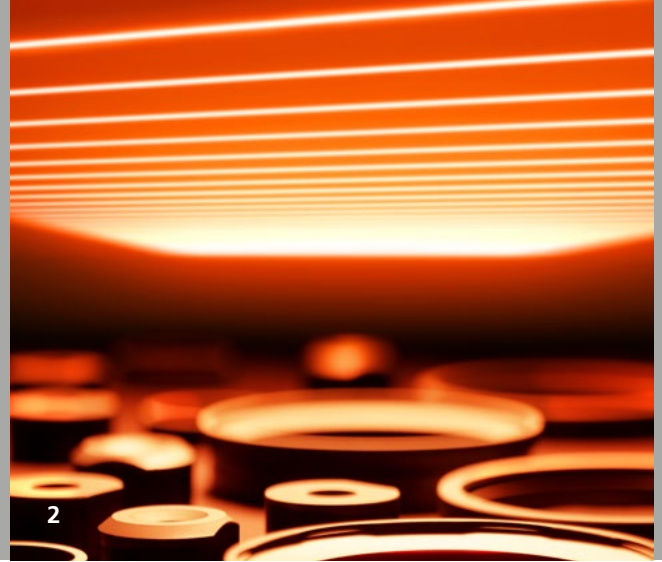
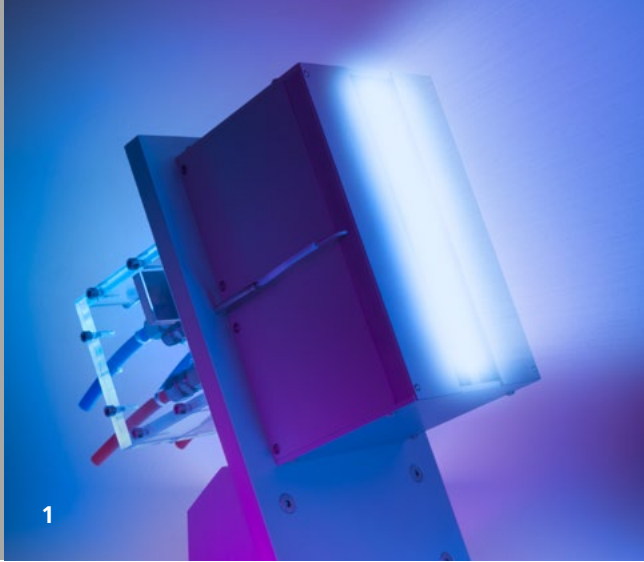


LEISTUNGEN UND KOMPETENZEN

Zur Bearbeitung der in den vorangegangenen Kapiteln exemplarisch vorgestellten Geschäftsfelder nutzt das Fraunhofer IST ein breites Spektrum an Kompetenzen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf diesen Technologien:

- | Physikalische Gasphasenabscheidung
- | Chemische Gasphasenabscheidung
- | Plasmadiffusion
- | Atmosphärendruck-Plasmaverfahren
- | Elektrochemische Verfahren
- | Lasertechnik

Darüber hinaus verfügt das Fraunhofer IST über anerkannte Kompetenzen bei einer Vielzahl von Schichtsystemen. Das Institut bietet ein breites Spektrum an weiteren geschäftsfeldübergreifenden Leistungen: Oberflächenvorbehandlung, Schichtentwicklung, Oberflächenmodifikation, Prozesstechnik (einschließlich Prozessdiagnostik, -modellierung und -regelung), Schichtcharakterisierung und -prüfung, Aus- und Weiterbildung, anwendungsbezogene Auslegung und Modellierung, Simulation, Anlagen- und Komponentenentwicklung, Geräte- und Anlagenbau sowie Technologietransfer.



KOMPETENZ NIEDERDRUCKVERFAHREN

Physikalische Gasphasenabscheidung (PVD)

- | Magnetronsputtern
- | Hochionisierte gepulste Plasmaverfahren u. a. HIPIMS, MPP
- | Hohlkathodenverfahren

Chemische Gasphasenabscheidung (CVD)

- | Heißdraht-CVD
- | Atomlagenabscheidung (ALD)
- | Plasmaunterstützte CVD (PECVD)

Plasmadiffusion

- | Nitrieren / Carbonitrieren
- | Oxidieren
- | Borieren



KOMPETENZ ATMOSPÄRENDRUCKVERFAHREN

Atmosphärendruck-Plasmen

- | Mikroplasmen
- | Niedrigtemperatur-Bonden
- | Plasmamedizin
- | Plasmapartikeltechnik und Kalt-Plasmasprühen
- | Oxidation und Reduktion von Metallen
- | Plasma-Printing
- | Plasma-Oberflächenmodifikation von Naturstoffen

Elektrochemie

- | Galvanische Mehrkomponentensysteme
- | Nichtwässrige Galvanotechnik
- | Elektrochemische Prozesse

Lasertechnik

- | Laser-Plasma-Hybrid-Verfahren
- | Laserinduzierte Fluoreszenz

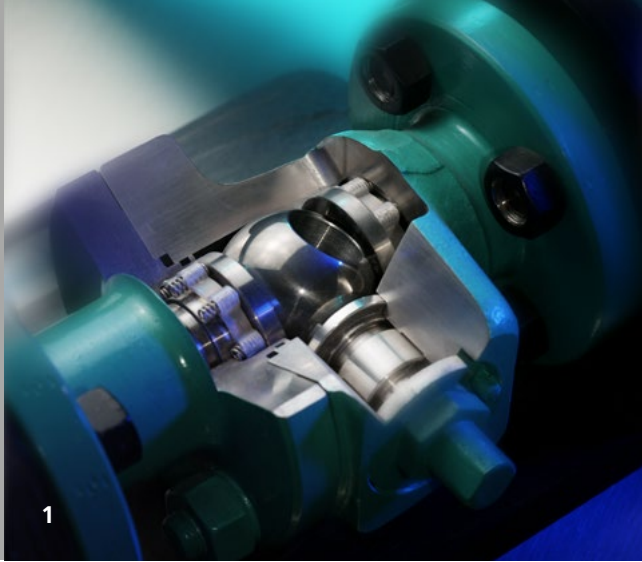
Layer-by-Layer-Verfahren

- | Polyelektrolytschichten
- | Biofunktionale Schichten

1 Lineare Gasfluss-Sputterquelle während der Schichtabscheidung.

2 Diamantbeschichtung keramischer Gleitringdichtungen mit dem Heißdraht-CVD-Prozess.

3 Verbessertes Wachstum der Stammzellen auf den Oberflächen plasmabeschichteter Beutel.



KOMPETENZ SCHICHTSYSTEME

Reibungsminderung und Verschleißschutz

- | Amorphe Kohlenstoffschichten (DLC)
- | Diamantschichten
- | Hartstoffschichten
- | Nitride / Kubisches Bornitrid (cBN)
- | Metallschichten
- | Plasmadiffusion / DUPLEX-Verfahren
- | Trockenschmierstoffe
- | Erosionsschutz
- | Korrosionsschutz
- | Antihalt- und Antifouling-Schichten
- | Diffusionsbarrieren

Elektrische und optische Schichten

- | Präzisionsoptik
- | Transparente leitfähige Schichten
- | Diamantelektroden
- | Silizium-basierte Schichten für die Photovoltaik und Mikroelektronik
- | Halbleiter (oxidische, Silizium-basierte, Diamant)

- | Isolationsschichten
- | Piezoelektrische Schichten
- | Kunststoffmetallisierung

Mikro- und Nanotechnologie

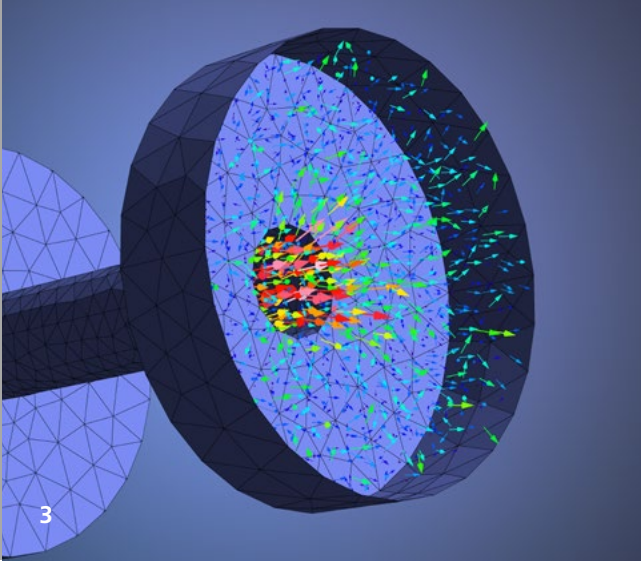
- | Dünnschicht-Sensortechnologie
- | Mikrotechnik
- | Nanokomposite
- | Steuerung der Schichtadhäsion
- | Strukturierte Oberflächenbeschichtung und -aktivierung

Biofunktionalisierung

- | Antibakterielle Schichten
- | Adhäsions- und Antiadhäsionsschichten
- | Chemisch reaktive Oberflächen

Photokatalyse

- | Luft- und Wasserreinigungssysteme
- | Photokatalytisch aktive Schichten mit antimikrobieller Wirksamkeit



WEITERE KOMPETENZEN

Vorbehandlung und Funktionalisierung

- | Nasschemische Reinigung
- | Grenzflächenfunktionalisierung
- | Oberflächenstrukturierung
- | Plasmaaktivierung

Simulation

- | Simulation von Anlagen, Prozessen und Schichteigenschaften
- | Modellbasierte Auslegung von Beschichtungsprozessen

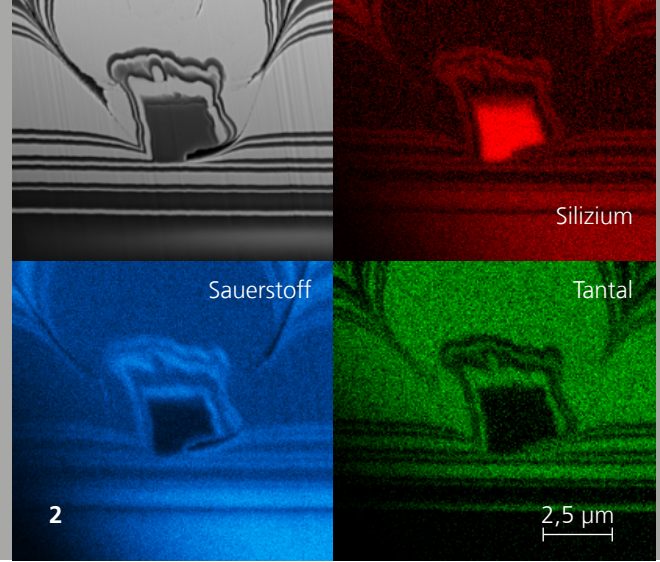
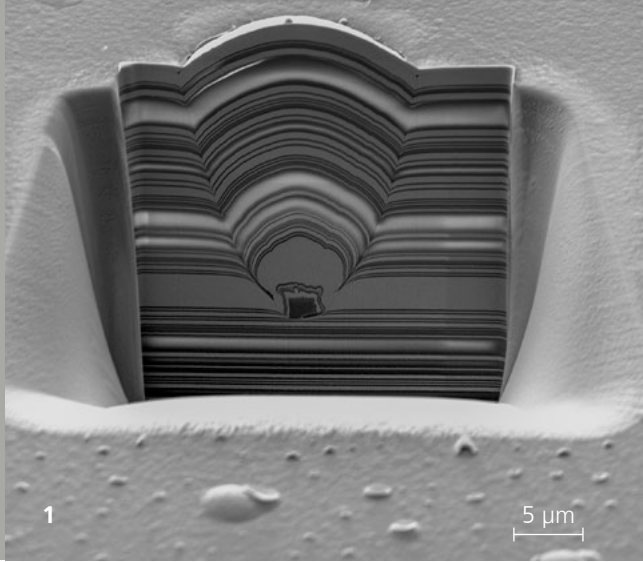
Analytik und Qualitätssicherung

- | Chemische Analyse
- | Kristallstrukturanalyse
- | Mikroskopie
- | Analyse chemisch reaktiver Oberflächen
- | Optische und elektrische Charakterisierung
- | Plasma-Diagnostik
- | Tribologisches Prüfen
- | Mechanische Tests
- | Normgerechte photokatalytische Messtechnik inklusive Prüfanlagen und -geräte

1 Beschichtetes Kugelventil:
Reduzierung der Antriebsleistung.

2 DMS-Halbbrücke auf
LKW-Pleuellager.

3 Rohrströmungsgeometrie zum
vergleichenden Benchmark der
PIC-MC-Strömungssimulation.



FOCUSED ION BEAM – DER BLICK UNTER DIE OBERFLÄCHE

Das Fraunhofer IST verfügt seit Anfang des Jahres 2015 über ein hochmodernes Rasterelektronenmikroskop mit Focused Ion Beam (FIB). Dies ist ein analytisches Instrument, das es ermöglicht, Oberflächen auf der Mikroskala mit Hilfe eines Ionenstrahls vertikal aufzuschneiden und auf diese Weise einen Blick unter die Oberfläche von Materialien zu werfen.

Funktionsweise der FIB

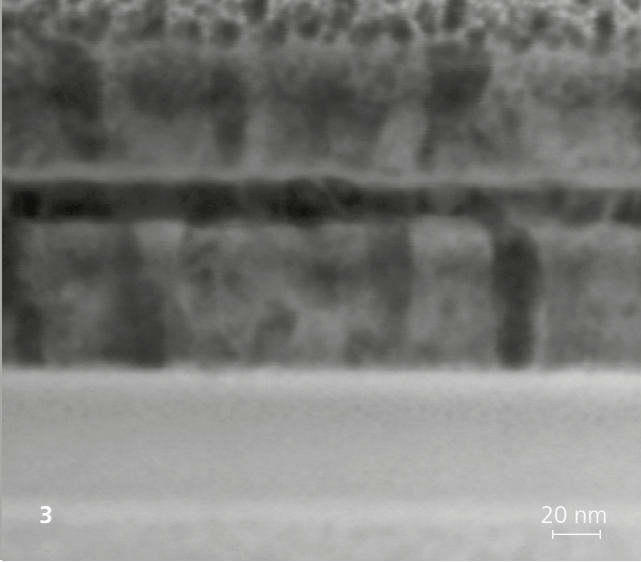
Das FIB-Verfahren ist besonders geeignet, um punktuelle Defekte, mikroskopische Korrosionsstellen, kleine Risse oder künstliche Mikrostrukturen unter der Oberfläche zu analysieren und ihre Ursachen aufzuklären. Es ist daher das ideale Instrument zur Schadensanalyse, kann aber auch entwicklungsbegleitend in vielfältiger Weise eingesetzt werden.

Zur Analyse wird mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops (REM) zunächst die Stelle aufgesucht, die analysiert werden soll. Anschließend wird mittels Ionen- oder Elektronenstrahl-deposition eine hauchdünne Schutzschicht über der Stelle abgeschieden, die aufgeschnitten werden soll. Dies dient zum Schutz der Originaloberfläche beim folgenden Ionenbeschuss. In einem weiteren Schritt wird die Oberfläche mit Hilfe eines fein fokussierten Ionenstrahls unter Sichtkontrolle im REM senkrecht aufgeschnitten und das Material auf einer Seite der Schnittfläche mit dem Ionenstrahl abgetragen. Dadurch ist dann ein schräger Blick auf die Schnittfläche und damit eine sub-surface Analyse möglich. Der Vorteil der FIB ist, dass die Schnittebene mit sub-mikrometer Genauigkeit positioniert werden kann, sodass auch kleinste Strukturen im Querschnitt darstellbar sind.

Anwendungsmöglichkeiten

Abbildung 1 zeigt ein Beispiel der lokalen Querschnittspräparation eines optischen Vielschichtsystems, bestehend aus sich abwechselnden SiO_2 - und Ta_2O_5 -Lagen mit einem eingewachsenen Defekt. Durch den FIB-Schnitt kann der Ursprung des Defekts und seine genaue Lage im Schichtsystem lokalisiert werden. Es handelt sich um einen 2 µm großen Partikel, der während der Beschichtung auf die Oberfläche gelangt ist und dann überbeschichtet wurde. Mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) lässt sich das Material des Partikels identifizieren und damit Rückschlüsse auf den Partikelursprung ziehen, um diesen zu beseitigen.

Eine weitere Anwendungsmethode ist die Herstellung sogenannter TEM-Lamellen. Dabei handelt es sich um dünne Scheiben, die senkrecht aus der Oberfläche herausgeschnitten werden. Mit Hilfe eines Mikromanipulators werden sie aus der Probe herausgehoben und dann weiter gedünnt bis sie teiltransparent für den Elektronenstrahl werden. Anschließend lassen sich mit einem Durchstrahlungsbild (Scanning Transmission Electron Microscopy, STEM) Teile der inneren Struktur des Materials sichtbar machen und chemische EDX-Analysen mit einer Ortsauflösung von nur 10 nm durchführen.



Schließlich besteht die Möglichkeit, durch eine aufeinanderfolgende Serie von FIB-Schnitten auch eine 3D-Tomographie des Gefüges eines Materials zu erstellen.

Einsatzmöglichkeiten

Die Einsatzmöglichkeiten des REM-FIB sind vielfältig. Wichtige Beispiele sind:

- Analyse von Punktdefekten wie z. B. Wachstumsdefekte, Partikeleinschluss, Korrosion, Risse oder Poren

- Herstellung von Querschnitten »schwieriger« Materialien wie Polymere, Glas, Diamant, Hartmetall, Leder, Textilien, Holz, Papier oder poröse Materialien

- Untersuchungen besonders dünner Einzel- oder Mehrschichten im Nanometerbereich mittels STEM und EDX wie z. B. transparente leitfähige Schichten (TCOs), optische Filter, Low-E-, Antireflex- und ALD-Schichten

- Analyse von nanostrukturierten Schichten wie z. B. Materialien mit Nanopartikel, Mikrokapseln oder Nanocapsel bzw. Nanocomposite oder Nanogefüge

- Analyse mikrostrukturierter Oberflächen wie beispielsweise in Dünnschichtsensoren, Mikrosystemen, Mikrofluidik- oder Mikroelektronikkomponenten

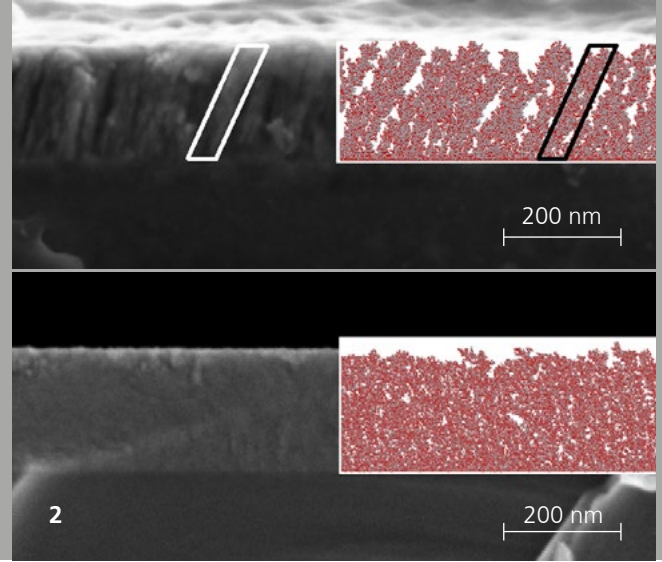
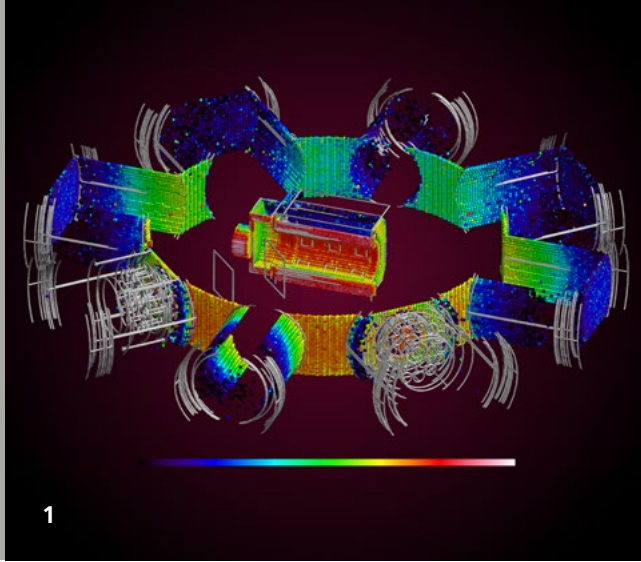
1 FIB-Querschnitt an $\text{TaO}_x/\text{SiO}_x$ -Multilayer mit eingewachsenem Partikel.

2 REM-Bild und EDX-Mapping (Si, Ta, O) des in Abbildung 1 gezeigten eingewachsenen Partikel.

3 STEM-Bild eines Low-E-Schichtsystems bestehend aus Glas, 45 nm SiN, 45 nm ZnO, 12 nm Ag, 5 nm TiO_2 , 45 nm ZnO. Man erkennt Säulenwachstum und Kristallstruktur der ZnO- und Ag-Schichten.

KONTAKT

Dr. Kirsten Ingolf Schiffmann
Telefon +49 531 2155-577
kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de



SIMULATION VON SCHICHTMORPHOLOGIE UND SCHICHTSTÖCHIOMETRIE

Um Plasma-Beschichtungsprozesse erfolgreich zu modellieren, müssen Vorgänge auf unterschiedlichen Größenskalen betrachtet werden. Neben der Teilchenbewegung im Beschichtungsreaktor ist das Materialwachstum auf molekularer Ebene ebenfalls von Bedeutung. Das Cornet-Projekt »Computer Aided Process Refinement for Intelligent Coatings« (CAPRICE) verbindet Strömungs- und Plasmasimulationen mit Schichtwachstumsmodellen. Dabei werden die detaillierten Wachstumsbedingungen am Substrat als Eingangsgröße für die anschließende Simulation des Schichtwachstums benutzt. Die Vorhersage von Schichteigenschaften wie z. B. Morphologie und Stöchiometrie sind mit diesem Konzept der »virtuellen Beschichtungsanlage« möglich.

Schichtmorphologie

Um die simulierten und die experimentellen TiO_2 -Schichtmorphologien zu vergleichen, wurden am Fraunhofer IST zunächst das Schichtdickenprofil in der Anlage sowie die Winkel- und Energieverteilungen von auf unterschiedlichen Stellen am Substrat eintreffenden Teilchen bestimmt. Diese Winkelverteilungen wurden als Eingangsgröße an die Software »NASCAM« [Lucas2010] zur Modellierung des Schichtwachstums mittels der kinetischen Monte-Carlo-Methode (kMC) weitergegeben. Ein Querschnitt der experimentellen Schichten wurde außerdem mithilfe eines Rasterelektronenmikroskops (REM) analysiert. Abbildung 2 zeigt, dass die Simulation gut mit dem Experiment übereinstimmt und je nach Position die Schichtmorphologie auf dem Substrat variieren kann.

Schichtstöchiometrie

Um die Schichtstöchiometrie, also das Verhältnis von Titan- zu Sauerstoffatomen, zwischen Simulation und Experiment zu vergleichen, wurden für ausgewählte O_2 -Flüsse (2, 4, 6 und 8 sccm) Strömungssimulationen (DSMC) durchgeführt. Abbildung 3 zeigt die resultierende Partialdruckverteilung für einen

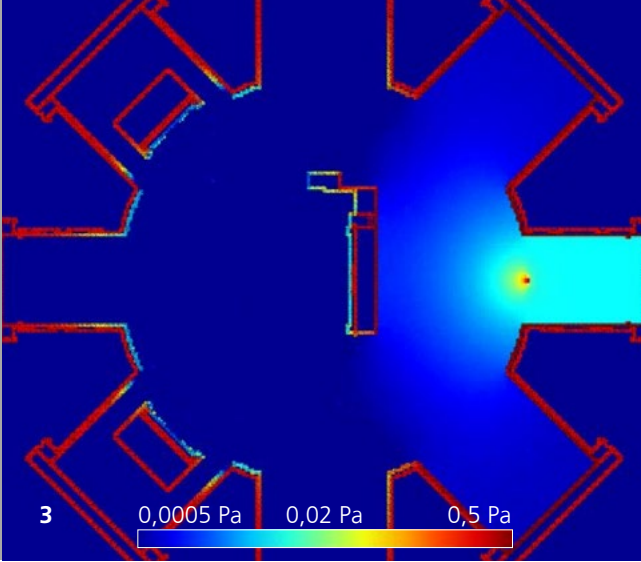
Fluss von 2 sccm. Außerdem wurden Schichtwachstumssimulationen mittels kMC über einen weiten Bereich von Flüssen vorgenommen. Anschließend wurde die Schichtstöchiometrie bestimmt und zusätzlich experimentell hergestellte Schichten mittels Rutherford-Backscattering (RBS) untersucht. Die nebenstehende Grafik zeigt, dass die Ergebnisse aller drei Methoden gut übereinstimmen.

Simulationskompetenz am Fraunhofer IST

Die am Fraunhofer IST entwickelte parallelisierte Simulationsumgebung wurde für thermische Verdampfungs-, Magnetron-Sputter- und CVD-Prozesse im Niederdruckbereich optimiert. Sie ermöglicht die Beschreibung der Prozesskinetik in realistischen 3D-Reaktorgeometrien. Durch Anknüpfung an weitere Simulationsverfahren zum Schichtwachstum lassen sich intrinsische Schichteigenschaften wie Dichte, Struktur und optische Eigenschaften vorhersagen.

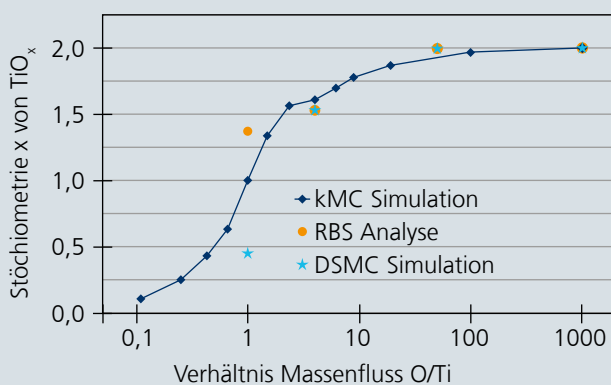
Weiterführende Literatur

[Lucas2010] S. Lucas, P. Moskovkin, Thin Solid Films 513 (2010) 5355-5361.



- 1 *Simulierte Schichtdickenverteilung im Sputter-Reaktor.*
- 2 *Vergleich von REM-Aufnahmen und simulierter TiO_2 -Schichtmorphologie (Software »NASCAM«, Universität Namur, [Lucas2010]).*
- 3 *Sauerstoffpartialdruckverteilung im Reaktor bei einem Fluss von 2 sccm.*

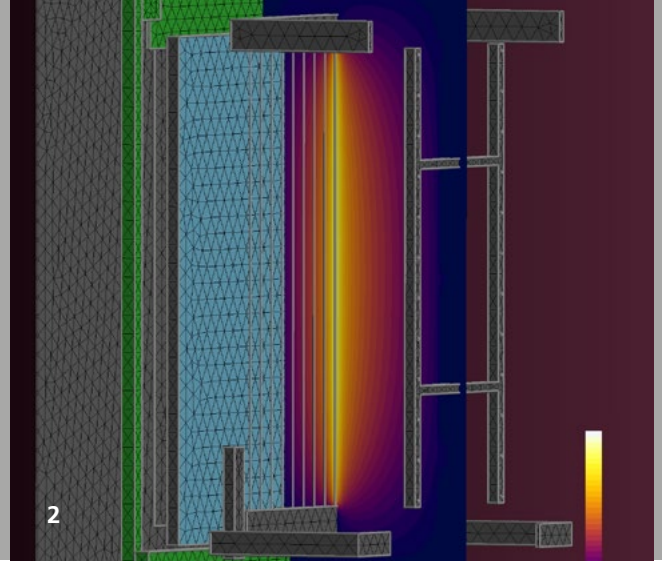
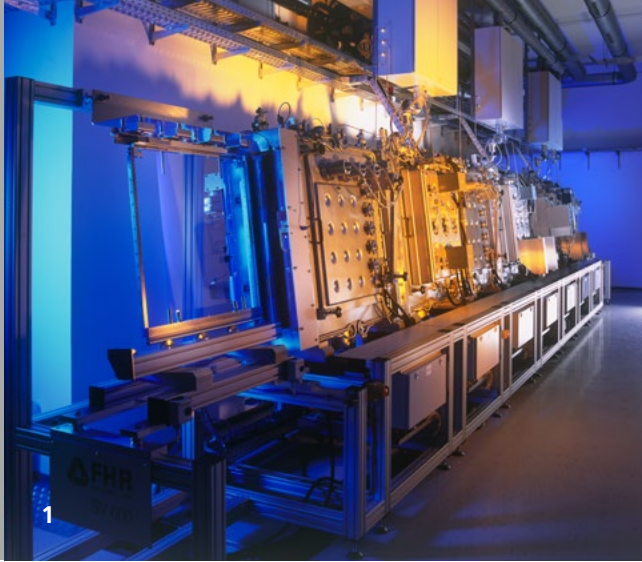
Vergleich der simulierten und experimentell ermittelten Schichtstöchiometrien.



KONTAKT

Thomas Melzig, M.Sc.
 Telefon +49 531 2155-644
thomas.melzig@ist.fraunhofer.de

Dr. Andreas Pflug
 Telefon +49 531 2155-629
andreas.pflug@ist.fraunhofer.de



SIMULATION EINES HWCVD-PROZESSES ZUR Si-ABSCHIEDUNG

Heißdraht-unterstützte chemische Gasphasenabscheidung (HWCVD) ist eine vielversprechende Alternative zu plasmabasierenden Abscheidungsverfahren für die Herstellung hochwertiger und defektfreier Beschichtungen auf großen Flächen. Am Fraunhofer IST wird dieses Verfahren insbesondere zur Herstellung von Diamant- und Silizium-basierenden Schichten eingesetzt. Mit einem Simulationsmodell können Schichtdickenverteilung und Gasumsatz in guter Übereinstimmung mit dem Experiment vorhergesagt und so der HWCVD-Prozess hinsichtlich Schichtdickenhomogenität und Gasausnutzung optimiert werden.

Modellierung des HWCVD-Prozesses

Beim HWCVD-Prozess werden im Gegensatz zu anderen Niederdruckbeschichtungsverfahren keine Plasmaentladung, sondern stromgeheizte Wolframdrähte eingesetzt, um die für die Beschichtung erforderlichen Zersetzungsreaktionen der Präkursoren zu initiieren. Um Silizium auf dem zu behandelnden Substrat abzuschcheiden, wird z. B. Silan (SiH_4) in den Reaktor eingelassen und an den Drähten bei Temperaturen von ca. 2000 °C in Silizium und Wasserstoff zersetzt.

Zur modellhaften Beschreibung dieser Vorgänge muss die Gasströmung und der Teilchenumsatz an Drähten und Wänden abgebildet werden. Bei Si-Schichten mit SiH_4 und NH_3 als Prozessgas erfolgt die Abscheidung typischerweise im Druckbereich von 1 bis 10 Pa. Die auf Kontinuums-Strömungsdynamik basierenden Modellierungsverfahren werden bei derart niedrigen Drücken ungenau. Am Fraunhofer IST wird daher das partikelbasierende »Direct Simulation Monte Carlo« (DSMC)-Verfahren zur Beschreibung des HWCVD-Prozesses eingesetzt.

Direct Simulation Monte Carlo (DSMC)

Beim DSMC-Simulationsverfahren werden einzelne repräsentative Gasmoleküle in Form von Partikeln betrachtet. In kurzen Zeitzyklen erfolgt abwechselnd die Bewegung aller Gasteilchen, deren Einsortierung in »Zellen« sowie die statische Behandlung der Teilchenkollision innerhalb derselben Zelle. Auf diese Weise wird effektiv die Boltzmann-Transportgleichung mit statistischen Methoden gelöst.

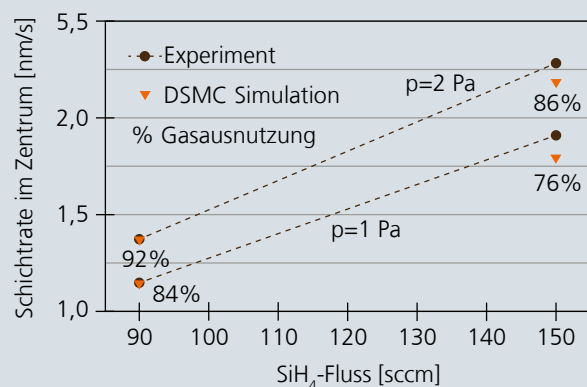
Die Geometrie einer Beschichtungskammer wird in Form von vernetzten Wandflächen repräsentiert. Bei einem Bewegungsschritt werden Kollisionen zwischen Teilchen und Wänden berücksichtigt, die Teilchen können reflektiert werden oder chemische Reaktionen mit dem Material der Wand eingehen. Beim DSMC-Verfahren ist somit keine 3D-Vernetzung des gesamten Volumens erforderlich, es müssen lediglich die Wände in 2D-vernetzter Form vorliegen. Dies vereinfacht insbesondere die Beschreibung der dünnen Heizdrähte, deren Durchmesser unterhalb von 1 mm liegt, erheblich. Eine 3D-Vernetzung eines Volumens in der Größenordnung von 1 m³ bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Details im Submillimeter-Bereich ist dagegen nahezu unmöglich.



Beispiel: Silizium-Abscheidung auf einem Stahl-Substrat

Die Si-Abscheidung mittels HWCVD wird am Beispiel der In-line HWCVD-Anlage am Fraunhofer IST (vgl. Abbildung 1) simuliert. Eine Beschichtungskammer dieser Anlage besteht aus einem Gasverteiler, einem Drahtfeld zwischen Gasverteiler und Substrat sowie dem 800 x 665 mm² großen Stahl-Substrat. Der in den Experimenten verwendete SiH₄-Fluss beträgt 90 sccm oder 150 sccm, der Prozessdruck wird auf 1 bzw. 2 Pa eingestellt. Die Drahttemperatur beträgt im Modell 2100 °C – bei dieser Temperatur erfolgt eine vollständige Zersetzung des Silans. Trotz des stark vereinfachten Reaktionsmodells besteht eine gute Übereinstimmung zwischen Experiment und Simulation (vgl. Abbildung 3 sowie die untenstehende Grafik). Weiterführende Details finden sich in [Pflug2015].

Prozessparameter, simulierte Gasausnutzung und Beschichtungsrate im Vergleich mit dem Experiment.



Weiterführende Literatur:

[Pflug2015] A. Pflug et al.: Modeling of gas flow and deposition profile in HWCVD processes, Thin Solid Films 595 (2015), pp. 266-271.

1 In-line HWCVD-Anlage am Fraunhofer IST zur Abscheidung Si-haltiger Schichten.

2 Modell einer HWCVD-Kammer mit Darstellung der Si-Gaskonzentration (0–3.5 %) im Querschnitt.

3 Fotografie einer beschichteten Metallplatte und Simulation des Schichtdickenprofils und der resultierenden Reflexionsfarbe zum Vergleich.

KONTAKT

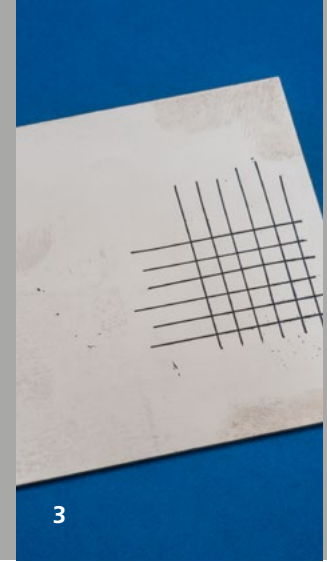
Dr. Andreas Pflug
Telefon +49 531 2155-629
andreas.pflug@ist.fraunhofer.de



1



2



3

INDUSTRIALISIERUNG HOCHIONISierter PROZESSE

Hochionisierte Magnetronsputterverfahren (High Power Impulse Magnetron Sputtering HIPIMS, High Power Pulsed Magnetron Sputtering HPPMS) werden seit der Schlüsselveröffentlichung von V. Kouznetsov et al. im Jahre 1999 wissenschaftlich untersucht und halten bereits seit einigen Jahren Einzug in die industrielle Produktion. Bezüglich industrieller Vorentwicklung von HIPIMS-Prozessen zählt das Fraunhofer IST zu den weltweit führenden Instituten.

Anwendungsorientierte industrielle Vorentwicklung

Das Fraunhofer IST beschäftigt sich seit über zehn Jahren mit der industrienahen Entwicklung der HIPIMS Technologie. Hierzu wurde unter der Federführung des IST ein weltweites Netzwerk zur industrienahen Entwicklung der HIPIMS Technologie, eine COST Action mit weltweit assoziierten Partnern, gegründet und etabliert. Bei der jährlich stattfindenden internationalen HIPIMS-Konferenz tauschen sich alle Partner sowie weitere Experten aus Industrie und aus Forschung und Entwicklung regelmäßig aus.

Die Forschungsschwerpunkte des Fraunhofer IST liegen auf der anwendungsnahen Entwicklung von Geräten, Komponenten und Prozessen. Das Institut verfügt über eine umfassende Auswahl an industriellen HIPIMS-Generatoren, vielfältige Methoden zur Plasmadiagnostik, wirkungsvolle Feedbacksysteme für reaktive Prozesse sowie verschiedene industriennahe Entwicklungs- und Produktionsanlagen, um kundenspezifische Fragestellungen zu bedienen. Das IST ist dementsprechend eng mit verschiedenen Unternehmen aus den Bereichen Beschichtungskomponenten, Generatoren, Prozessdiagnostik, Anlagenbau und Lohnbeschichtung vernetzt.

Die folgenden Beispiele aus der Forschung geben einen ersten Überblick zu den industriellen Anwendungen der

HIPIMS-Technologie. Da bei HIPIMS ein wesentlicher Teil des schichtbildenden Materials als Ionen vorliegt, lassen sich Schichten herstellen, die gegenüber konventionellen Beschichtungsverfahren verbesserte Eigenschaften haben. Beispiele sind:

- | dichtere Schichten,
- | höhere Schichthärte,
- | Schichten mit Wachstum in einer Vorzugsorientierung,
- | optische Schichten mit höherem Brechungsindex,
- | generell Schichten mit einer erhöhten Stabilität gegenüber Alterung und Temperung.

Stabile Sensorschichten für die Druckmessung

Untersuchungen an klassischen Nickel-Chrom-Legierungen, wie sie für Drucksensoren z. B. in Automobilanwendungen eingesetzt werden, haben gezeigt, dass bei geeigneten Prozessbedingungen die Änderung der Sensoreigenschaften unter (Vor-)Alterung reduziert bzw. vermieden werden kann. Abhängig von der Legierungszusammensetzung und dem Ionisationsgrad konnte gezeigt werden, dass die abgeschiedenen HIPIMS-Schichten auch nach Temperung die annähernd gleiche Dehnungsempfindlichkeit (k-Faktor) zeigen. Im Gegensatz hierzu ändert sich der k-Faktor konventionell abgeschiedener Schichten bei Temperung signifikant.

Haftfeste Kunststoffmetallisierung

Plasmatechnik wird in verschiedenen Anwendungen zur Metallisierung von Kunststoffen eingesetzt. Hierbei finden beispielsweise EMV-Schirmungen Einsatz, die aufgedampft werden. Um eine geeignete Schichtanbindung zu realisieren, ist teilweise eine Chrombeize sowie der Einsatz von Primerlacken und ggf. zusätzlich Haftvermittlerschichten notwendig. Durch die erforderlichen unterschiedlichen Prozesse unter Atmosphäre und Vakuum entstehen sehr hohe Kosten. Mittels HIPIMS ist eine haftfeste Metallisierung entweder als Startschicht für eine weitere Verstärkung oder als dünne Funktionsschicht ohne weitere Zusatzprozesse möglich.

Industrielle Hartstoffschichten

Verschiedene Hartstoffschichten werden heutzutage schon als HIPIMS-Schichten angeboten. Wesentliche Vorteile der HIPIMS-Technologie sind hierbei, dass beispielsweise harte CrN-Schichten mit Härten von 3000 HV ohne zusätzliche Heizung der Anlage auf 250–300 °C und ohne eine Biasspannung hergestellt werden können. Durch die effiziente Nutzung des Reaktivgases z. B. bei Nitriden können teilweise gleiche oder sogar höhere Abscheideraten mit HIPIMS realisiert werden, wobei die Schichteigenschaften beibehalten oder sogar verbessert werden.

Transparent leitfähige Schichten

Im Bereich der transparent leitfähigen Schichten konnte nachgewiesen werden, dass mittels HIPIMS härtere, langzeitstabilere ITO-Schichten hergestellt werden können, die sich u. a. für passive eisfreie Scheiben für z. B. Automobilanwendungen eignen. Reaktive HIPIMS-ITO-Schichten bieten darüber hinaus das Potenzial, auch ohne zusätzliche Substratheizung, z. B. bei temperaturempfindlichen Prozessen, Schichten mit hoher Leitfähigkeit zu realisieren.

1 *Dünnschicht-Dehnungsmessstreifen auf einem Lagerring.*

2-3 *Verbesserung der Al-Haftung auf PMMA durch die Optimierung eines HIPIMS-Prozesses.*

4 *Gebogene ITO-Schicht auf Glas nach einem Temperatur- und Biegeprozess bei 650 °C.*

KONTAKT

Dr. Ralf Bandorf
Telefon +49 531 2155-602
ralf.bandorf@ist.fraunhofer.de



NAMEN, DATEN, EREIGNISSE 2015

Auch im Jahr 2015 präsentierte sich das Fraunhofer IST wieder auf verschiedenen Plattformen. Hier finden Sie eine Übersicht der wichtigsten Ereignisse und Aktivitäten des Jahres 2015:

- | Messen und Ausstellungen
- | Ereignisse, Kolloquien, Workshops



MESSEN, AUSSTELLUNGEN, KONFERENZEN

SPIE Photonics West

San Francisco, CA, USA, 7. – 12. Februar 2015. Im Jahr 2015 präsentierte sich das Fraunhofer IST gemeinsam mit der DTF Technology GmbH auf der SPIE Photonics West in San Francisco. Die Wissenschaftler stellten dort u. a. die innovative Sputter-Plattform EOSS® vor, mit der es möglich ist, gleichzeitig bis zu zehn optische Filter mit höchster Präzision und Uniformität herzustellen. Außerdem wurden verschiedene mit dem neuen Sputtersystem produzierte Filter ausgestellt.

W3+ FAIR

Wetzlar, 25. – 26. März 2015. Laser und Plasma – die Kombination dieser Technologien zur Oberflächenoptimierung und -behandlung erlaubt es, mit hoher Produktivität und geringeren Kosten eine Vielzahl von Materialien punktgenau und homogen auf größeren Flächen zu bearbeiten. Durch die Verbindung der beiden Technologien lassen sich auch optische Komponenten exakt und effizient mikrostrukturieren. Auf der W3+ FAIR präsentierte das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST unter dem Motto »Neue Anwendungen von nicht-thermischen Atmosphärendruckplasmen in der Optikfertigung« einige konkrete Anwendungsbeispiele des Forschungsschwerpunkts Laser-Plasma-Hybridtechnologie sowie eine Plasmaquelle.

Hannover Messe 2015

Hannover, 13. – 17. April 2015. Die Produktion von Maschinen, Anlagen oder Bauteilen orientiert sich zunehmend an Maßstäben wie Effizienz, Sicherheit, Flexibilität und Ressourcenschonung. Einen weiteren Schub in diese Richtung können dünne funktionalisierte oder sensorische Schichten geben. High-Tech-Oberflächen sind immer öfter zentrale Schnittstellen

in hochkomplexen Produktionsanlagen und -zusammenhängen. Auf der Hannover Messe stellte das Fraunhofer IST aktuelle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse in diesem Bereich vor. Erstmals war auch das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand zur Oberflächentechnik vertreten. Die Wissenschaftler präsentierten u. a. ein innovatives Kombinationsverfahren zur Schichterzeugung mit Mikro- und Nanopartikeln. Durch das sogenannte Kalt-Plasmasprühen können dreidimensionale Objekte aus temperaturempfindlichen Materialien wie Kunststoff, dünnes Glas, Folien und Papier schnell und strukturiert beschichtet werden.

SVC TechCon 2015

Santa Clara, CA, USA, 25. – 30. April 2015. Das Fraunhofer IST präsentierte im Rahmen der diesjährigen Konferenz der Society of Vacuum Coaters (SVC) die aktuellsten Forschungsergebnisse im Bereich sensorischer und optischer Funktionsschichten. Schwerpunkte bildeten dabei verschiedene Anwendungen der HIPIMS-Technologie (High Power Impulse Magnetron Sputtering) und Antireflexschichten auf dreidimensionalen Substraten. Darüber hinaus beteiligte sich das Fraunhofer IST mit zahlreichen Vorträgen und Tutorials am Programm.

LIGNA 2015

Hannover, 11. – 15. Mai 2015. Auf einem Gemeinschaftsstand mit dem Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI präsentierte das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST auf der LIGNA die neuesten Forschungsergebnisse und -aktivitäten im Bereich Oberflächenmodifizierung von Holz und Holzoberflächen mittels Plasmatechnologie.



6th International Conference on High Power Impulse Magnetron Sputtering (HIPIMS)

Braunschweig, 10. – 11. Juni 2015. Plasma-Oberflächentechnik schafft in fast allen Bereichen des täglichen Lebens und der Industrie herausragende Produkte. Eine bedeutende Rolle spielt dabei auch das Hochleistungsimpuls-Magnetronspütern (kurz: HIPIMS), eine innovative Technologie in der Plasma-Oberflächentechnik, an deren Entwicklung das Fraunhofer IST maßgeblich beteiligt ist. Gemeinsam mit der Sheffield Hallam University und dem Kompetenznetz INPLAS e. V. organisiert das Fraunhofer IST daher jedes Jahr die internationale Konferenz zum Thema Hochleistungsimpuls-Magnetronspütern, die abwechselnd an beiden Standorten ausgerichtet wird. In diesem Jahr trafen sich die Wissenschaftler und Industrievertreter aus mehr als 25 Ländern wieder in Braunschweig. In zahlreichen Vorträgen wurden die aktuellsten Ergebnisse aus dem Feld der HIPIMS-Technologie vorgestellt.

LASER World of Photonics 2015

München, 22. – 25. Juni 2015. Winzige, mit dem bloßen Auge kaum zu erkennende Mikrostrukturen spielen eine immer größere Rolle im Alltag. Mikrostrukturierte Bauteile aus Glas sind vor allem auch im Zukunftsbereich Photonik von enormer Bedeutung. Die Laser-Bearbeitung von Glaskomponenten ist jedoch sehr energie- und zeitaufwändig. Auf der LASER World of Photonics 2015 stellte das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST eine Plasmaquelle für das sogenannte Laser-Plasma-Hybridverfahren vor. Dieses neuartige Verfahren kombiniert zwei Technologien miteinander – die Lasertechnik und das Atmosphärendruck-Plasmaverfahren, was effizientere, hochwertigere und damit auch wirtschaftlichere Produktions- und Bearbeitungsprozesse ermöglicht.

1-2 Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, besichtigt verschiedene Exponate des Fraunhofer IST auf der Hannover Messe 2015.

3 Die Teilnehmer der HIPIMS-Konferenz vor der Stadthalle in Braunschweig.



MESSEN, AUSSTELLUNGEN, KONFERENZEN

IdeenExpo 2015

Hannover, 4.–7. Juli 2015. Wie »zähmt« man Blitze und was fängt man dann mit ihnen an? Wie funktioniert ein Laser und was kann man damit alles machen? Auf der diesjährigen IdeenExpo beantwortete das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST diese und viele andere Fragen zum Thema Plasma, Laser und Co. Alle Besucher waren herzlich dazu eingeladen, auf dem Gemeinschaftsstand mit der HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst in die Welt der physikalischen Plasmen einzutauchen. Außerdem hatten die Gäste die Möglichkeit, sich nach einem Quiz zum Thema »Gravieren mit Lasertechnologie« kleine Teile individuell beschriften zu lassen.

Internationale Automobilausstellung IAA 2015

Frankfurt am Main, 15.–19. September 2015. Während der unterschiedlichen Fertigungsprozesse in der Automobilproduktion–vom Kunststoffspritzguss verschiedener Interieurteile bis hin zu Umformprozessen von Karosserieteilen–wirken teilweise hohe Temperaturen und enorme Kräfte auf die zu bearbeitenden Teile. Dadurch kann beispielsweise durch Riss- und Faltenbildung bei der Blechumformung Ausschuss entstehen. Am Fraunhofer IST werden Sensorsysteme entwickelt, die bereits während der Fertigungsprozesse Kräfte und Temperaturen messen können, um solche Fehlstellen zu verhindern. Damit bilden sie einen wichtigen Baustein, wenn es um eine sichere, ressourceneffiziente und kostengünstige Produktion geht. Auf der IAA in Frankfurt präsentierte das Fraunhofer IST als Mitglied der Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion diese multisensorischen Schichtsysteme auf einem Gemeinschaftsstand.

Biotechnica 2015

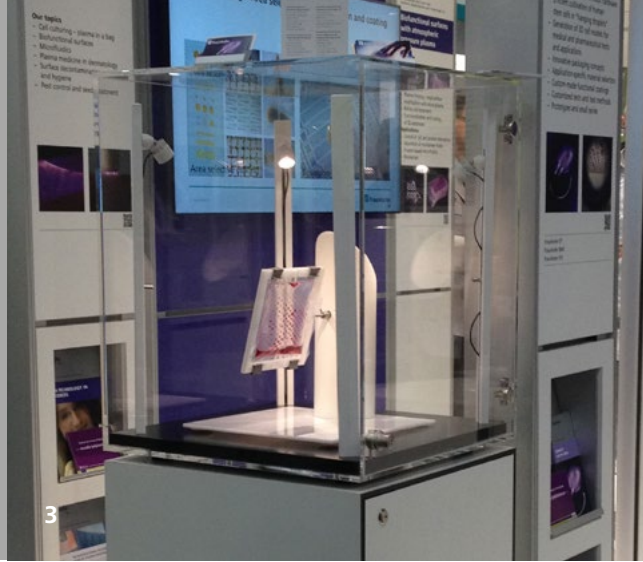
Hannover, 6.–8. Oktober 2015. Auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand stellten das Fraunhofer IST und das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik die neuesten Forschungsergebnisse aus dem Bereich Life Sciences vor. In diesem Feld werden oft hohe Anforderungen an unterschiedlichste Oberflächen gestellt. Beispiele sind Keimfreiheit, gezielt eingestellte Oberflächeneigenschaften wie Hydrophobie und Hydrophilie oder das Vorhandensein reaktiver Gruppen für nachfolgende Kopplungsreaktionen. Seit einigen Jahren werden am Fraunhofer IST sehr erfolgreich Atmosphärendruck-Plasmaverfahren entwickelt, mit denen es gelingt, auch komplexe, dreidimensionale Produkte umweltfreundlich, kostengünstig und in Sekundenschnelle mit den gewünschten Funktionen zu versehen. Auf der Biotechnica 2015 präsentierten die Wissenschaftler u. a. einen plasma-behandelten Zellkulturbeutel, fluidische Separatoren und einen antimikrobakteriell beschichteten Türgriff.

Technik zum Anfassen 2015

Witzenhausen, 11. Oktober 2015. Das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST beteiligte sich an der Berufseinstiegersmesse »Technik zum Anfassen« in Witzenhausen mit einem Vortrag zum Thema »Die Anwendung von kaltem Plasma in der Medizin« von Prof. Wolfgang Viöl, Vizepräsident der HAWK und Leiter des Anwendungszentrums. Das Ziel der Messe war es, Kindern und Jugendlichen auf interessante und unterhaltsame Art und Weise naturwissenschaftliche Phänomene zu präsentieren.

International Astronautical Congress IAC 2015

Jerusalem, Israel, 12.–16. Oktober 2015. Im Rahmen eines Gemeinschaftsstands der Fraunhofer-Allianz Space



präsentierte das Fraunhofer IST auf dem 66th Internationalen Astronautical Congress in Jerusalem, Israel, seine aktuellen Ergebnisse und Aktivitäten im Bereich Luft- und Raumfahrt. Ausgestellt wurden u. a. galvanisch metallisierte Antennen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff, die auch unter extremen Temperaturschwankungen im Weltraum eingesetzt werden können.

MEDICA 2015

Düsseldorf, 16.–19. November 2015. Auf der MEDICA, der weltgrößten und international führenden Medizinmesse, war erstmals auch das Fraunhofer IST im Rahmen eines Gemeinschaftsstands mit weiteren Fraunhofer-Instituten vertreten. Die Wissenschaftler präsentierten ihre neuesten Ergebnisse und Entwicklungen im Bereich der Plasmamedizin. Das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST in Göttingen stellte auf der Messe u. a. erstmals ein Funktionsmuster eines Plasmakamms vor, mit dem Kopfläuse auch ohne Einsatz von Chemie effizient abgetötet werden können. Darüber hinaus wurde das innovative Handgerät PlasmaDerm® zur Therapie von Wunden und Hautkrankheiten präsentiert. Die Abteilung Atmosphärendruckverfahren des Fraunhofer IST in Braunschweig zeigte aktuelle Entwicklungen im Bereich der Zellkulturtechnik.

WaferBond 2015

Braunschweig, 8.–9. Dezember 2015. Gemeinsam mit dem Kompetenznetzwerk INPLAS e. V. und dem Institut für Oberflächentechnik der TU Braunschweig organisierte das Fraunhofer IST die WaferBond 2015 in Braunschweig. Im Rahmen der Konferenz wurden die aktuellsten Ergebnisse im breiten Feld der Wafer Bonding-Technologie vom direkten über das Glasfritt- bis hin zum Schweiß-Bonden vorgestellt.

1 *Stephan Weil, niedersächsischer Ministerpräsident, und HAWK-Präsidentin Prof. Dr. Christiane Dienel lassen sich auf der IdeenExpo das Prinzip der LED-Uhr erklären.*

2 *Das Fraunhofer IST präsentiert sensorische Unterlegscheiben auf der IAA 2015.*

3 *Das Exponat der Abteilung Atmosphärendruckverfahren auf der MEDICA 2015: Plasma-innenbeschichteter Kunststoffbeutel.*



EREIGNISSE, KOLLOQUIEN, WORKSHOPS

2. Nacht des Wissens in Göttingen

Göttingen, 17. Januar 2015. Im Rahmen der zweiten Göttinger Nacht des Wissens lud das Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST gemeinsam mit der HAWK Hochschule, Fakultät Naturwissenschaften Jung und Alt zwischen 17.00 und 24.00 Uhr in die Von-Ossietzky-Straße ein. Die Besucher konnten neueste Forschungsergebnisse und Anwendungen der modernen Laser- und Plasmatechnologie kennenlernen – vom Läusekamm bis zum Plasmastaubsauger. Darüber hinaus gab es neben Einblicken und Ausblicken u. a. in den Bereichen Plasmamedizin, Holzwerkstoffe, Plasmatechnik im Bau oder Lasermaterialbearbeitung eine Reihe interessanter Vorträge.

OTTI-Seminar »Kathodenzerstäubung – der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte«

Braunschweig, 25.–26. Februar 2015. Unter der fachlichen Leitung von Institutsleiter Prof. Dr. Günter Bräuer fand am Fraunhofer IST in Zusammenarbeit mit OTTI das Seminar »Kathodenzerstäubung – der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte« statt. Schwerpunkte des Seminars waren u. a. industrielle Einsatzgebiete zur Schichtherstellung durch Kathodenzerstäubung (Sputtering), Meilensteine der Magnetronzerstäubung aus 40 Jahren, Simulation von Plasmaprozessen, Schichtabscheidung mit hochionisierten Plasmen, neue Trends in der Weiterentwicklung von Sputterprozessen und Technik sowie industrielle Beispiele moderner Beschichtungsanlagen.

»Lights-Off« am Fraunhofer IST

Braunschweig, 28. März 2015. Das Fraunhofer IST beteiligte sich in diesem Jahr gemeinsam mit anderen Fraunhofer-Instituten an der Earth Hour 2015 und schaltete am Samstag, den 28. März 2015 eine Stunde lang die Beleuchtung der Gebäude aus. Im

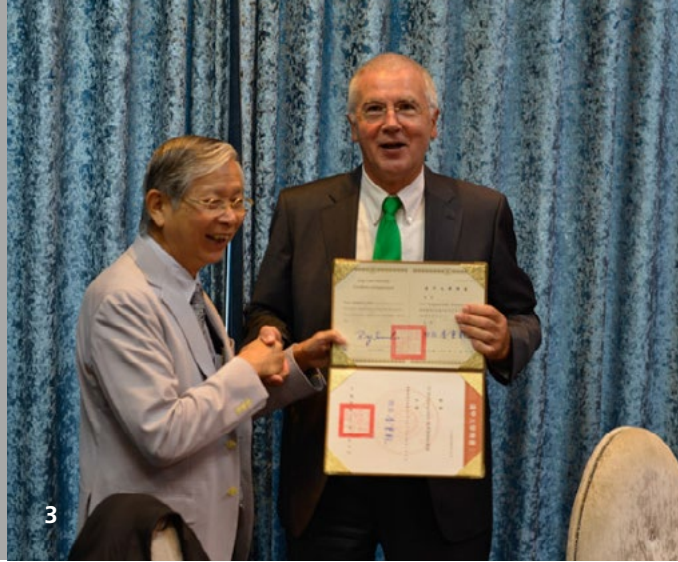
Zeitraum von 20.30 bis 21.30 Uhr lag der Fraunhofer-Campus Braunschweig, auf dem auch das Fraunhofer WKI angesiedelt ist, im Dunkeln – als Zeichen für Ressourcenschonung und Umweltschutz. Neben öffentlichen Einrichtungen, Institutionen und Unternehmen waren auch Privatpersonen dazu aufgerufen, sich am »Lights-Off«-Event zu beteiligen.

Cells meets Surface 3

Braunschweig, 6.–7. Mai 2015. Lange Zeit wurden die Wechselwirkungen zwischen Zellen und Oberflächen nicht beachtet. Gerade durch diese Wechselwirkungen aber können die Zelle bzw. die Zellkultivierung positiv oder negativ beeinflusst werden – je nach physikalischer oder chemischer Modifikation der Oberfläche. Das Fraunhofer IST organisierte daher gemeinsam mit u. a. dem Netzwerk INPLAS e. V., dem Städtischen Klinikum Braunschweig, dem Berufsverband Deutscher Transfusionsmediziner und dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung HZI einen Workshop zum Thema »Cells meets Surface 3«. In mehreren Vorträgen wurden die neuesten Forschungsergebnisse und -entwicklungen in diesem Bereich vorgestellt.

Workshop »Mikroproduktion von Materialhybriden – von der Herstellung bis zur Applikation«

Clausthal-Zellerfeld, 17.–18. Juni 2015. Das Zentrum für Mikroproduktion e. V., das u. a. auch vom Fraunhofer IST gegründet wurde, feierte in diesem Jahr seinen 10. Geburtstag. Anlässlich des Jubiläums lud der Verein zu einem Workshop zum Thema »Mikroproduktion von Materialhybriden – von der Herstellung bis zur Applikation« ein. Prof. Dr. Stephanus Büttgenbach, langjähriger Sprecher des Vorstands, reflektierte in seinem Impulsvortrag die vergangenen zehn Jahre. Zudem präsentierten Referenten aus der Industrie aktuelle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse.



Tag der offenen Tür am Fraunhofer IST

Wie erzeugen Forscher Blitze im Labor und was machen sie mit Plasma? Und wie können dünne Schichten helfen, Energie zu sparen? Am 18. Juli lud das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer WKI alle Interessierten aus Braunschweig und Umgebung dazu ein, diese und viele andere spannende Fragen und Antworten im Bereich der Schicht- und Oberflächentechnik bzw. der Holzforschung zu entdecken. Rund 700 Besucher aus Braunschweig und der Region nutzten die Chance, einen Blick hinter die Kulissen der größten europäischen Forschungsgesellschaft zu werfen.

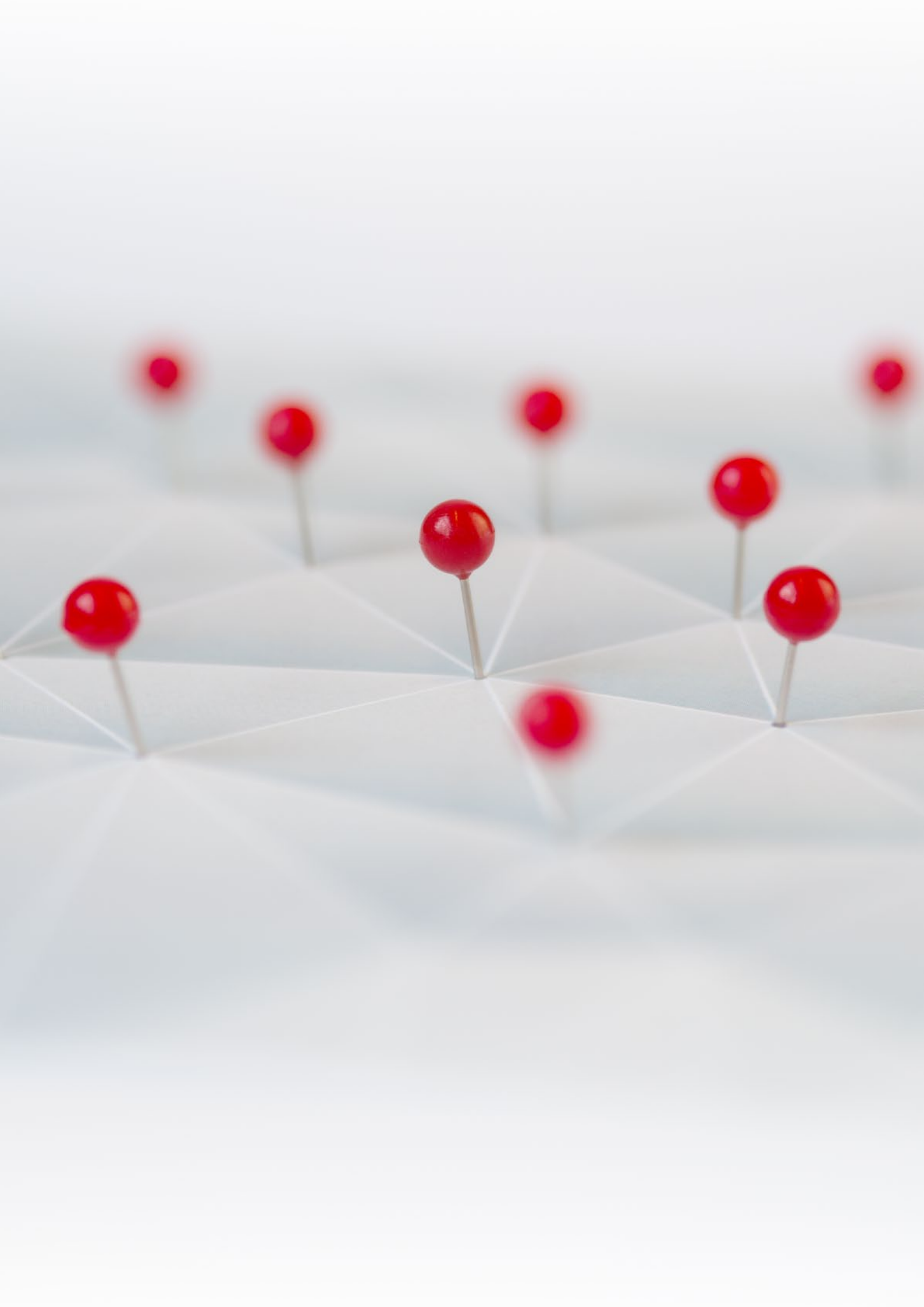
Die Stationen des Fraunhofer IST, das mit dem Tag der offenen Tür seinen 25. Geburtstag feierte, reichten von der Vergoldung handelsüblicher Centstücke über bunte, verschleißfeste Beschichtungen auf Flaschenöffnern und Plastikautos, die durch Plasma fahren bis hin zur Demonstration des neuen PlasmaDerm®-Handgeräts zur Behandlung von Hautkrankheiten. Außerdem konnten die Gäste in Vorführungen beobachten, wie man mit Diamant Wasser reinigen kann.

Professur in Taiwan

Die Feng Chia University in Taiwan hat Prof. Wolfgang Diehl, stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST, zum »Distinguished Chair Professor FCU« im »Department of Science« der Fakultät für Materialwissenschaften und Ingenieurtechnik berufen. Am 18. September 2015 überreichte Prof. Yang, Vizepräsident der FCU, Prof. Diehl die Berufungsurkunde im Rahmen eines feierlichen Festakts. Damit würdigt die Universität die langjährige gute wissenschaftliche Zusammenarbeit. Nach einer Berufung an der Tshwane University of Technology (TUT) in Pretoria, Südafrika und der Sheffield Hallam University, England ist dies bereits die dritte Professur für Prof. Wolfgang Diehl.

1-2 Das Fraunhofer IST vor und während der Earth Hour 2015 – für eine Stunde hieß es »Lights-Off«.

3 Prof. Yang, Vizepräsident der Feng Chia University (FCU) in Taiwan, überreicht Prof. Wolfgang Diehl die Berufungsurkunde zum »Distinguished Chair Professor FCU«.

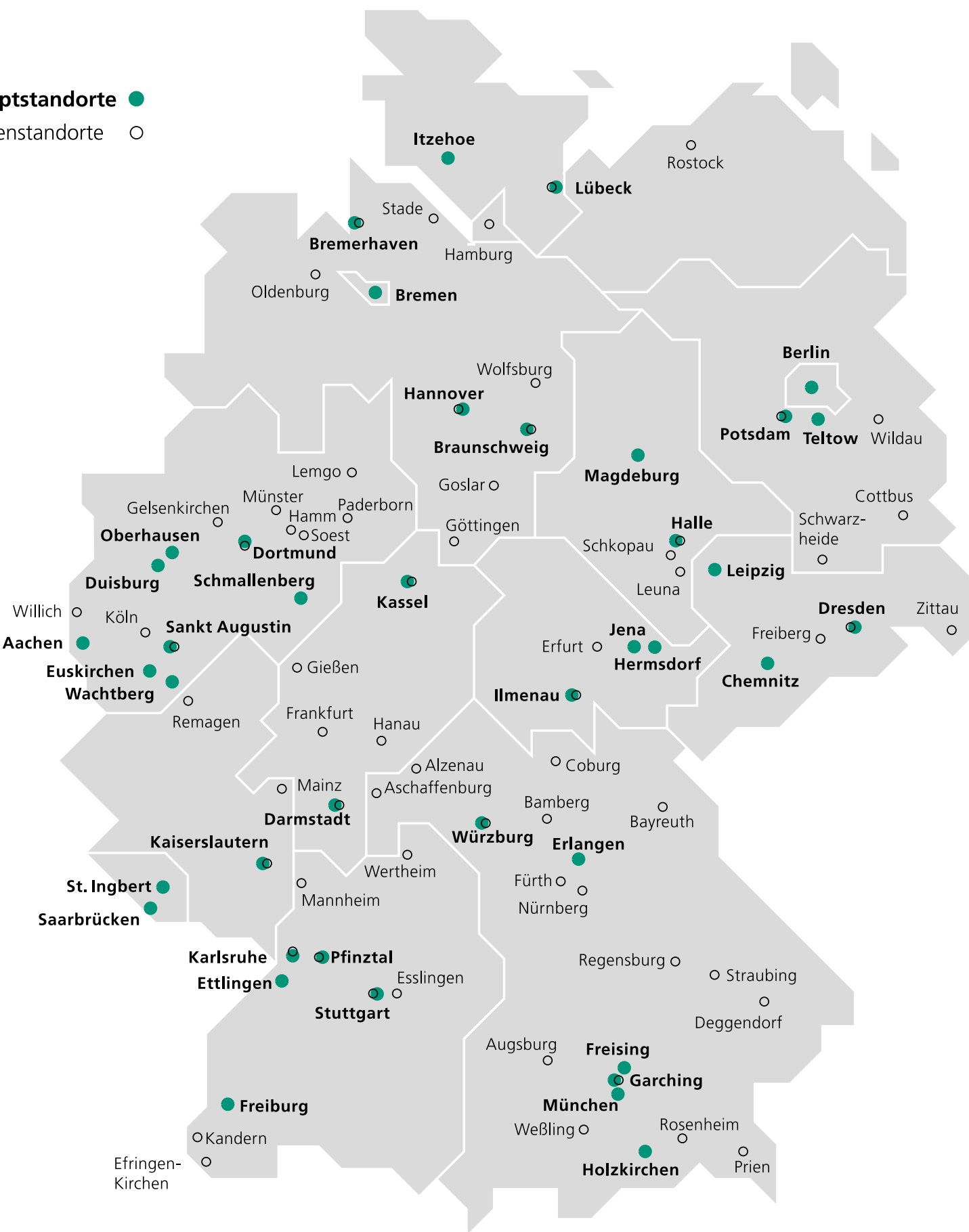


DAS FRAUNHOFER IST IN NETZWERKEN

Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST ist mit seiner Forschungs- und Entwicklungstätigkeit Teil verschiedener interner und externer Netzwerke, die mit unterschiedlichen Schwerpunkten im Spannungsfeld zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik agieren. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft bündelt das Institut seine Kompetenzen mit denen anderer Fraunhofer-Institute, unter anderem im Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces und in verschiedenen Fraunhofer-Allianzen, um Kunden und Partnern auch technologieübergreifend optimale Lösungen für deren Aufgabenstellungen anbieten zu können.

Darüber hinaus hat das Fraunhofer IST auch die zukünftigen Wissenschaftler und Forscher im Blick. Deshalb vernetzt sich das Institut intensiv mit Ausbildern, Schulen und Schülern, um Jugendliche früh für naturwissenschaftliche und technische Inhalte zu begeistern und den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern.

Hauptstandorte ●
Nebenstandorte ○



DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

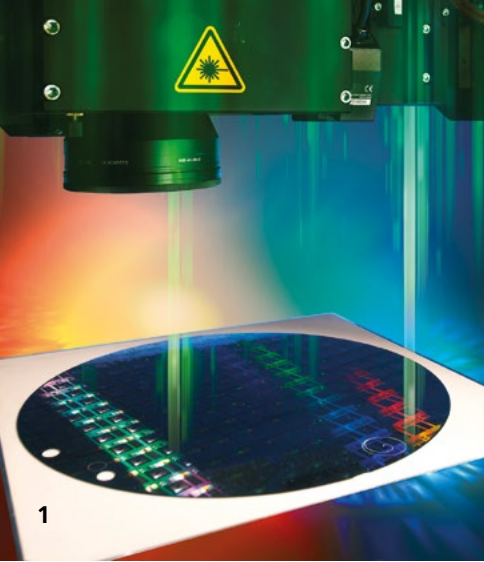
Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 67 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

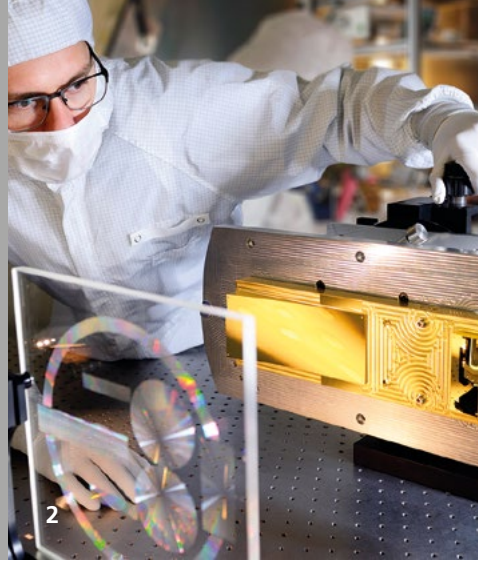
Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.



1



2



3

FRAUNHOFER-VERBUND LIGHT & SURFACES

Kompetenz durch Vernetzung

Sechs Fraunhofer-Institute kooperieren im Verbund Light & Surfaces. Aufeinander abgestimmte Kompetenzen gewährleisten eine schnelle und flexible Anpassung der Forschungsarbeiten an die Erfordernisse in den verschiedensten Anwendungsfeldern zur Lösung aktueller und zukünftiger Herausforderungen, insbesondere in den Bereichen Energie, Umwelt, Produktion, Information und Sicherheit. Koordinierte, auf die aktuellen Bedürfnisse des Marktes ausgerichtete Strategien führen zu Synergieeffekten zum Nutzen der Kunden.

Kernkompetenzen des Verbunds

- | Beschichtung und Oberflächenfunktionalisierung
- | Laserbasierte Fertigungsverfahren
- | Laserentwicklung und Nichtlineare Optik
- | Materialien der Optik und Photonik
- | Mikromontage und Systemintegration
- | Mikro- und Nanotechnologien
- | Kohlenstofftechnologie
- | Messverfahren und Charakterisierung
- | Ultrapräzisionsbearbeitung
- | Werkstofftechnologien
- | Plasma- und Elektronenstrahlquellen

Geschäftsfelder

- | Abtragen und Trennen
- | Bildgebung und Beleuchtung
- | Fügen und Generieren
- | Lichtquellen und Lasersysteme
- | Lithographie

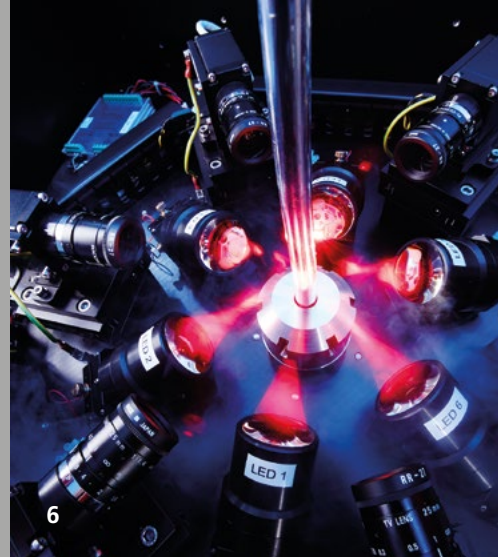
- | Materialprüfung und Analytik
- | Medizintechnik und Biophotonik
- | Mikrosysteme und Sensoren
- | Optische Systeme und Instrumentierung
- | Werkzeuge und Formenbau

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF²

Das Fraunhofer IOF entwickelt innovative optische Systeme zur Kontrolle von Licht – von der Erzeugung und Manipulation bis hin zu dessen Anwendung. Das Leistungsangebot umfasst die gesamte photonische Prozesskette vom optomechanischen und optoelektronischen Systemdesign bis zur Herstellung von kundenspezifischen Lösungen und Prototypen. Das Institut ist in den fünf Geschäftsfeldern Optische Komponenten und Systeme, Feinmechanische Komponenten und Systeme, Funktionale Oberflächen und Schichten, Photonische Sensoren und Messsysteme sowie Lasertechnik aktiv. www.iof.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP³

Das Fraunhofer FEP arbeitet an innovativen Lösungen im Bereich der Vakuumbeschichtung, der Oberflächenbehandlung und der organischen Halbleiter. Grundlage dieser Arbeiten sind die Kernkompetenzen Elektronenstrahltechnologie, Sputtern, plasmaaktivierte Hochratebedampfung und Hochrate-PECVD sowie Technologien für organische Elektronik und IC-/System-design. Die Technologien und Prozesse des FEP finden Anwendung im Maschinenbau, im Transportwesen, der Biomedizintechnik, der Architektur und für den Kulturguterhalt, in der Verpackungsindustrie, im Bereich Umwelt und Energie, der Optik, Sensorik und Elektronik sowie in der Landwirtschaft. www.fep.fraunhofer.de



Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT⁴

Mit über 400 Patenten seit 1985 ist das Fraunhofer ILT ein gefragter FuE-Partner der Industrie für die Entwicklung innovativer Laserstrahlquellen, Laserverfahren und Lasersysteme. Die Technologiefelder umfassen Laser und Optik, Lasermesstechnik, Medizintechnik und Biophotonik sowie Lasermaterialbearbeitung. Hierzu zählen u. a. das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie die Oberflächenbearbeitung, die Mikrofertigung und das Rapid Manufacturing. Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagentechnik, Prozessüberwachung und -regelung, Modellierung sowie der gesamten Systemtechnik. www.ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST⁵

Das Fraunhofer IST bietet als innovativer FuE-Partner Lösungen in der Oberflächentechnik, die gemeinsam mit Kunden aus Industrie und Forschung erarbeitet werden. Das »Produkt« ist die Oberfläche, die durch Modifizierung, Strukturierung und/oder Beschichtung für Anwendungen primär in den folgenden Geschäftsfeldern optimiert wird: »Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik«; »Luft- und Raumfahrt«; »Energie und Elektronik«; »Optik« und »Life Science und Umwelt«. Die Kompetenzen des Fraunhofer IST in der Schichtherstellung und Schichtanwendung werden unterstützt durch eine entsprechende Schicht- und Oberflächenanalytik sowie durch die Simulation der vakuumbasierten Beschichtungsprozesse. www.ist.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM⁶

Das Fraunhofer IPM entwickelt maßgeschneiderte Messtechniken, Systeme und Materialien für die Industrie. Dadurch ermöglicht das Institut seinen Kunden, den Energie- und Ressourceneinsatz zu minimieren und gleichzeitig Qualität und Zuverlässigkeit zu maximieren. Das Fraunhofer IPM macht Prozesse ökologischer und gleichzeitig ökonomischer. Langjährige

Erfahrungen mit optischen Technologien und funktionalen Materialien bilden die Basis für Hightech-Lösungen in der Produktionskontrolle, der Materialcharakterisierung und -prüfung, der Objekt- und Formerfassung, der Gas- und Prozesstechnologie sowie im Bereich Funktionelle Materialien und Systeme. www.ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS¹

Das Fraunhofer IWS steht für Innovationen in den Geschäftsfeldern Fügen, Trennen sowie Oberflächentechnik und Beschichtung. Geschäftsfeldübergreifende Querschnittsthemen sind Energiespeicher, Energieeffizienz, Additive Fertigung, Leichtbau und Big Data. Die Besonderheit des Fraunhofer IWS liegt in der Kombination eines umfangreichen werkstofftechnischen Know-hows mit weitreichenden Erfahrungen in der Entwicklung von Technologien und Systemtechnik. Zahlreiche Lösungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung und Schichttechnik finden jedes Jahr Eingang in die industrielle Fertigung. www.iws.fraunhofer.de

KONTAKT

VERBUNDSVORSITZENDER

Prof. Dr. Reinhard Poprawe
Telefon +49 241 8906-110

VERBUNDASSISTENTIN

Gabriela Swoboda
Telefon +49 241 8906-8347
gabriela.swoboda-barthel@ilt.fraunhofer.de

www.light-and-surfaces.fraunhofer.de



NACHWUCHSFÖRDERUNG UND AUSBILDUNG AM FRAUNHOFER IST

Nachwuchsförderung – für das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST bedeutet das nicht nur als Ausbilder und im universitären Rahmen aktiv zu sein, sondern auch, Jugendliche an naturwissenschaftliche Themen heranzuführen, ihnen Berührungspunkte zu nehmen und junge Menschen für industriennahe Forschung zu begeistern. Die Förderung und Betreuung von Schülern und Studierenden, die Interesse an den Forschungsbereichen des Fraunhofer IST haben, war auch im Jahr 2015 wieder ein wichtiger Teil der Arbeit am Institut.

Zukunftstag für Jungen und Mädchen am Fraunhofer IST

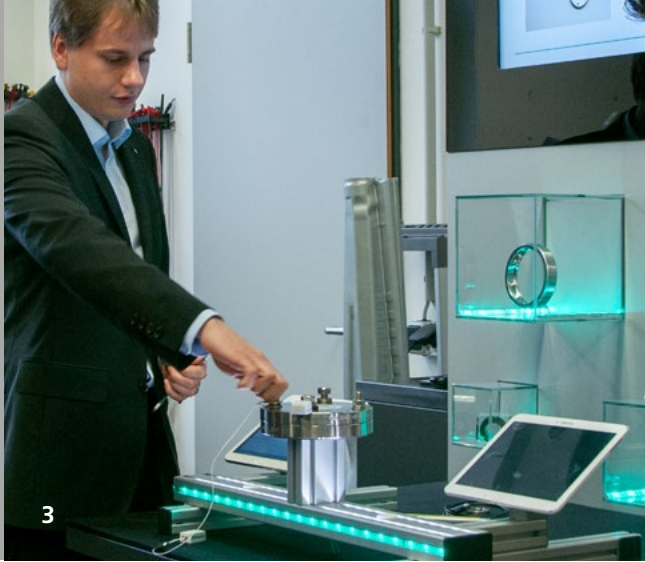
Auch in diesem Jahr öffnete das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer WKI seine Türen, um im Rahmen des »Zukunftstags für Jungen und Mädchen« Schülerinnen und Schüler für die Wissenschaft zu begeistern. Insgesamt tauchten 21 junge Forscher – 13 Mädchen und 8 Jungen – einen Tag lang in den faszinierenden Forschungsalltag der Fraunhofer-Institute ein. Mit Laborkitteln und Schutzbrillen bewaffnet ging es vorbei an großen Beschichtungsanlagen und gelben Räumen durch die Labore der beiden Institute. In verschiedenen Versuchen und Mit-Mach-Aktionen durften die Schülerinnen und Schüler am Fraunhofer IST Kunststoffautos mittels Atmosphärendruck-Plasmaverfahren vorbehandeln und anschließend mit Kupfer stromlos metallisieren. Außerdem hatten sie die Möglichkeit, Kunststofffolien ortsselektiv zu funktionalisieren. Am Ende des Tages konnten die Mädchen und Jungen ihre beschichteten Proben mit nach Hause nehmen und vielleicht ist auch der eine oder andere naturwissenschaftliche Funke übergesprungen.

Kindertag des Lichts

Licht – was ist das eigentlich? Warum ist der Pullover grün? Oder das T-Shirt pink? Wieso leuchten die Schmetterlingsflügel so schön blau – ganz ohne Farbstoff? Was leuchtet beim Wetterleuchten? Und was hat das mit Blitzen, Neonröhren und der Arbeit am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST zu tun? Diese und noch viele weitere Fragen beantwortete Professor Günter Bräuer in einer Kinder-vorlesung am 3. Juli 2015 im Rahmen des »Jahr des Lichts«. Neben vielen Bildern und Beispielen warteten auch viele spannende Experimente und Vorführungen auf die rund 40 jungen Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die zu Hause aber lieber nicht nachgemacht werden sollten. So wurden beispielsweise verschiedene Gase in der Mikrowelle zum Leuchten gebracht.

Besuch des Career Service der TU Braunschweig

Wie bereits im vergangenen Jahr bekam das Fraunhofer IST auch 2015 wieder Besuch von rund zehn naturwissenschaftlich interessierten Studentinnen und Studenten bzw. Alumni



DAS FRAUNHOFER IST IN NETZWERKEN

der Technischen Universität Braunschweig. Durch dieses vom Career Service der TU Braunschweig organisierte Angebot sollen die Studierenden die Möglichkeit bekommen, Eindrücke in der Arbeitswelt zu sammeln. Am Fraunhofer IST stellte TU-Absolvent Eike Meyer-Kornblum seine Arbeit am Institut und seine Aufgaben innerhalb der Gruppe »Mikro- und Sensortechnologie« vor. Anschließend konnten die Alumni und Studierenden noch einigen Forschern bei ihrer Arbeit über die Schulter zu blicken und verschiedene Labore am Fraunhofer IST besichtigen.

1 Prof. Dr. Bräuer während der Kindervorlesung.

2 Ein Exponat während der Kindervorlesung – leuchtendes Plasma im Glas.

3 Eike Meyer-Kornblum gibt den Besuchern des Career Service einen kurzen Einblick in sein Arbeitsgebiet am Fraunhofer IST.



DAS KOMPETENZNETZ INDUSTRIELLE PLASMA-OBERFLÄCHENTECHNIK E.V.–INPLAS

Das Kompetenznetz INPLAS e. V., das als Netzwerk beim Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) im Programm »go-cluster« akkreditiert ist, hat seine Geschäftsstelle am Fraunhofer IST. Das Netzwerk umfasst 50 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft. Daraus beteiligen sich ca. 200 Personen, die zu 74 Prozent aus der Industrie kommen, an den verschiedenen Netzwerkaktivitäten.

INPLAS kann 2015 auf zehn Jahre erfolgreiche Netzwerkarbeit zurückblicken. Dieses Jubiläum wurde im Juni feierlich begangen. Einige Highlights der vielen Aktivitäten, Projekte und Veranstaltungen, immer mit dem Ziel, die Plasmatechnik weiter bekannt zu machen und ihre industriellen Anwendungen zu fördern, werden im folgenden Abschnitt vorgestellt:

10 Jahre INPLAS e. V.

Mehr als 50 Mitglieder, Fachleute und Partner kamen vom 11. – 12. Juni 2015 zur 10-Jahres-Feier nach Braunschweig. Nachdem die Gäste Braunschweig einmal vom Wasser aus kennengelernt hatten, wurden in Industriefachvorträgen Erfolge der Plasmatechnik in verschiedenen Anwendungsbereichen erläutert. Mit MinR Dr. Frank Schlie-Roosen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung wurde über laufende und geplante Forschungsprojekte diskutiert.

6th International Conference on Fundamentals and Applications of HIPIMS in Braunschweig

Die 6. Internationale Konferenz zum Thema Hochleistungsimpuls-Magnetronensputtern (High Power Impuls Magnetron Sputtering HIPIMS) fand 2015 wieder in Braunschweig statt. Die Organisatoren in Braunschweig begrüßten in der Stadthalle 130 Teilnehmer und 19 Aussteller aus 26 Ländern weltweit. INPLAS dankt an dieser Stelle nochmals allen Sponsoren, Vortragenden, Ausstellern und Teilnehmern sowie dem Konferenz-Komitee für ihr Engagement und ihr Kommen.

»Cells Meet Surface 3« in Braunschweig

Das Symposium »Cells Meet Surface«, eine erfolgreiche Braunschweiger Veranstaltung, die gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, dem Klinikum Braunschweig sowie dem Berufsverband Deutscher Transfusionsmediziner (BDT e.V.) organisiert wird, fand zum ersten Mal am Fraunhofer IST statt. Rund 50 Teilnehmer aus ganz Europa trafen sich, um über die Themen »Surface Modification«, »Cells on surface« und »Medicine« zu diskutieren und Forschungsarbeiten weiterzuentwickeln.

»WaferBond 2015« in Braunschweig

INPLAS organisierte gemeinsam mit dem Fraunhofer IST und dem Institut für Oberflächentechnik IOT der TU Braunschweig die internationale Konferenz WaferBond, die vom 7. – 9. Dezember 2015 im Haus der Wissenschaft stattfand. Das Waferbonden ist ein Verfahrensschritt in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik und wird vor allem in der Mikrosystemtechnik genutzt, um die für die Sensoren nötigen Kavitäten herzustellen.

Aktive Arbeit der Arbeitsgruppen

In den INPLAS-Arbeitsgruppen kommen Mitglieder, vor allem viele Industriepartner zusammen, um gemeinsame Themen zu besprechen und voranzubringen. Die Arbeitsgruppe »Neuartige Plasmaquellen und -prozesse« unter der Leitung von Dr. Cord, Singulus Technologies AG, tagte im Frühjahr bei

50 INPLAS-Mitglieder

Kompetenznetz
INPLAS

Stand: November 2015



der Bühler Alzenau GmbH und im Herbst am Fraunhofer IST in Braunschweig. Themen des Jahrs waren Mikrowellenplasma-
prozesse und Zusammenhänge zwischen Schichteigenschaften
und Sputterpulstechnik.

Die Arbeitsgruppe »Werkzeugbeschichtungen« unter der
Leitung von Hanno Paschke vom Dortmunder Oberflächen-
Centrum DOC/Fraunhofer IST, traf sich in Dortmund am DOC
und am INP in Greifswald. Ziel war es, einen Projektantrag
zum Thema Vorbehandlungsprozesse für komplex geformte
Schneidwerkzeuge zu erarbeiten.

Im Gemeinschaftsausschuss »Kombinierte Oberflächentechnik« wurden die Themen Strukturierung, Funktionalisierung
von Leichtmetalloberflächen und Korrosionsschutz bei der
Axalta Coating Systems Germany GmbH in Wuppertal sowie
Dispersionsabscheidung mit Submikrometer und Nanopar-
tikeln, intrinsische Selbstheilung und hybride Fügeverfahren
und Oberflächenbehandlung von Magnesium bei Dörken
MKS-Systeme GmbH & Co. KG in Herdecke diskutiert.

Weitere Öffentlichkeitsarbeit / Serviceprojekte

- Projekt »Cross Clustering« mit dem Cluster Sonder-
maschinen- und Anlagenbau Sachsen-Anhalt (SMAB) in
Magdeburg
- IP4Plasma, EU-Projekt: verantwortlich für das Work Package
»Dissemination«
- 33. Treffen des Industrie-Arbeitskreises Werkzeugbeschich-
tungen und Schneidstoffe mit den Partnern Institut für
Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der TU Berlin,
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruk-
tionstechnik IPK und Fraunhofer-Institut für Schicht- und
Oberflächentechnik IST
- PlasmaGermany-Sitzungen und Workshops

1 10 Jahre INPLAS e. V.

KONTAKT

Dipl.-Ing. Carola Brand
Geschäftsführerin
Telefon +49 531 2155-574
carola.brand@inplas.de

Dr. Jochen Borris
M. A. Sabrina Kühne

www.inplas.de

MITGLIEDSCHAFTEN

Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und
Werkstofftechnik e. V.
www.awt-online.org

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V.
www.dgm.de

Deutsche Glastechnische Gesellschaft (DGG)
www.hvg-dgg.de

Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V.
www.dge-homepage.de

Deutsche Forschungsgesellschaft für
Oberflächenbehandlung e. V.
www.dfo-online.de

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und
Oberflächentechnik e. V.
www.dgo-online.de

Europäische Forschungsgesellschaft
Dünne Schichten e. V. (EFDS)
www.efds.org

European Photocatalysis Federation EPF
www.photocatalysis-federation.eu

Fachverband Angewandte Photokatalyse
www.vdmi.de/deutsch/produkte/angewandte-photokatalyse.html

F.O.M Forschungsvereinigung Feinmechanik, Optik und
Medizintechnik e. V.
www.forschung-fom.de

ForschungsRegion Braunschweig e. V.
www.forschungsregion-braunschweig.de

Forschungsgemeinschaft Werkzeug und Werkstoffe e. V.
(FGW)
www.fgw.de

Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische
Baugruppen 3-D MID e. V.
www.faps.uni-erlangen.de/mid

Fraunhofer-Allianz Adaptronik
www.adaptronik.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion
www.automobil.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten,
Prozessen
www.nusim.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Photokatalyse
www.photokatalyse.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Proteinchips
www.proteinchips.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
www.allianz-reinigungstechnik.de

Fraunhofer-Allianz Space
www.space.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz SysWasser
www.syswasser.de

Fraunhofer-Netzwerk Elektrochemie
www.elektrochemie.fraunhofer.de

Fraunhofer-Netzwerk Nachhaltigkeit
www.fraunhofer.nachhaltigkeit.de

Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces
www.light-and-surfaces.fraunhofer.de

German Flatpanel Display Forum DFF
www.displayforum.de

German Water Partnership
www.germanwaterpartnership.de

Göttinger Research Council
www.uni-goettingen.de

International Council for Coatings on Glass e. V.
www.iccg.eu

Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e. V.
 (INPLAS)
www.inplas.de

Materials Valley e. V.
www.materials-valley-rheinmain.de

Measurement Valley e. V.
www.measurement-valley.de

Nano- und Materialinnovation Niedersachsen e. V. (NMN)
www.nmn-ev.de

Nanotechnologie Kompetenzzentrum Ultrapräzise
 Oberflächenbearbeitung CC UPOB e. V.
www.upob.de

NANOfutures European Technology Integration and Innovation
 Platform (ETIP) in Nanotechnology
www.nanofutures2010.eu

PhotonicNet GmbH – Kompetenznetz Optische Technologien
www.photonicnet.de

Plasma Germany
www.plasmagermany.org

Spectaris – Verband der Hightech-Industrie
www.spectaris.de/

Wissens- und Innovations-Netzwerk Polymertechnik (WIP)
www.wip-kunststoffe.de/

Zentrum für Mikroproduktion e. V. (ZeMPro)
www.microcompany.de

MITARBEIT IN GREMIEN

Bandorf, R.: COST Action MP1004, Management Committee
 Delegate.

Bandorf, R.: Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische
 Baugruppen 3-D MID e. V., Mitglied.

Bandorf, R.: International Conference on HIPIMS, Conference
 Chairman.

Bandorf, R.: OTTI-Fachforum Kathodenzerstäubung, Dozent.

Bandorf, R.: Society of Vacuum Coaters, Assistant Program
 Chairman.

Bandorf, R.: Society of Vacuum Coaters, Volunteer Mentor.

Bandorf, R.: Society of Vacuum Coaters, Dozent.

Bandorf, R.: Zentrum für Mikroproduktionstechnik e. V., Mitglied.

Bewilogua, K.: OTTI-Fachforum PVD- und CVD-Beschichtungsverfahren für tribologische Systeme, Fachliche Leitung.

Brand, C.: Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Mitglied.

Brand, C.: Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS e. V., Geschäftsführerin.

Brand, C.: Plasma Germany, Mitglied des Koordinierungsausschusses.

Brand, J.: Gesellschaft für Tribologie (GfT), Mitglied.

Brand, J.: International Colloquium Tribology, Tribology and Lubrication Engineering, Mitglied im Programme Planning Committee.

Bräuer, G.: European Joint Committee on Plasma and Ion Surface Engineering (EJC/PISE), Chairman.

Bräuer, G.: International Conference on Coatings on Glass and Plastics (ICCG), Vorsitzender des Organisationskomitees.

Bräuer, G.: International Council for Coatings on Glass (ICCG) e. V., Vorstandsvorsitzender.

Bräuer, G.: Institut für Solarenergieforschung, Mitglied des Beirats.

Bräuer, G.: Kompetenznetz Industrielle Plasmaoberflächentechnik (INPLAS), Vorstandsvorsitzender.

Bräuer, G.: Nano- und Materialinnovationen Niedersachsen e. V. (NMN), Mitglied des Vorstands.

Bräuer, G.: Zeitschrift »Vakuum in Forschung und Praxis«, Mitglied des Kuratoriums.

Bräuer, G.: Zentrum für Mikroproduktionstechnik e. V., Mitglied des Vorstands.

Diehl, W.: Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung DFO, stellvertretender Präsident.

Diehl, W.: Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Mitglied des Vorstands.

Diehl, W.: Plasma Germany, Mitglied des Koordinierungsausschusses.

Diehl, W.: RETECZA NPO, Pretoria SA, Vorsitzender des Boards.

Diehl, W.: Society of Vacuum Coaters (SVC), USA, President.

Diehl, W.: Technologietransferkreis ForschungRegion Braunschweig, Mitglied.

Dietz, A.: Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschung (AGEF), Mitglied.

Dietz, A.: Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO), Mitglied des Vorstands.

Dietz, A.: Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO), stellvertretender Vorsitzender Ortsgruppe Niedersachsen.

Dietz, A.: Fachausschuss »Forschung« der DGO, Mitglied.

Dietz, A.: Fachausschuss »Kombinationsschichten« der DGO, Mitglied.

Eichler, M.: Conference on Wafer Bonding for Microsystems 3D- and Wafer Level Integration, Local Chairman.

Gäbler, J.: DIN Normenausschuss 062 Materialprüfung, Arbeitsausschuss 01-72 »Chemische und elektrochemische Überzüge«, Mitglied.

Gäbler, J.: DIN Normenausschuss NA 062 Materialprüfung, Arbeitsausschuss NA 062-01-64 AA Arbeitsausschuss Kohlenstoffschichten, stellvertretender Obmann.

Gäbler, J.: European Technology Platform for Advanced Materials and Technologies EuMaT, Mitglied.

Gäbler, J.: European Technology Platform NANOfutures, Mitglied.

Gäbler, J.: ISO Technical Committee TC 107 »Metallic and other inorganic coatings«, P-Member.

Gäbler, J.: VDI-Richtlinien-Fachausschuss »CVD-Diamant-Werkzeuge«, Mitglied.

Keunecke, M.: SAE International, Mitglied.

Keunecke, M.: Society of Vacuum Coaters, Session Chairman.

Keunecke, M.: Society of Vacuum Coaters, Dozent.

Keunecke, M.: EFDS-Fachausschuss »Tribologische Schichten«, Mitglied.

Klages, C.-P.: Nano- und Materialinnovationen Niedersachsen e. V. (NMN), Fachbeirat Oberflächen.

Klages, C.-P.: Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Mitglied des wissenschaftlichen Beirats.

Lachmann, K.: COST Action MP1101 »Biomedical Applications of Atmospheric Pressure Plasma Technology«, Management Committee, Substitute.

Neumann, F.: Europäisches Komitee für Normung, CEN/TC 386 »Photocatalysis«, Mitglied.

Neumann, F.: Europäisches Komitee für Normung, CEN/TC 386 »Photocatalysis«, Delegierter des Technischen Komitees.

Neumann, F.: European Photocatalysis Federation EPF, Mitglied.

Neumann, F.: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuss 062 Materialprüfung, Arbeitsausschuss NA 062-02-93 AA »Photokatalyse«, Mitglied.

Neumann, F.: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuss 062 Materialprüfung, Arbeitsausschuss NA 062-02-93 AA »Photokatalyse«, Leitung des Arbeitskreises »Photokatalytische Selbstreinigung«.

Neumann, F.: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuss 062 Materialprüfung, Arbeitsausschuss NA 062-02-93 AA »Photokatalyse«, stellvertretender Obmann.

Neumann, F.: Fachverband Angewandte Photokatalyse (FAP), Forschungsausschuss, Mitglied.

Paschke, H.: Fachausschuss FA10 »Funktionelle Schichten« der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e. V. AWT, Mitglied.

Paschke, H.: Industrie-Arbeitskreis »Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe«, Leitung.

Paschke, H.: Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS e. V., Arbeitsgruppenleiter Werkzeuge.

Paschke, H.: Kompetenznetzwerk für Oberflächentechnik »netzwerk-surface.net«, wissenschaftlicher Beirat (Sprecher).

Paschke, H.: Regionale Netzwerk-Initiative »In|Die Region-Ruhr«, Mitglied.

Schäfer, L.: Beirat der CONDIAS GmbH, Mitglied.

Schäfer, L.: Industriearbeitskreis »Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe«, Mitglied.

Schäfer, L.: VDI-Richtlinien-Fachausschuss »CVD-Diamant-Werkzeuge«, Mitglied.

Schäfer, L.: Nano- und Materialinnovationen Niedersachsen e. V. (NMN), Mitglied.

Schäfer, L.: Nanotechnologie-Kompetenzzentrum Ultrapräzise Oberflächenbearbeitung CC UPOB e. V., Mitglied.

Schäfer, L.: RETECZA NPO, Pretoria SA, Mitglied.

Sittinger, V.: Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Workshop »Dünnschicht-Technologie für Energiesysteme–Wandlung, Speicherung, Effizienz, V2013«, Chairman, Programmkomitee.

Sittinger, V.: Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Workshop »Dünnschicht-Technologie für Energiesysteme–solare Anwendungen, V2013«, Programmkomitee.

Sittinger, V.: Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Workshop »Transparente leitfähige Materialien (TCO/TCM)–Festkörperphysikalische Grundlagen und Technologien«, Chairman, Programmkomitee.

Sittinger, V.: EFDS-Fachausschuss »Dünnschichttechnik für Großflächenbeschichtungen«, stellvertretende Leitung.

Sittinger, V.: European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Scientific Committee, Paper Review Expert.

Sittinger, V.: Society of Vacuum Coaters, Session Chairman.

Sittinger, V.: Society of Vacuum Coaters, Volunteer Mentor.

Stein, C.: VDI-Arbeitskreis »Schneidstoffanwendungen«, Mitglied.

Thomas, M.: Anwenderkreis Atmosphärendruckplasma (AK-ADP), Mitglied.

Thomas, M.: EFDS-Fachausschuss »Atmosphärendruck Plasmatechnologien«, Mitglied.

Thomas, M.: International Conference on Plasma Surface Engineering, International Program Committee IPC, Mitglied.

Thomas, M.: Conference Cells meet Surfaces 3, Chairman, Programmkomitee.

Viöl, W.: Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF, Mitglied des Programmbeirats.

Viöl, W.: Deutsche Gesellschaft für Plasmatechnologie e. V. DGPT, Mitglied des Vorstands.

Viöl, W.: DFG Fachkollegien, Mitglied.

Viöl, W.: Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e. V. GDNA, Mitglied im Fachbeirat.

Viöl, W.: HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen, Vizepräsident für Forschung und Transfer.

Viöl, W.: Hochschulrektorenkonferenz Forschungskommission Fachhochschulen.

Viöl, W.: Kompetenznetz für Nachhaltige Holznutzung (NHN) e. V., Vorstandsmitglied.

Viöl, W.: Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS e. V., Kassenwart.

Viöl, W.: Nationales Zentrum für Plasmamedizin, Kuratoriumsmitglied.

Viöl, W.: Nano und Materialinnovationen Niedersachsen e. V. NMN, Mitglied des Fachbeirats.

Viöl, W.: Spectaris–Verband der Hightech-Industrie, Fachverband Photonik, Mitglied des Lenkungsausschusses.

Viöl, W.: Amt für regionale Landesentwicklung Braunschweig, Mitglied Fachbeirat Südniedersachsen.

Viöl, W.: Nationales Zentrum für Plasmamedizin, Vorstandsmitglied.

INTERNATIONALE GÄSTE

Herr Prof. Dr. Oualid Baghrich, Laboratory of innovative Techniques of Environmental Preservation, University of Constantine, Constantine, Algeria, 1. Juni–31. August 2015.

Frau Tereza Sázavská, Centre for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovations, Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic, 26.–30. Oktober 2015.

Frau Michaela Jakubičková, Centre for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovations, Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic, 26.–30. Oktober 2015.

PUBLIKATIONEN

Abraham, T.; Weber, M.; Bräuer, G.; Leisner, M.; Blust, M.; Lorentz, B.; Albers, A. (2015): Tribologische Untersuchung und Bewertung von faserverstärkten Polymeren für die Leichtbauhydraulik. In: Reibung, Schmierung und Verschleiß: Forschung und praktische Anwendungen. Band I, S. 12/1.

Altgen, D.; Bellmann, M.; Wascher, R.; Viöl, W.; Mai, C. (2015): Enhancing mechanical properties of particleboards using plasma treated wood particles. In: European journal of wood and wood products 73 (2), pp. 219–223. DOI: 10.1007/s00107-015-0879-z.

Bandorf, R. (2015): HIPIMS—an ionized sputtering technology arriving in industry. In: 2015 HDPF, 20 S.

Bandorf, R. (2015): HIPIMS–Hochleistungs-Impuls-Magnetronspattern. In: Kathodenzerstäubung–der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte, S. 99–143.

Bandorf, R.; Waschke, S.; Carreri, F. C.; Vergöhl, M.; Grundmeier, G.; Bräuer, G. (2015): Direct metallization of PMMA

with aluminum films using HIPIMS. In: Surface and coatings technology (Article in Press. Published online October 2015. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.10.070, 5 S.).

Bandorf, R.; Waschke, S.; Vergöhl, M.; Grundmeier, G.; Bräuer, G. (2015): Haftfeste Direktmetallisierung von Kunststoffen durch Beschichtung mit Ionen. In: Vakuum in Forschung und Praxis 27 (4), S. 18–22. DOI: 10.1002/vipr.201500587.

Barth, N.; Zimmermann, M.; Becker, A. E.; Graumann, T.; Garnweitner, G.; Kwade, A. (2015): Influence of TiO₂ nanoparticle synthesis on the properties of thin coatings. In: Thin solid films 574, pp. 20–27. DOI: 10.1016/j.tsf.2014.11.038.

Bräuer, G. (2015): 10th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2015) in Jeju (Südkorea). In: Vakuum in Forschung und Praxis 27 (6), S. 51–52. DOI: 10.1002/vipr.201590067.

Bräuer, G. (2015): Grundlagen der Kathodenzerstäubung. In: Kathodenzerstäubung–der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte, S. 1–22.

Bräuer, G. (2015): Magnetronzerstäubung. In: Kathodenzerstäubung–der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte, S. 23–48.

Carreri, F. C.; Bandorf, R.; Gerdes, H.; Vergöhl, M.; Bräuer, G. (2015): Highly insulating alumina films by a bipolar reactive MF sputtering process with special arc handling. In: Surface and coatings technology (Article in Press. Published online September 2015. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.09.036, 5 S.).

Carreri, F. C.; Sabelfeld, A.; Gerdes, H.; Bandorf, R.; Vergöhl, M.; Bräuer, G. (2015): HIPIMS ITO films from a rotating cylindrical cathode. In: Surface and coatings technology (Article

in Press. Published online October 2015. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.10.069, 8 S.).

Dahle, S.; Hirschberg, J.; Viöl, W.; Maus-Friedrichs, W. (2015): Gas purification by the plasma-oxidation of a rotating sacrificial electrode. In: Plasma sources science & technology 24 (3), pp. 035021, 10 S. DOI: 10.1088/0963-0252/24/3/035021.

Dietz, A. (2015): Kombinierte Verfahren–Alternativen zur Kunststoffmetallisierung? In: Journal für Oberflächentechnik (Special Kombinierte Oberflächen), S. 10–12. DOI: 10.1007/s35144-015-0580-3.

Dillmann, H.; Eichler, M.; Klages, C.-P. (2015): Application of polyelectrolyte multilayers for temporary wafer bonding. In: WaferBond'15, pp. 39–40.

Eichler, M.; Nagel, K.; Reim, L. C.; Klages, C.-P. (2015): Control of surface free energy by patterned etching or coating. In: WaferBond'15, pp. 77–78.

Gäbler, J.; Höfer, M.; Armgardt, M.; Pleger, S.; Schäfer, L. (2015): Hot-filament chemical vapor deposition of microcrystalline diamond layers for grinding applications. Poster presented at 8th Hot-wire (Cat) Chemical Vapor Deposition Conference, 13th–16th October 2014, Braunschweig, Germany. Online verfügbar unter https://www.scienceopen.com/document/_file/732ead9b-2f98-4664-8775-d5deb48b8595/ScienceOpen/Gaebler_et_al_HWCVD_2014.pdf.

Gerhard, C.; Brückner, S.; Wieneke, S.; Viöl, W. (2015): Atmospheric pressure plasma-enhanced laser ablation of glasses. In: Laser ablation, pp. 151–164.

Gerhard, C.; Hermann, J.; Sarnet, T.; Nardini, J. C.; Viöl, W. (2015): Detection of lead and arsenic soil pollution in aban-

doned industrial poles to the south of Marseille, France by laser-induced breakdown spectroscopy. In: *Scottish journal of arts, social sciences and scientific studies* 26 (1), pp. 96–110.

Gerhard, C.; Wieneke, S.; Viöl, W. (2015): Hohe Qualität durch Laser-Plasma-Hybridstrukturierung. Verfahren zur Glasbearbeitung. In: *Journal für Oberflächentechnik* (1), S. 46–47.

Gerhard, C.; Wieneke, S.; Viöl, W. (2015): Plasmabehandlung von Glasoberflächen. Modifikation topographischer und chemischer Glaseigenschaften durch Niedertemperaturplasmen bei Atmosphärendruck. In: *DGG-Journal* 14 (4), S. 10–12.

Grumbt, G.; Zenker, R.; Biermann, H.; Weigel, K.; Bewilogua, K.; Bräuer, G. (2015): Electron beam hardening of PVD-coated steels. Improved load-supporting capacity for Ti1–xAlxN layers. In: *Surface and coatings technology* 283, pp. 201–209. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.10.077.

Haydn, M.; Ortner, K.; Franco, T.; Schafbauer, W.; Behrens, A.; Dittmar, B.; Hummel, S.; Sulik, M.; Rüttinger, M.; Venskutonis, A.; Sigl, L. S. (2015): Metal-supported palladium membranes for hydrogen separation. In: *Powder metallurgy* 58 (4), pp. 250–253. DOI: 10.1179/0032589915Z.000000000247.

Henkel, B.; Neubert, T.; Zabel, S.; Lamprecht, C.; Selhuber-Unkel, C.; Rätzke, K.; Strunskus, T.; Vergöhl, M.; Faupel, F. (2015): Photocatalytic properties of titania thin films prepared by sputtering versus evaporation and aging of induced oxygen vacancy defects. In: *Applied catalysis/B* (Article in Press. Published online June 2015. DOI: 10.1016/j.apcatb.2015.06.041, 5 S.).

Henze, S.; Gäbler, J.; Uhlmann, E. (2015): Schichthaftungsprüfung von CVD-Dünnschichtdiamantwerkzeugen mit

Siliziumcarbid-Zwischenschicht. In: *Diamond business* (2), S. 82–89.

Hergelová, B.; Jung, A.; Thomas, M.; Weirauch, W.; Klages, C.-P. (2015): Studies on plasma reduction of metal compounds at atmospheric pressure. In: *22nd International Symposium on Plasma Chemistry*, pp. ITN-07

Hergelová, B.; Zahoranova, A.; Kovacik, D.; Stupavska, M.; Cernak, M. (2015): Polylactic acid surface activation by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma. In: *Open chemistry* 13 (1), pp. 564–569. DOI: 10.1515/chem-2015-0067.

Herrmann, A.; Lachmann, K.; Fischer, L.; Kovac, J.; Thomas, M. (2015): Area-selective epoxy coatings by DBD-PECVD in 3D cavities for protein coupling. In: *Surface innovations* 3 (4), pp. 206–214. DOI: 10.1680/jsuin.15.00010.

Hirschberg, J.; Gerhard, C.; Braun, A.; Grottker, S.; Krupp, A.; Emmert, S.; Viöl, W. (2015): Validation of the suitability of stripped lipid as a skin model in plasma medical investigations. In: *Open journal of applied sciences* (5), pp. 40–49. DOI: 10.4236/ojapps.2015.52005.

Keunecke, M.; Bialuch, I.; Stein, C.; Bewilogua, K.; Bräuer, G.; Augustin, W.; Scholl, S. (2015): Modified diamond-like carbon coatings (a-C:H:X) for anti-fouling applications. In: *58th Annual Technical Conference Proceedings*, Santa Clara, CA, April 25–30.

Knechtel, Roy; Eichler, Marko (Hg.) (2015): *WaferBond'15. Conference on Wafer Bonding for Microsystems, 3D- and Wafer Level Integration ; 7th–9th December 2015, Braun-*

schweig, Germany; [book of abstracts]: WaferBond'15 <2015, Braunschweig>. Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (IST). Braunschweig.

Kondruweit, S.; Viehmeier, D. (2015): 25 Jahre Fraunhofer IST. Schichten für unsere Zukunft. In: *Vakuum in Forschung und Praxis* 27 (6), S. 27–35. DOI: 10.1002/vipr.201500597.

Krügner, K.; Schwerdtfeger, M.; Busch, S. F.; Soltani, A.; Castro-Camus, E.; Koch, M.; Viöl, W. (2015): Terahertz meets sculptural and architectural art. Evaluation and conservation of stone objects with T-ray technology. In: *Scientific reports* (5), p. 14842. DOI: 10.1038/srep14842.

Laukart, A.; Harig, T.; Höfer, M.; Schäfer, L. (2015): Strategy for silicon based hot-wire chemical vapor deposition without wire silicide formation. In: *Thin solid films* 575, pp. 38–41. DOI: 10.1016/j.tsf.2014.10.026.

Laukart, A.; Thomas, M.; Schwarting, U.; Klages, C.-P. (2015): Hydrophobic and release films from HDMSO. In: *22nd International Symposium on Plasma Chemistry*, pp. P-III-6-30.

Le Meur, V.; Loewenthal, L.; Gerhard, C.; Viöl, W. (2015): On the debris formation during atmospheric pressure plasma-assisted laser engraving of stainless steel. In: *Laser ablation*, pp. 165–178.

Moreira, J. M. R.; Fulgêncio, R.; Alves, P.; Machado, I.; Bialuch, I.; Melo, L. F. et al. (2015): Evaluation of SICAN performance for biofouling mitigation in the food industry. In: *Food control* (Article in Press. Published online October 2015. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.10.023, 7 S.).

Neubert, T.; Lips, J.; Bandorf, R.; Sabelfeld, A.; Vergöhl, M.; Rohwer, K.; Simon, A. (2015): Deposition of complex optical

interference filters on polymer substrates by magnetron sputtering and PECVD processes. In: *58th Annual Technical Conference Proceedings*, Santa Clara, CA, April 25–30.

Paschke, H.; Weber, M.; Yilkiran, T. (2015): Neue Konzepte zur Verschleißreduzierung bei Werkzeugen der Warmmassivumformung. In: *Tribologie und Schmierungstechnik* 62 (2), S. 61–66.

Paschke, H.; Yilkiran, T.; Lippold, L.; Brunotte, K.; Weber, M.; Bräuer, G.; Behrens, B.-A. (2015): Adapted surface properties of hot forging tools using plasma technology for an effective wear reduction. In: *Wear* 330–331, pp. 429–438. DOI: 10.1016/j.wear.2015.02.009.

Pflug, A. (2015): Simulation von Plasmaprozessen. In: *Kathodenzerstäubung—der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte*, S. 145–176.

Pflug, A.; Höfer, M.; Harig, T.; Armgardt, M.; Britze, C.; Siemers, M.; Melzig, T.; Schäfer, L. (2015): Modeling of gas flow and deposition profile in HWCVD processes. In: *Thin solid films* 595, pp. 266–271. DOI: 10.1016/j.tsf.2015.08.004.

Pflug, A.; Siemers, M.; Melzig, T.; Sittinger, V.; Schäfer, L. (2015): Heuristic modeling of the doping efficiency in sputtered TCO layers. In: *Surface and coatings technology* 267, pp. 81–89. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2014.11.046.

Rösemann, N.; Ortner, K.; Petersen, J.; Schadow, T.; Bäker, M.; Bräuer, G.; Rösler, J. (2015): Influence of bias voltage and oxygen flow rate on morphology and crystallographic properties of gas flow sputtered zirconia coatings. In: *Surface and coatings technology* 276, pp. 668–676. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.06.002.

Siebeneck, K.; Augustin, W.; Scholl, S.; Richter, K.; Müller, R.; Landgrebe, D. et al. (2015): Beschichtung contra Fouling. In: Umformtechnik 49 (5), S. 24–25.

Sittinger, V. (2015): Variable Glasbeschichtungen für beschlagfreie Scheiben. In: Laser Magazin (1), S. 55–56.

Sittinger, V.; Pflug, A.; Dewald, W.; Jung, S.; Britze, C.; Kaiser, A.; Werner, W.; Szyszka, B.; Bräuer, G. (2015): Rotatable serial co-sputtering of doped titania. In: Vacuum 114, pp. 158–161. DOI: 10.1016/j.vacuum.2014.12.007.

Sittinger, V.; Pflug, A.; Schulz, C.; Siemers, M.; Melzig, T.; Meyer, B.; Kronenberger, A.; Oberste Berghaus, J.; De Bosscher, W. (2015): Growth condition of amorphous ZTO films from rotatable targets. In: Surface and coatings technology 267, pp. 75–80. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2014.12.014.

Talledo, A.; Asencios, J.; Paucar, K.; Lopez, A.; Benndorf, C.; Nuñez, R.; Petersen, J. (2015): Hardness enhancement and corrosion current of multilayer coatings based on titanium nitride. In: Journal of materials science and engineering/A 5 (7/8), pp. 257–268. DOI: 10.17265/2161-6213/2015.7-8.002.

Tasche, D.; Weihs, T.; Viöl, W. (2015): Fundamentals of laser ablation. In: Laser ablation, pp. 1–22.

Thomas, M. (2015): Atmosphärendruckplasmen für die Restaurierung? In: Restaura (4), S. 52–55.

Tiede, R.; Helmke, A.; Wandke, D.; Viöl, W.; Emmert, S. (2015): PlasmaDerm. Kaltes Atmosphärendruckplasma als Spitzeninnovation. In: Spitzenforschung in der Dermatologie, S. 70–80.

Tiefensee, F.; Kaden, D.; Jakob, A.; Quenzer, H.-J.; Jung, Th. (2015): Gas flow sputtered thick layers of columnar lead zirconate titanate on silicon wafers for high frequency ultrasound transducers. In: Physics procedia 70, pp. 957–960. DOI: 10.1016/j.phpro.2015.08.199.

Turowski, M.; Jupe, M.; Melzig, T.; Pflug, A.; Ristau, D. (2015): Multiple scale modeling of Al_2O_3 thin film growth in an ion beam sputtering process. In: Optical Systems Design 2015, pp. 9627–9658.

Turowski, M.; Jupe, M.; Ehlers, H.; Melzig, T.; Pflug, A.; Ristau, D. (2015): Simulation in thin film technology. In: Optical Systems Design 2015, pp. 962707-1–962707-10.

Turowski, M.; Jupe, M.; Melzig, T.; Moskovkin, P.; Daniel, A.; Pflug, A. et al. (2015): Practice-oriented optical thin film growth simulation via multiple scale approach. In: Thin solid films 592, pp. 240–247. DOI: 10.1016/j.tsf.2015.04.015.

Uhlmann, E.; Leyens, C.; Gäbler, J.; Stawiszynski B.; Oyanedel Fuentes, J. A.; Heinze, S. (2015): Neuartige Beschichtungen für die Drehbearbeitung. In: Werkstatt + Betrieb 148 (10), S. 90–93.

Vergöhl, M. (2015): Magnetron-Zerstäubung für präzise optische Beschichtungen. In: Kathodenzerstäubung – der Schlüssel für innovative Dünnschichtprodukte, S. 49–85.

Vergöhl, M.; Bruns, S.; Rademacher, D.; Bräuer, G. (2015): Industrial-scale deposition of highly uniform and precise optical interference filters by the use of an improved cylindrical magnetron sputtering system. In: Surface and coatings technology 267, pp. 53–58. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2015.01.051.

Wallenhorst, L.; Dahle, S.; Vovk, M.; Wurlitzer, L.; Loewenthal, L.; Mainusch, N.; Gerhard, C.; Viöl, W. (2015): Characterisation of PMMA/ATH layers realised by means of atmospheric pressure plasma powder deposition. In: *Advances in condensed matter physics*, pp. 980482, 12 p. DOI: 10.1155/2015/980482.

Wascher, R.; Leike, N.; Avramidis, G.; Wolkenhauer, A.; Militz, H.; Viöl, W. (2015): Improved DMDHEU uptake of beech veneers after plasma treatment at atmospheric pressure. In: *European journal of wood and wood products* 73 (4), pp. 433–437. DOI: 10.1007/s00107-015-0916-y.

VORTRÄGE, POSTER

Abraham, T.; Weber, M.; Bräuer, G.; Leisner, R.; Blust, M.; Lorentz, B.; Albers, A.: Tribologische Untersuchung und Bewertung von faserverstärkten Polymeren für die Leichtbauhydraulik (Vortrag), 56. Tribologie-Fachtagung, Göttingen, Deutschland, September 2015.

Arlt, O.; Gerhard, C.; Wieneke, S.; Viöl, W.: Analysis of the bonding durability of lapped surfaces and lacquer by different surface mechanism aspects, 2nd European Seminar on Precision Optics Manufacturing, Teisnach, 14.–15. April 2015.

Avramidis, G.; Viöl, W.: Plasmaanwendungen auf Holz und Holzwerkstoffen, 22. Workshop des ak-adp zum Thema Oberflächentechnik für die Praxis, Jena, Deutschland, 18.–19. März 2015.

Bandorf, R.: High density plasmas for advanced coatings (eingeladener Vortrag), AEPSE 2015, Jeju, Süd-Korea, September 2015.

Bandorf, R.; Gerdes, H.; Gerstenberg, J.; Ortner, K.; Bräuer, G.: Highly Ionized Gas Flow Sputtering of Alumina Coatings (Poster), 6th International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS, Braunschweig, Deutschland, 10.–11. Juni 2015.

Bandorf, R.; Waschke, S.; Gerdes, H.; Grundmeier, G.; Bräuer, G.: Adherent Metallization of Plastic using HIPIMS (Vortrag), 58th Annual Technical Conference of the Society of Vacuum Coaters, Santa Clara, USA, 25.–30. April 2015.

Biehl, S.; Rumposch, C.; Paetsch, N.; Meyer-Kornblum, E.: Multifunktionale Dünnschichtsensormodule zur Überwachung von Produktionsprozessen (Vortrag), Mikrosystemtechnik Kongress, Karlsruhe, Deutschland, 26.–28. Oktober 2015.

Biehl, S.; Rumposch, C.; Paetsch, N.: Multifunctional thin film sensor system as monitoring system in production (Vortrag), SPIE Microtechnologies "Smart Sensors, Actuators, and MEMS VII", Barcelona, Spanien, 4.–6. Mai 2015.

Biehl, S.: Unterlegscheibensensorik universell und individuell (Vortrag), Workshop »Smarte Lösungen« der Fraunhofer Allianz Adaptronik, Darmstadt, Deutschland, 7. Oktober 2015.

Biehl, S.: Vielfältige Applikationen der Dünnschichtsensorik, (Vortrag), Jubiläumsworkshop des Zentrums für Mikroproduktion, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland, 17.–18. Juni 2015.

Bräuer, G.: Grundlagen der Kathodenzerstäubung, OTTI-Seminar »Kathodenzerstäubung«, Braunschweig, Deutschland, 25. Februar 2015.

Bräuer, G.: Magnetronzerstäubung, OTTI-Seminar »Kathodenzerstäubung«, Braunschweig, Deutschland, 25. Februar 2015.

Bräuer, G.: Vacuum-Coated Glass—Added Value to a Unique Material, Sheffield Hallam University, Sheffield, UK, 24. März 2015.

Bräuer, G.: Advanced Coating Designs for Hybrid Deposition Processes, 42nd International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films ICMCTF, San Diego, CA, USA, 23. April 2015.

Bräuer, G.: Über das Licht (Kindervorlesung), Braunschweig, Deutschland, 3. Juli 2015.

Bräuer, G.: Functional Coatings and Plasma Treatment of Surfaces—Trends and Recent Applications, 13th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes ISSP, Kyoto, Japan, 8. Juli 2015.

Bräuer, G.: Combining Plasma with other Deposition Techniques—Advanced Surfaces by Hybrid Processes, 10th International Conference on Plasma Surface Engineering AEPSE, Jeju Island, Südkorea, 22. September 2015.

Can, M.; Wallenhorst L.; Viöl, W.; Militz, H.; Sivrikaya, H.: Improving the performance of Scotch pine wood surface, 3. Ulusal Mobilya Kongresi, Konya, Türkei, 10.–12. April 2015.

Carreri, F. C.; Gerdes, H.; Bandorf, R.; Vergöhl, M.; Bräuer, G.: Reactive HIPIMS of Aluminum Oxide from Rotating Cathodes (Poster), 4th Magnetron, Ion processing & Arc Technologies European Conference & 14th International Symposium on Reactive Sputter Deposition, Paris, Frankreich, 8.–11. Dezember 2015.

Carreri, F. C.; Sabelfeld, A.; Gerdes, H.; Bandorf, R.; Vergöhl, M.; Bräuer, G.: HIPIMS ITO from a rotating cylindrical cathode (Vortrag), 58th Annual Technical Conference of the

Society of Vacuum Coaters, Santa Clara, CA, USA, 25.–30. April 2015.

Carreri, F. C.; Schröder, E.; Bandorf, R.; Bräuer, G.: HIPIMS ITO Films from a Rotatable Target for Applications in Strain Gauges (Poster), 6th International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS, Braunschweig, Deutschland, 10.–11. Juni 2015.

Diehl, W.; Bandorf, R.; Biehl, S.; Brand, J.; Jung, T.; Keunecke, M.; Neumann, F.; Sittering, V.; Vergöhl, M.; Bräuer, G.: Plasma Technologies—Functional Coatings for Automotive Applications (Vortrag), 8th International Conference on Advanced Materials, ROCAM 2015, Bucharest, Romania, 7.–10. Juli 2015.

Dietz, A.; Moustafa, E.: Galvanische Hartverchromung aus wässrigen Cr(III)-Elektrolyten (Vortrag), ZVO-Oberflächentage, Berlin, Deutschland, September 2015.

Duckstein R.; Lachmann K.; Thomas M.; Weidlich R.; Klages C.-P.: Herstellung von mechanisch robusten superhydrophoben Oberflächen durch Kombination eines Prägeprozesses mit einer anschließenden Oberflächenbeschichtung mittels Atmosphärendruck-Plasmaverfahren, 11. ThGOT Thementage Grenz- und Oberflächentechnik, Zeulenroda, Deutschland, 15.–17. September 2015.

Duckstein, R.; Lachmann, K.; Thomas, M.; Klages, C.-P.: Investigations into the mechanism of atmospheric pressure plasma enhanced chemical vapor deposition of pNiPAAm on polypropylene, Pacific Polymer Conference 14, Kauai, Hawaii USA, 9.–13. Dezember 2015.

Eichler, M.; Fischer, V.; Paulmann, S.; Stammen, E.; Thomas, M.; Kotula, S.; Khosravi, Z.; Hinze, A.; Grishin, A.;

Lachmann, K.; Borris, J.; Dohse, A.; Nagel K.; Klages C.-P.: Oberflächenfunktionalisierungen von technischen Kunststoffen für die Haftungsvermittlung (Vortrag), ak-adp Workshop Haftung durch Oberflächenfunktionalisierung Innovative: Plasmaanwendungen zur Haftungsverbesserung, Erfurt, Deutschland, November 2015.

Eichler, M.; Nagel, K.; Reim, L. C.; Klages, C.-P.: Control of surface free energy by patterned etching or coating (Vortrag), Conference on wafer bonding for microsystems 3D- wafer level integration, Braunschweig, Deutschland, Dezember 2015.

Eichler, M.; Thomas, M.; Nagel, K.; Gabriel, M.; Klages, C.-P.: SELECT: Commercialized Tool for Patterned Plasma Surface Engineering (Vortrag), Micro Plasma & MicroNano structures workshop 2015, Gent, Belgien, November 2015.

Flade, E.: Plasma-Partikeltechnik – neue Möglichkeiten zur Beschichtung von Kunststoffen (Vortrag), Niedersächsisches Forum Kunststofftechnik 2015, Optimierte Oberflächen, Göttingen, Deutschland, 18. September 2015.

Gäbler, J.; Höfer, M.; Schäfer, L.; Sittlinger, V.: CVD-Diamantbeschichtungen als Konstruktionselement für extreme Beanspruchungen (Vortrag), Werkstoffwoche, Dresden, Deutschland, September 2015.

Gerdes, H.; Bandorf, R.; Mark, M.; Schütte, T.; Bräuer, G.: Different Approaches for Controlling a Reactive Sputter Process with MF Superimposed HIPIMS (Vortrag), 58th Annual Technical Conference of the Society of Vacuum Coaters, Santa Clara, CA, USA, 25.–30. April 2015.

Gerdes, H.; Bandorf, R.; Vergöhl, M.; Barati, V.; Mark, M.; Schütte, T.; Bräuer, G.: Plasma characterization of sputtered aluminum with a MF superimposed HIPIMS process from

industrial sized rotatables (Vortrag), 42th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films ICMCTF, San Diego, CA, USA, 20.–24. April 2015.

Gerdes, H.; Bandorf, R.; Vergöhl, M.; Bräuer, G.: Reactive HIPIMS: Challenges and industrial solutions (eingeladener Vortrag), 9th Symposium on Vacuum based Science and Technology, Kolberg, Polen, 17.–19. November 2015.

Gerdes, H.; Petersen, M.; Heckmann, U.; Bandorf, R.; Gwozdz, V.; Schnabel, S.; Bräuer, G.: Me-DLC Films as Material for Highly Sensitive Temperature Compensated Strain Gauges (Poster), Jubiläumsworkshop des Zentrums für Mikroproduktion, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland, 17.–18. Juni 2015.

Gerdes, H.; Täsch, M.; Bandorf, R.; Bräuer, G.: Highly Ionized Deposition of Chromium-Nitride (Vortrag), 6th International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS, Braunschweig, Deutschland, 10.–11. Juni 2015.

Gerhard, C.; Heine, J.; Bellmann, M.; Wieneke, S.; Viöl, W.: Direct DBD plasma activation of plane and curved automotive polymers, 17. Fachtagung für Plasmatechnologie, Kiel, Deutschland, 23.–25. Februar 2015.

Gerhard, C.; Sarnet, T.; Viöl, W.; Hermann, J.: Mesures LIBS des polluants dans les Calanques Marseillaises, Journées LIBS France 2015, Verneuil en Halatte, France, 17.–18. Juni 2015.

Gerhard, C.; Viöl, W.: Plasma treatment of glass surfaces for enhanced coupling of laser irradiation, 7th Workshop Living Glass Surfaces, Ilmenau, Deutschland, 7.–8. Oktober 2015.

Gerhard, C.; Wieneke, S.; Viöl, W.: Plasma-assisted nanosecond laser structuring of photovoltaic cover glasses, 4th Int. Symp. on Energy Challenges & Mechanics, Aberdeen, Scotland, 11.–13. August 2015.

Grumbt, G.; Zenker, R.; Weigel, K.; Bewilogua, K.: Kombination von PVD-Beschichtung und EB-Härten zur Verbesserung der Stützwirkung des Stahlsubstrates und der Haftfestigkeit der Dünnschichten, 3. Kolloquium Thermische Elektronenstrahltechnologien, Freiberg, Deutschland, 21.–22. Januar 2015.

Hergelová, B.; Jung, A.; Thomas, M.; Weirauch, R.; Klages, C.-P.: Studies on plasma reduction of metal compounds at atmospheric pressure (Vortrag), 22nd International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC), Antwerp, Belgium, Juli 2015.

Hergelová, B.; Klages, C.-P.: Reducing plasma surface treatments of inorganic materials (Vortrag), 3rd RAPID Symposium, Perpignan, Frankreich, Oktober 2015.

Herrmann, A.; Franke, M.; Nagel, K.; Thomas, M.; Eichler, M.; Lachmann, K.; Klages, C.-P.: Plasma induced surface polymerization of C=C containing monomers with chemical reactive groups via locally separated plasma and coating zone (Poster), 14th Pacific Polymer Conference, Kauai, Hawaii, 9.–13. Dezember 2015.

Herrmann, A.; Lachmann, K.; Mayer, A.; Fischer, L.; Thomas, M.; Klages, C.-P.; Singh, M.: Ortsselektive Modifikation von funktionalen Oberflächen für biomedizinische Anwendungen (Poster), 9. Deutsches BioSensor Symposium, München, Deutschland, 11.–13. März 2015.

Hoffmeister, J.; Brückner, S.; Gerhard, C.; Wieneke, S.; Viöl, W.: Einfluss des thermischen Linseneffektes in einer DBD-Plasmasäule auf koaxial geführte Laserstrahlung, 17. Fachtagung für Plasmatechnologie, Kiel, Deutschland, 23.–25. Februar 2015.

Keunecke, M.: Entwicklung von Werkzeugbeschichtungen für das Hochgeschwindigkeitsschneiden von Blechwerk-

stoffen, 33. Treffen des Industrie-Arbeitskreises Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe, Braunschweig, Deutschland, 5. November 2015.

Keunecke, M.: Reibungs- und verschleißreduzierende DLC-Beschichtungen und deren Wechselwirkung mit Öladditiven für Anwendungen im Verbrennungsmotor, DGM Arbeitskreis Tribologie, IWIS, München, Deutschland, 25. März 2015.

Keunecke, M.; Bialuch, I.; Stein, C.; Bewilogua, K.; Bräuer, G.: Modified Diamond-Like Carbon coatings (a-C:H:X) for anti-fouling applications, 58th SVC Techcon 2015, Santa Clara, CA, USA, 28. April 2015.

Keunecke, M.: Foulingminderung und -vermeidung durch DLC-basierte Beschichtungen, Infotag »Antifouling«, DECHEMA, Frankfurt am Main, Deutschland, 23. Juni 2015.

Lucas, S.; Pflug, A.; von Keudell, A.: Computer Simulation and Experimental Validation of Mechanical Properties of Titanium Films Grown by HiPIMS (Vortrag/Keynote), 4th Magnetron, Ion processing & Arc Technologies European Conference & 14th International Symposium on Reactive Sputter Deposition (RSD-MIATEC), Paris, Frankreich, 8.–11. Dezember 2015.

Mainusch, N.; Christ, T.; Siedenburg T.; Papenburg, G.; Harms N.; Viöl, V.: Novel probe and method to characterize electrical resistances in battery electrodes (Poster), 3. Dresdner Konferenz »Zukunft Energie«, Dresden, Deutschland, 10.–11. November 2015.

Mainusch, N.: Plasma-Partikeltechnik: Neue Ansätze und Optionen für die Plasmabeschichtung (Vortrag), Plasma Germany–Frühjahrssitzung 2015, Göttingen, Deutschland, 11. Mai 2015.

Melzig, T.; Pflug, A.; Siemers, M.; Lucas, S.; Moskovkin, P.; Daniel, A.; Jupé, M.; Turowski, M.: Holistic approach of plasma, transport and film growth simulation, 58th Annual Technical Conference of the Society of Vacuum Coaters (Vortrag), Santa Clara, CA, USA, 25.–30. April 2015.

Neumann, F.; Graumann, T.: An overview of the activities of Fraunhofer in the field of photocatalysis development (eingeladener Vortrag), Centre for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovations, Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic, 22. April 2015.

Neumann, F.: Preparation and properties of PVD-coatings for photocatalytic self-cleaning and antimicrobial applications (eingeladener Vortrag), Symposium Recent Advances in Surface Sterilization and Disinfection, Freising, Deutschland, 19.–20. November 2015.

Pflug, A.; Melzig, T.; Siemers, M.; Schiffmann, K.; Vergöhl, M.; Moskovkin, P.; Tonneau, R.; Lucas, S.; Daniel, A.; Archambeau, C.; Turowski, M.; Jupé, M.; Ristau, D.: Representation of TiO₂ thin film deposition in a virtual sputter coater, 4th Magnetron, Ion processing & Arc Technologies European Conference & 14th International Symposium on Reactive Sputter Deposition (Vortrag), Paris, Frankreich, 8.–11. Dezember 2015.

Pflug, A.; Siemers, M.; Melzig, T.; Höfer, M.; Armgardt, M.; Schäfer, L.; Vergöhl, M.: Model based process development for synthesis of smart materials, World Congress of Smart Materials (eingeladener Vortrag), Busan, Korea, 23.–25. März 2015.

Pflug, A.; Siemers, M.; Melzig, T.; Neubert, T.; Schäfer, L.; Vergöhl, M.: Plasmasimulation im Beschichtungsprozess, PhotonicNet-Workshop »Simulationen in der Dünnschichttechnik«

(eingeladener Vortrag), Laserzentrum Hannover, Deutschland, 25. Februar 2015.

Pflug, A.; Siemers, M.; Melzig, T.; Schäfer, L.; Rademacher, D.; Zickenrott, T.; Vergöhl, M.: Simulation von Plasmaprozessen, OTTI-Seminar »Kathodenzerstäubung« (eingeladener Vortrag), Braunschweig, Deutschland, 26. Februar 2015.

Pflug, A.; Siemers, M.; Melzig, T.; Vergöhl, M.: Simulation von Niederdruck-Beschichtungsprozessen, EFDS-Workshop »Einsatz von Simulationsmethoden im industriellen Umfeld« (eingeladener Vortrag), Dresden, Deutschland, 9. Juni 2015.

Schäfer, L.; Vergöhl, M.: Model based process development for synthesis of smart materials, World Congress of Smart Materials (eingeladener Vortrag), Busan, Korea, 23.–25. März 2015.

Schäfer, L.: Hot-Filament CVD of Diamond—From Research to Products, (Keynote Lecture), 9th International Conference on New Diamond and Nano Carbons NDNC 2015, Shizuoka, Japan, 24.–28. Mai 2015.

Schiffmann, K. I.: Analyse- und Prüfverfahren für tribologische Schichten—Methoden und Beispiele aus der Praxis, »NMN Workshop: Forschung meets KMU—Analytik und tribologische Kontaktsysteme« (Vortrag), Dortmund, Deutschland, 24. Juni 2015.

Siedenburg, T.; Mainusch, N.; Christ, T.; Viöl, W.: Versatile PVD device to tailor Lithium battery micron particles, 17. Fachtagung für Plasmatechnologie, Kiel, Deutschland, 23.–25. Februar 2015.

Siemers, M.; Pflug, A.; Melzig, T.: Drift waves in magnetron sputtering plasmas, 58th Annual Technical Conference of the

Society of Vacuum Coaters (Vortrag), Santa Clara, CA, USA, 25.–30. April 2015.

Stein, C.; Keunecke, M.; Bewilogua K.; Bräuer, G.: Cubic boron nitride (c-BN) + nanostructured nitride hard coatings for high temperature tool applications (Vortrag), 10th Asian-European Conference on Plasma Surface Engineering, Jeju Island, Korea, 20.–24. September 2015.

Tasche, D.; Gerhard, C.; Ihlemann, J.; Viöl, W.: The influence of plasma pre-treatment on the laser ablation of fused silica, 20th International Colloquium on Plasma Processes, Saint-Etienne, France, 1.–5. Juni 2015.

ten Bosch, L.; Avramidis, G.; Pfohl, K.; Wieneke, S.; Viöl, W.; Karlovsky, P.: Conference Paper, Conference: 37th Mycotoxin Workshop, At Bratislava, Slovakia, June 2015.

Thomas, M.; Eichler, M.; Lachmann, K.; Borris, J.; Laukart, A.; von Hausen, M.; Cerezuela-Barreto, M.; Khosravi, Z.; Klages, C.-P.: Surface technology with DBD type processes–Potentials and applications (Vortrag), 17. Fachtagung für Plasmatechnologie, Kiel, Deutschland, 23.–25. Februar 2015.

Thomas, M.; Förster, F.: Grundlagen und Anwendungen von Atmosphärendruck-Plasma-Vorbehandlung (eingeladener Vortrag), 10. Textilveredlertag, Friedrichshafen, Deutschland, 15.–16. Mai 2015.

Thomas, M.: Atmospheric pressure plasma processes (eingeladener Vortrag), International Sales Workshop, Lunderskov, Dänemark, 13. April 2015.

Thomas, M.: The Fraunhofer-Gesellschaft–Application oriented research and the use for SME (eingeladener Vortrag),

International Sales Workshop, Lunderskov, Dänemark, 13. April 2015.

Tiede, R.; Mann, M.; Laspe, P.; Hirschberg, J.; Viöl, W.; von Woedtke, T.; Emmert, S.: Gentoxicity and mutagenicity of a plasma jet and DBD source and alleviation of chronic venous leg ulcers with a DBD plasma generator, 2nd International Workshop on Plasma for Cancer Treatment, Nagoya, Japan, 16.–17. März 2015.

Turowski, M.; Jupé, M.; Ehlers, H.; Melzig, T.; Pflug, A.; Ristau, D.: Simulation in Thin Film Technology, SPIE Optical Systems Design (eingeladener Vortrag), Jena, Deutschland, 7.–10. September 2015.

Turowski, M.; Jupé, M.; Melzig, T.; Pflug, A.; Ristau, D.: Multiple scale modeling of Al₂O₃ thin film growth in an ion beam sputtering process (Vortrag), SPIE Optical Systems Design (eingeladener Vortrag), Jena, Deutschland, 7.–10. September 2015.

Ulrich, S.; Werner, W.; Heintze, M.: Square or sine wave: impact of power supply type in dual magnetron sputtering of TiO₂ (eingeladener Vortrag), 6th Power Electronics for Plasma Engineering Conference (PE²), Ditzingen, Deutschland, 5. Mai 2015.

Ulrich, S.; Werner, W.; Heintze, M.: Square or sine wave: impact of power supply type in dual magnetron sputtering of TiO₂ (eingeladener Vortrag), INPLAS Workshop der AG »Neuartige Plasmaquellen und -prozesse«, Fraunhofer IST, Braunschweig, Deutschland, 29. Oktober 2015.

Viöl, W.; Hemke, A.; Wandke, D.: it Plasmaderm | medical effects of plasma on skin, Symposium CELLS MEET SURFACE 3, Braunschweig, Deutschland, 6.–7. Mai 2015.

Viöl, W.: Entwicklung von Batteriematerialien, Industry Day Landesinitiative Energiespeicher und -systeme, Hannover, Deutschland, 4. Februar 2015.

Viöl, W.: Laserstrahlquellen, Strahlformung und -charakterisierung, Seminar Technische Optik in der Praxis, Göttingen, Deutschland, 15.–16. September 2015.

Viöl, W.: Plasma technology | future technology, 7th Training school on plasma modification of wood and wood based materials in the frame of COST Action FP1006, Göttingen, Deutschland, 10.–12. März 2015.

Viöl, W.: Plasmabehandlung von Holz und Holzwerkstoffen, Seminar des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI, Braunschweig, Deutschland, 2. Februar 2015.

Viöl, W.: The applications center for plasma and photonic, 7th Training school on plasma modification of wood and wood based materials in the frame of COST Action FP1006, Göttingen, Deutschland, 10.–12. März 2015.

Wandke, D.; Helmke, A.; Däschlein, G.; Kopp, M.; Awakowicz, P.; Emmert, S.; Schäfer, A.; Viöl, W.: Plasmaderm—from research to market—Anforderungen an ein Medizinprodukt, 17. Fachtagung für Plasmatechnologie, Kiel, Deutschland, 23.–25. Februar 2015.

Wascher, R.; Avramidis, G.; Kühn, C.; Militz, H.; Viöl, W.: Penetration and distribution of modification agents within air plasma-treated wood, 10th Asian-European Conference on Plasma Surface Engineering, Jeju Island, Korea, 20.–24. September 2015.

Wascher, R.; Avramidis, G.; Militz, H.; Viöl, W.: Impact of air plasma treatment at atmospheric pressure on wood and wood extractives, 8th European Conference on Wood Modification, Aalto, Finland, 26.–27. Oktober 2015.

Weber, M.: Einsatz von Rockwell-, Ritz- und Impact-Tests für die Entwicklung neuer Schichtsysteme, EFDS-Workshop »Messung der Schichthaftung«, Dresden, Deutschland, 24. Juni 2015.

Weber, M.: Entwicklung von Werkzeugwerkstoffen und Beschichtungen mit optimiertem Antihafverhalten für die Umformung von TiAl6V4 bei 700 °C bis 900 °C unter Schutzgasatmosphäre, DGM Fachausschuss Titan, Braunschweig, Deutschland, 24. September 2015.

Weber, M.: Optimierte Feinschneidwerkzeuge durch Tieftemperaturbehandlungen, 33. Treffen des Industrie-Arbeitskreises Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe, Braunschweig, Deutschland, 5. November 2015.

Wieneke, S.; Gerhard, C.; Viöl, W.: Behandlung von Oberflächen mit Laser-Plasma-Hybridtechnologie, 22. Workshop des ak-adp zum Thema Oberflächentechnik für die Praxis, Jena, Deutschland, 18.–19. März 2015.

Yang, Y.; Pflug, A.; Liu, J.; Siemers, M.; Melzig, T.; Zhou, X.; Panjan, M.; Anders, A.: Spontaneous formation of ionization waves in low current magnetron sputtering, 4th Magnetron, Ion processing & Arc Technologies European Conference & 14th International Symposium on Reactive Sputter Deposition (Vortrag), Paris, Frankreich, 8.–11. Dezember 2015.

DISSERTATIONEN

Wegewitz, L.: Plasmainduzierte Modifikation selbstorganisierender Polystyrolkugeln mittels dielektrisch behinderter Entladung. Clausthal: Shaker-Verlag, 2015. Zugl: Clausthal, Technische Universität, Dissertation, 2015.

DIPLOMARBEITEN

Brandes, J.: Herstellung von ZnO:Al-Frontkontakten mittels HPMF Technologie und Erstellung von CAD Zeichnungen für die Integration eines Doppelrohrmagnetrons in eine Inline-Anlage. Technische Universität Braunschweig, Juni 2015.

Schröder, E.: Abscheidung und Charakterisierung von Indium-Zinn-Oxid (ITO) für die Anwendung in Dehnungsmessstreifen. Technische Universität Braunschweig, November 2015.

MASTERARBEITEN

Arend, N.: Entwicklung eines C-DLC Schichtsystems zur Verschleißminimierung im Dieselinjektor mittels PVD. Technische Universität Braunschweig, August 2015.

Gerstenberg, J.: Prozessentwicklung und Charakterisierung für die ionisierte Abscheidung von haftfesten, antibakteriellen Schichten auf Gewebe. Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn, Dezember 2015.

Kühn, C.: Untersuchungen zum Tränkverhalten und zu mechanischen Eigenschaften von Holz furnieren und daraus hergestellten Sperrholzplatten nach einer Plasmabehandlung unter Atmosphärendruck. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde n/Göttingen, Oktober 2015.

Leike, N.: Entwicklung und Erprobung eines automatisierten Prüfstandes zur Bestimmung der Flüssigkeitsaufnahme mit integrierter Messwerterfassung. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde n/Göttingen, Januar 2015.

Machemehl, P.: Grundlagenuntersuchung zur Optimierung von Dieselaggregaten durch DLC-beschichtete Kolbenringe. Technische Universität Braunschweig, August 2015.

Mejauschek, M.: Entwicklung von partiellen Plasmadiffusionsbehandlungen für Gesenkschmiedewerkzeuge. Technische Universität Braunschweig, Januar 2015.

Meyer-Kornblum, E.: Entwicklung eines Dünnschicht-Kraftsensorysystems mit integrierter Messelektronik und telemetrischer Datenübertragung auf Basis von Bluetooth Low Energy. Technische Universität Braunschweig, Juni 2015.

Paulmann, S.: Untersuchungen zur Atmosphärendruckplasma-Vorbehandlung von Hochleistungskunststoffen für dauerhaft hochfeste Verklebungen. Technische Universität Braunschweig, Juni 2015.

Queirazza, N. Konstruktion und Aufbau eines Messstandes zur Bestimmung elektrischer Durchgangs- bzw. Kontaktwiderstände in Abhängigkeit der Flächenpressung von plasmanitrierten nichtrostenden Stählen. Technische Universität Braunschweig, Januar 2015.

Rodriguez Carrillo, N.: Untersuchungen zu Wachstum und Wassergehalt von Polyelektrolyt-Multischichten. Technische Universität Braunschweig, Mai 2015.

Schmidt, K.: Pikosekundenlaser-Plasma-Hybrid-Ablation von carbonfaserverstärktem Kunststoff. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, Oktober 2015.

Schumacher, F.: Untersuchung der tribologischen Eigenschaften verschiedener Beschichtungen im Einsatz auf Kolbenringen gegen eine thermisch gespritzte Zylinderlaufbahn. Technische Universität Braunschweig, November 2015.

Täsch, M.: Ionisierte Abscheidung von CrN-Schichten. Technische Universität Braunschweig, Juli 2015.

BACHELORARBEITEN

Fast, K.: Analyse des Einflusses einer direkten Argon-Plasmaentladung auf die Oberfläche von Quarzglasoptiken bei unterschiedlichen Umgebungsdrücken. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, November 2015.

Gröninger, A.: Entwicklung von hartmagnetischen Sm-Co-Schichten auf Metallband für hochgenaue Positionierungssysteme. Technische Universität Braunschweig, September 2015.

Heymann, K.: Evaluation einer mit sinus- und pulsformiger Hochspannung angeregten dielektrischen Barriereentladung. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, Oktober 2015.

Hoffmeister, T.: Experimentelle Untersuchung der Behandlungsgüte einer neuartigen, flexiblen Plasmaquelle zur Behandlung dreidimensionaler Körper. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, Juni 2015.

Holburg, J.: Charakterisierung einer Hochdruckdüse zur Erzeugung weicher Röntgenstrahlung mittels laserinduzierter Plasmen. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, September 2015.

Kranert, F.: Entwicklung eines Aufbaus zur LED-basierten chromatisch codierten Hochgeschwindigkeitsphotographie. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, September 2015.

Krupp, A.: Studie zu in vitro und in vivo Plasmabehandlung kutaner Lipide mittels DBD. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, Juni 2015.

Lips, J.: Organisch-Keramische Mischschichten für optische Interferenzstapel. Technische Universität Braunschweig, August 2015.

Lukow, C.: Transfer von RF-PACVD-Prozessen zur Abscheidung von modifizierten DLC Schichten auf eine industrielle Beschichtungsanlage mittels statistischer Versuchsplanung. Technische Universität Braunschweig, Juli 2015.

Preuß, P.: Bürstendispergierer. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, Oktober 2015.

Ritter, J.: Veränderung von SERS-aktiven Substraten durch Plasmareinigung. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzmin-den/Göttingen, März 2015.

Scheglov, A.: Einfluss einer Atmosphärendruck-Plasmabehandlung auf die Stöchiometrie und Konstitution von proteinogenen Aminosäuren. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen, September 2015.

Susdalzew, A.: Charakterisierung von Plasmapolymere aus trans-2-Hexen-1-al. Technische Universität Braunschweig, Juli 2015.

von Hörsten, A.: Detektion von Ruß mittels Extinktionsmessungen zur Quantifizierung von bildgebender laserinduzierten Inkandeszenz. HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen, September 2015.

Viöl, W.; Damm, R.; Haese, C.: Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasma-Jets und Verfahren zur Oberflächenbehandlung.

Viöl, W.; Wieneke, S.; Damm, R.; ten Bosch, L.; Loewenthal, L.: Reinigungsgerät und Verfahren zur Reinigung.

SCHUTZRECHTANMELDUNGEN

Flade, E.; Paulus, J.; Viöl, W.; Mainusch, N.; Siedenburg, T.; Torge, C.: Vorrichtung und Verfahren zur reversiblen Kontaktierung.

Olfe, J.; Schmich, F.; Brand, J.; Kaestner, P.; Speck, T.: Plasmaitrieren von Aluminium und anderen Werkstoffen mit bionisch inspirierter Mikrostrukturierung der Oberfläche.

Seeböth, A.; Löttsch, D.; Rabe, C.; Frach, P.; Gittner, M.; Bartzsch, H.; Barré de la, R.; Bartmann, R.; Vergöhl, M.; Bruns, S.; Neubert, T.; Fischer, J.; Schottner, G.: Elektrisch steuerbarer Interferenzfarbfilter und dessen Verwendung.

Vergöhl, M.; Bruns, S.; Kricheldorf, H.-U.; Schäfer, L.; Höfer, M.; Armgardt, M.: Beschichteter Gegenstand und Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Gegenstands.

BILDVERZEICHNIS

- | | | | |
|-------|--------------------------------------|-------|---|
| S. 2 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 31 | Ulrike Balhorn, Fraunhofer IST |
| S. 3 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 32 | Rainer Meier, BFF Wittmar |
| S. 6 | Uwe Kampf, Fraunhofer WKI | S. 34 | Manuela Lingnau, Fraunhofer WKI |
| S. 6 | Fraunhofer IST | S. 34 | Eike Meyer-Kornblum, Fraunhofer IST |
| S. 7 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 35 | Manuela Lingnau, Fraunhofer WKI |
| S. 8 | Dirk Mahler/Fraunhofer | S. 36 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 8 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 36 | Manuela Lingnau, Fraunhofer WKI |
| S. 9 | Eileen Kaster, Fraunhofer IST | S. 38 | Krees Nagel, Fraunhofer IST |
| S. 10 | Ronja Grünke, Fraunhofer IST | S. 38 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 11 | Prof. Wolfgang Diehl, Fraunhofer IST | S. 42 | Rainer Meier, BFF Wittmar |
| S. 12 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST | S. 44 | Fraunhofer ILT |
| S. 13 | thyssenkrupp Steel Europe AG | S. 45 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 14 | Elke Bürger, Fraunhofer IST | S. 46 | Jan Benz, Fraunhofer IST |
| S. 15 | Volkswagen AG | S. 48 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 16 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 50 | Thammo Siedenburger, Fraunhofer IST |
| S. 18 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST | S. 50 | Tom O'Donnell / Nils Mainusch, Fraunhofer IST |
| S. 24 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 51 | Nils Mainusch, Fraunhofer IST |
| S. 24 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 52 | Jan Benz, Fraunhofer IST |
| S. 25 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 54 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 25 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST | S. 56 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 26 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST | S. 56 | Jan Benz, Fraunhofer IST |
| S. 27 | Ronald Frommann, Fraunhofer | S. 57 | Jan Benz, Fraunhofer IST |
| S. 28 | Rainer Meier, BFF Wittmar | S. 58 | Jan Benz, Fraunhofer IST |
| S. 28 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST | S. 60 | Ronja Grünke, Fraunhofer IST |
| S. 29 | Jan Benz, Fraunhofer IST | S. 61 | Falko Oldenburg, Fraunhofer IST |
| S. 30 | Ulrike Balhorn, Fraunhofer IST | S. 62 | Hans-Jürgen Kramer, MTJ Medizintechnik & Service GmbH |

- S. 63 Fraunhofer IST
- S. 64 Dr. Ernst-Rudolf Weidlich, GRT GmbH & Co. KG
- S. 65 Rowena Duckstein, Fraunhofer IST
- S. 66 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 68 Jan Benz, Fraunhofer IST
- S. 68 Rainer Meier, BFF Wittmar
- S. 69 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 70 Rainer Meier, BFF Wittmar
- S. 70 Jan Benz, Fraunhofer IST
- S. 71 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 76 Rainer Meier, BFF Wittmar
- S. 78 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 79 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 80 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 82 Kurt Fuchs / Fraunhofer-Gesellschaft
- S. 83 Claudia Siatkowski, INPLAS e. V.
- S. 84 Florian Aue/Pressestelle HAWK
- S. 84 Fraunhofer IST
- S. 85 Fraunhofer IST
- S. 86 Manuela Lingnau, Fraunhofer WKI
- S. 87 Fraunhofer IST
- S. 94 Holger Gerdes, Fraunhofer IST
- S. 95 Falko Oldenburg, Fraunhofer IST
- S. 96 Ulrike Balhorn, Fraunhofer IST

IMPRESSUM

**Das Fraunhofer-Institut für Schicht-
und Oberflächentechnik IST**

Institutsleitung

Prof. Dr. Günter Bräuer

Stellvertretender Institutsleiter

Prof. Wolfgang Diehl

Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig
Telefon +49 531 2155-0
Fax +49 531 2155-900
info@ist.fraunhofer.de
www.ist.fraunhofer.de



Redaktion und Koordination

Dr. Simone Kondruweit
M. A. Daniela Viehmeier

Layout

Dipl.-Des. Falko Oldenburg

Druck

gutenberg beuys feindruckerei GmbH
www.feindruckerei.de

© Fraunhofer IST 2016