

## Plasma Germany Frühjahrssitzung

Die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel lud Plasmafachleute aus Forschung und Industrie ein

### Die Veranstaltung

Vom 17. bis 18. April 2018 fand die Frühjahrssitzung des deutschen Kompetenznetzes für Plasmatechnologie „Plasma Germany“ an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) statt. Rund 30 Teilnehmer waren gekommen, um sich über aktuelle Aktivitäten im Bereich der Plasmaoberflächentechnologie auszutauschen. Höhepunkte waren der Workshop mit interessanten Beiträgen zur Plasmatechnologie sowie die Diskussionsrunde zum Thema „Plasmatechnik 4.0“. Des Weiteren wurden die Mitgliederversammlung von Plasma Germany, die Sitzung des Fachausschusses „Plasma und Polymere“ sowie der traditionelle Stammtisch, diesmal in der Forstbaumschule in Kiel, abgehalten. Besichtigungen des Instituts für Experimentelle und Angewandte Physik an der CAU, Arbeitsgruppe Plasmatechnologie der CAU Kiel, des Instituts für Materialwissenschaft der CAU Kiel und der Firma HELL Gravure Systems GmbH & Co. KG, Kiel, rundeten das Programm ab. Im Folgenden wird über den Workshop und die Diskussionsrunde ausführlicher berichtet. Die Aktivitäten der Kieler Arbeitsgruppe Plasmatechnologie werden in einem gesonderten Bericht vorgestellt.

### Die Diskussionsrunde

Schwerpunkt der Fragestellung war, wie sich plasmabasierte Beschichtungsprozesse für Anwendungen

von Industrie 4.0 verbessern lassen. Plasmatechnologie ist für viele Prozesse der Halbleiter-, Dünnschicht- oder Optikindustrie sowie der Medizintechnik relevant. Produkte, die sich individuell an Kundenwünsche anpassen lassen, sich selbst steuernde Maschinen und eng verknüpfte Verfahrensschritte – der Ansatz von Industrie 4.0 stellt ganz neue Anforderungen an Prozesse, Anlagen und die digitale Verarbeitung von Informationen. „Viele Verfahren, die mit Plasmen arbeiten, wie zum Beispiel die Beschichtung von Oberflächen, sind allerdings noch nicht auf eine moderne industrielle Produktion ausgerichtet“, sagte Professor Christian Oehr, derzeitiger Vorsitzender von Plasma Germany und Institutsleiter beim Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart. Hier sehen die Mitglieder von Plasma Germany dringend Handlungsbedarf. Ein Diskussionschwerpunkt war daher, wie sich Plasmaprozesse gezielter gestalten und regeln lassen. „Zwischen Plasmen und Oberflächen kommt es zu zahlreichen Wechselwirkungen. Diese müssen wir noch genauer verstehen, um sie besser kontrollieren zu können“, sagte Holger Kersten, Professor für Plasmaphysik an der CAU und Gastgeber des Fachtreffens.

Wissenschaft und Industrie haben ein großes Interesse daran, mehr über das Zusammenspiel der Parameter zu erfahren, die plasmabasierte Prozesse beeinflussen. Wie werden zu beschichtende Substrate in die



Kiel begrüßte die Teilnehmer mit schönem Wetter (links)  
Die Diskussionsrunde (rechts) (Foto links Su, rechts CAU)



Prof. Ohr und Dr. Strümpfel bei der Mitgliederversammlung (links); der Workshop (rechts)

(Fotos: CAU)

Anlagen eingeschleust, wie arbeiten Sensoren zur Datenerhebung, wann werden Anlagen gereinigt? Das alles kann Auswirkungen haben auf die Stabilität von Prozessen, die Qualität der Produkte oder die Laufzeit von Anlagen. Viele dieser Parameter erfassen die Anlagen selbst, andere müssen durch zusätzliche Sensorik gezielt erhoben werden. Welche Informationen in sinnvoller Weise erfasst, zusammengeführt und ausgewertet werden, ist für jeden Prozess einzeln zu entscheiden, so ein Ergebnis der Diskussion. Mit diesen Daten wollen die Mitglieder ein modernes Regelungssystem entwickeln, das ganze Anlagen steuert und damit Anforderungen der Industrie 4.0 erfüllt.

### Der Workshop

Nachdem der Gastgeber, Prof. Holger Kersten, CAU Kiel, die Teilnehmer offiziell begrüßt und die Aktivitäten seiner Arbeitsgruppe kurz vorgestellt hatte (siehe getrennter Bericht), startete Prof. Rainer Adelung, CAU Kiel die Vortragsreihe mit seinem Beitrag „Plasmawechselwirkung mit porösen Nanomaterialien“. Durch Flammentransportsynthese kann eine hochporöse, flexible Keramik, z. B. auf Basis von Zinkoxid, hergestellt werden. Dabei wird ZnO verdampft („gebacken“) und scheidet sich auf einem Trägersubstrat als weicher, hochporöser, sehr temperaturbeständiger „Schaum“ wie Watte ab. Auf ihm können mittels CVD Kohlenstoff-Nanotubes abgeschieden werden. Wird anschließend das Zinkoxid weggeätzt, verbleibt ein freistehendes Kohlenstoffnetzwerk (Aero-Graphit) von geringer Dichte ( $< 0,18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ), das elektrisch leitfähig, polarisierbar, robust, laserstabil und schwarz gefärbt ist (perfekter schwarzer Körper). Es kann im

Sauerstoffplasma funktionalisiert und so z. B. superhydrophob gemacht werden. Die Phi-Stone AG stellt mit Hilfe der Flammentransportsynthese verschiedene Nanomaterialien, darunter auch Aero-Bornitrid her, die unter dem geschützten Markennamen CSP® (Core Spike Particle) vertrieben werden und unter anderem in der Medizintechnik zum Einsatz kommen sollen.

Über „Multifunktionsschichten für dekorative Anwendungen und Medizintechnik“ informierte anschließend Burkhard Scholz, EuropCoating GmbH, Hohenlockstedt. Die Anforderungen an dekorative Schichten sind vielfältig, sie reichen von der Haftfestigkeit über die Farbgebung/Farbverteilung und die Verschleißfestigkeit bis zum Korrosionsschutz. Für den Einsatz in der Medizintechnik werden zusätzlich noch z. B. Bioverträglichkeit oder antibakterielle Wirkung benötigt. Dekorschichten können Eigenfarbe haben wie Titanitrid, Titancarbonitrid, Zirkoniumnitrid oder Chromnitrid, aber auch ohne Eigenfarbe bzw. transparent sein wie Titandioxid, Indiumzinnoxid (ITO) und Niobpentoxid. Als Beschichtungsverfahren werden Lackieren, Sol-Gel-Prozesse, Galvanisieren, Anodisieren, PVD und PECVD sowie auch Kombinationen dieser Verfahren eingesetzt. Bei Plasmaverfahren haben Reaktivgas und Bias-Spannung einen deutlichen Einfluss auf die Farbgebung der abgeschiedenen Schichten, aber auch Vorbehandlungsprozesse wie das Strahlen beeinflussen die Oberflächentopographie und damit ebenfalls die Farbgebung. Durch Steuerung und Kontrolle der Prozessparameter können die gewünschten Funktionalitäten gezielt eingestellt werden. Beispiele von Dekorteilen und Teilen für die Medizintechnik rundeten den Vortrag ab.

Für Präzisions-Dünnschichtoptiken gelten sehr hohe Anforderungen bezüglich Reproduzierbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Spannungsfreiheit, mechanische Stabilität oder eine hohe Zerstörschwelle (für Laseroptiken). Dr. Rüdiger Foest, Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie Greifswald (INP), stellte in seinem Beitrag „Plasmabasierte Prozesssteuerung bei der Deposition von dünnen Schichten für Präzisionsoptiken“ das PIAD (plasma ion assisted deposition)- Verfahren vor, eine Plasma-Ionengestützte Methode zur Fertigung hochwertiger Interferenzoptiken. Der Energie- und Impulseintrag des Plasmastrahls beeinflusst die Schichteigenschaften unterschiedlicher Materialien wie  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ , oder  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ . Da konventionelle Prozessregelungskonzepte schnell an ihre Grenzen stoßen, wurden neue plasmabasierte Methoden erarbeitet. Durch in-situ Monitoring von Plasmakenngrößen wie Strahl- und Elektroendichte konnte eine direkte Prozesskontrolle realisiert werden. Angewandt wurde auch ein Konzept zur Quellen-Regelung basierend auf der Ionenstrahlleistung. Der Leistungsnachweis der neuen Steuerungskonzepte in der Praxis wurde durch Reproduzierbarkeitsexperimente an einem Mehrschichtsystem ( $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$  Quarterwave-Stack) geführt.

„Multilayer-Optiken für moderne Röntgenanalytik und Synchrotronquellen“ – Dr. Jörg Wiesmann, incoatec GmbH Geesthacht, berichtete über die Aktivitäten seines Unternehmens, das sich unter anderem auf die Herstellung von Röntgen- und Synchrotronoptiken spezialisiert hat. Diese werden in optimierten Beschichtungsanlagen für unterschiedliche Größen,

Gradienten und Qualitäten erzeugt. Dabei kommen ausschließlich Sputterverfahren zum Einsatz, mit denen die erforderliche Qualität erreicht wird. Röntgenoptiken enthalten extrem präzise Multilagenstrukturen, die physikalisch als Bragg-Reflektor wirken und z. B. in Diffraktometern zum Einsatz kommen. Als Targetmaterialien werden für Totalreflexionsoptiken C,  $\text{B}_4\text{C}$ , SiC, SiN, Rh, Ru, W oder Cr eingesetzt, für Multilagenreflektoren W,  $\text{WSi}_2$ , Ru, V, La, Mo,  $\text{TiO}_2$  oder Ni, für Multilagen Spacer C, BN,  $\text{B}_4\text{C}$ , Si, SiC, SiN. Das Unternehmen hat auch eine Mikrofokusquelle zur Marktreife gebracht, die einen optimal fokussierten Röntgenstrahl liefert und unter anderem bei Kleinwinkelstreuungsmessungen unter streifendem Einfall (grazing-incidence small-angle x-ray scattering, GISAXS) eingesetzt wird.

Die Ellipsometrie ist ein „altes“ Verfahren zur Charakterisierung dünner Filme, das aber auch heute noch vielfältig Anwendung findet. In seinem Beitrag „130 Jahre Ellipsometrie – Neuigkeiten und Beispiele“ stellte Dr. Wolfgang Fukarek, Federal Mogul/VTD Dresden, dieses Verfahren und seine modernen Varianten vor und erläuterte das große Anwendungspotential dieser Messtechnik anhand von Beispielen. So können unter anderem die Abscheidungs- und Aufwachsrate von AZO, a-C:H oder cBN mit Hilfe der Ellipsometrie bestimmt werden.

Über „Impuls- und Energiestrommessungen in Prozessplasmen für Forschung und Industrie“ informierte abschließend Dr. Thomas Trottenberg, Universität Kiel. Da rein elektrische Sonden oft nicht ausreichend sind, wurden ergänzende Diagnostikmethoden einge-



Der Stammtisch in der Forstbaumschule (links);



Führung durch das Institut für Experimentelle und Angewandte Physik (Fotos: CAU)

setzt, die den Energiestrom (kalorimetrische Sonden, Thermosonden) oder den Impulsstrom (Kraftsonden) messen. Messungen mit (passiven) kalorimetrischen Sonden wurden an RF-, Magnetronspalter-, HIPIMS- und PBII-Prozessen vorgenommen und bewertet. Kraftsonden messen über die Auslenkung eines keramischen Biegebalkens den Elektronendruck und liefern Hinweise auf impulsreiche Neutralteilchen, angeregte Gasatome oder Reaktionen mit der Wand. Auch hier wurde das Potential der Methode an Beispielen demonstriert. Die Arbeiten konnten zeigen, dass kalorimetrische und kraftmessende Sonden Aspekte erfassen, für die rein elektrische Sondenmethoden „blind“

sind. Dazu zählen energiereiche Neutrale, chemische Reaktionen sowie Sputtervorgänge.

#### Dank an die Organisatoren

Für die Organisation der Frühjahrssitzung in Kiel soll Professor Holger Kersten an dieser Stelle nochmals gedankt werden. Dank gilt auch der Europäischen Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V., Dresden, für die langjährige erfolgreiche Betreuung und Verwaltung des Arbeitskreises. Die Herbstsitzung von Plasma Germany wird vom 6. bis 7. November 2018 bei INNOVENT e. V. in Jena stattfinden.

-R. Suchentrunk-

#### Darlehen unter Freunden und innerhalb der Familie

Das Sozialgericht Stuttgart hat in seinem Urteil vom 21.02.2018, Aktenzeichen S 28 AS 3139/14 darüber entschieden, was ein Darlehensvertrag unter Verwandten und engen Freunden voraussetzt. Es kam zu dem Schluss, dass nur dann ein ernstlicher Darlehensvertrag vorläge, wenn der Vertrag schriftlich verfasst wäre und wenn auch eine Rückzahlungsvereinbarung getroffen wäre. Wenn diese Voraussetzungen fehlen muss nach Ansicht des Gerichts von einer Unterhaltsgewährung und nicht von einem Darlehen ausgegangen werden. In dem vorliegenden Fall hatte ein Mutter ihrem in Ausbildung befindlichen Kind regelmäßig Geld überwiesen und auch die Miete bezahlt, insgesamt ca. 40.000 Euro. Zunächst hatte das Kind vom Amt Leistung zur Sicherung des Lebensunterhaltes, Sozialhilfe, erhalten, die aber bei Bekanntwerden der Zahlungen der Mutter eingestellt wurden. Das Kind behauptet die Gelder lediglich als Darlehen erhalten zu haben, konnte aber weder eine schriftliche Vereinbarung noch eine konkrete Rückzahlungsregelung nachweisen, es war lediglich vereinbart, dass das Geld dann zurückgezahlt werden solle, wenn es ihm finanziell möglich sei ... Nicht zuletzt hatte auch der Umstand, dass die Mutter die Zahlungen an ihren Sohn steuerlich als Unterhaltsleistungen abgesetzt hatte, zu der Entscheidung geführt.