

<b>Projekt:</b>	<b>Erforschung der ADP-Jet Technik zur multifunktionalen, kostengünstigen a-C-H-Schichtentwicklung (APACHE)</b>
<b>Koordinator:</b>	Plasmatreat GmbH Dr. Alexander Knospe Bisamweg 10 33803 Steinhagen Tel.: 05204 / 996015 e-Mail: <a href="mailto:alexander.knospe@plasmatreat.de">alexander.knospe@plasmatreat.de</a>
<b>Projektvolumen:</b>	3,2 Mio € (ca. 50,6% Förderanteil durch das BMBF)
<b>Projektlaufzeit:</b>	01.09.2012 bis 30.11.2015
<b>Projektpartner:</b>	➔ PlasmaTreat GmbH, Steinhagen ➔ Fraunhofer IFAM, Bremen ➔ Siemens AG, Erlangen ➔ BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, Traunreut ➔ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel ➔ DST Dräxlmaier Systemtechnik GmbH, Vilsbiburg

### **Ein vielseitiges Werkzeug für innovative Anwendungen**

Plasma ist als „4. Aggregatzustand“ (ionisiertes Gas) ein besonderes und vielseitiges Werkzeug - nicht nur für die Optischen Technologien: als Schlüsselement in vielen Branchen.

Über elektrische und magnetische Felder kann Energie effizient in verschiedener Form gezielt ins Gas eingekoppelt werden. So wird entweder die thermische Energie zum Schweißen genutzt, die gezielte Anregung zur effizienten Erzeugung von Licht für die Beleuchtung, in Mikroelektronik, Medizintechnik und Unterhaltungsindustrie, oder das gezielte Aufbrechen von chemischen Verbindungen zur Synthese oder Umwandlung von Stoffen. Die Sicherung der Technologieführerschaft deutscher Unternehmen und die Marktdurchdringung sind vordringliche Ziele dieser Fördermaßnahme.

Gegen die steigende Umweltbelastung für Luft und Wasser haben Plasmaverfahren Potentiale, die effizient genutzt werden sollten: Durch das Zusammenführen von nicht-thermischen Plasmaverfahren mit anderen Methoden, z. B. katalytischer Behandlung oder Adsorption werden neuartige Konzepte für die Abluft- und Abgasnachbehandlung eröffnet. In der Abwasserbehandlung ist die plasmabasierte Erzeugung von Ozon schon lange Stand der Technik. Eine Vielzahl organischer Verbindungen (z. B. Pestizide oder Öle), aber auch bestimmte biologische Kontaminationen verlangen jedoch nach effizienten Ansätzen zur Schadstoffreduktion. Die gezielte Erzeugung nicht-thermischer Plasmen in direktem Kontakt mit der Flüssigkeit ist hierbei ein Schlüssel zum Erfolg.



**Bild 1: Plasma birgt enorme Potentiale zur Bearbeitung und Veredelung von Oberflächen. Hier: Plasmadiffusionsbehandlung von Werkzeugen. (Quelle: FhG-IST, IOT, Braunschweig)**

Auch die funktionelle Beschichtung und Veredelung von Oberflächen mit Plasmen sind zwar etablierte Verfahren, die zugrundeliegenden Prozesse sind bisher jedoch noch weitgehend

unverstanden. Nur eine systematische Erforschung kann hier das empirische Vorgehen überwinden und entscheidende Verbesserungen und Innovationen für Schichten und Schichtsysteme herbeiführen.

### **Haltbare organische Schutzschichten – kostengünstig und präzise auch ohne Vakuum**

Die funktionale Beschichtung von Oberflächen spielt in vielen Industriebereichen eine herausragende Rolle. Die Oberflächen von Solarzellen müssen beispielsweise sehr widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse wie Regen oder Sand sein, dabei aber gleichzeitig sehr transparent für einen großen Spektralbereich des einfallenden Lichts. Auf Hausgeräten oder Automobilarmaturen sollen sie für eine gute Reinigbarkeit sorgen und gleichzeitig die Sichtbarkeit von Verunreinigungen durch Fingerabdrücke reduzieren. Kann man die Wasser-Benetzbarkeit der abgeschiedenen Oberfläche variieren, ergibt sich für eine hohe Benetzbarkeit ein großer Nutzen als Haftvermittlerschicht, bei niedriger Benetzbarkeit eine geringere Verschmutzungsneigung. Entsprechende Beschichtungsverfahren müssen darüber hinaus möglichst kostengünstig und einfach sein.

Für solche Schichten eignen sich Plasmaverfahren hervorragend. Sie sind bisher jedoch in der Regel nur bei Niederdruck, also in Vakuumkammern, abscheidbar und somit nicht inline-fähig und daher kostspielig. Im Rahmen des APACHE-Verbundprojekts bestehend aus den Firmen Plasmatreteat, Siemens, BSH Bosch und Siemens Hausgeräte, der Dräxlmaier GmbH sowie der Universität Kiel und dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung werden daher Plasma-Jet-Quellen erforscht, mit denen sich umweltfreundliche, funktionelle Schichten auch unter Atmosphärendruck abscheiden lassen.

Schichten auf Siliziumbasis können bereits erfolgreich bei Atmosphärendruck abgeschieden werden, jedoch sind diese in ihrer chemischen Funktionalität und in ihren optischen Eigenschaften stark eingeschränkt. Aus der Niederdruck-Plasmatechnik ist bekannt, dass plasmapolymere amorphe Kohlenwasserstoffschichten (a-C:H), z.B. durch Variation des Wasserstoffgehaltes, eine deutlich höhere Bandbreite an Schichteigenschaften ermöglichen. Für gegenwärtige Plasmajet-Konzepte bestehen jedoch starke Limitierungen aufgrund der Energiedichten, Temperaturverteilungen, hohen Stoßraten und Wechselwirkungen in der Gasphase an Atmosphärendruck.

### **Plasmajets bei Atmosphärendruck – viele Vorteile, aber hoch komplex**

Daher werden im APACHE Projekt grundlegende Mechanismen und technische Voraussetzungen für die Abscheidung der organischen Schichten mit den jeweils gewünschten Eigenschaften untersucht, damit diese im Anschluss möglichst rasch zu einer Aufwertung von deutschen Industrieprodukten führen – im Projekt beispielhaft durch den Energiesektor, die Hausgeräteindustrie und die Automobil-Interieurzulieferer-Branche vertreten.

Das APACHE Projekt leistet somit einen umfassenden Beitrag zum Erhalt und zur Steigerung deutscher Wettbewerbsfähigkeit. Durch die angestrebten Projektziele kann der Energieverbrauch bei Fertigung und Nutzung der Produkte gesenkt werden, wodurch außerdem ein Beitrag zur Realisierung der Klimaziele der Bundesrepublik Deutschland geleistet wird. Durch Einsparung von Lösemitteln und reaktiven, umweltbedenklichen Haftvermittlern und Additiven werden neue Prozesse realisierbar, die bisher aus



Bild 2: Atmosphärendruck-Plasmadüse zur Schichtabscheidung (Quelle: IFAM, Bremen)

Umwelt- und Arbeitsschutzgründen in Deutschland nicht realisiert werden konnten.

Daraus ergeben sich nicht nur positive Auswirkungen auf den Hightech-Standort Deutschland sondern auch für den Arbeitsmarkt.