

Projektziel

Ziel ist es, für die direkte PVD-Beschichtung von Kunststoffen durch den Einsatz der modernen HiPIMS-Technologie die höchstmögliche Qualitätssteigerung zu erreichen. Darüber hinaus sollen neue, marktrelevante Einsatzmöglichkeiten im dekorativen Bereich erschlossen werden. Dieses Projekt ist für alle Firmen in der Kunststoffveredlung geeignet, die Wert auf eine hohe dekorative Flexibilität legen sowie auf Beschichtungen mit einer hochwertigen Optik und robusten Eigenschaften setzen.

Projektleistungen

Marktübersicht zur HiPIMS-Technologie

- Anlagenhersteller und Beschichter

Untersuchungen zu HiPIMS

- auf insgesamt vier thermoplastischen Kunststoffen (Materialien werden abgestimmt) mit & ohne Vorbehandlungen (z.B. Corona)
- umfangreiche Haftungsprüfungen und weitere Analysen (z.B. Schichtwachstum) an metallischen und keramischen Beschichtungen
- direkter Vergleich zum DC-Magnetron-Sputtern

Neue Designmöglichkeiten im PVD-Bereich

- Realisierung und Untersuchung gut haftender PVD-Schichten, die strukturierte Kunststoffoberflächen perfekt abbilden
- tiefschwarze Beschichtungen mit DLC
- Performance-Tests dieser PVD-Systeme mit Schutzlackierung nach Automobilstandards
- Lenkung des Sputtermaterials durch magnetische/elektrische Felder im Prozess für homogenere Beschichtungen von 3D-Bauteilen

Alternative zur Chrom(VI)-haltigen Vorbehandlung für die Kunststoffgalvanisierung

- direkte HiPIMS Beschichtung auf ABS, PC/ABS und PC mit anschließender Galvanisierung; Analysen der Schichtsysteme

Zugang zu den Vorgängerprojektergebnissen

Projektdaten

Projektname: PVD-Beschichtung 3
Projektstart: Mai 2019
Projektlaufzeit: 2 Jahre
Projektkosten: 7.500 €/Jahr*

Die Rechnungsstellung erfolgt in Teilbeträgen jeweils zum Start des Projektes und nach einer Laufzeit von einem Jahr.

*Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

Quereinstieg möglich

Auch nach Projektstart ist ein Quereinstieg jederzeit möglich.

Information

Weitere Auskünfte zum Projektinhalt und -ablauf erhalten Sie über unsere Internetseite oder durch den direkten Kontakt:

Carl Schulz, M. Sc.

+49 (0) 23 51.10 64-137
c.schulz@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Dominik Malecha

+49 (0) 23 51.10 64-132
malecha@kunststoff-institut.de

Datenschutzrechtliche Hinweise:

Verantwortlich für die Zusendung dieses Flyers ist das Kunststoff-Institut Lüdenscheid. Die Zusendung erfolgt aufgrund Ihres Interesses an Neuigkeiten aus unserem Hause. Informationen zur Datenerhebung finden Sie unter www.kunststoff-institut.de. Sie haben jederzeit die Möglichkeit einer zukünftigen Nutzung Ihrer personenbezogenen Daten für diese Zwecke zu widersprechen. Einen Widerspruch richten Sie bitte an das Kunststoff-Institut Lüdenscheid, Karolinenstraße 8, 58507 Lüdenscheid, Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-191 oder mail@kunststoff-institut.de. Fragen zum Datenschutz richten Sie an datenschutz@kunststoff-institut.de.

Kunststoff-Institut

für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH
(K.I.M.W.)

Karolinenstraße 8 | 58507 Lüdenscheid

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-191

Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190

www.kunststoff-institut.de | mail@kunststoff-institut.de

Verbund-
projekt



3. Projekt

PVD-Beschichtung von Kunststoffen

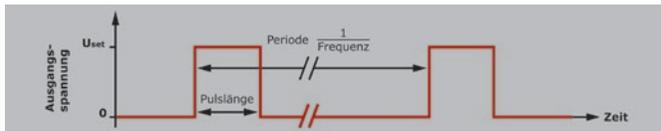
Qualitätssteigerung durch HiPIMS

Einleitung

Der Wunsch im dekorativen Bereich eine robuste PVD-Beschichtung direkt (ohne Primerlackierung) auf unterschiedliche Kunststoffe aufzubringen wird oft durch eine geringe Haftung getrübt. Vorteile einer solchen direkten Beschichtung sind geringere Prozesskosten, Minimierung von Ausschuss, verbessertes Glanzbild, die Möglichkeit strukturierte Kunststoffoberflächen perfekt abbilden zu können oder eine Vorbeschichtung für die Galvanik zu realisieren. Das HiPIMS Verfahren bietet Chancen für die erfolgreiche Umsetzung.

Was bedeutet HiPIMS?

Das moderne PVD-Verfahren HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) steigert die Wechselwirkung zwischen Kunststoff und PVD-Beschichtung auf eine ganz neue Ebene. Grund dafür ist eine Pulser-Einheit, die mit geringem Aufwand in DC-Magnetron-Sputteranlagen integriert werden kann. Dieser Pulser dient dazu, die Energieeinspeisung im Gegensatz zum konventionellen Prozess gepulst auszuführen. Durch dieses Vorgehen wird das Beschichtungsmaterial ionisiert.



Beispiel Spannungskurvenprofil eines HiPIMS-Prozesses

Daraus ergeben sich neben den deutlich besseren Wechselwirkungen des Beschichtungsmaterials zur Kunststoffoberfläche auch weitere signifikante Vorteile und Möglichkeiten, die aufgezeigt, vergleichend analysiert und geprüft werden sollen.

Vorteile der HiPIMS-Technologie

- unkomplizierte Aufrüstung vorhandener Anlagen
- bessere PVD-Schichthaftung zum Kunststoff
- PVD-Beschichtbarkeit von sonst unbeschichtbaren Kunststoffen (z.B. PMMA)
- homogenere Schichten
- stabilere Sputterprozesse
- Lenkung des Sputtermaterials im Prozess

Projektschwerpunkte

Marktübersicht

Die Produkte der HiPIMS-Anlagen- bzw. Pulsgeneratormerkmale und Anwender werden europaweit, mit dem Fokus auf Deutschland und Umgebung, recherchiert und aufgelistet.

Direkte HiPIMS Beschichtungen

Es werden weitreichende Untersuchungen an unterschiedlichen Kunststoffen durchgeführt. Die Materialien werden zu Beginn von den Projektteilnehmern abgestimmt. Hierbei werden neben Hochglanz- auch strukturierte Oberflächen mit metallischen und keramischen Schichten appliziert und untersucht. Eigenschaften wie Homogenität und Schichtwachstum werden mit dem DC-Magnetronspultern verglichen.

Was ist ein Verbundprojekt?

In den Verbundprojekten entwickelt das Institut für die teilnehmenden Unternehmen ein innovatives Thema. Dieses ist praxisnah, mit hohem technologischem Know-how und wird ausschließlich über Teilnehmer-Beiträge finanziert.

Vorteile eines Verbundprojektes

- Kostensharing = niedrige Projektbeiträge pro Teilnehmer
- Geringe Personaleinbindung der teilnehmenden Firmen
- Technologische Marktführerschaft
- Netzwerkbildung
- Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch
- Mitarbeiterweiterbildung/-qualifizierung

Zeit- und kostenintensive Untersuchungen sowie die Projektabwicklung erfolgen ausschließlich durch das Institut. Die Personaleinbindung der Firmen beschränkt sich im Minimum auf die Teilnahme an den Projekttreffen (i. d. R. zwei- bis dreimal im Jahr).

Geheimhaltung

Sämtliche Projektergebnisse unterliegen während der Projektlaufzeit der Geheimhaltung. Ergebnisse von firmenspezifischen Untersuchungen werden vertraulich behandelt.

HiPIMS-Schicht-Kunststoff-Verbund

Um bessere Wechselwirkungen zwischen der Kunststoffoberfläche und dem ionisierten Beschichtungsmaterial zu erreichen, werden etablierte Vorbehandlungsmöglichkeiten getestet. Eine umfangreiche Haftungsprüfreihe (Stirnabzugstests) in Kombination mit Oberflächenuntersuchungen (z.B. ToF-SIMS) soll wichtige Kriterien für eine gute Haftung aufzeigen.

Performanceprüfung mit Schutzlackierung

Um direkt (ohne Primer) PVD-beschichteten Kunststoffen den notwendigen mechanischen und chemischen Schutz zu bieten, werden diese mit PUR- und UV-Lackierungen geschützt. Diverse Automobilprüfungen sollen aufzeigen, inwieweit die HiPIMS-Beschichtung die Schwachstelle des Kunststoff-PVD-Schichtverbundes behebt.

Tiefschwarzes DLC durch HiPIMS

Im vorangegangenen Projekt wurden umfangreiche Erkenntnisse zur Diamond-Like-Carbon-Beschichtung auf Kunststoffen (ohne Schutzlack!) gewonnen. Es wurde aufgezeigt, dass durch einen stabileren Reaktivsputterprozess, wie bei HiPIMS, noch dunklere Schichten abgedepositioniert werden können.

HiPIMS als umweltfreundliche Vorbehandlung für die Kunststoffgalvanisierung

Die verbesserte Haftung der HiPIMS-Schicht motiviert zur Untersuchung, ob eine robuste, alternative Vorbehandlungsschicht in der Kunststoffgalvanik ohne Verwendung von Chrom-VI möglich ist. Dazu werden HiPIMS Beschichtungen auf ABS, PC/ABS und PC mit anschließender Galvanisierung durchgeführt und die Schichtsysteme analysiert.

Gezielte Lenkung des Beschichtungsmaterials

Dadurch, dass beim HiPIMS-Verfahren das Beschichtungsmaterial in ionisierter Form vorliegt, soll dieses durch Versuche mit magnetischen und/oder elektrischen Feldern im Prozess gezielt gelenkt werden. Dies kann dazu genutzt werden, um 3D-Formteile homogener zu beschichten oder die ungewünschte Beschichtung der Kammerwände zu reduzieren.

ENGINEERING

Netzwerk

forschen & entwickeln

bilden & beraten

prüfen & analysieren

Verbundprojekte

**Informationspräsentation
Verbundprojekt „PVD Beschichtung von
Kunststoffen 3“**

- ▶ Erlangung weitreichender und vertiefter Kenntnisse zum HiPIMS- (High Power Impulse Magnetron Sputtering) auf Kunststoffen mit direkten Vergleichswerten zum DC-MS (Direct Current-Magnetron Sputtering)
- ▶ Realisierung optimierter HiPIMS-Prozesse zur Realisierung von PVD-Beschichtungen direkt auf induktiv-temperierter Kunststoffformteile
 - starker Verbund auf Hochglanz- und auf strukturierten Oberflächen
 - einwandfreie, dekorative Optik sowie hohe chemische und mechanische Beständigkeit mit einem Schutzlack, aber ohne Primer-Lackierung
 - sehr starker Verbund der PVD-Schicht zu verschiedenen Kunststoffen als umweltfreundliche Alternative zur Chrom-(VI)-haltigen Vorbehandlung bei der Kunststoffgalvanik
- ▶ Beschichtung noch dunklerer Diamond-Like-Carbon-Schichten (tief schwarze Optik) als im vorangegangenen Projekt
- ▶ gezielte Lenkung des Beschichtungsmaterials im PVD-Prozess

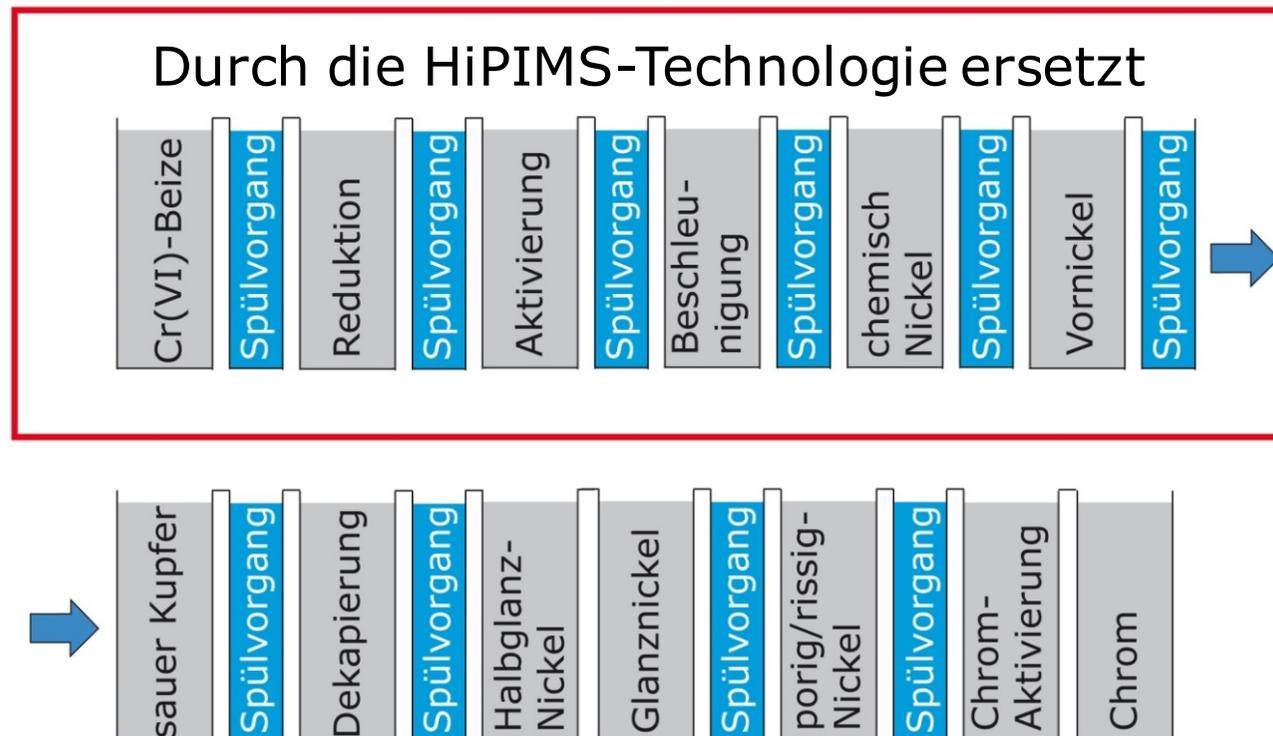
Motivation für eine Teilnahme

- ▶ die PVD-Beschichtung von Kunststoffen in Kombination mit einer Primer-Lackierung (Grundierung) und einem Schutzlack kann die Ausschussraten und Prozesszeiten enorm steigern

- ▶ HiPIMS bietet die Chance deutlich bessere Haftungen zum Kunststoff zu erzielen und somit die Möglichkeit auf die Primerlackierung zu verzichten und sogar weitere sonst nicht beschichtbare Kunststoffe wie z.B. hochtransparentes PMMA transluzent zu metallisieren
 - Prozesszeit- und Ausschusseinsparung
 - hohe Flexibilität in der Optik
 - hochglanz- und strukturierte Oberflächen möglich
 - Schutzlack bietet eine höhere Unabhängigkeit in der PVD-Materialauswahl (Sie bestimmt größtenteils die mechanische und chemische Resistenz sowie den Anti-Fingerprint-Effekt)

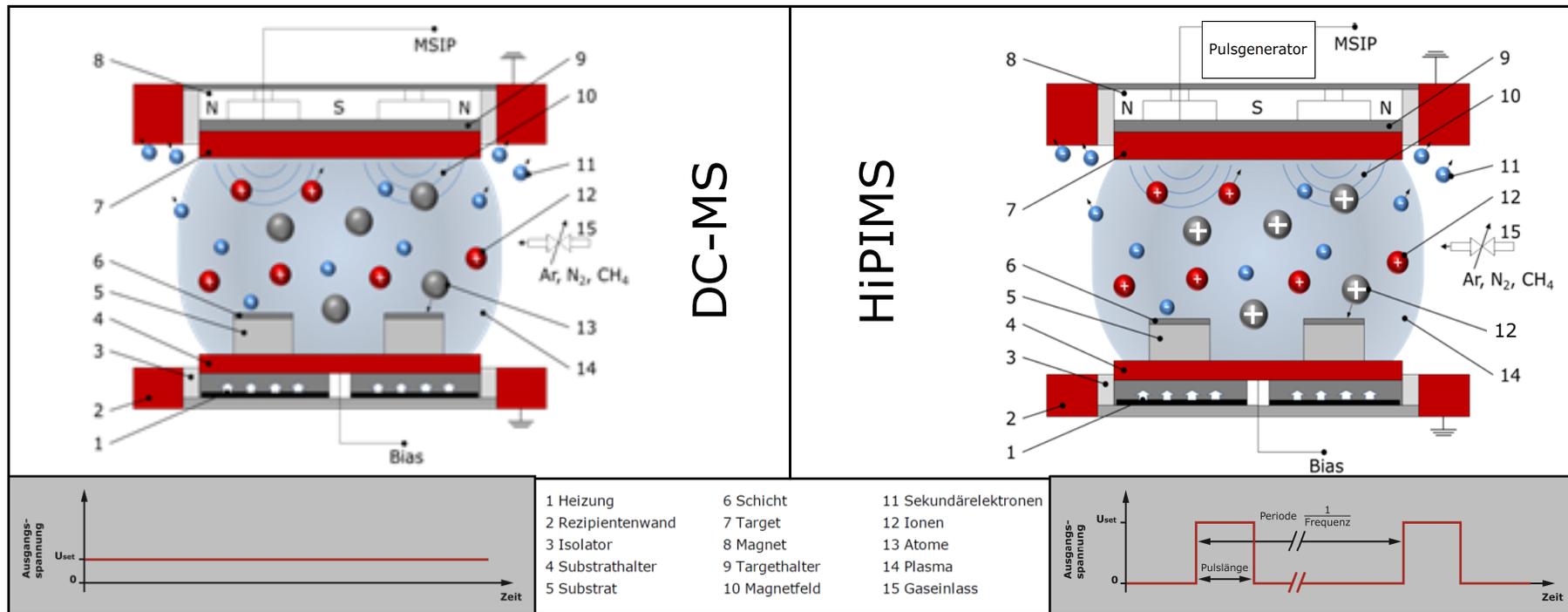
Motivation für eine Teilnahme

- ▶ die REACH-Verordnung verlangt langfristig bei der Kunststoffgalvanisierung auf Chrom-(VI) zu verzichten, welches aktuell bei der Beize der Kunststoffe eingesetzt wird
- ▶ hier kann die HiPIMS-Technologie bei gleichstarkem Haftverbund wie bei einer Chrom-(VI)-Beize eine echte alternative Vorbehandlung darstellen



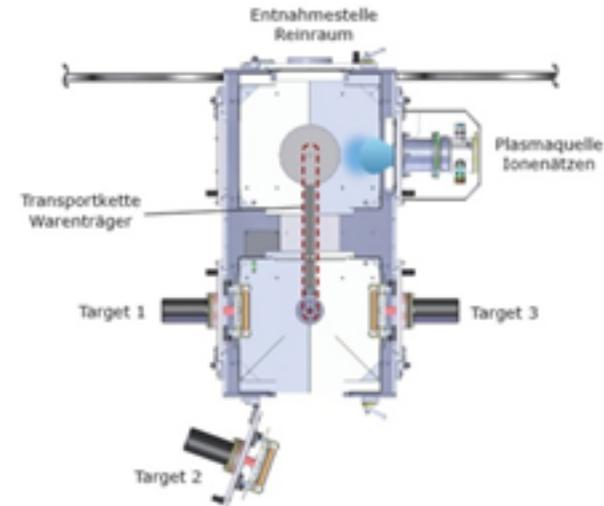
Stand der Technik

- ▶ Bei der Beschichtung von Kunststoffen werden in der Industrie vor allem Verdampfungs- und DC-MS-Anlagen verwendet → stoßen bei Direktbeschichtungen haftungstechnisch schnell an die Grenzen
- ▶ Forschungsergebnisse zeigen signifikante Vorteile der HiPIMS-Beschichtung von Kunststoffen auf, da anders als bei den anderen PVD-Verfahren das Beschichtungsmaterial nicht im neutralen sondern in einem ionisierten Zustand vorliegt (siehe rechts)



- ▶ trotz der hochenergetischen Pulse, die die Ionisierungsdichte stark erhöht, bleibt die Prozesstemperatur durch die relativ langen Auszeiten in einem Bereich in dem Kunststoffe beschichtet werden können
- ▶ die moderne HiPIMS-Technologie ist aktuell in der Etablierungsphase und wird vor allem aufgrund dichter und homogener Schichten in der Beschichtung von metallischen Substraten eingesetzt
- ▶ das Kunststoff-Institut Lüdenscheid bietet eine hervorragende Infrastruktur, um in umfangreichen und praxisnahen Untersuchungen aufzuzeigen, inwieweit die Vorteile des HiPIMS einen direkten Nutzen für die Kunststoff-Industrie im dekorativen Bereich erzielen

- ▶ Kernstück des Projektes ist die DC-Magnetronspalter-Anlage von Oerlikon-Balzers (Technikums-Größe)



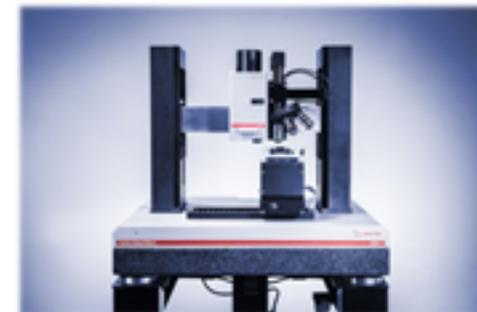
- ▶ Kooperation mit der Firma Magpuls, die dem Kunststoff-Institut Lüdenscheid den für HiPIMS notwendigen Pulsgenerator zur Verfügung stellt und umfangreiches Know-How zum Thema HiPIMS bietet



- ▶ Kooperation mit der Firma Plasus, die dem Kunststoff-Institut Lüdenscheid den für HiPIMS notwendigen Plasma-Emissionsspektrometer zur Verfügung stellt



- ▶ Kooperation mit der Firma Anton-Paar für Schichtanalysen hinsichtlich Härte, E-Modul und Microscratch-Prüfungen



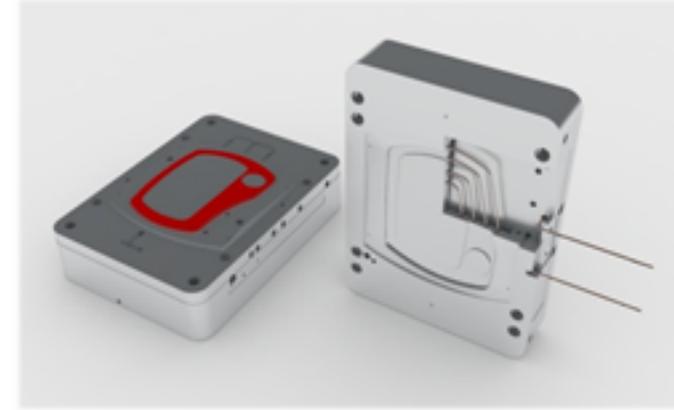
- ▶ Kooperation mit der Firma HSO für Kunststoffgalvanik-Versuchsreihen



- ▶ Roboterlackieranlage für reproduzierbare Schutzlackbeschichtungen



- ▶ moderne Spritzgießanlagen und Werkzeuge mit induktiver Temperierung für eine sehr hohe Kunststoffoberflächenqualität



Werkzeug mit
Induktoren für
variotherme
Temperierung

- ▶ vielseitige Vorbehandlungsmöglichkeiten von Kunststoffen, um die bestmögliche Wechselwirkung zwischen Kunststoff und HiPIMS-Schicht herauszustellen



ND-Plasma



AD-Plasma



Beflammen

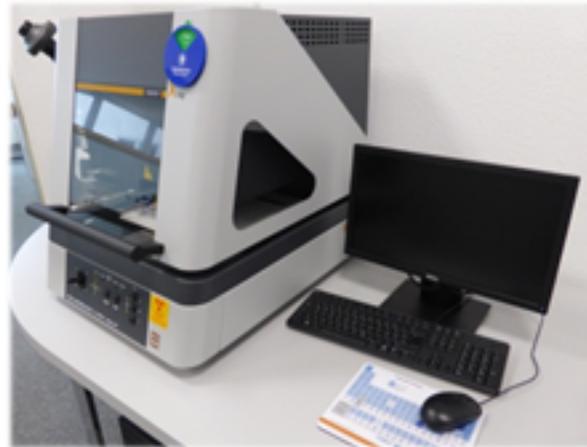


Corona

- ▶ eine Vielzahl an Anlagen und Geräte zur Schichtanalyse



Topographiebestimmung



Schichtdicke und -zusammensetzung



Oberflächenenergiebestimmung

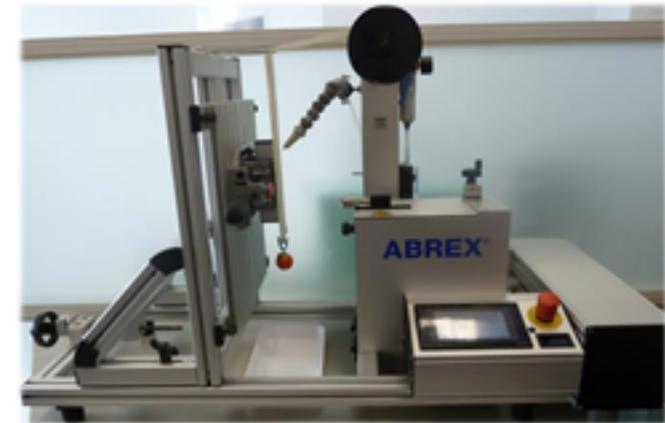
- ▶ Performancetests durch akkreditierte Prüfverfahren nach Automobilstandards



Kratzprüfungen



Klimawechseltests



Abriebprüfungen

- ▶ das Kunststoff-Institut Lüdenscheid bieten zusammen mit den Firmen Magpuls, Plasus, Anton-Paar und HSO umfangreiche bzw. langjährige Erfahrung in allen wichtigen Kernbereichen dieses Verbundprojektes:
 - DC-Magnetronspultern auf Kunststoffen
 - HiPIMS durch die Firma Magpuls
 - Plasmaemissionsspektroskopie durch die Firma Plasus
 - DLC-Beschichtung auf Kunststoffen
 - PVD-Beschichtungen in Kombination mit Primer- oder Schutzlackierung
 - Kunststoffgalvanisierung auf PVD-beschichteten Kunststoffen
 - Vorbehandlung/Aktivierung von Kunststoffen
 - variotherme Temperierung beim Spritzgießprozess
 - Schichtanalyse-Verfahren durch die Firma Anton-Paar
 - Prüftechnik nach Automobilnormen

Projektleistungen

Projektphase	Inhalt
1. Marktübersicht und Vorbereitungen	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche zu HiPIMS-Anlagen-/Generatorhersteller sowie Beschichter mit HiPIMS Anlagen - Erstellung von induktiv temperierter Kunststoffplatten (Hochglanz und strukturiert, vier Materialien von Teilnehmern abgestimmt) - HiPIMS-Beschichtungsvorversuche (drei Targetmaterialien werden abgestimmt)
2. metallische HiPIMS-Beschichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Metallisierung durch HiPIMS in Kombination mit Kunststoffaktivierungen (Corona, AD-/ND-Plasma, Beflammen, Argon-/Metallionenätzen) - Vergleich der Schichteigenschaften wie z.B. Haftung, Schichtdicke/-wachstum, Topographie, Farbe (Vergleich auch zum DC-Magnetronspütern) - Schutzlackierungen der besten Schichtsysteme (PUR-Lacke und UV-Lacke) - Performancetests (Kratz-, Abrieb-, Chemikalien, Klimawechselbeständigkeit)

Projektleistungen

Projektphase	Inhalt
3. keramische und DLC HiPIMS Beschichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - HiPIMS-Beschichtungen mit Reaktivgasen (Betrachtung von zwei Keramiksichten, sowie Diamond-Like-Carbon) und Vorbehandlungen - Vergleich der Schichteigenschaften - Schutzlackierungen der besten Schichtsysteme - Performancetests
4. Galvanisierung von HiPIMS Vorbeschichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Versuchsreihe HiPIMS-Vorbeschichtungen auf ABS, PC- sowie PC/ABS-Platten mit anschließender Galvanisierung - Vergleich der Schichteigenschaften (auch zum DC-Magnetronspattern) - Performancetests für galvanische Schichten (z.B. Temperaturschocktests)
5. Lenkung des Beschichtungsmaterials	<ul style="list-style-type: none"> - Anlagen- und Prozesskonzepte sowie Versuche zur Beeinflussung magnetischer und/oder elektrischer Felder - Aufzeigen des Einflusses der Beschichtungsmaterialienlenkung

► Ihre Vorteile

- Marktübersicht zu dem modernen HiPIMS-Verfahren
- umfangreiche Kenntnisse über die vielversprechende HiPIMS-Technologie auf diversen Kunststoffsubstraten
- Kenntnisse über neue Designmöglichkeiten
- konstruktiver Erfahrungsaustausch und Networking mit einer versierten Projektgruppe und externen Partnern
- geringer Personalaufwand und geteilte Kosten
- Zugang zu den Projektergebnissen der beiden vorangegangenen Verbundprojekte

Projektinformation

- ▶ Projektdaten
 - Starttermin: Mai 2019
 - Projektlaufzeit: 2 Jahre
 - Projektkosten: 7.500 €/Jahr

- ▶ Mitgeltende Unterlagen
 - Projektflyer
 - AGB

- ▶ Ansprechpartner
 - Carl Schulz
Telefon: 02351.1064-137
E-Mail: c.schulz@kunststoff-institut.de
 - Dominik Malecha
Telefon: 02351.1064-132
E-Mail: malecha@kunststoff-institut.de



Übersicht der Projektteilnehmer

1. Anton-Paar GmbH
2. Benseler Beschichtungen Bayern GmbH & Co. KG
3. Covestro AG
4. HSO Herbert Schmidt GmbH & Co. KG
5. Linden GmbH
6. Magpuls GmbH
7. NBHX Trim Management Services GmbH
8. Peter-Lacke GmbH
9. Plasus GmbH
10. Silcos GmbH

Kunststoff-Institut Lüdenscheid
Herr Stefan Euler
Karolinenstr. 8
58507 Lüdenscheid

per Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190
per E-Mail: mail@kunststoff-institut.de

Anmeldung zum Projekt:
PVD-Beschichtung von Kunststoffen 3

Hiermit bestätigen wir verbindlich unsere Teilnahme an dem Projekt.

Projektleiter:..... Carl Schulz, M.Sc.
Dipl.-Ing. Dominik Malecha
Projektkosten:..... 7.500 €/Jahr
Laufzeit:..... 2 Jahre
Projektstart:..... Mai 2019
Mitgeltende Unterlagen:..... AGB und Projektflyer

Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

- Unsere Einkaufsbestell-Nr. lautet: _____
- Wir reichen unsere Einkaufsbestell-Nr. nach
- Die Rechnungserstellung erfolgt ohne Einkaufsbestell-Nr.

Die Einkaufsbestell-Nr. muss spätestens nach Ablauf von zwei Wochen nachgereicht werden!
Sollte nach Ablauf der Frist noch keine Bestell-Nr. vorliegen, erfolgt die Rechnungsstellung ohne diese Angabe.

		<input type="checkbox"/> Abweichende Rechnungsadresse
Firma*		
Straße*		
PLZ/Ort*		
Telefon		
Telefax		
Folgende Personen nehmen teil*:		Durchwahl/E-Mail*:
1.		
2.		
Datum		rechtsverbindliche Unterschrift/Stempel

***erforderliche Angaben**