

## Projektziel

Ziel des Projektes ist es, mit dem PVD-Verfahren dekorative DLC-Schichten für edle Schwarzchrom-Optiken mit und ohne Schutzlack sowie weitere Farbgebungen durch die Kombination mit unterschiedlichen Metallen und Reaktivgasen auf Duro- und Thermoplasten zu realisieren. Hierbei werden PVD-Schichtsysteme erzeugt, analysiert und geprüft, welche für alle Branchen, bei denen Wert auf eine edle Oberflächendekoration gelegt wird, geeignet sind.

## Projektleistungen

### Kunststoffsubstrat-Optimierung

- Bestimmung kunststoffspezifischer Prozessparameter zur Optimierung der Bauteiloberfläche der verwendeten Thermoplaste mit variothermer Erwärmung und Duroplaste

### PVD-Beschichtung

- Grundlagen und Eigenschaften zu Schichtsystemen mit amorphem Kohlenstoff (DLC), realisiert durch das Magnetronsputter-Verfahren
- Optimierung der Parameter für unterschiedliche dekorative Schichtsysteme mit amorphem Kohlenstoff (z.B. Kombinationen mit Metallen)
- Kombination des PVD-Schichtsystems mit und ohne Schutzlack

### Schichtcharakterisierung

- Charakterisierung der Kunststoffoberflächen
- Analyse unterschiedlich vorbehandelter Kunststoffe zur verbesserten Beschichtbarkeit
- Abhängigkeiten der DLC-Schichtstruktur von den Sputter-Prozessparametern
- Kratz-, Haftungs-, Medienbeständigkeits- und ausgewählte Automobilstandardprüfungen der Kunststoff-PVD-Schichtsysteme mit und ohne schützendem Klarlack

Ergebnisse des ersten Projektes „PVD-Beschichtung von Kunststoffen“ werden zur Verfügung gestellt.

## Projektdaten

Projektname: PVD-Beschichtung 2  
Projektstart: September 2016  
Projektlaufzeit: 2 Jahre  
Projektkosten: 6.500 €/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 einen 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

### 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



## 2. Projekt

# PVD-Beschichtung von Kunststoffen

DLC auf Duro- und Thermoplasten

## Einleitung

Die Nachfrage an hochwertigen Kunststoffbeschichtungen, welche eine Schwarzchrom-Optik aufweisen, ist groß. Diese Schichten werden durch die Kombination geeigneter Lacke oder dem PVD-/PE-CVD -Verfahren mit galvanischen Verfahren realisiert.

Während diese Verfahren mit hohen Kosten verbunden sind, können durch eine direkte PVD-Beschichtung (ohne Primer) Kosten deutlich reduziert und die Vorteile des flexiblen Einsatzes unterschiedlicher Target-Materialien (z.B. Metalle und Graphit) und Reaktivgase für unterschiedliche Farbvariationen genutzt werden. In diesem Projekt werden durch das PVD-Verfahren sogenannte diamant-ähnliche Schichten (DLC) aufgrund ihrer optisch schwarzen und chemisch resistenten Eigenschaften in Kombination mit Metallen abgeschieden, um edle Schwarzchrom-Optiken auf Duro- und Thermoplasten zu erzielen.

### Kunststoffformteil bestimmt PVD-Schichtqualität

Die Eigenschaften und Qualität des Schichtsystems werden vor allem bei einer direkten PVD-Beschichtung durch die Kunststoff-Formteileigenschaften bestimmt:



Formteil unbeschichtet



Formteil direkt metallisiert

Daher müssen geeignete Kunststoffe als Grundwerkstoff für die PVD-Beschichtungen verwendet und optimal abgemustert werden. Hierzu dient bei den Thermoplasten die Verwendung der variothermen Temperierung. Geeignete Duroplaste besitzen eine vergleichsweise hohe mechanische Härte sowie geringen Verzug und bieten somit bei optimaler Abmusterung sehr gute Voraussetzungen für die Beschichtung von DLC-Schichten ohne Schutzlack.

## Projektschwerpunkte

### Dekorative DLC-haltige PVD-Schichten

Es werden zunächst Grundlagen zu DLC-Schichten und ihren Beschichtungsmöglichkeiten präsentiert. Im praktischen Teil sollen mit dem Magnetronsputter-Verfahren auf optimal abgemusterte Kunststoff-Formteile edle, glänzende, schwarze Schichten abgeschieden werden. Dabei soll die Kombination mit weiteren Metallen (z.B. Kupfer, Chrom) Möglichkeiten hinsichtlich der Farbvariation dieser DLC-Schichten aufgezeigt werden. Weiterhin werden die Schichtsysteme bzw. die Prozessparameter am Interface zum Kunststoffsubstrat so angepasst, dass eine bestmögliche Haftung gewährleistet wird.

### 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.

Obwohl DLC-Schichten gute mechanische, als auch gute chemische Eigenschaften aufweisen, soll alternativ eine Benetzbarkeit der hydrophoben DLC-Schichten für einen schützenden Klarlack durch Prozessparameter-Anpassung eingestellt werden, die für eine Applikation des Lackes von hoher Bedeutung ist.

### Analyse und Prüfung der Schichtsysteme

Neben der Oberflächenanalyse der abgemusterten Kunststoffteile hinsichtlich der Oberflächen-Beschaffenheit, sollen unterschiedliche Vorbehandlungen angewandt und diese hinsichtlich chemischer Änderungen an der Oberfläche und der Haftung zum PVD-Schichtsystem miteinander verglichen werden. Die Charakterisierung der unterschiedlichen DLC-haltigen PVD-Schichten stellt einen großen Stellenwert in diesem Projekt dar. Neben wichtigen Kenngrößen wie der Haftung zum Kunststoff und Schutzlack, der Schichtdicke und Schichtzusammensetzung sowie farbmetrischen Messungen, soll auch die DLC-Schicht hinsichtlich ihrer Struktur, Kratzfestigkeit und Medienbeständigkeit charakterisiert werden. Zum Abschluss sollen an diesen Schichtsystemen mit und ohne Schutzlack Prüfungen nach Automobilstandards (Klimawechseltests, Heißlichtalterung, Abriebtests, Cremebeständigkeitsprüfungen, etc.) durchgeführt werden.

### Anwendungsgebiete

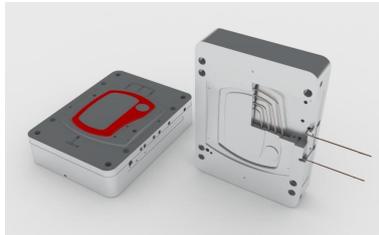
Durch die hohe Flexibilität der PVD-Technik hinsichtlich der Kombination von DLC mit Metallen und der damit einhergehenden Variation an Designangeboten, dient das Projektangebot vor allem Branchen, wie der Gebäude- und Systemtechnik (z.B. Schalter), dem Automotive-Bereich sowie der Gebrauchs- und Unterhaltungsindustrie.



## Optimale Abmusterung der Formteile



- ▶ Auswahl und Abmusterung geeigneter Duroplaste (BMC und Phenolharz (PF))
  - Bestimmung kunststoffspezifischer Prozessparameter zum Erreichen einer optimalen Bauteiloberfläche für die direkte PVD-Beschichtung
- ▶ Auswahl und Abmusterung geeigneter Thermoplaste (z.B. PC/ABS-Blends)
  - Verwendung der variothermen Temperiertechnik (induktiv) zur Abmusterung von Formteilen mit optimaler Oberflächenbeschaffenheit



Werkzeug mit Induktoren für variotherme Temperierung

## Realisierung dekorativer DLC-haltiger PVD-Beschichtungen



- ▶ Grundlagen zum Aufbau und Eigenschaften von Schichten aus Diamond-Like-Carbon realisiert durch das Magnetronsputter-Verfahren
- ▶ Abscheidung glänzender, schwarzer, DLC-haltiger Schichtsysteme, auch in Kombination mit Metallen (z.B. Chrom und Kupfer) für unterschiedliche Farbgebungen mit dem Magnetron-Sputter-Verfahren
  - Möglichkeiten und Grenzen der direkten DLC-Beschichtung
  - Einsatz metallischer Haftvermittlerschichten sowie Schichten zum Ausgleich innerer Spannungen



verwendete Sputteranlage B23-03 von Oerlikon Balzers

## Realisierung dekorativer DLC-haltiger PVD-Beschichtungen



- ▶ Alternativ: Einstellung der Benetzbarkeit der hydrophoben Schichten für die Applikation eines schützenden UV-Klarlackes
- ▶ Vorbehandlung der Kunststoffoberflächen für verbesserte Haftfestigkeiten:
  - Atmosphärenplasma
  - Corona
  - Plasmabehandlungen im Vakuum

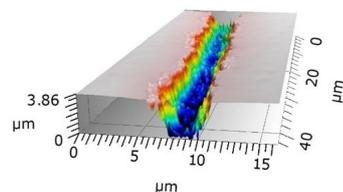


Corona-System von Tantec

## Charakterisierung und Prüfung des Schichtsystems



- ▶ Charakterisierung der abgemusterten Kunststoffoberflächen hinsichtlich Rauheit, Welligkeit und Bindahtvolumen



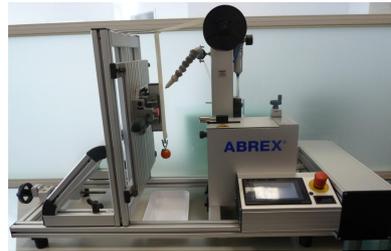
Oberflächentopographie einer Bindaht

- ▶ Chemische Analyse (XPS-Messungen) der unterschiedlich vorbehandelten Kunststoffoberflächen sowie Prüfung der Haftfestigkeit zur PVD-Schicht
- ▶ Untersuchung der DLC-Schichtstruktur (Anteil  $sp^3$ - und  $sp^2$ -Hybridisierung) in Abhängigkeit der Prozessparameter

## Charakterisierung und Prüfung des Schichtsystems



- ▶ Farbmétrische Vermessungen der DLC-haltigen Schichtsysteme
- ▶ Messung der Benetzbarkeit für eine Schutzlack-Applikation sowie die Bestimmung der Haftung des Schichtsystems „Kunststoff-PVD-Schicht-Lack“ mit dem Stirnabzugstest
- ▶ Prüfungen der Schichtsysteme nach Automobilnormen, wie z.B.:
  - Klimawechseltest nach PV 1200
  - Cremebeständigkeit PTL 5536
  - Abriebprüfung nach GS 97034-1
  - Heißlichtalterung nach PV 1303
  - Hydrolyselagerung nach TL 226



verwendetes Abrex Prüfgerät für Abriebprüfungen

## Projektleistungen



- ▶ Dokumentation und Präsentation der erarbeiteten Resultate zu den Projektschwerpunkten bei den Projekttreffen
- ▶ Projekttreffen
  - Ort: Kunststoff-Institut Lüdenscheid
  - Anzahl: zwei bis drei Treffen pro Jahr
  - Teilnehmer: Ein bis zwei Personen pro Unternehmen
  - Erfahrungsaustausch mit den Projektpartnern
  - Vorträge von externen Referenten
  - Bericht über den Stand der Untersuchungen gemäß den Projektschwerpunkten

## Projektdaten



### ▶ Projektdaten

- Starttermin: September 2016
- Projektlaufzeit: 2 Jahre
- Projektkosten: 6.500 €/Jahr\*

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



### ▶ Mitgeltende Unterlagen

- Projektflyer
- AGB



Verbundprojekt  
"PVD-Beschichtung von Kunststoffen 2"

**BEI WEITEREN FRAGEN STEHEN WIR IHNEN  
SELBSTVERSTÄNDLICH GERNE ZUR VERFÜGUNG**

#### Kontakt

Carl Schulz, M. Sc.  
Tel.: 02351.1064-137  
E-Mail: [c.schulz@kunststoff-institut.de](mailto:c.schulz@kunststoff-institut.de)

#### Kontakt

Dipl.-Ing. Dominik Malecha  
Tel.: 02351.1064-132  
E-Mail: [malecha@kunststoff-institut.de](mailto:malecha@kunststoff-institut.de)

