

Übersicht der verfügbaren Anlagentechnik der Abteilung Oberflächentechnik-Formteile

- Applikationszentrum für Oberflächentechnik (AOT)
- Innovationszentrum für additive Fertigung (IAF)
- Prüf- und Analyseequipments



Kontakt:

Kunststoff-Institut Lüdenscheid
Karolinenstr. 8
58507 Lüdenscheid
www.kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Dominik Malecha
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-132
Mail: malecha@kunststoff-institut.de

Stand: 09/2022

Inhaltsverzeichnis

1.	Oberflächentechnik	3
2.	Applikationszentrum für Oberflächentechnik (AOT)	4
2.1	Lackierung Die Lackierung von Kunststoffen	5
2.1.1	Applikation-/Lackierautomat	5
2.1.2	Handlackierung.....	6
2.1.3	Trocknung und Härtung	7
2.2	PVD-Beschichtung (Sputtern)	8
2.3	Inmold Decoration (IMD)	9
2.4	Thermoformen	9
2.5	Wassertransfer	10
2.6	Laserbeschriftung	10
2.7	Laserschneiden.....	11
2.8	Heißprägen	12
2.9	Siebdruck	13
2.10	Tampondruck	13
2.11	UV-Digitaldruck	14
2.12	Beflocken.....	15
2.13	Strahlen	15
2.14	Bauteilreinigung	16
2.14.1	Reinigung mit pulsierender Druckluft und Beseitigung elektrostatischer Ladung .	16
2.14.2	CO ₂ -Schneestrahlsystem.....	16
2.14.3	Reinigung mit chemisch, wässriger Lösung.....	17
2.15	Vorbehandlungsverfahren	18
2.15.1	Beflammen	18
2.15.2	Corona	18
2.15.3	Atmosphärenplasma-Aktivierung	19
2.15.4	Niederdruckplasma-Aktivierung	20
3.	Innovationszentrum für additive Fertigungstechnologien (IAF).....	21
3.1	FDM	22
3.2	FFF	22
3.3	CFF.....	23
3.4	Stereolithographie	23
3.5	Digital Light Processing.....	24
3.6	Selektives Lasersintern	24
3.7	PolyJet	25

4.	Oberflächenprüftechnik.....	26
4.1	Farbmessung	26
4.2	Glanzmessung	27
4.3	Trübungsmessung (Transmission, Haze)	27
4.4	Kontaktwinkelmessung	28
4.5	Kratz- und Abriebprüfungen	28
4.5.1	Kratzprüfungen	28
4.5.2	ABREX-Prüfstand	29
4.5.3	TRIBOTOUCH-Prüfstand	29
4.5.4	TABER-Abraser	30
4.5.5	Lineartester	30
4.5.6	Kratzbeständigkeit mittel Abriebprüfgerät gemäß KIMW 003 - Teil 1: Flächige Belastung	31
4.5.7	Erichsenhärte (u.a. nach KIMW 003 - Teil 2: Punktuelle Belastung).....	31
4.5.8	Universalkratzprüfstand (z. B. Kratzprüfung VW PV 3952)	31
4.5.9	Schmissbeständigkeitsprüfung (nach Oesterle).....	32
4.5.10	Martindaleprüfgerät.....	32
4.6	Mikroskopische Oberflächendarstellung.....	32
4.7	Normlichtkabine	32
4.8	Prüfung der Reinigungsfähigkeit nach KIMW 004 /Easy-to-Clean-Prüfung	33
4.9	Rauheits- und Topografiemessung	33
4.9.1	MicroProf®	33
4.9.2	Weißlichtinterferometrie	33
4.9.3	Fokusvariation-Messgerät	33
4.10	Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung	34

1. Oberflächentechnik

Oberflächen- und Dekorverfahren für Kunststoffe

Die Anforderungsprofile an den Werkstoff Kunststoff steigen mit den technischen Möglichkeiten und den Dingen, die der Kunde sieht, oder von denen er hört. Innovative Techniken und Funktionalitäten haben in den früheren Jahren die Kaufentscheidung für ein Produkt überwiegend beeinflusst. Mit zunehmender Angleichung der technischen Eigenschaften rückt aber das Design immer weiter in den Mittelpunkt des Interesses. Dies bedeutet, dass ein Produkt nicht nur funktionieren muss, sondern, dass es auch den steigenden Erwartungen des Kunden hinsichtlich Form, Haptik und sonstigen Oberflächeneigenschaften gerecht werden muss.

Hierbei unterstützen wir Sie gern in den folgenden Bereichen:

- Auswahl von Oberflächen- und Dekorverfahren
- Einführung neuer Dekortechnologien
- Verfahrensentwicklungen und -optimierungen, Verfahrenskombinationen
- Symbol- und Ambientebeleuchtung für lichttechnische Anwendungen
- Weltweite Anlagenbegutachtung und -projektierung
- Prozessoptimierung und Ausschussminimierung
- Prototypen, Mustererstellung und Kleinstserienfertigung unter seriennahen Bedingungen
- Oberflächenveredelung für Rapid-Prototyping-Verfahren
- Schadensanalyse und Oberflächenprüftechnik
- Unabhängige Lieferantenauswahl
- „Design meets Plastic“ – Design- und Technologie-Workshops im Showroom für Oberflächentechnik

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 4 von 34 -

2. Applikationszentrum für Oberflächentechnik (AOT)

Anlagen zur Oberflächenbeschichtung und Dekoration von Kunststoffbauteilen

Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid verfügt seit 2005 über das Applikationszentrum für Oberflächentechnik. Darin können Unternehmen neue und bekannte Techniken erproben, optimieren und entsprechende Muster seriennah, schnell und flexibel herstellen lassen. Es stehen Anlagen für verschiedenste Oberflächen- und Dekorverfahren zur Verfügung, die kurzfristige Prototypenherstellungen, seriennahe Bemusterungen und Kleinserien ermöglichen.



Folgende Verfahren stehen zur Verfügung:

- Lackierung mit Hydro-, Lösemittel- und UV-Lacken
- PVD-Beschichtung
- Inmold Decoration (IMD / Kurz-Prinzip)
- Folienhinterspritzen (FIM)
- Thermoformen
- Wassertransfer
- Laserbeschriften und Freilasern von Lackschichten
- Laserschneiden
- Heißprägen*
- Tampondruck*
- Siebdruck*
- UV-Digitaldruck*
- Beflocken
- Micro-Strahlen
- Bauteilreinigung
- Vorbehandlungsverfahren:
Atmosphärendruck- und Niederdruck-Plasma, Beflammung, Corona, Primersysteme

*Die Applikationsverfahren Digital-, Sieb-, Tampondruck und Heißprägen stehen in einem Reinraumsystem

- Reinraumklasse: ISO 14644 9 at rest
- Raumklimatisierung
- Luftwechsel: 10x / Stunde
- Filterklassen: F5 und H14



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 5 von 34 -

2.1 Lackierung

Die Lackierung von Kunststoffen

Die heutige Lackierung von Kunststoffen hat sich zu einem komplizierten Prozess entwickelt, der nur dann beherrschbar ist, und zu einem optimalen Lackierergebnis führen kann, wenn alle Einflussgrößen berücksichtigt werden.

Im Lackierbereich bieten wir folgende Dienstleistungen an:

- Projektierung von Lackieranlagen
- Hilfestellung bei der Auswahl von Lacken
- Planung einer Beschichtung (Eigenschaften)
- Erhöhung des Materialnutzungsgrades (Optimaler Lackauftrag)
- Lackqualifizierungen, Prüfung der Verarbeitbarkeit
- Erstbemusterung und Kleinstserienfertigung
- Ausarbeitung rationeller Arbeitsverfahren
- Fehleranalyse / Ausschussminimierung (z. B bei piano-black Lackierungen)
- Firmenspezifische Schulungen

Dazu steht im AOT folgende Ausstattung zur Verfügung:

- Lackierautomat
- Lackier-/Spritzwand
- Handlackierkabine
- Trockenluftofen
- UV-Härtungsanlage
- Handpartikelzähler

2.1.1 Applikation-/Lackierautomat

Mit dem Lackierautomat lassen sich Applikationen für Prüf-/Messaufgaben sowie physikalische Tests verschiedener Beschichtungsstoffe umsetzen. Es können angelehnt an industrielle Lackieranlagen konventionelle Rechteck- als auch Sägezahn-Bahnen nachgestellt werden. Die Lackierparameter können individuell verändert und im jeweiligen Lackierprogramm abgespeichert werden. Dadurch werden variable und reproduzierbare Beschichtungsabläufe mit gleichmäßigen Schichtdicken realisiert.

Der Lackierautomat wird durch einen halbgeschlossenen Lackierspritzstand mit einer Trockenabscheidung ergänzt. Durch Herausfahren des Automaten kann die Kabine zur manuellen Lackierung verwendet werden. Die Arbeitsbreite der Lackierkabine beträgt 2 Meter.

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 6 von 34 -

Ausstattung:

- Applikationsautomat Oerter APL 2.3
- Lackier-/Spritzwand Oerter mit Niederdruck-Zentrifugalgebläse und Abluftüberwachung
- Verwendung von einer oder optional von zwei Fließbecherpistolen
- Elektronische Steuerung (IPC) mit 10" Touch-Monitor
- Speicherbereich für unbeschränkte Anzahl von Lackierprogrammen
- Manuelle Einstellung des horizontalen Lackierbereichs
- Stufenweise Lackierung oder Sägezahn Lackierung, gleichmäßige Beschichtung oder Keil-Beschichtung
- Individuell einstellbare Abluftzeiten
- Horizontale Lackiergeschwindigkeit: 0,2 – 1,0 m/sec
- Vertikale Lackiergeschwindigkeit: 20 – 80 mm/sec
- Zerstäuberluftregulierung durch Druckluftregler



2.1.2 Handlackierung

Mittels der installierten Handlackierkabine können schnell Lackierbemusterungen durchgeführt werden.

Ausstattung:

- DesbaTec Lackier- und Spritzkabine SB-80.2
- Spritzraummaße: Breite 730 mm, Tiefe 730 mm, Höhe 800 mm



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 7 von 34 -

2.1.3 Trocknung und Härtung

2.1.3.1 Konventionelle Trocknung (Umlufttrocknung)

Zur Trocknung von Lacken steht im AOT ein Umluftofen zur Verfügung. Der an den Werkstücken vorbei geführte Warmluftstrom führt zur Erwärmung der Werkstücke und des Lackes, sodass die Lösemittel verdampfen. Diese werden vom Warmluftstrom aufgenommen und abgeführt.

Ausstattung:

- Printword Umluftofen PCD
- Ofentrocknung bis 180°C in 1°C Schritten möglich
- Zeitgesteuert
- Innenmaß 1.110 x 1.000 mm
- Hordenwagen mit je 12 Paletten á 800 x 800 mm²

2.1.3.2 UV-Härtung

Für die Härtung und Vernetzung von Lacken, Farben, Klebstoffen und anderen Beschichtungen (z.B. auf Folien) steht dem Kunststoff-Institut eine Laboranlage der Firma sss engineering zur Verfügung.

Die UV-Belichtung wird anhand der Parameter Bestrahlungsstärke und benötigter UV-Dosis definiert und von der internen SPS präzise gesteuert. Aussagekräftige Ergebnisse für alle UV-Härtungsprozesse ermöglichen eine direkte Übertragung der Laborergebnisse in die industrielle Produktion. Das UV-System ermöglicht eine UV-Vernetzung ohne schädliche Wärmestrahlung.

Ausstattung:

- - UV-Laboranlage sss BS 407 dr conveyor
- - Leistung: von 20 - 225 W/cm (stufenlos regelbar)
- - Wellenlängenbereich: 200-450 nm
- - Bandsystem: 1.000 mm lang, 0,2 - 50 m/min.
- - Bestrahlungsbreite: 400 mm
- - Probenhöhe: ca. 50 mm
- - automatische Dosiskorrektur-Funktion
- - Berechnung der jeweiligen aktuellen UV-Werte (Dosis & Intensität)



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 8 von 34 -

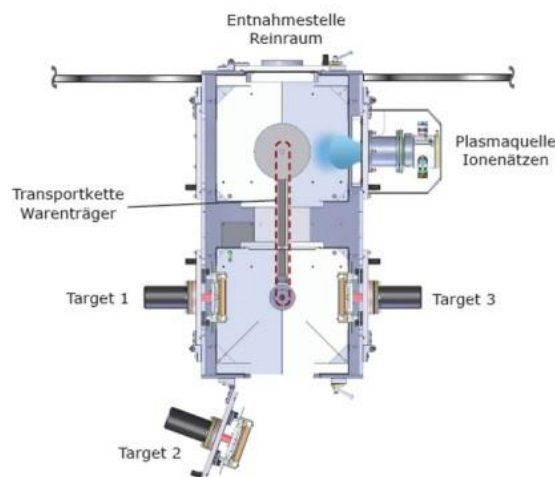
2.2 PVD-Beschichtung (Sputtern)

Metallisieren von Kunststoffen zu dekorativen Zwecken

Die Anlage basiert auf dem Prinzip der magnetfeldunterstützten Kathodenzerstäubung (Magnetronsputtern).

Die physikalischen Verfahren zur Kunststoffbeschichtung werden als PVD (physical vapour deposition) – Prozess bezeichnet. Hierunter versteht man eine Vakuum-Dünnschicht-Beschichtungstechnik. Die Anlage dient der Beschichtung von Kunststoffoberflächen mit dünnen metallischen Schichten $< 1 \mu\text{m}$.

Zunächst wird das zu beschichtende Formteil oftmals geprämt, d.h. es wird eine Lackschicht durch ein normales Lackierverfahren aufgebracht. Diese Schicht dient im Wesentlichen dazu, Bauteilunebenheiten zu egalisieren und kann zur Haftungsverbesserung beitragen. Die Bauteile werden auf entsprechende Gestelle positioniert und in die Vakuumkammer eingebracht. Nach Evakuierung der Kammer wird der Beschichtungsstoff in die Gasphase überführt, zum Beschichtungsgut transportiert und kondensiert auf den Bauteilen. Die Anlage bietet die Möglichkeit das Bauteil zuvor mittels Sputterätzen vorzubehandeln. Nachdem das Formteil beschichtet wurde, muss im Normalfall noch eine Schutzschicht auf die dünne Metallschicht aufgebracht werden, um es vor mechanischer Beanspruchung und Korrosion zu schützen. Die Schutzschicht wird auch wieder auflackiert. Die Sputteranlage ist an einen Sauberraum angeschlossen, sodass eine Bestückung und Entnahme unter erhöhter Staubfreiheit ermöglicht wird.



Ausstattung

- Oerlikon Balzers Hartec PVD-Beschichtungsanlage B23
- Maximaler Nutzraum: Horizontal D=230 mm; Vertikal D=300 mm
- Targets: Chrom, Aluminium, Kupfer, Titan, Zirkon, Molybdän, Edelstahl, Konstantan
- Prozessgase: Acetylen, Stickstoff, Kohlendioxid, Argon, Sauerstoff

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 9 von 34 -

2.3 Inmold Decoration (IMD)

Prozessintegrierte Dekoration

Der Begriff IMD bezeichnet eine Weiterentwicklung des Heißprägens bzw. die Integration des Heißprägevorgangs in das Spritzgießwerkzeug. Dabei wird eine modifizierte Heißprägefolie mittels eines Folienvorschubgerätes durch die Trennebene des Werkzeuges geführt und hinterspritzt. Dieses Verfahren ermöglicht es, Oberflächen thermoplastischer Formteile bereits während des Spritzgießzykluses, innerhalb des Spritzgießwerkzeugs ohne weiteren Arbeitsvorgang zu dekorieren. Dabei kann die Formteiloberfläche entweder einfarbig, mehrfarbig, vollflächig oder mit Einzelbilddekoren oder Schriftzügen versehen werden.

Das Kunststoff Institut unterstützt bei der Durchführung von Neuentwicklungen, Verfahrensoptimierungen und praktischen Versuchen. Hierzu stehen ein Folienvorschubgerät inkl. diverser Foliendesigns und ein IMD-Werkzeug zur Verfügung.

Ausstattung

- Kurz Inmold-Folienvorschubgerät IMD-200 MK/P
- Folienbreite: max. 200 mm
- Folienpositionierung: in x- und y-Richtung mit Schrittmotor und Druckmarkenleser
- Positioniergenauigkeit: $\pm 0,07$ mm

2.4 Thermoformen

Doppelvakuumthermoformen

Im AOT ist eine Thermoformanlage installiert, die nach dem Prinzip der Doppelvakuumtechnik arbeitet. Oberhalb und unterhalb des zu verformenden Halbzeuges wird ein Niederdruck von ca. 40 mbar erzeugt. Nach Erreichen dieses Druckes erfolgt die Heizphase. Dies geschieht einseitig mittels IR-Strahler, die auf die Folienoberseite gerichtet sind. Nach Erreichen der vorgegebenen Objekttemperatur erfolgt durch Wegnahme des Vakuums auf der Folienoberseite eine schlagartige Verformung. Die Verformung kann dabei als Positiv- oder Negativverformung erfolgen.

Die Anlage ist für folgende Anwendungen gedacht:

1. Herstellung von Vorformlingen für das Folienhinterspritzen

Die vorgeformten Folien können beschnitten und dann in ein Spritzgießwerkzeug eingelegt und hinterspritzt werden.

2. Direktschichten

Durch die Verwendung von dekorativen, selbstklebenden Folien, können Kunststoffformteile direkt mit diesem Prozess veredelt werden.

Ausstattung

- Doppelvakuumthermoformanlage duplas D70/53
- Max. Formfläche: 700 x 530 [mm]
- Max. Formtiefe: ca. 150 mm
- Reduzierkaste für Foliengröße \sim DIN A3
- Heizung: IR-Heizelemente 7x1.500 Watt



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 10 von 34 -

2.5 Wassertransfer

Cubic Print

Als eine Kombination aus Lackieren und Folienverfahren kann das Wassertransferverfahren angesehen werden.

Hierbei wird eine spezielle, bedruckte Folie auf die Wasseroberfläche eines Wasserbads gelegt. Die Folie löst sich im Wasser langsam auf. Die Farbpigmente schwimmen dann ähnlich einem Ölfilm auf der Wasseroberfläche. Auf die Farbpigmente wird ein Aktivator appliziert, der ein späteres Haften auf den zu beschichtenden Teilen bewirkt. Die Teile werden von oben in das Bad getaucht. Dabei legen sich die Farbpigmente auf die gesamte Oberfläche der Teile. Die Reste der Trägerfolie werden nach der Entnahme aus dem Bad mit Wasser von den Teilen abgespült. Anschließend werden die Teile getrocknet und zum Schluss mit einem Klarlack versehen, um die bedruckte Oberfläche zu schützen. Das Wassertransfer-Verfahren ermöglicht die Dekoration von komplex dreidimensional geformten Teilen. Es ist vornehmlich geeignet für Endlosdesigns, wie Holzstrukturen, Granitstrukturen oder Carbonlook.

Ausstattung

- AquaGrafix Tauchbecken
- Max. Bauteilgröße: 700 x 1.000 [mm]
- Folienpositionierung über Laserpointer
- Positionierahmen
- Automatischer Taucharm

2.6 Laserbeschriftung

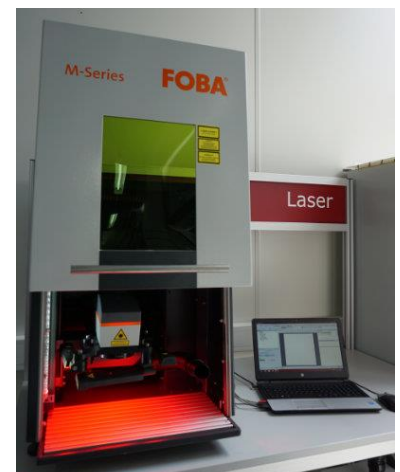
Die Laser-Beschriftungsanlage im AOT

Beim Laserbeschriften muss zwischen der direkten Laserbeschriftung und dem Freilasern von Lackschichten unterschieden werden:

1. direkte Laserbeschriftung:

Kunststoffe werden häufig direkt mit Laser beschriftet. Das Laserbeschriften erfolgt berührungslos, mit hoher Geschwindigkeit und sehr guter Reproduzierbarkeit. Die Beschriftung zeichnet sich dabei besonders durch sehr hohe Abrieb- und Chemikalienbeständigkeit aus, da das Grundmaterial bis zu 200µm Tiefe verändert wird.

Während bei der Gravur der Kunststoff teilweise verdampft und eine Vertiefung hinterlässt, können bei bestimmten Kunststoffen weitere Effekte bei der Beschriftung erreicht werden: Aufschäumen und Farbumschlag. Bei dem lokalen Aufschmelzen des Kunststoffs entstehen Gasbläschen, die das Aufschäumen bewirken und die beim Abkühlen im Material eingeschlossen werden, so dass die Markierung nicht vertieft, sondern erhaben ist. Beim Farbumschlag werden vorhandene Pigmente durch die Energie des Laserstrahls in ihren optischen Eigenschaften verändert, die Oberfläche bleibt nahezu unbeschädigt. Die Konturschärfe und der Kontrast werden dabei in der Praxis häufig durch Zugabe lasersensibler Pigmente zum Kunststoffgranulat verbessert.



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 11 von 34 -

2. Freilasern von Lackschichten:

Eine mittlerweile häufig angewandte Technik ist die des Freilaserns von Lackschichten. Hier wird der Laser verwendet, um ein vorher lackiertes Bauteil in Teilbereichen wieder vom Lack zu befreien und somit Schriftzüge, Symbole (auch für Tag-/Nachtdesign) etc. zu erzeugen. Eine Grundvoraussetzung für die serientechnische Anwendung sind dabei sehr konstante Lackschichtdicken, die nur mittels automatisierter Lackierung hergestellt werden können.

Ausstattung

- Lasermarkiermaschine FOBA M2000
- Verfahrweg: 488 x 427 mm
- Lasertyp: Gepulster Yb-Faserlaser (Ytterbium), 1.064 nm, 20W
- Objektiv: 254 mm Brennweite
- Programmgesteuerte Z-Achse, max. Werkstückhöhe 230 mm
- Kamerasystem IMP (Intelligente Markierpositionierung)



2.7 Laserschneiden

Das Laserschneidsystem im AOT

Das CO₂-Laserschneidsystem in unserem Applikationszentrum dient zum Trennen von Kunststoffen, Schaumstoffen, Textilien, Klebefolien, Holzurnieren oder Verbundwerkstoffen. Die vorhandene Systemkonfiguration ist primär für das Schneiden von Folien ausgelegt, wobei das zu schneidende Material auf einem „Honeycomb“-Materialträger aufgelegt wird.

Funktionsweise

Ein Laserstrahl wird über mehrere 90°-Umlenkspiegel bis zur Fokussieroptik direkt über das zu bearbeitende Material gelenkt. Die Fokussieroptik besteht im Wesentlichen aus einer optischen Sammellinse und einer Schneiddüse. Der gebündelte Energiestrahл fährt mit sehr hoher Energiedichte mit konstantem Abstand und mit gleichförmiger Vorschubgeschwindigkeit die Schneid- oder Gravierkonturen CNC-gesteuert ab. Die Bearbeitung mit Laserlicht erfolgt vollkommen berührungslos. Eine Fixierung der Werkstücke entfällt, es gibt keinen Werkzeugverschleiß im herkömmlichen Sinne.

Durch Absorption der Energie an der Materialoberfläche, verdampft diese in Bruchteilen einer Sekunde. Je höher der Grad der Absorption, desto besser sind die Bearbeitungseigenschaften für den jeweiligen Werkstoff. Verschiedene Düsenaustrittsdurchmesser und Sammellinsen stehen zur Auswahl.

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 12 von 34 -

Bei der thermischen Zersetzung entstehen Emissionen die beim Einatmen eine besondere Gesundheitsgefährdung darstellen können. Daher werden die Emissionen oberhalb und unterhalb des Bearbeitungsmaterials konsequent evakuiert und an die Umgebungsluft ins Freie abgegeben.

Ausstattung

- Lasersystem eurolaser LCS-M1.200
- Lasertyp: CO₂-Laser (sealed-off)
- Ausgangsleistung: 100 W
- Arbeitsbereich: 1.300 x 1.200 [mm]
- Material-Durchlassbreite: 1.410 mm
- Tischdurchlasshöhe: 15 mm (bis 50 mm ohne Materialträger)
- Geschwindigkeit: 1 – 1.000 mm/s
- Wiederholgenauigkeit: ± 0,02 mm



2.8 Heißprägen

Prägefoliendruck

Heißprägen, oft auch als Prägefoliendruck bezeichnet, überträgt vorgefertigte Druckbilder durch Druck und Wärme auf den zu dekorierenden Kunststoff. Die Prägefolie besteht aus einer Klebeschicht, die für optimale Haftung auf das Substrat abgestimmt ist, der dekorierenden Farbschicht, dem Schutzlack, der dünnen Trennschicht zum Ablösen des Farbsystems von der Trägerfolie und schließlich der Trägerfolie zur Übertragung der Schichten auf das Formteil. Mögliche Designs sind partiell oder vollflächige Metallisierungen, halbtransparente und deckende Farben nebeneinander, Halbtonbilder, Farbabstufungen, Hologramme und Strukturen. Unterschieden werden kann dabei in Endlosfolien und Folien mit Einzelbilddekoren. Die Übertragung des Druckbildes erfolgt mit einem beheizten Prägewerkzeug unter Druck und Temperatur. Dabei lösen sich die Farb- und Schutzschicht an den Kontaktstellen von Prägewerkzeug und Formteil von der Trägerfolie ab und verbinden sich mit dem Substrat.

Ausstattung

- Heißpräganlage Gierlich PE 1.200 2P
- Druckkraft: bis 24 kN
- Prägetemperatur: 50-400 °C
- Bauteilgröße: max. 120 x 150 [mm]
- Druckkopf: pneumatisch mit Prägekraftanzeige
- Tisch: handbetriebener Schiebetisch

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 13 von 34 -

2.9 Siebdruck

Bedrucken von Kunststoffen

Der Siebdruck ist ein Direktdruckverfahren. Die Druckfarbe wird beim Siebdruck mit einer Rakel durch die Siebmaschen auf den Bedruckstoff gebracht, daher wird dieses Verfahren auch als Durchdruck bezeichnet. Die Anwendungsgebiete des Siebdrucks sind sehr vielfältig.

Beim Flachbettdruck, wie im KIMW vorhanden, können planare Flächen bedruckt werden. Das Sieb und der Bedruckstoff sind bei dieser Variante starr übereinander angeordnet. Nach dem Einstellen des Absprungs wird die Druckfarbe auf das Siebgewebe gegeben. Das Siebgewebe wird durch eine an der Druckrakel angebrachte Flutrakel (Vorrakel) mit Farbe geflutet. Danach hebt sich die Flutrakel an und die Druckrakel senkt sich bis auf den Bedruckstoff ab. Durch das Rakeln unter Druck wird nun die Farbe durch die Gewebeöffnungen auf den Bedruckstoff gebracht. Ist die Rakel vollständig über das Sieb gefahren, der Druck also beendet, hebt sie sich an und die Flutrakel flutet das Sieb auf dem Rückweg erneut.



Ausstattung

- ESC Präzisions-Siebdruckmaschine ESC-AT-60PD im Sauberraum
- Flachbett-Vakuum-Tisch mit pneumatisch versenkbaren Anlegestiften
- Pneumatischer Rakeldruckausgleich
- max. Druckformat: 400 x 600 mm
- max. Rahmenformat: 700 x 800 mm
- Rahmenprofil: 25 – 50 mm
- max. Druckguthöhe: 200 mm
- Regelbare Druckgeschwindigkeit: 0 – 835 mm/Sek.
- max. Taktleistung: 800 p/h
- Siebfeineinstellung und Rakelwinkelverstellung

2.10 Tampondruck

Bedrucken von Kunststoffen

Der Tampondruck ist ein indirektes Tiefdruckverfahren. Indirekt, weil die Farbe aus dem Bildgebenden Klischee mittels Tampon auf den Bedruckstoff übertragen wird. Aufgrund der Vertiefung im Klischee, welche dem Druckbild entspricht, ist dieses Verfahren als Tiefdruck zu bezeichnen.

Mittels Tampondruck lassen sich problemlos dreidimensionale Bauteilgeometrien bedrucken. Darüber hinaus ist es durch dieses Verfahren auch möglich um Erhöhungen herum oder in Vertiefungen hinein einen einwandfreien und sehr feinen Druck zu erzeugen.

Vor dem Druck wird das Klischee durch die Flutrakel mit Lack geflutet und danach durch die Stahlrakel abgerakelt, so dass nur in den Klischeeventiefungen Lack zurückbleibt. An der Oberfläche beginnt der Lack direkt leicht anzutrocknen und wird etwas "klebrig". Der Tampon fährt soweit auf das Klischee hinab, bis das vollständige Druckbild abgedeckt ist. Beim folgenden Hochfahren haftet der Lack am Tampon. Auch jetzt trocknet der Lack an der Atmosphäre leicht an. Der Tampon senkt sich dann über dem Bedruckstoff wieder so weit ab,

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 14 von 34 -

bis das gesamte Druckbild auf dem Bauteil ist. Fährt der Tampon erneut hoch, bleibt der Lack auf der Oberfläche des Bedruckstoffs zurück und ein Druckzyklus ist beendet.

Ausstattung

- KENT Tampondruckmaschine PP 21 N
- Verschiebetisch: Kent DR 150/2S
- Farbanzahl: 2 Farben Drucksystem
- Farbversorgung: offen
- Klischeeformat: 100x300 mm²

2.11 UV-Digitaldruck

Individuelle Designs, Beschriftungen und Bilder

Mit Hilfe des direkten Digitaldrucks können flache Bauteile bzw. Bauteile mit ebenen Oberflächen an der Oberseite mit individuellen Designs, Beschriftungen und Bildern dekoriert werden.

Mit dem vorhandenen Digitaldrucker Mimaki UJF-7151plus ist die 2-Dimensionale Bedruckung vieler Materialien möglich. Für Druckträger die keine weiße bzw. eine sehr helle Grundfarbe aufweisen, können die lasierenden Farben zunächst mit weißer Tinte unterdruckt werden. Der reine Weißdruck ist selbstverständlich auch möglich. Des Weiteren besteht mittels Klarlack die Möglichkeit dem Druckbild ein glänzendes oder mattes Finishing zu verleihen. Als Drucktechnologie wird die Piezo-Tintenstrahltechnik verwendet, mit der hier eine maximale Auflösung von 1.200 x 1.200 dpi erreicht wird. Die Härtung der harten oder flexiblen UV-Tinten erfolgt mittels LED-Einheit. Dies bedeutet einen niedrigen Energieverbrauch und sehr geringe Wärmeentwicklung, welches ein besonderer Vorteil bei der Bedruckung von Kunststoffen ist. Das System bietet sechs Tinten in Cyan, Magenta, Yellow, den Schwarzanteil Key als Farbtiefe, sowie Weiß und Klarlack (je nach Tintensystem) als Sonderfarben. Das größtmögliche Druckformat beträgt 710 x 510 [mm]. Die Mediendicke ist auf 153 mm beschränkt. Der Tisch ist mit einer Vakuumaufnahme ausgestattet, um flache Produkte zu fixieren, und kann Medienformate bis maximal 710 x 510 [mm] mit einem Gewicht bis 10 kg aufnehmen. Eine integrierte Ionisierungseinheit dient der Neutralisierung unerwünschter elektrischer Aufladungen der Druckgüter.

Ausstattung

- Produktions-Flachbett LED UV Drucker Mimaki UJF-7151plus
- Druck- und Medienformat: 710 x 510 mm
- Mediendicke: max. 153 mm
- integrierte Ionisierungseinheit
- Tintensystem: Mimaki LH-100 (harte UV-Tinte)
- Auflösung: max. 1.200 dpi



Stand: 09/2022

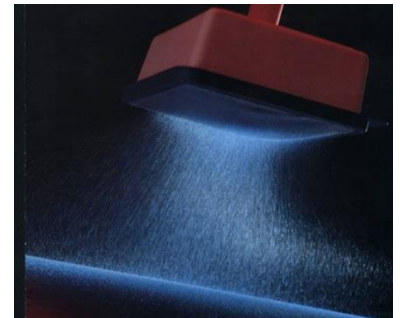
- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 15 von 34 -

2.12 Beflocken

Erzeugung von Oberflächen mit textilem Charakter

Beim elektrostatischen Beflocken werden kurzstapelige, monofile Fasern auf ein vorher mit Klebstoff beschichtetes Werkstück aufgebracht. Die Klebstoffe müssen in ihren Eigenschaften dem jeweiligen Kunststoff und Einsatzzweck angepasst sein. Mit der Technologie des Beflockens wird dem Kunststoff eine textile Oberfläche verliehen, die dem Aussehen von Filz, Wildleder, Velours, Samt, Plüsch oder bürstenähnlich entspricht.

Das Kunststoff Institut verfügt über eine Handbeflockungsanlage zur Erstellung von Designmustern. Die Hochspannung zur Erzeugung des elektrostatischen Feldes ist über einen Generator bis zu 100 kV stufenlos regelbar.



Ausstattung

- Maag Flockmaschinen GmbH Handbeflockungsanlage HEK 100
- Spannung: 0 – 100 kV stufenlos regelbar

2.13 Strahlen

Microstrahltechnik im Applikationszentrum

Microstrahltechnik ist ein trockener, fein eingestellter Strahlprozeß, bei dem verschiedene Strahlmedien mit sehr genau definierten Korngrößen und Korngeometrien mit Hilfe von Luft auf die Oberfläche des Werkstückes geschossen werden. Auf diese Weise wird die Mikro-Topographie der Oberfläche verändert.

Somit lassen sich die Eigenschaften einer Vielzahl verschiedener Werkstoffe in ihrer Härte, ihrem Verschleißwiderstand, ihrer Verschmutzungsneigung, ihrem Korrosionsverhalten und ihren Notlaufeigenschaften verbessern und unterschiedliche Oberflächentopografien erzeugen. In mehreren Stufen werden die Oberflächen in einem präzise abgestimmten Verfahren behandelt, um so die gewünschte Einstellung von einer Texturierung, über eine gezielte Rauigkeit zur besseren Schmiermittelhaftung bis hin zur extrem sauberen und verdichteten Oberfläche, zu erzielen.

Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid verfügt über zwei Strahlkabinen zur Oberflächenbehandlung von Spritzguss-Werkzeugen und Kunststoffbauteilen.



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 16 von 34 -

2.14 Bauteilreinigung

Bauteilreinigung vor der Beschichtung

Zur Reinigung von Bauteilen vor der Beschichtung stehen ein Steharbeitsplatz zur manuellen Reinigung, ein mobiles CO₂-Reinigungssystem sowie eine Industripülmaschine zur Verfügung.

Folgende Möglichkeiten werden geboten:

2.14.1 Reinigung mit pulsierender Druckluft und Beseitigung elektrostatischer Ladung auf Werkstückoberflächen

Ausstattung

- Dr. Escherich Universelles Reinigungssystem UNIMASTER COMPACT 900
- 2x TAIFUN-CLEAN COMPACT 110 mit Rotationsdüse für pulsierende Druckluft-Wirbel und Ringionisator zur Beseitigung elektrostatischer Ladungen
- 1x STATIK-AIR SPOT XS zur Beseitigung elektrostatischer Ladung und von Verschmutzungen auf geometrisch schwierigen Teilen
- Arbeitsdruck Reinigung: 1,0 – 6,0 bar
- Integrierter Taschenfilter M5



2.14.2 CO₂-Schneestrahlsystem

Reinigungssystem zur effizienten und schonenden Entfernung partikulärer und filmischer Verunreinigungen (Staub, Ablationsrückstände, Flitter, Schmauchspuren aus Laserbearbeitung, Öle, Fingerprints, Polierpaste, etc.) auf nahezu allen Materialien.

Ausstattung

- acp mobiles CO₂-Reinigungssystem JetWorker
- Arbeitsdruck: bis 8 bar (theoretisch max. 16 bar)

Wirkprinzipien

- Versprühen von Verschmutzungen durch schnelles Abkühlen, thermische Ausdehnung
- Abrasion durch übertragene Druck- und Scherkräfte
- Lösung von Adsorptionsbindungen (Lösungsmittel)
- Spülung (Volumenzunahme etwa 500fach bei Sublimation)



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 17 von 34 -

2.14.3 Reinigung mit chemisch, wässriger Lösung

- Reinigung mit unterschiedlichen Spülzyklen/Reinigungsmedien
- Spülen mit VE-Wasser
- Trocknung innerhalb der Anlage
- Ferner können Querkontamination verhindert werden, da für neue Programme jeweils nicht auf die bereits genutzten Reinigungsbäder zurückgegriffen wird.

Ausstattung

- Miele Reinigungs- und Desinfektionsautomat Professional G 7836 CD
- 11 Standard Reinigungsprogramme
- 3 Spezial-Reinigungsprogramme zur chemischen Desinfektion
- 50 frei wählbare Reinigungsprogramme
- Wassertemperatur: 10°C bis 95 °C
- Pumpen: 3 Dosierpumpen für Reinigungsmedien
- Drucker zur Prozessdokumentation



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 18 von 34 -

2.15 Vorbehandlungsverfahren

Vorbehandlung von Kunststoffen

2.15.1 Beflammen

Das Beflammen ist ein bewährtes Verfahren zur Aktivierung von flächigen Bauteilen oder einfachen Geometrien. Dabei handelt es sich um das Überstreichen des Substrats mit einer Gasflamme. Die Flammentemperatur liegt bei ca. 1700°C. Kurzzeitig kommt es an der Kunststoffoberfläche zu Temperaturen von 200 – 400 °C. Durch die chemische Wirkung der Gasflamme werden in der Oberfläche des zu behandelnden Substrats Molekülbindungen aufgebrochen, was den Einbau von in der Flamme erzeugter Radikale (N, O, -OH) in die Makromolekülketten ermöglicht. Auf diese Weise werden auf der Oberfläche des unpolaren Werkstoffs polare Gruppen erzeugt, an die sich Druckfarben, Lacke, Klebstoffe usw. anbinden können.

Die Beflammung erfolgt im Allgemeinen mit Propangas, Erdgas, Stadtgas oder Butan. Um die auftretende Oxidation der Polymermoleküle zu beschleunigen, wird in die Flamme zusätzlich Sauerstoff eingespeist oder dem Prozessgas wird Sauerstoff zudosiert.

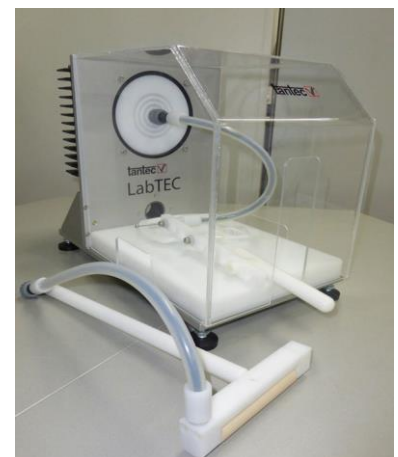
Ausstattung

- Anlage: Hill Beflammungsanlage WF 20-1
- Brenner: T24-150
- Länge (Achse – Achse): 1000 mm
- Nutzbare Gurtbreite: 155 mm
- Einstellbarer Antrieb: $v = 8-40\text{m/min}$
- Gurttyp: V2A Querstabsgurt
- Brennerhalter einstellbar in Abstand und Winkel
- Luft/Gas-Gemischeinstellung (Standard): 25/1 Propan



2.15.2 Corona

Unter Corona ist eine elektrische Entladung bei Atmosphärendruck zu verstehen. Die Coronavorbehandlung ist ein häufig eingesetztes Verfahren in der Kunststoffbahnenindustrie. Bei der Folienherstellung wird meist In-Line am Ende des Fertigungsprozesses vor dem Druckprozess aktiviert. Zwischen einer geerdeten Metallwalze und einer isolierten Elektrode tritt eine kontinuierliche, selbständige Entladung ein, die auf die Bahn trifft. Unter dem Einfluss der Potentialdifferenz der Elektroden wird die Luft im Raum zwischen den Elektroden ionisiert und es entsteht eine Entladung. In diesem bewegen sich Elektronen und Ionen und bewirken zusammen mit der UV-Strahlung die Aktivierung der Oberfläche. Unter Verwendung spezieller Elektroden bzw. der geschickten Kombination solcher Elektroden und deren Ansteuerung ist die Coronatechnik auch zur Aktivierung von



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 19 von 34 -

Formkörpern sehr gut geeignet. Beispielsweise werden so in der Praxis Linsen aus Kunststoff vorbehandelt.

Ausstattung

- Tantec LabTEC – Coronasystem
- Hochleistungsgenerator: HV-X02
- Leistung: max. 200 W
- Mögliche Geometrien: ebene Folien und Platten, 3D-Formteile

2.15.3 Atmosphärenplasma-Aktivierung

Eine Möglichkeit, Bauteile bei Umgebungsdruck zu aktivieren, bietet die Atmosphärendruckplasma-Technik. Das System arbeitet mit einem hoch beschleunigten Plasma, welches innerhalb der Plasmadüsen kontrolliert erzeugt wird. Durch eine gezielte Luftführung über der Entladungsstrecke werden reaktive Bestandteile der Lichtbögen abgetrennt und mittels Druckluft aus der Düse transportiert. Die für die Plasmaerzeugung notwendige Hochspannung verbleibt im Inneren der Düse.

Trifft die austretende reaktive und ionisierte Luft auf die zu behandelnde Oberfläche, so bewirkt sie sowohl chemische als auch physikalische Veränderungen an dem Kunststoffbauteil. Es werden polare Gruppen eingelagert und so die Anbindung von Beschichtungsstoffen oder Klebstoffen ermöglicht.

Mittels zwei Lichtbögen wird das potenzialfreie Plasma bei der CAT-Technologie generiert. Hierbei dient der Gegenlichtbogen gleichzeitig als Gegenelektrode. Dadurch kann der Einfluss des Verschleißes auf die Plasmabildung deutlich reduziert werden. Durch die Möglichkeit eines „gepulsten“ Plasmas auf die Probenoberfläche wird die Prozesstemperatur vermindert, so dass vor allem thermisch fragile Kunststoffe durch dieses Atmosphärenplasmaverfahren profitieren können.

Ausstattung

- Plasma-CAT 1-Kanal Generator der Firma Tigres
- Leistung der Einzeldüse: max. 600 W (Prozentual regelbar)
- Behandlungsbreite der Düse: 20 – 40 mm
- Probengröße: max. 1.000 x 300 x 200 [mm] (bedingt durch die vorhandene Vorrichtung)



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 20 von 34 -

2.15.4 Niederdruckplasma-Aktivierung

Niederdruckplasma-Anlage dient zur Vorbehandlung von leitenden und nichtleitenden Materialien. Hierzu wird die zu aktivierende Probe in eine Prozesskammer zwischen zwei Elektroden gelegt und auf ein Feinvakuum evakuiert. Durch Anbringen einer Wechselspannung in Feinvakuum wird ein Plasma gezündet (aus den verbleibenden Luft- oder Sauerstoffmolekülen). Die größten Vorteile sind, dass diese „Plasmawolke“ im besten Fall alle Flächen der zu aktivierenden Bauteile umgibt und somit auch überall gleichmäßig vorbehandelt und dass die Prozesstemperatur gemäßigt ist.

Ausstattung

- VacuTEC-2020 Niederdruckplasma-Anlage der Firma Tantec
- Aktivierungszeiten: max. 2 min
- Maximale Bauteilgröße 200 x 200 x 100 [mm]
- Prozessgas: Ölfreie Druckluft / reiner Sauerstoff
- Leistungsquelle: HV-X Generator
- Vakuumlevel: 0,1 – 3 mbar



Stand: 09/2022

3. Innovationszentrum für additive Fertigungstechnologien (IAF)

Rapid Prototyping / Rapid Decoration / Rapid Tooling

Vom Volumenmodell zum fertig dekorierten Bauteil

Die additiven Fertigungsverfahren gehören bereits zum festen Bestandteil jeder Entwicklungsphase und werden immer häufiger auch als Fertigungsmethode in der Produktion genutzt. Die Möglichkeit innerhalb kürzester Zeit Musterteile vorliegen zu haben und diese dadurch systematisch zu optimieren oder bereits erste Prüfungen oder Vorserien zu erzeugen, bildet einen der größten Vorteile dieser Verfahren. Wo es zuvor noch nötig war durch langwierige subtraktive Modellbauverfahren erste Gebrauchsmuster zu erstellen, gelingt es heute vom ersten Entwicklungsstand an je nach Verfahren exakte Abbilder zu generieren.

Innovationszentrum für additive Fertigung (IAF)

Am Kunststoff-Institut Lüdenscheid, wurde mit der Eröffnung des Polymer Training Centers 2018 das Innovationszentrums für additive Fertigungstechnologie (IAF) gegründet, welches die aufgebaute Expertise in diesem Bereich an einem Punktbündel und so noch besser an die Unternehmen innerhalb und außerhalb der Region weitergegeben werden kann. Seither konnten die industriell wichtigsten Fertigungstechniken für Kunststoffe im IAF untergebracht und für Forschung, Entwicklung, sowie Dienstleistungen erfolgreich genutzt werden.

Rapid Prototyping

Prototypen zur ersten Ansicht oder als Prüfmodell, können am Kunststoff-Institut Lüdenscheid aus allen grundlegenden additiven Materialien hergestellt werden. So können Filamente, Resine/Harze und Pulver verdruckt werden. Zur Erstellung eines Angebotes benötigen wir die CAD-Modelle, welche bevorzugt als stl-Daten zur Verfügung gestellt werden sollten. Gerne stehen wir Ihnen in einem Vorabgespräch zur Verfügung, um direkt Ihre Vorstellungen und technischen Spezifikationen zu erfassen und das optimale System aus Verfahren und Material zu wählen. Optional können auch tiefgreifende Recherchen zur Übersicht über potenziell nutzbare Verfahren und Materialien erstellt werden, welche Ihnen einen Überblick über den Dschungel aus Anbietern und Angeboten geben.

Rapid Decoration

Neben der additiven Herstellung von Bauteilen, besteht am Kunststoff-Institut Lüdenscheid auch die Möglichkeit die Muster mit den verschiedensten Verfahren dekorativ zu beschichten. Die Bauteile können z.B. durch Lackieren, Wassertransferverfahren, Beflocken, Direktkaschieren oder PVD-Technik wunschgemäß veredelt werden, um einen passenden Eindruck zu hinterlassen.

Rapid Tooling

Gerade bei der Prototypenherstellung, im Vorfeld der Serienproduktion von Kunststoffbauteilen im Spritzgießprozess, wird oftmals auf eine der zahlreichen additiven Fertigungstechnologien zurückgegriffen. In diesen Fällen wird das eigentliche Bauteil in der Regel direkt additiv gefertigt und als Prototyp genutzt. Dadurch ergeben sich jedoch erhebliche Unterschiede bezüglich optischer und mechanischer Eigenschaften zwischen den so hergestellten Prototypen und den später gewünschten Serienteilen. Um diese Probleme zu umgehen, wird immer wieder ein Anwendungsgebiet der additiven Fertigungsverfahren genannt, das „Rapid Tooling“. Hierbei werden die Vorteile der additiven Fertigung genutzt, um Formeinsätze aus Kunststoff in einem einzigen und schnellen Druckvorgang herzustellen. Anschließend werden diese in einer Stammform im Spritzgussverfahren genutzt, um Formteile aus Original-(Spritzguss)material zu erhalten. Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid kann hierbei die Herstellung der Einsätze, als

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 22 von 34 -

auch die Nutzung von Stammformen im hauseigenen Spritzgusstechnikum anbieten. Ebenso stehen wir Ihnen gerne beratend zur Verfügung, um diese Technik in der eigenen Fertigung zu etablieren.

3.1 FDM

Bei der FDM-Technologie (Fused Deposition Modeling), einem Schmelzeschichtverfahren, legt der Düsenkopf eine aufgeschmolzene Formmasse in einzelnen Bahnen auf der Bauplattform ab und das Bauteil wird so Schicht für Schicht aus dem CAD-Modell erzeugt. Aus dem Material ABS M30 können Bauteile mit Einzelschichtdicken zwischen 0,127 und 0,330 mm (siehe Ausstattung) aufgebaut werden. Für Bauteile die aus ULTEM 9085 gebaut werden sollen, steht nur eine Schichtdicke von 0,254 mm zur Verfügung.

Ausstattung FDM

- FDM-Anlage Stratasys Fortus 400mc™
- Bauraum: 355 x 254 x 254 [mm]
- Mögliche Materialien: ABS M30, ULTEM 9085 (PEI)
- Schichtdicken: 0,127 mm (nur ABS)
- 0,178 mm (nur ABS)
- 0,254 mm (ABS und Ultem)
- 0,330 mm (nur ABS)
- Genauigkeit: $\pm 0,127$ mm oder $\pm 0,0015$ mm/mm (laut Herstellerangaben/Geometrieabhängig)



3.2 FFF

Das FFF-Verfahren entspricht im wesentlichen Verfahrensablauf dem FDM-Verfahren. Hintergrund der unterschiedlichen Namensgebung sind patentrechtliche Angelegenheiten. Die Fertigungsanlagen der Firma FlensTech bieten ein offenes Materialsystem mit anpassbaren Parametersätzen. Auf diese Weise ist unter anderem auch eine (Filament-) Materialentwicklung möglich.

Ausstattung FFF

- FlensTech Fusion3 F410
- Bauraum: 355 x 355 x 315 mm
- Mögliche Materialien: PLA, ABS, ASA, PC-ASA, PETG, TPU, TPE, HIPS, PC, PA + Carbon und faserverstärkte Filamente sowie weitere ...
- Schichtdicken: 0,08 bis 0,5 mm
- Druckgeschwindigkeit bis zu 250 mm/s
- Düsentemperatur bis zu 300°C



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 23 von 34 -

- FlensTech W255
- Bauraum: 225 x 225 x 255 mm
- Modellmaterial: PLA (empfohlen), ABS
- Schichtdicken: 0,05 bis 0,35 mm
- Druckgeschwindigkeit bis zu 100 mm/s
- Düsentemperatur bis zu 260°C



3.3 CFF

Auch das CFF-Verfahren basiert auf der Verfahrensweise des FDM-Verfahrens. Durch die mögliche Einbringung einer Endlosfaser innerhalb der Schichten, können die mechanischen Kennwerte der Bauteile jedoch stark verbessert werden.

Ausstattung CFF

- Markforged Mark Two
- Bauraum: 575 x 322 x 366 mm
- Modellmaterial: Onyx (PA6 + Micro-Carbonfaser)
- Mögliche Endlosfasern: (High-Temp) Glasfaser, Carbonfaser, Kevlarfaser
- Schichtdicken: 0,1 bis 0,2 mm
- Positioniergenauigkeit: 0,01 mm



3.4 Stereolithographie

Bei der Stereolithographie werden UV-aushärtende Harzsysteme mittels eines Lasers belichtet und auf diese Weise ausgehärtet. Nachdem der Laser die Schichtinformation abgefahren und belichtet hat, fährt auch bei der Stereolithographie die Bauplattform um eine Schichtdicke nach oben oder unten. So wird aus vielen 2D-Informationen ein dreidimensionales Bauteil.

Ausstattung SLA

- Formlabs Form 2
- Bauraum: 145 x 145 x 175 mm
- Modellmaterial: Unterschiedliche Photopolymere
- Schichtdicken: 0,025 bis 0,1 mm
- Strahldurchmesser: 0,14 mm



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 24 von 34 -

3.5 Digital Light Processing

Das Verfahren Digital Light Processing ähnelt der Stereolithografie, mit dem Unterschied, dass das Aktivieren zum Aushärten der Resine/Harze nicht punktuell, sondern durch das Bestrahlen einer Fläche erfolgt. So lassen sich die Schichten deutlich schneller erzeugen, sind aber auch von der Genauigkeit der Lichtquelle (Beamer) abhängig. Der Loctite EQ PR10.1 DLP hat zudem ein offenes Parametersystem, welches nicht nur die Verarbeitung diverser Photopolymere ermöglicht, sondern auch ein Entwicklungsset zum Erzeugen von Parametersätzen für völlig neue Materialsysteme.

Ausstattung DLP

- Loctite EQ PR10.1 DLP
- 145 x 145 x 175 mm
- Modellmaterial: Diverse Photopolymere
- Schichtdicken: 0,025 bis 0,1 mm
- Bildqualität: 1920 x 1080 Pixel



3.6 Selektives Lasersintern

Beim selektiven Lasersintern wird das Ausgangsmaterial in Pulverform auf ein Druckbett aufgetragen und dann der Bauteilquerschnitt per Laser eingebrannt. Das Pulver verschmilzt in den betreffenden Bereichen und bildet eine geschlossene Struktur aus. Durch diese Technologie sind Geometrien, auch mit Hinterschnitten, ohne Stützstruktur fertigbar. Wie beim Gießen mit verlorenen Formen, wird der Materialkuchen anschließend entfernt, die Bauteile vom Restpulver befreit und als Finishing gestrahlt. Es entsteht eine raue, aber gleichmäßige Oberfläche.

Ausstattung SLS

- Sinterit Lisa Pro
- Bauraum: 150 x 200 x 260 mm
- Modellmaterial: PA11, PA12, TPE
- Schichtdicken: 0,075 bis 0,175 mm
- Positioniergenauigkeit: 0,05 mm



Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 25 von 34 -

3.7 PolyJet

Bei der PolyJet-Technologie (auch Multi-Jet Modeling) werden flüssige Photopolymer-Harze mittels Druckkopf schichtweise gedruckt. Das Material wird durch UV-Lampen gehärtet. Nach jeder Schicht wird, wie auch bei der FDM-Technik, die Bauplattform um eine Schichtdicke herabgesetzt.

Aus einer Vielzahl zur Verfügung stehender PolyJet-Photopolymeren lassen sich diverse mechanische und physische Eigenschaften simulieren. Diese können von gummiartig bis fest, von undurchsichtig bis transparent und von Standard- bis zu ABS-ähnlichen Kunststoffen eingestellt werden. Es ist auch möglich unterschiedliche Eigenschaften innerhalb eines Bauteils zu realisieren (z.B. fester Grundkörper mit gummiertem Überzug). Einzelschichtdicken von 16 µm bieten die Möglichkeit sehr feine und präzise Bauteile darzustellen.

Ausstattung PolyJet

- Objet260 Connex
- Bauraum: 255 x 252 x 200 [mm]
- Modellmaterialien:
 - Transparent, fest (VeroClear)
 - Gummiartig (Tango-Familie)
 - Transparent, Mehrzweck (FullCure RGD720)
 - Fest, undurchsichtig (Vero-Familie)
 - Polypropylenartig (DurusWhite)
- Digitale Modellmaterialien:
 - Technische Kunststoffe wie Digital ABS Green (RGD5160-DM), hergestellt aus RGD515 und RGD535
 - Transparente Farbtöne und Muster
 - Feste, undurchsichtige Materialien
 - Gummiartige Materialien mit unterschiedlichen Shore-Härtegraden
 - Polypropylen mit verbesserter Temperaturbeständigkeit
- Schichtdicken:
 - 30 µm (Digital Material)
 - 16 µm (High Quality)
 - 30 µm (High Speed)



Genauigkeit: 20 bis 85 µm für Bauteile, die kleiner als 50 mm sind; bis zu 200 µm für die vollständige Modellgröße (nur für feste Materialien, abhängig von Geometrie, Konstruktionsparametern und Modellausrichtung)
(laut Herstellerangaben/Geometrieabhängig)

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 26 von 34 -

4. Oberflächenprüftechnik

Das Leistungsspektrum umfasst neben den normierten Verfahren, wie Farb-, Glanz- und Rauigkeitsmessung, weitere Möglichkeiten zur Oberflächencharakterisierung, um Aussagen bezüglich einzelner Kennwerte oder Versagensursachen von Oberflächen treffen zu können. Folgende Oberflächenprüfungen können u. a. in unserem Hause durchgeführt werden:

- mikroskopische und makroskopische Oberflächendarstellungen
- Farbmessung mittels Spektralphotometer
- Glanzmessung mittels Reflektometer
- Rauheits- und Topographiemessung
- Kontaktwinkelmessung - Bestimmung der Oberflächenenergie und Oberflächenspannung
- Kratz- und Abriebprüfungen
- Prüfung der Reinigungsfähigkeit



Durch unsere langjährige Erfahrung bieten wir neben den standardisierten Prüfungen auch gerne Unterstützung bei der Prüfung Ihrer neuentwickelten Bauteile und helfen Ihnen geeignete Prüfvorschriften für Ihre Anwendungen zu definieren.

Detailliertere Angaben zu unserem Prüfequipment sind im folgendem aufgeführt:

4.1 Farbmessung

Die Farbmessung erfolgt mittels Spektralphotometer. Wir bieten Messungen mit zwei verschiedenen Geräten für verschiedene Geometrien und unterschiedlichen Einstellungen an.

Für Kunststoffoberflächen, bei denen die Oberflächenbeschaffenheit zweitrangig ist steht ein Farbmessgerät mit einer $45^\circ/0^\circ$ Geometrie zur Verfügung. Diese eignet sich beispielsweise für vergleichende Messungen an Kunststoffformteilen des gleichen Typs.

Weiterhin steht ein Farbmessgerät zur Verfügung, welches eine $d/8^\circ$ -Messgeometrie besitzt. Dabei besteht die Möglichkeit durch eine Glanzfalle den Einfluss des Glanzes der Oberfläche auf die Farbe zu unterdrücken (zum Beispiel beim Vergleich von RAL-Karten zum Kunststoffformteil).

Beide Geräte können den 2° sowie 10° Beobachtungswinkel realisieren. Neben dem D65-Normlicht können auch diverse Kaltlicht- und Warmlichtquellen je nach Kundenwunsch eingestellt werden.

Kombinationen, wie zum Beispiel durch Kratzprüfung, UV-Lagerung, Abriebprüfung usw., sind bei einer ausreichenden Flächengröße möglich.

Ausstattung: Farbmessgerät (Messgeometrie $d/8^\circ$): Konica Minolta CM-36dg
Farbmessgerät (Messgeometrie $45^\circ/0^\circ$): Konica Minolta CM-2500c

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 27 von 34 -

4.2 Glanzmessung

Die Glanzmessung erfolgt mittels Reflektometer. Das Messgerät ermöglicht Messungen mit drei Einstrahlwinkeln (Messwinkeln). Die Standardglanzmessung erfolgt bei 60°. Hochglanzoberflächen werden zusätzlich bei 20° und matte Oberflächen bei 85° gemessen.

Bei Standardkunststoffen werden Glanzeinheiten zwischen 0 und 100 erreicht. An stark reflektierenden Untergründen, z. B. verchromten oder PVD-beschichteten Oberflächen, können auch Werte von bis zu 2500 Glanzeinheiten gemessen werden.

Kombinationen, wie zum Beispiel durch Kratzprüfung, UV-Lagerung, Abriebprüfung usw., sind bei einer ausreichenden Flächengröße möglich.

Ausstattung: Glanzmessgerät Zehntner ZGM 1120
Glanzmessgerät Zehntner ZGM 1130
Glanzmessgerät RhoPoint Flex 20

4.3 Trübungsmessung (Transmission, Haze)

Transparente Produkte wirken abhängig davon, wie sie das Licht streuen klar oder eher milchig. Um solche Proben zu charakterisieren kann z.B. das haze-gard genutzt werden. Dieses ermöglicht die Messung der Gesamttransmission sowie der Trübung (Haze, Großwinkelstreuung) und Bildschärfe (Clarity, Kleinwinkelstreuung).

Die Messung kann in Übereinstimmung mit folgenden internationalen Normen durchgeführt werden:

- ASTM D 1003 (Lichtart C und A)
- ASTM D 1044
- ISO 13468 (Lichtart D65)
- ISO 14782

Durch die Verwendung einer LED-Lichtquelle sowie einem Referenzstrahl ergibt sich eine gute Wiederholbarkeit.

Gemessen werden können Folien und Platten, für Flüssigkeiten muss ggf. eine zusätzliche Halterung beschafft werden. Die Mindestmaße der Probe liegen bei 30 mm Durchmesser.

Zusätzlich kann mit dem Spektralphotometer CM36dg (siehe 4.1) die Transmission auch wellenlängenabhängig gemessen werden.

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 28 von 34 -

4.4 Kontaktwinkelmessung

Die Fähigkeit zur Benetzung einer Kunststoffoberfläche durch eine flüssige Phase kann mit Hilfe der Oberflächenenergie quantifiziert und mittels der Kontaktwinkelmessung bestimmt werden. Sie ist immer dann von Interesse, wenn eine dekorative oder funktionelle Modifizierung der Kunststoffoberfläche erfolgen soll.

Statische Methode (Kontaktwinkelmessgerät)

Das Messgerät bestimmt vollautomatisch den Kontaktwinkel, sowie die Oberflächenspannung bzw. Oberflächenenergie z. B. von Bauteilen, Beschichtungen, Folien oder Lacken.

Die Bestimmung der Oberflächenenergie erfolgt nach der Methode des liegenden Tropfens. Die Berechnung der Oberflächenenergie von Festkörpern erfolgt anhand der Ergebnisse aus der Kontaktwinkelmessung mit mindestens zwei unterschiedlichen Prüfflüssigkeiten.

Die Bestimmung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten erfolgt nach der Methode des hängenden Tropfens. Es wird das Volumen und die Spannung des Randbereiches berechnet und daraus die Oberflächenspannung der Flüssigkeit ermittelt.

Ausstattung: Kontaktwinkelmessgerät Krüss MSA

4.5 Kratz- und Abriebprüfungen

Am Kunststoff-Institut wird eine breite Palette an akkreditierten Kratz- und Abriebprüfungen angeboten, zusätzlich werden auf Kundenwunsch spezielle Prüfungen für den jeweiligen Anwendungsfall entwickelt. Neben der Akkreditierung durch die deutsche Akkreditierungsstelle (Dakks) ist unser Labor von verschiedenen OEMs (Daimler, BMW, VW) im regelmäßigen Austausch und für eine Reihe von Prüfungen zusätzlich qualifiziert.

Beispiele akkreditierter Prüfungen:

- DIN EN 1518-1 (Kratzprüfung)
- BMW GS 97034-1 bis 6, 8 bis 10 (diverse BMW Prüfungen)
- DIN EN ISO 105-X12 (linearer Abrieb)
- DIN 60068-2-70 (Handabrieb: Abrex oder Tribotouch)
- DIN EN ISO 2409 (Gitterschnitt)
- PV 3952 (Kratzbeständigkeit)
- PV 3974 (Schreibfestigkeit)
- PV 3987 (Scheuerfestigkeit)

4.5.1 Kratzprüfungen

Das Erkennen von Kratzern ist vom Sehvermögen und Empfinden des Prüfers abhängig. Bei visueller Beurteilung einer Probe werden die nachfolgend dargestellten Prüfungen so durchgeführt, „bis eine Kratzspur gerade sichtbar“ ist. Daher erfolgt die Betrachtung der Proben unter genormtem Licht in einer Lichtkabine, die standardmäßig mit folgenden genormten Lichtquellen ausgestattet ist: Tageslicht (D65), Glühlampenlicht (A) oder Kaufhauslicht (CWF oder TL84). Die Probe sollte unter verschiedenen Winkeln betrachtet und „ausgespiegelt“ werden.

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 29 von 34 -

4.5.2 ABREX-Prüfstand

Der ABREX-Prüfstand bietet zahlreiche Möglichkeiten Kunststoffformteile, aber auch andere Materialien, auf ihre Abriebbeständigkeit zu testen.

Bei dem Standardtest wird ein Normgewebe mit Hilfe eines Silikonstempels wiederholt auf die zu prüfende Oberfläche gedrückt. Diese Kombination simuliert den Finger, der eine Oberfläche mehrfach abwischt (Handabrieb). Durch die Auswahl der Hubzahl und Belastung (1 bis 20 N) können beschichtete, sowie unbeschichtete Oberflächen, geprüft werden.

Das Prüfverfahren kann durch den Einsatz von Medien erweitert werden. Künstlicher Schweiß, Sonnen- sowie Handcreme sind üblich gewählte Medien. Durch eine Dosiereinheit können, je nach Kundenwunsch und Einsatzgebiet, auch andere Medien verwendet werden. Optional kann das Baumwollgewebe gegen andere Materialien getauscht werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Prüfung durch einen künstlichen Fingernagel. Hierbei kann eine Probe in einem vorgegebenen Winkel eingespannt und mit einer niedrigen Hubzahl belastet werden.

Für Bauteile, wie zum Beispiel im Fußbereich, eignet sich der Schuhsohlentest. Es kann zwischen einer Kunststoff- und Ledersohle gewählt werden. Das Prüfprinzip ist ähnlich wie beim Fingernageltest.

Die Auswertung erfolgt standardmäßig visuell in einer Normlichtkabine. Auf Kundenwunsch können mikroskopische Bilder aufgenommen werden. Dies ermöglicht die Darstellung minimaler Veränderungen auf der Oberfläche.

Ausstattung: Innowep Abriebprüfgerät Abrex® und zwei Abrex®-E

4.5.3 TRIBOTOUCH-Prüfstand

Das „Tribotouch“-Prüfgerät bietet komplexe Handabrieb- und Kratzprüflösungen.

Ein Reibarm fährt hierbei in einem 45° Winkel auf die Oberfläche und führt dabei eine auf und ab Bewegung aus. Die Anpresskraft des Reibstempels in Kombination mit dem darüber liegenden Reibgewebe simuliert hierbei den Handabrieb. Bei Kratzprüfungen erfolgt die Oberflächenbelastung mittels direktaufliegender Prüfscheiben. Das Besondere am Tribotouch ist die elektromotorische Steuerung des Reibarms mit der gleichmäßige Bewegungen realisierbar sind. Mit Hilfe der intuitiven Software können diese Bewegungen maßgeschneidert auf den jeweiligen Anwendungsfall eingestellt werden. So sind Beschleunigungsprofile während des Auf- und Absetzens des Reibstempels auf der Probenoberfläche unterschiedlich konfigurierbar, um z.B. Reinigungsvorgänge besser simulieren zu können. Dabei sind Prüfkräfte von 1 bis 30 N und Reibwege von 1 bis 40 mm abbildbar.

Weiterhin ist es möglich den Reibarm mit sehr hoher Geschwindigkeit über die Probenoberfläche zu fahren. Dies ermöglicht die Simulation stark wärmeerzeugender Reibprozesse oder die Durchführung anspruchsvoller Kratztests, wie z.B. für den Schuhsohlentest an Einstiegsleisten im Automobilbereich (BMW GS 97034-11), bei dem die Prüfscheibe mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m/s über die Probenoberfläche geführt werden muss.

Ausstattung: Tribotron Abriebprüfgerät TRIBOTOUCH

Stand: 09/2022

4.5.4 TABER-Abraser

Bei dem Taber-Abraser-Test nach DIN 53754 handelt es sich um eine Prüfung zur Ermittlung von Verschleißvorgängen. Das Gerät besteht aus einem waagrecht angeordneten rotierendem Drehteller, auf den eine ebene Probe aufgespannt wird. Auf die Probenoberfläche werden zwei rotierende Reibräder mit festgelegter Auflagekraft aufgesetzt. Die Drehachse ist dabei etwas außermittig angebracht, wodurch das wesentliche Merkmal dieser Prüfung, ein X-förmiges Raster entsteht. Die Reibräder (je nach Norm, zu prüfendem Material und Kundenforderung) sind aus unterschiedlichen Materialien und mit verschiedenen Beschichtungen erhältlich, z. B. Gummi und Schleifkorn, Filzwolle, Keramik, Sandpapier oder Wolframkarbid.

Die Auswertung nach Norm erfolgt meist gravimetrisch nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen oder durch die Anzahl der Umdrehungen bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Probenuntergrund sichtbar wird. In der Praxis wird häufig eine optische Auswertung durchgeführt, die visuell oder mittels Glanzmessung erfolgen kann. Das Testen mittels Taber-Abraser eignet sich besonders gut für transparente Materialien und auch für solche, die mit Klarlack beschichtet sind (z. B. Kratzfestbeschichtungen). Hier kann die Auswertung mittels Streulichtmessung erfolgen. Es wird die Großwinkelstreuung des transmittierten Lichtes gemessen und der Haze-Wert (Trübung) bestimmt.

Ausstattung: Taber Abraser 5131

4.5.5 Lineartester

Die Untersuchung des Verhaltens gegen Abrieb kann mit dem Lineartester 249 erfolgen. Dieses Universalprüfgerät der Firma Erichsen kann für Prüfungen hinsichtlich Kratzfestigkeit, Farbbeständigkeit, Scheuerbeständigkeit und Pflegebeständigkeit eingesetzt werden.

Das Gerät besteht aus einem Pendelarm mit einer Vorrichtung, in die, je nach Verwendungszweck, eine Spitze, ein Filz oder ein Acrylzyylinder eingesetzt werden kann.

Der Hebelarm, auf dem ein Auflagegewicht von 50 g bis 4 kg lastet, bewegt sich elektrisch betrieben mit einem Hubweg von 35 bis 110 mm horizontal über den befestigten Probekörper.

Die Beurteilung erfolgt über die beiden Eigenschaften Abriebbeständigkeit und Reibechtheit. Bei der Abriebbeständigkeit wird die Probe visuell auf erkennbare Veränderungen durch Abrieb beurteilt. Bei der Reibechtheit wird dagegen das Gewebe, mit dem die beschichtete Probe geprüft wurde, auf Anschmutzen und Verfärbung untersucht und direkt mit dem ungeprüften Stoff verglichen. Der sichtbare Helligkeitsunterschied des für die Prüfung verwendeten Tuchbereiches zum nicht verwendeten Tuchbereich wird mit einem Graumaßstab verglichen und bewertet.

Ausstattung: Erichsen Lineartester 249 (2x)

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 31 von 34 -

4.5.6 Kratzbeständigkeit mittel Abriebprüfgerät gemäß KIMW 003 - Teil 1: Flächige Belastung

Dieses Prüfverfahren dient zur Beurteilung der Abriebbeständigkeit von unbehandelten und oberflächenbeschichteten Kunststoffformteilen gegen eine flächige Belastung wie z.B. Abwischen mit einem Lappen. Unter Verwendung eines Normfilzes wird mit Belastungsstufen zwischen 1 N und 8 N und 1.000, 10.000 und 30.000 Hüben geprüft. Die Auswertung erfolgt visuell in einer Normlichtkabine. Optional können Proben auch gelagert werden, falls ein Selbsttheileffekt erwartet wird.

Anwendung findet diese Prüfung insbesondere für Bauteile, deren Oberflächen aus funktionellen oder dekorativen Gründen oberflächenbehandelt wurden.

Ausstattung: Lineartester 249, Firma Erichsen

4.5.7 Erichsenhärte (u.a. nach KIMW 003 - Teil 2: Punktuelle Belastung)

Die Erichsen-Härteprüfung dient zur Härtemessung von Oberflächenschutzschichten. Über eine einstellbare Federspannung wird eine Kraft von 0 bis 20 N auf eine Gravierspitz übertragen. Diese wird senkrecht über die Prüfstelle gezogen, so dass ein 5 bis 10 mm langer Strich sichtbar wird. Als Ergebnis wird die Federspannung angegeben, bei der der Gravierstift eine gerade noch sichtbare Spur hinterlässt. Die Gravierspitzen mit unterschiedlichen Durchmessern oder spezieller Spitzengeometrie können je nach Norm ausgewechselt werden. Der Stab eignet sich auch für kleine und gekrümmte Proben.

Dieses Verfahren bietet vor allem bei komplexen Bauteilgeometrien eine Untersuchung der Kratzbeständigkeit. Die Auswertung erfolgt visuell. Zusätzliche mikroskopische Darstellungen erleichtern das Charakterisieren des Ergebnisses.

Ausstattung: Erichsen-Härteprüfstab 318 und 318S

4.5.8 Universalkratzprüfstand (z. B. Kratzprüfung VW PV 3952)

Der Universalkratzprüfstand bietet zahlreiche Möglichkeiten ebene oder leicht gekrümmte Oberflächen zu belasten. Mit verschiedenen Prüfspitzen zwischen 1 bis 3 mm Durchmesser oder Scheiben kann ein Gitter- oder Linienmuster aufgebracht werden. Je nach Anspruch an das Kunststoffformteil und/oder seine Beschichtung werden Belastung von 1 bis 60 N verwendet. Die Auswertung kann visuell, aber auch durch eine Vorher-Nachher-Messung des Glanzes oder Farbe erfolgen. Anschließend besteht die Möglichkeit die Oberfläche nach Vorgabe des Kunden über einen bestimmten Zeitraum zu lagern (Normklima oder Temperierung). Die Eigenschaften des Selbstheilungseffekts können somit durch eine Folgemessung besser dargestellt werden.

Des Weiteren kann dieses Universalprüfgerät für kundenspezifische Sonderprüfungen verwendet werden, wobei eine Vielzahl von Prüfaufbauten zur Kratz- und Abriebprüfung konstruiert und adaptiert werden können.

Ausstattung: Sonderprüfgerät Kunststoff-Institut Lüdenscheid

Stand: 09/2022

4.5.9 Schmissbeständigkeitsprüfung (nach Oesterle)

Die Prüfeinrichtung zur Schmissbeständigkeitsprüfung nach Oesterle ist ähnlich dem Erichsen-Härteprüfstab aufgebaut. Es wird eine Prüfscheibe aus Kunststoff oder Metall fest eingesetzt; seitlich sind zwei Führungsrollen angebracht. Durch den Einsatz einer Spiralfeder kann eine Kraft von 0 bis 20 N vorgespannt werden. Nachdem das Gerät senkrecht auf die Prüffläche aufgesetzt und fest angedrückt ist, wird in Rollrichtung der Räder eine schnelle „schmissartige“ Bewegung von einigen Zentimetern ausgeführt. Als Ergebnis wird die Federspannung angegeben, bei der die Oberfläche einen mit dem bloßen Auge sichtbaren „Schmiss“ erhält. Der „Schmiss“ ist kein Riss oder Ritz, sondern entspricht in der Praxis auftretenden Spuren, die beispielsweise ein über einen Lack schleifender Zweig hinterlässt oder eine Beanspruchung mit einem Fingernagel.

Ausstattung: Schmissbeständigkeitsprüfer Oesterle 435

4.5.10 Martindaleprüfgerät

Das Martindalegerät dient zur Prüfung der Scheuerfestigkeit von hochglanz-lackierten Oberflächen. Die zwei parallel laufenden Probenrisse ermöglichen die Prüfung von zwei verschiedenen Oberflächen. Bei der Prüfung wird die Probe in das Martindale Prüfgerät durch ein Polierpapier (z.B. Firma 3M nach PV 3975) mit bestimmtem Druck (ca. 8 N) einer definierten Bewegung (Lissajous-Figur) und einer festgelegten Frequenz über eine definierte Zeitspanne beansprucht. Anschließend wird die Veränderung der Oberfläche durch Glanzmessung und visuelle Beurteilung bewertet.

Ausstattung: MINI-Martindale

4.6 Mikroskopische Oberflächendarstellung

Die Beurteilung einer Oberfläche erfolgt mit einem Stereo- oder Digitalmikroskop. Oberflächen, sowie Oberflächenschäden (Abriebspuren, Kratzmuster, Polituren usw.) lassen sich 2- und 3-dimensional darstellen. Für einen breiten Einsatzbereich stehen verschiedene Objektive mit 5 – 7.000 facher Vergrößerung zur Verfügung.

Die Methode ermöglicht die makro- und mikroskopische Betrachtung von Oberflächen, beispielsweise zur Beurteilung der Qualität von Druckbildern und Stufen. Ferner können mit einer motorisierten z-Achse 3D-Bilder mit einer Auflösung von 0,5 µm erzeugt und dargestellt werden.

Ausstattung: Digitalmikroskop: Hirox KH-1.300
Stereo-Mikroskop: Vision Engineering Alpha

4.7 Normlichtkabine

Die Normlichtkabine bietet durch neuste Lampentechnik die Möglichkeit Oberflächen zu beurteilen, Oberflächenveränderungen besser zu erkennen und Farben unter verschiedenen Lichtarten zu begutachten. Normlichtarten wie D65 (Tageslicht), TL84 (Bürobeleuchtung) und A (Glühlampe) sind hierbei Standard. Zudem verfügt die Kabine über zusätzliche Lichtarten wie HZ (Horizontbeleuchtung), CWF (Kaltweiß-Fluoreszenz) und U30 (Ultralumen 30). Das Zuschalten von UV A zur Beurteilung von zum Beispiel optischen Aufhellern ist jederzeit möglich.

Ausstattung: Normlichtkabine x-rite Spectralight QC

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 33 von 34 -

4.8 Prüfung der Reinigungsfähigkeit nach KIMW 004 / Easy-to-Clean-Prüfung

Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid hat eine Prüfmethode entwickelt die zur Beurteilung der Reinigungsfähigkeit von beschichteten und unbeschichteten Kunststoffoberflächen geeignet ist. Es wird insbesondere für Bauteile angewendet, auf deren Oberflächen aus hygienischen und dekorativen Gründen eine einfache, sorgfältige Reinigung gewährleistet sein soll (easy-to-clean).

Die zu reinigende Oberfläche kann mit verschiedenen Verschmutzungsmedien beaufschlagt werden. Je nach Vorgabe können die Proben im Normklima oder Wärmeschrank gelagert werden. Die Reinigung erfolgt dann trocken oder mit einem Reinigungsmedium und einer Belastung von 9 N mittels Lineartester. Die Auswertung erfolgt direkt nach der Reinigung in einer Lichtkabine unter Normlicht anhand eines Kennzahlenschemas.

Ausstattung: Erichsen Lineartester 249 und Applikationshilfsmittel

4.9 Rauheits- und Topografiemessung

4.9.1 MicroProf®

Das Gerät arbeitet zerstörungsfrei als optisches Profilometer im 2D-Bereich und als bildgebendes Messgerät im 3D-Bereich mit einem rasternden Verfahren. Rauheiten, Welligkeiten, Konturen und Oberflächentopografien können sowohl zwei- als auch dreidimensional entsprechend der DIN/ISO-Vorschriften bestimmt werden. Das Gerät arbeitet mit einer Auflösung von 1-2 µm in horizontaler und 10 nm in vertikaler Richtung.

Ausstattung: FRT MicroProf 100

4.9.2 Weißlichtinterferometrie

Das Messgerät arbeitet zerstörungsfrei als bildgebendes Messgerät im 3D-Bereich mit einem rasternden Verfahren. Rauheiten, Welligkeiten, Konturen und Oberflächentopografien werden dreidimensional entsprechend der DIN/ISO-Vorschriften bestimmt. Das Messgerät arbeitet mit modernster Linsentechnik und verfügt über Vergrößerungen im Bereich von 2,5- bis 230-facher Vergrößerung. Die Messung von transparenten Schichten lässt sich zudem durch ein Zusatzmodul realisieren. Das Gerät arbeitet mit einer Auflösung von 40 nm – 16 µm in horizontaler und 0,8 nm in vertikaler Richtung.

Ausstattung: Bruker Nano ContourGT-I-3D

4.9.3 Fokusvariation-Messgerät

Das InfiniteFocus von Bruker Alicona ist ein schnelles, optisches 3D Messinstrument für Toleranzen im µm und sub-µm Bereich ($R_a > 15$ nm). Durch die Fokusvariation-Technologie lassen sich berührungslos strukturierte Bauteiloberflächen flächenbasiert und hochauflösend messen. Für unterschiedliche Aufgabenstellungen stehen dem System eine Reihe von Objektiven zur Verfügung: 2,5x, 5x, 10x, 20x, 50x, 100x. Durch die robuste Bauweise können bei diesem Messgerät auch schwere und große Bauteile vermessen werden (Maximalgewicht: bis 35 kg, maximale Höhe der Probe: bis 240 mm).

Ausstattung: Bruker Alicona InfiniteFocus

Stand: 09/2022

- Übersicht Oberflächentechnik und IAF; Seite 34 von 34 -

4.10 Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung

Die energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse wird zur Messungen und Analyse dünner Schichten verwendet. Typisches Einsatzgebiet ist u.a. die Schichtdickenmessung galvanisierter Formteile.

Die Messungen erfolgen zerstörungsfrei ohne Chemikalieneinsatz.

Funktionsprinzip eines Röntgenfluoreszenz-Messgeräts

- Die Röntgenröhre erzeugt die primäre Röntgenstrahlung. Die elektrisch beheizte Kathode sendet Elektronen aus. Von der anliegenden Hochspannung auf sehr hohe Geschwindigkeit beschleunigt, dringen die Elektronen in das Anodenmaterial ein. Dabei wird die primäre Röntgenstrahlung erzeugt.
- Der Shutter dient als Sicherheitseinrichtung und verschließt im Bedarfsfall den Zugang der primären Röntgenstrahlung in die Messkammer vollständig.
- Die Messstelle wird mit einer Lichtquelle beleuchtet. Das Bild der Messstelle wird mit Hilfe eines Lochspiegels und einer Linse auf eine Videokamera gelenkt. Der Spiegel besitzt in der Mitte ein Loch, damit die primäre Röntgenstrahlung hindurch gelangen kann.
- Die Blende (Kollimator) begrenzt den Querschnitt des Primärstrahls, damit ein Messfleck von definierter Größe angeregt wird.
- Die primäre Röntgenstrahlung trifft auf Atome in der Probenoberfläche (Schichtmaterial und Grundwerkstoff) und löst dabei Elektronen der inneren Atomshalen heraus. Die entstehenden Lücken werden durch Elektronen von weiter außenliegenden Atomshalen aufgefüllt, wobei eine für jedes Element hinsichtlich ihrer Energieverteilung charakteristische Fluoreszenzstrahlung entsteht.
- Der energiedispersive Detektor misst die Energieverteilung der Fluoreszenzstrahlung. Von einer mehrstufigen Elektronik werden die Messsignale verarbeitet.
- Das Spektrum zeigt Linien oder Peaks, die charakteristisch für die chemischen Elemente in der Probe sind.
- Die Software berechnet die Dicke der Schicht(en) und/oder das Analyseergebnis. Die exakt senkrechte Draufsicht auf Messstelle und Messfleck ist möglich dank der speziellen Konstruktion des optischen Systems und der Röntgenstrahlführung.

Ausstattung:

- Röntgenfluoreszenz-Messgerät: FISCHERSCOPE® X-RAY XDML® 237
- Röntgenquelle: Mikrofokus-Wolframröhre mit Berylliumfenster
- Kleinster Messfleck: $\sim \varnothing 0,1$ mm
- Programmierbares XYZ-System
Verfahrweg X/Y: 255 x 235 [mm]
Wiederholgenauigkeit: $\leq 0,01$ mm (unidirektional)
Verfahrweg Z-Achse: 140 mm
- max. Probengröße: 300 x 350 x 140 [mm]
- max. Probenmasse: 5 kg

Stand: 09/2022