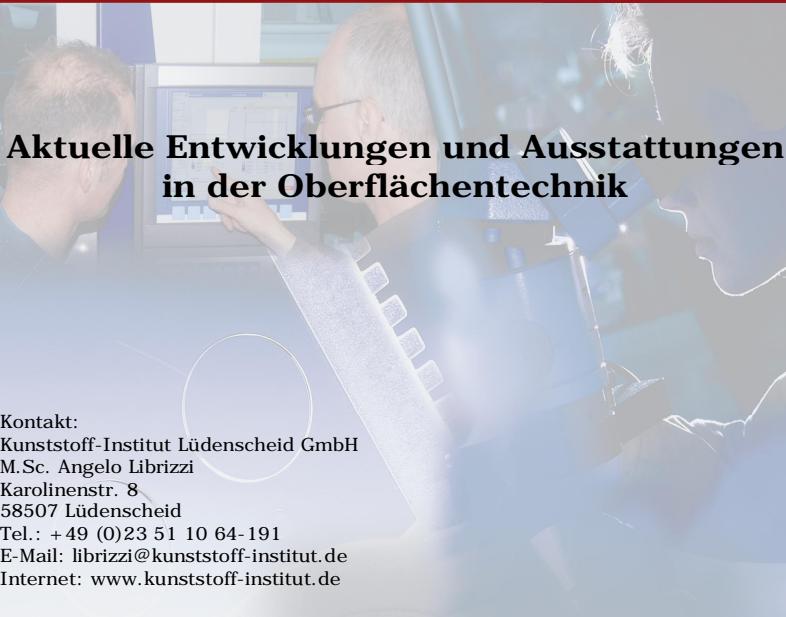


Technologienachmittag

Aktuelle Entwicklungen und Ausstattungen in der Oberflächentechnik

Kontakt:
Kunststoff-Institut Lüdenscheid GmbH
M.Sc. Angelo Librizzi
Karolinenstr. 8
58507 Lüdenscheid
Tel.: +49 (0)23 51 10 64-191
E-Mail: librizzi@kunststoff-institut.de
Internet: www.kunststoff-institut.de



**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID**

Inhalt

Neue Anlagentechnik

- Ø Thermoformanlage im AOT
- Ø Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)

Neue Entwicklungen

- Ø Oberflächenatlas
- Ø Untersuchungen zum FDM-Verfahren
- Ø Zwischenergebnisse:
Untersuchungen zur Ausschussminimierung bei piano black-Lackierung

**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID**

Thermoformanlage im AOT



PERMASKIN®

- Ø Direktkaschierung mit Folie zur Realisierung naturidentischer Oberflächen
- Ø Beidseitige Kaschierung von Türen



Quelle: BASF

Thermoformanlage im AOT



- Ø Die Verformung erfolgt nach dem Prinzip der Doppelvakuumtechnik
 - § Ober- und Unterhalb des zu verformenden Materials wird ein Vakuum angelegt (ca. 30 mbar)
 - § Das Material wird mittels IR-Strahler erwärmt
 - § Durch Wegnahme des Vakuums oberhalb des Materials erfolgt die Verformung über einen Kern



Neue Thermoformanlage im AOT



- Ø Zusätzlich besteht die Möglichkeit mit bis zu 3 bar Verformungsdruck zu arbeiten
- Ø Die Anlage dient der Direktkaschierung und der Verformung von Dekorfolien
- Ø Aufspannmaße:
 - § 755 mm x 600 mm
 - § 395 mm x 275 mm



Inhalt



- Neue Anlagentechnik
 - Ø Thermoformanlage im AOT
 - Ø Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)
- Neue Entwicklungen
 - Ø Oberflächenatlas
 - Ø Untersuchungen zum FDM-Verfahren
 - Ø Zwischenergebnisse:
Untersuchungen zur Ausschussminimierung bei piano black-Lackierung

Handabriebprüfung mittels ABREX®



Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)

Prüfung gemäß BMW GS 97034-1

- Ø Der Bewegungsablauf einer Finger- bzw. Handbetätigung wird simuliert.
- Ø Ein Prüfstempel wird unter einem Winkel von 45° auf die zu prüfende Oberfläche geführt und legt dort einen linearen Reibweg von 4 bis 40 mm zurück.
- Ø Zwischen Prüfstempel und Prüfling befindet sich ein spezielles Reibgewebe, welches die Fingerstruktur simulieren soll.
- Ø Bei Bedarf kann die Prüfung unter Einwirkung einer Prüfflüssigkeit erfolgen.
- Ø Die Andruckkraft – senkrecht zur Oberfläche des Prüflings – liegt zwischen 1N und 20N .
- Ø Anzahl der Zyklen: 1 bis 1 Million

Handabriebprüfung mittels ABREX®





Probenaufnahme

Bewegliches Gestell zur Probenaufnahme

Grundgestell

Reibgewebe

Bedieneinheit

Gewebevorschub

Medienzufuhr

Reibweg-einstellung

Prüfstempel

Gewichtsaufnahme innen

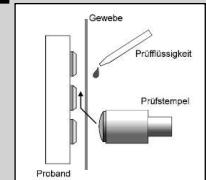


vorher

nachher

Quelle: Innowep GmbH

Schema der Handabriebprüfung:
Auszug aus der Norm DIN EN 60068-2-70)



Handabriebprüfung mittels ABREX®



Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)

Prüfung gemäß BMW GS 97034-1

- Ø Die Bewertung erfolgt als visuelle Beurteilung unter Normlicht D65.
- Ø Der Kontrast, Abriebfspur zu nicht belasteter Fläche, wird mittels Graumaßstab bewertet.
- Ø Für Materialien, welche sich mittels Graumaßstab nicht sinnvoll beurteilen lassen, erfolgt die Beurteilung nach einem Bewertungsschema mit Kennzahlen von 4 bis 10.
- Ø Beispiele: 4 (Optischer Fehler mit Funktionsrelevanz, der die Langzeitqualität maßgeblich beeinträchtigt oder zu Verletzungen führen kann), 9-10 (keine Veränderung)
- Ø Für weitergehende Untersuchungen hinsichtlich Schadensmechanismus kann eine messtechnische Beurteilung mittels berührungsloser Rauheits- oder Topographiemessung erfolgen.

Handabriebprüfung mittels ABREX®



Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)

Folgende weitere Spezifikationen der Automobilhersteller können geprüft werden:

- Ø BMW: GS 97034-2 (2007-05) – Fingernageltest
- Ø BMW: GS 97034-3 (2007-05) – Schuhsohlentest
- Ø BMW: GS 97034-4 (2007-05) – Farbabriebverhalten
- Ø BMW: GS 97034-5 (2007-05) – Reinigungsmittelbeständigkeit
- Ø BMW: GS 97034-6 (2007-05) – Anschmutzverhalten und Reinigungsfähigkeit
- Ø BMW: GS 97045-2 (2009-05) – Prüfbedingung AA-P 296; Abriebfestigkeit und Beständigkeit auf glatter Oberfläche
- Ø BMW: PR 506 (2006-09) - Durchführung eines Fingerprinttest
- Ø Daimler: DBL 7384 (2009-04) - Abriebprüfung
- Ø FORD: WSS-M2P188-A1 - Abrasion and paint wear resistance

Inhalt



- Neue Anlagentechnik
 - Ø Thermoformanlage im AOT
 - Ø Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)
- Neue Entwicklungen
 - Ø Oberflächenatlas
 - Ø Untersuchungen zum FDM-Verfahren
 - Ø Zwischenergebnisse:
Untersuchungen zur Ausschussminimierung bei piano black-Lackierung

Oberflächen-Atlas NRW



- Ø Gemeinschaftsarbeit von:
 - 
 - 
 - 
 - 
- Ø Gefördert durch:
 - Ziel2.NRW**
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung
- Ø Basis sind der chemieatlas.de und die Oberflächen-Datenbank des Instituts

Oberflächen-Atlas NRW

KUNSTSTOFF INSTITUT LÜDENSCHEID

Auswahl von Verfahren

Stichwortsuche

Das Informationsportal für die Chemieregion Ruhrgebiet + NWW chemieatlas.de

Karten + Legende

- + Chemie im Ruhrgebiet
- + Polymere NRW
- Oberfläche NRW
 - Kunststoff
 - Chemische Reinigung
 - Aktivierung
 - Lackieren
 - Lohnbeschichter
 - Maschinen-/Anlagenbauer
 - Bedrucken
 - Hinterstrichen
 - PVD/CVD
 - Galvanik
 - Wassertransfer
 - Strahlen
 - Sonstiges Verfahren
 - Ohne Kategorie
- + Hintergrundkarten

Luftbild Stadtplan

Bushaltestellen eingeben...

Ø Entwicklung einer gezielten Suche

Ø Update der Datensätze

Oberflächen-Atlas NRW

KUNSTSTOFF INSTITUT LÜDENSCHEID

Karten

Legende

Infrastruktur

- + Ver- und Entsorgung
- + Pipelines (nicht lagegenau)
- + Verkehr
 - Bahnhöfe
 - Containerterminals
 - Güterhafen
 - Luftverkehr
- + Schiffbarkeit
- + Bildung
- + Kliniken
- + Sport
- + Straßen

Mittelstandspark West

Inhalt



Neue Anlagentechnik

- Ø Thermoformanlage im AOT
- Ø Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)

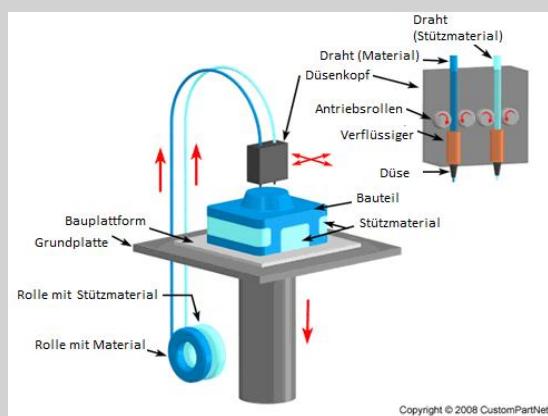
Neue Entwicklungen

- Ø Oberflächenatlas
- Ø Untersuchungen zum FDM-Verfahren
- Ø Zwischenergebnisse:
Untersuchungen zur Ausschussminimierung bei piano black-Lackierung

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Fused Deposition Modeling (FDM) ist ein generatives Fertigungsverfahren bei dem mittels Schmelzschichtung Bauteile aus Kunststoff auf Basis von CAD-Daten hergestellt werden.



Schematische Darstellung des FDM-Prozesses

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen

KUNSTSTOFF INSTITUT LÜDENSCHEID

Fused Deposition Modeling (FDM)



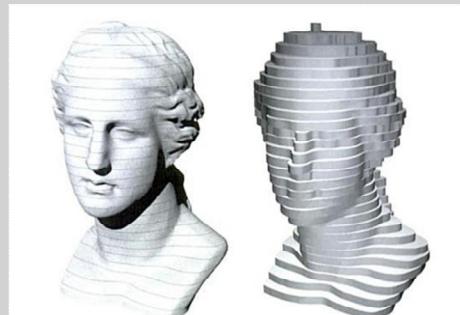
- Aufbau von Modellen aus ABS und Ultem
- Erstellen von Musterteilen, „Rapid Decoration“

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen

KUNSTSTOFF INSTITUT LÜDENSCHEID

Problemstellung

- Ø Die Bauteile entstehen durch das Fügen von Schichten gleicher Dicke.
- Ø In der z-Richtung entstehen dadurch „stufige“ Körper (Treppenstufen-Effekt).



Stufige Oberfläche (rechts) durch die generative Schichtbauweise; Quelle: FH-Aachen

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Diese verfahrensbedingte stufige Oberfläche wurde im Rahmen einer Diplomarbeit genauer betrachtet hinsichtlich
 - § Optimierung der Bauparameter und
 - § Nachträgliche Behandlungsverfahren
- Ø Dabei wurde das Ziel einer verbesserten Oberflächenqualität verfolgt.
- Ø Eingesetzt wurde ABS M30
- Ø Oberflächenbewertung anhand der Rauheit und Welligkeit

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung – auch auszugsweise – bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid (K.I.M.W.).

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen

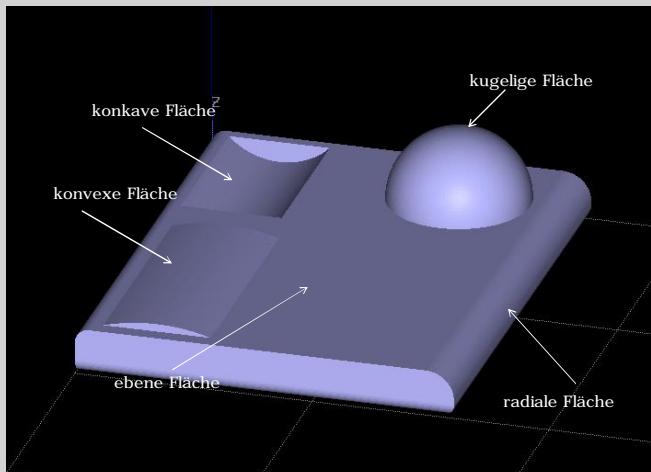


- Ø Die Oberfläche wird durch folgende Fertigungsparameter beeinflusst
 - § Düsenquerschnitt und somit die Schichthöhe in mm
 - § Spurbreite in mm
 - § Winkelorientierung des Bauteils bezüglich seiner Längs- und Querachse (x-y-z-Ausrichtung)
 - § Anzahl der Außenschichten
 - § Material (unterschiedlich gefärbtes ABS M30 weist einen unterschiedlichen Fließindex auf)

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen

KUNSTSTOFF INSTITUT LÜDENSCHEID

Ø Bauteilgeometrie des Probekörpers



konkave Fläche
konvexe Fläche
ebene Fläche
kugelige Fläche
radiale Fläche

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen

KUNSTSTOFF INSTITUT LÜDENSCHEID

Ø Unterschiedliche Baulagen



Stützmaterial
60° Y-Achse
0° Y-Achse
30° Y-Achse
45° Y-Achse
90° Y-Achse
Stützmaterial

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Versuchsreihe 1:
Variation der Spurbreiten und der Bauteillage
 - § Steigende Welligkeitswerte bei zunehmender Neigung um die Y-Achse **für** Spurbreiten ab 0,32 mm.
 - § Fallende Rauheitswerte bei zunehmender Neigung um die Y-Achse, unabhängig von der Spurbreite.

- Ø Empfehlung für die Herstellung von Bauteilen:
 - § Baulage: um 45° bis 60° geneigt
 - § Spurbreite: 0,30 mm.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung – auch auszugsweise – bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid (K.I.M.W.).

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Versuchsreihe 2:
Variation der Anzahl der Außenschichten
 - § Sprunghafter Rückgang von Welligkeitswerten bei Erhöhung der Außenschichten (< 3).
 - § Ab drei Schichten bleibt die Welligkeit innerhalb der Standardabweichung konstant.
 - § Tendenziell steigen die Rauheitswerte mit der Anzahl der Außenschichten (Einfluss vergleichsweise gering)

- Ø Empfehlung für die Herstellung von Bauteilen
 - § Anzahl der Außenschichten: 3 - 5

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Versuchsreihe 3:
Variation der Farbe (des Fließindexes)
 - § Geringste Welligkeitswerte bei Natur-Material
 - § Schwarzes und weißes Material weisen etwa gleiche hohe Welligkeitswerte auf.
 - § Wobei weißes Material im Vergleich zu den anderen Materialien einen deutlichen Rückgang der Rauheitswerte aufweist.

- Ø Empfehlung für die Herstellung von Bauteilen :
 - § Formteile mit engeren Toleranzen hinsichtlich Welligkeit sollten nach Möglichkeit aus dem Natur-Material hergestellt werden.
 - § Formteile mit engeren Toleranzen hinsichtlich Rauheit sollten nach Möglichkeit aus dem weiß gefärbten Material hergestellt werden.
 - § Hoher Fließindex bewirkt verbesserte Oberflächenqualität

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung – auch auszugsweise – bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid (K.I.M.W.).

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Versuchsreihe 4:
Variation des Düsendurchmessers
 - § Keine nachweislicher Einfluss auf Welligkeit
 - § Größerer Düsendurchmesser führt zu höheren Rauheitswerten

- Ø Empfehlung für die Herstellung von Bauteilen :
 - § Mit der T10 Düse (0,254 mm) können die Oberflächen besser dargestellt werden.
 - § Nach Möglichkeit sollte jedoch mit der Düse T12 (0,305 mm) gebaut werden, weil
 - § die Bauzeit hierbei halbiert wird
 - § die Welligkeit nicht negativ beeinflusst wird.

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Es muss grundsätzlich anhand der CAD-Daten und der Kundenanforderungen entschieden werden wie ein Bauteil gebaut werden sollte.
- Ø Entscheidende Kriterien:
 - § Geforderte Oberflächenqualität
 - § Bauzeit, Materialverbrauch (Kosten)
 - § Festigkeit von Stegen, Domen, Schnapphaken, ...

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



- Ø Nachbehandlungsverfahren
 - § Bedampfen mit Lösemittel MEK (Methylethylketon)
 - § Besprühen mit MEK
 - § Tauchen in MEK
 - § Strahlen
 - § Gleitschleifen

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



Ø Bedampfen oder Besprühen mit MEK

- § Keine gleichmäßige Benetzung der Oberfläche erreichbar
- § Deshalb wurden diese Methoden nicht weiter untersucht

Ø Tauchen in MEK

- § Eine gleichmäßige Benetzung ist möglich
- § Verbesserung der Welligkeit: 40% - 64%
- § Verbesserung der Rauheit: 98% - 99%

Ø Strahlen

- § Verbesserung der Welligkeit: 50% - 60%
- § Verbesserung der Rauheit: 80% - 96%

Ø Gleitschleifen

- § Verbesserung der Welligkeit: 43 - 68 %
- § Verbesserung der Rauheit: 47 - 82%

Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflächenqualität von FDM®-Teilen



Ø Zusammenfassung

- § Die Auswahl optimaler Bauparameter ist die Grundlage für eine gute Oberflächenqualität.
- § Bei der Parameterwahl sind neben dem Ziel einer guten Oberfläche die Festigkeiten von Stegen, Haken, etc. zu berücksichtigen.
- § Mittels dem Nachbehandlungsverfahren Tauchen in Lösemittel oder der Kombination aus Tauchen und Strahlen können Verbesserungen hinsichtlich Rauheit und Welligkeit erzielt werden.
- § Für Dekorationsverfahren wie dem Lackieren oder dem Wassertransferdruck muss zusätzlich eine Glättung der Oberfläche mittels Füllern und anschließendem Feinschleifen erfolgen.

Inhalt



Neue Anlagentechnik

- Ø Thermoformanlage im AOT
- Ø Handabriebprüfung mittels ABREX® (DIN EN 60068-2-70)

Neue Entwicklungen

- Ø Oberflächenatlas
- Ø Untersuchungen zum FDM-Verfahren
- Ø Zwischenergebnisse:
Untersuchungen zur Ausschussminimierung bei piano black-Lackierung

Ausschussminimierung piano black-Lackierung



- Ø Aktuelle Trends zielen weiterhin auf hochglänzende Oberflächen ab



BMW 5er Gran Turismo
Quelle: IAA 2009



Maybach Zeppelin
Quelle: IAA 2009

- Ø Diese neigen sehr stark dazu, Fehler deutlicher sichtbar zu machen und werden zum Teil mit Ausschussquoten von 50 % und mehr lackiert.
- Ø Im Rahmen des S2B-Projektes führt das KIMW Untersuchungen zur Auffindung der Hauptfehlerursachen an lackierten piano black Oberflächen durch.

Ausschussminimierung piano black-Lackierung



- Ø 6-Achs-Roboterlackieranlage
- Ø geschlossene Bauform mit Spritznebelabscheidung
- Ø Sauberraumeinhausung
 - § Filterklasse H14
 - Reinraumklasse 6-7



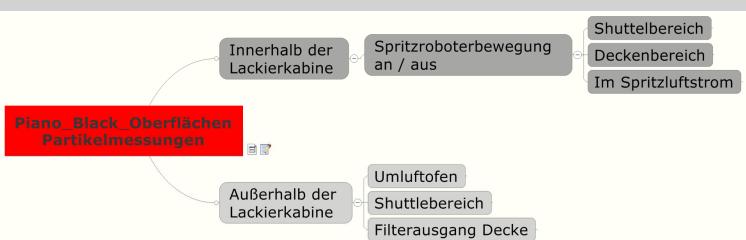
Roboter Lackieranlage im KIMW

Ausschussminimierung piano black-Lackierung



Versuchsreihen

- Ø Partikelmessungen im Lackierbereich



Piano Black Oberflächen Partikelmessungen

Betrachtete Einflussgrößen
Messungen jeweils mit ein- und ausgeschaltetem Reinraum

**Ausschussminimierung
piano black-Lackierung**

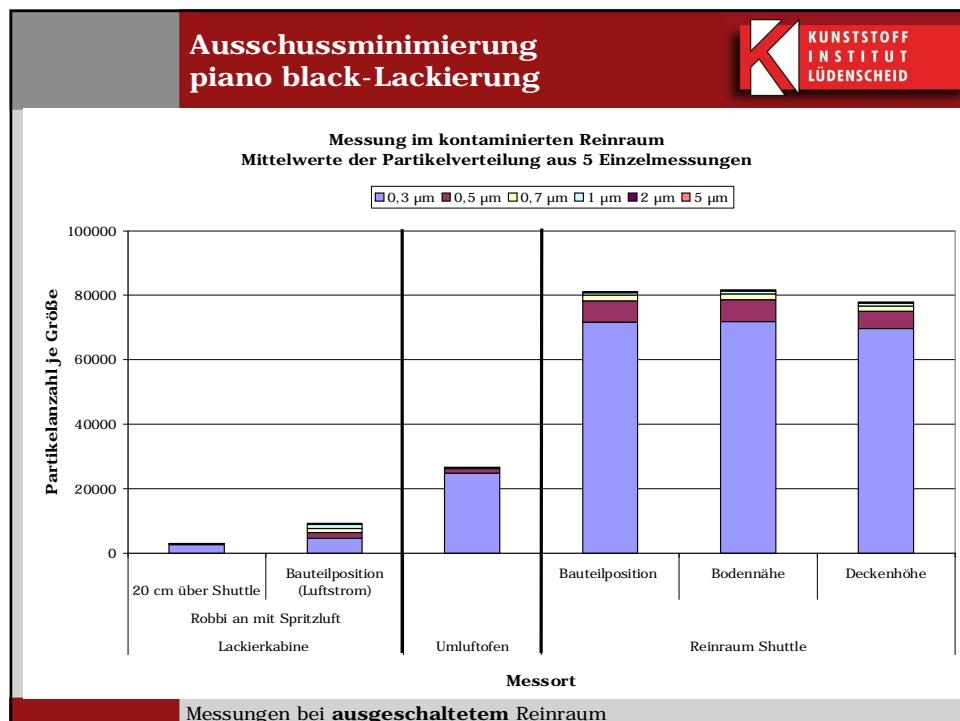
**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID**

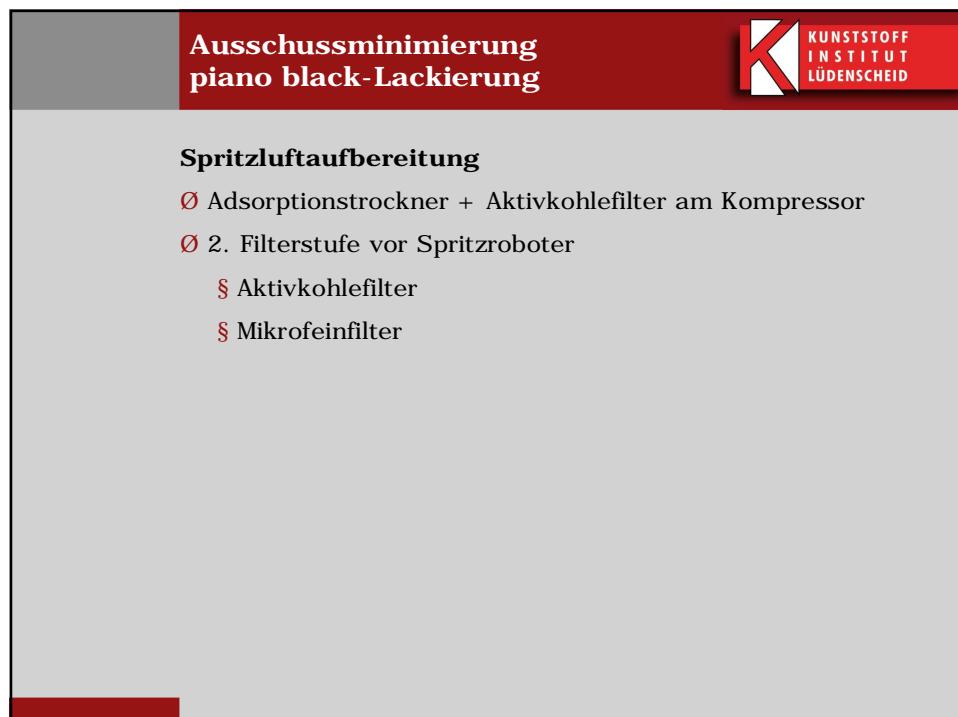
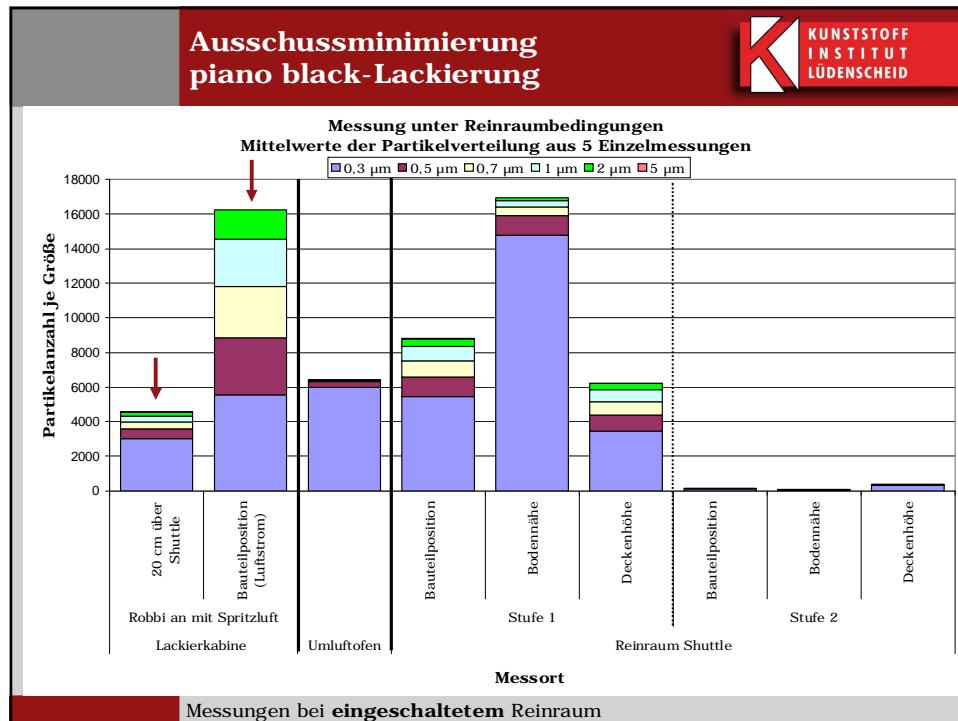
Partikelmessung

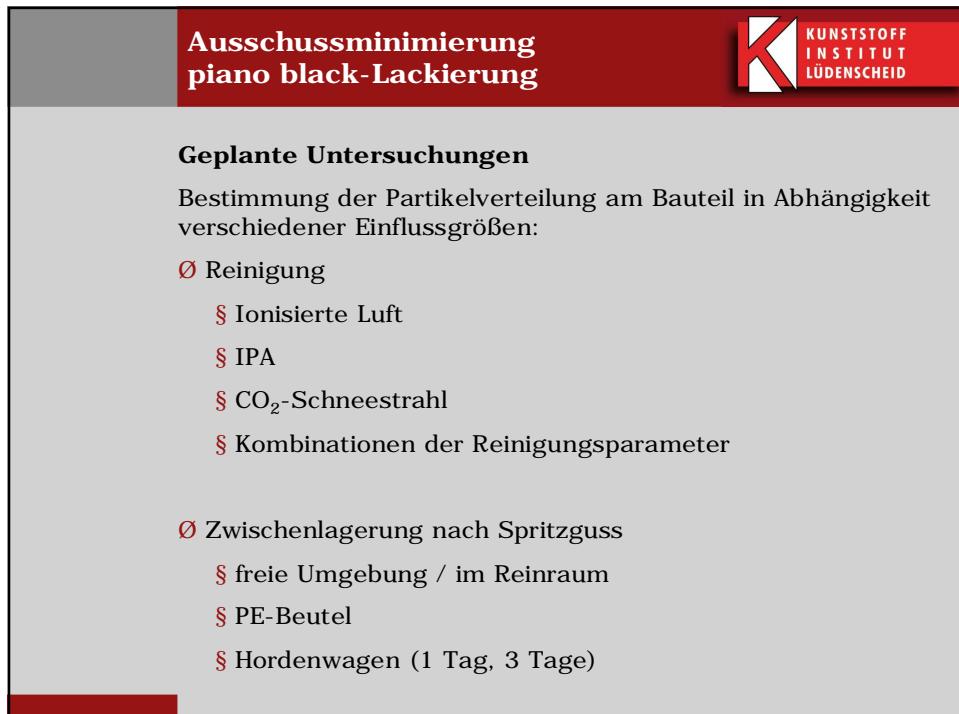
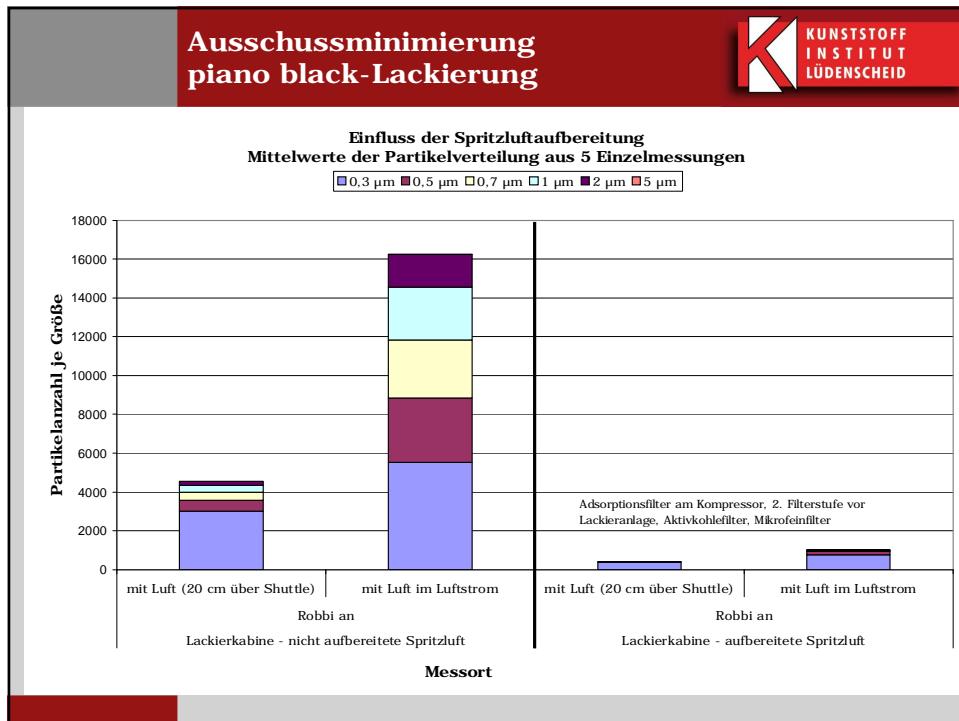
- Ø Mobiles Handgerät zur Partikelüberwachung
- Ø Durchfluss 2,83 l/min
- Ø Größenkanäle 0,3µm; 0,5µm; 0,7µm; 1,0µm; 2,0µm; 5,0µm



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung – auch auszugsweise – bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid (K.I.M.W.).







**Ausschussminimierung
piano black-Lackierung**

**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID**

Geplante Untersuchungen

Bestimmung der Partikelverteilung am Bauteil mittels Kamerasytem



Aufnahme unter Streiflichtbeleuchtung

Partikelgröße [µm]	Messstelle				
	1	2	3	4	5
5- 15	7	9	0	2	4
15- 25	13	12	4	1	2
25- 50	14	17	8	3	9
50- 100	2	4	2	3	5
100- 150	1	5	1	0	3
150- 200	1	3	0	0	0
200- 400	1	0	0	0	0
400- 600	0	0	0	0	0
600-1000	0	0	0	0	0
> 1000	0	0	0	0	0
Gesamt	39	50	15	9	23

Beispielhafte Auswertung der Partikelverteilung

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung – auch auszugsweise – bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid (K.I.M.W.).

Technologienachmittag

**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kontakt:
Kunststoff-Institut Lüdenscheid GmbH
M.Sc. Angelo Librizzi
Karolinenstr. 8
58507 Lüdenscheid
Tel.: +49 (0)23 51 10 64-191
E-Mail: librizzi@kunststoff-institut.de
Internet: www.kunststoff-institut.de