

Parylene-Beschichtung

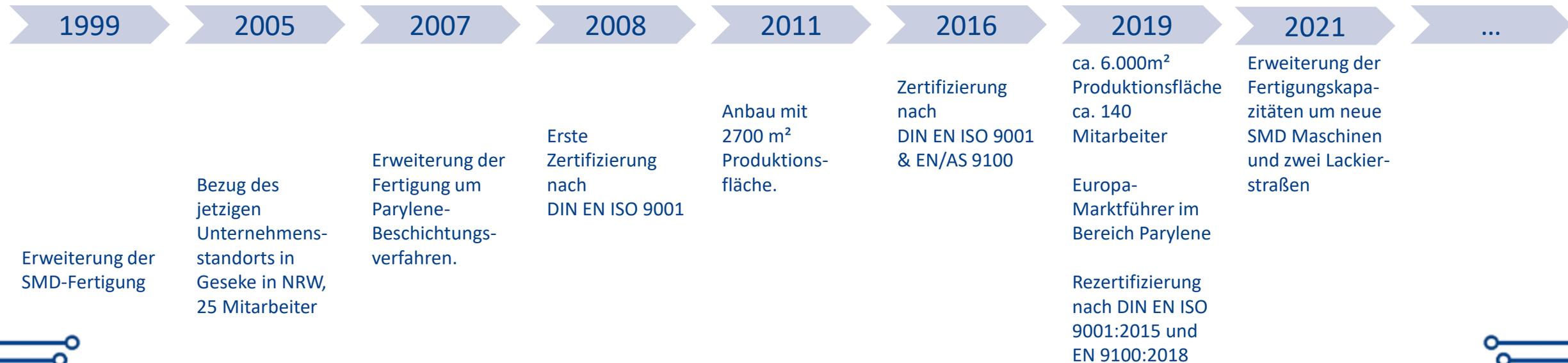
Dauerhafte Versiegelung elektronischer Baugruppen
mit extremen Anforderungen

Heicks Parylene Coating GmbH

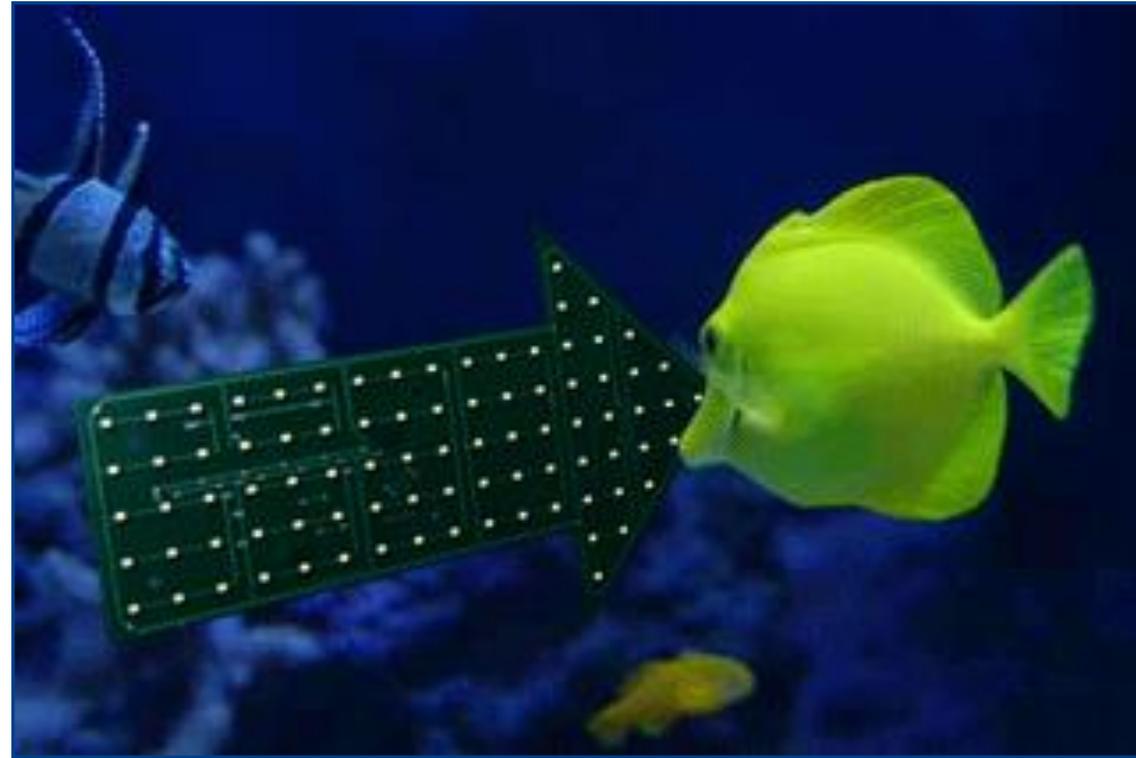
Dipl.-Ing. Rudolf Heicks



- ✓ Die Firma Heicks Industrieelektronik GmbH, gegründet 1986, ist ein mittelständiges, inhabergeführtes Unternehmen mit ca. 140 qualifizierten Mitarbeitern.
- ✓ Auf über 6000 m² Produktionsfläche bieten wir kompetenten Komplettservice für hochwertige elektronische Komponenten und Baugruppen.



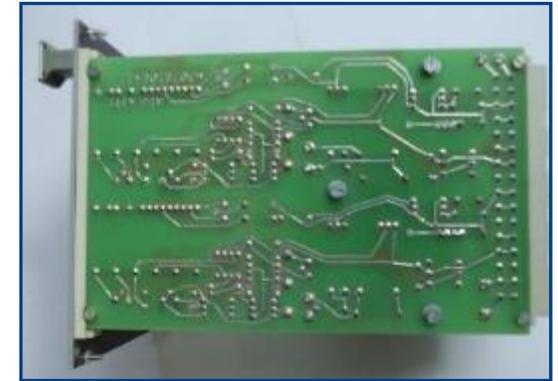
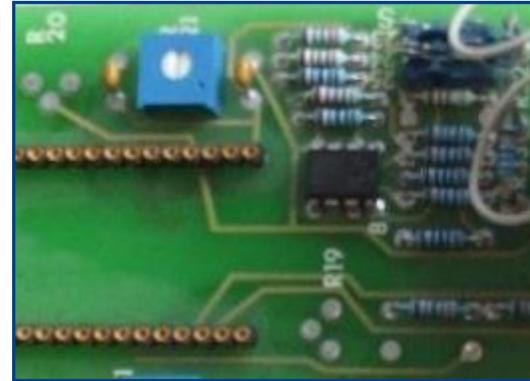
- Was...
passiert durch Feuchteinwirkung?
- Womit ...
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- Wie...
findet der Paryleneprozess statt?
- Wodurch...
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- Wo...
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- Wieviel...
kostet eine Parylene-Beschichtung?



Parylene-beschichtete Baugruppe in Salzwasser

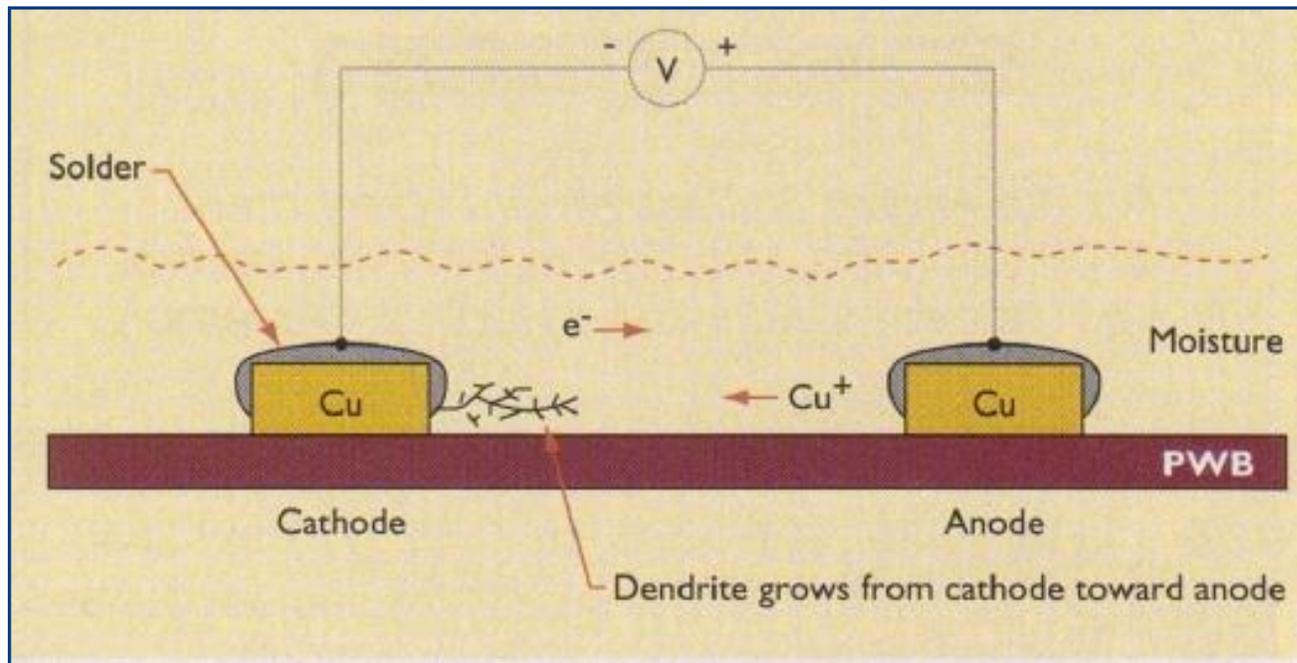
Steigende Klimagefährdung

- Früher
 - Große Bauteile
 - Große Leiterbahnabstände
 - Geringe Bestückungsdichte
 - Geringe Klimaeinflüsse
- Heute
 - Immer kleiner werdende Bauteile
 - Sehr geringe Leiterbahnabstände
 - Stetig steigende Bestückungsdichte
 - Hohe Klimaeinflüsse



Vorgang der Elektromigration

- Feuchtigkeit & Verunreinigung (Fluxer / Salze / Fingerprints)
- Elektromigration
- Auflösung der Metallisierung an der Anode
- Abscheidung der Dendrite an der Kathode



Elektromigration

Häufigste Ausfallursache unter Feuchtebelastung bei elektronischen Flachbaugruppen entsteht durch Elektromigration

→ Funktionsstörung oder Totalausfall drohen

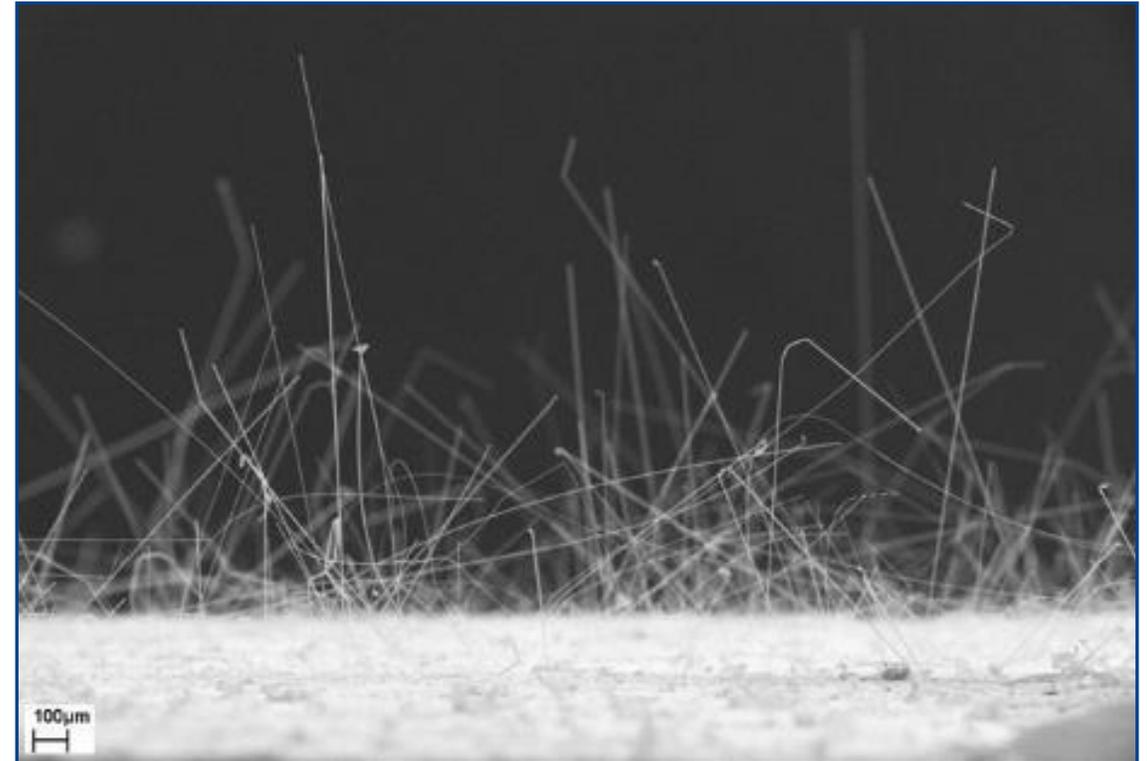


Elektromigration an einer elektronischen Baugruppe (Quelle: AUCOTEAM GmbH)

Whiskerbildung

- Antimon, Cadmium, Indium, Zink und Zinn neigen verstärkt zu Whiskerbildung
- Whisker entstehen bei Baugruppen teilweise erst nach Jahren in Betrieb
- Verstärkt tritt das Whiskerwachstum an Bauelementen oder Leiterplatten auf, die unter einer mechanischen Spannung stehen.

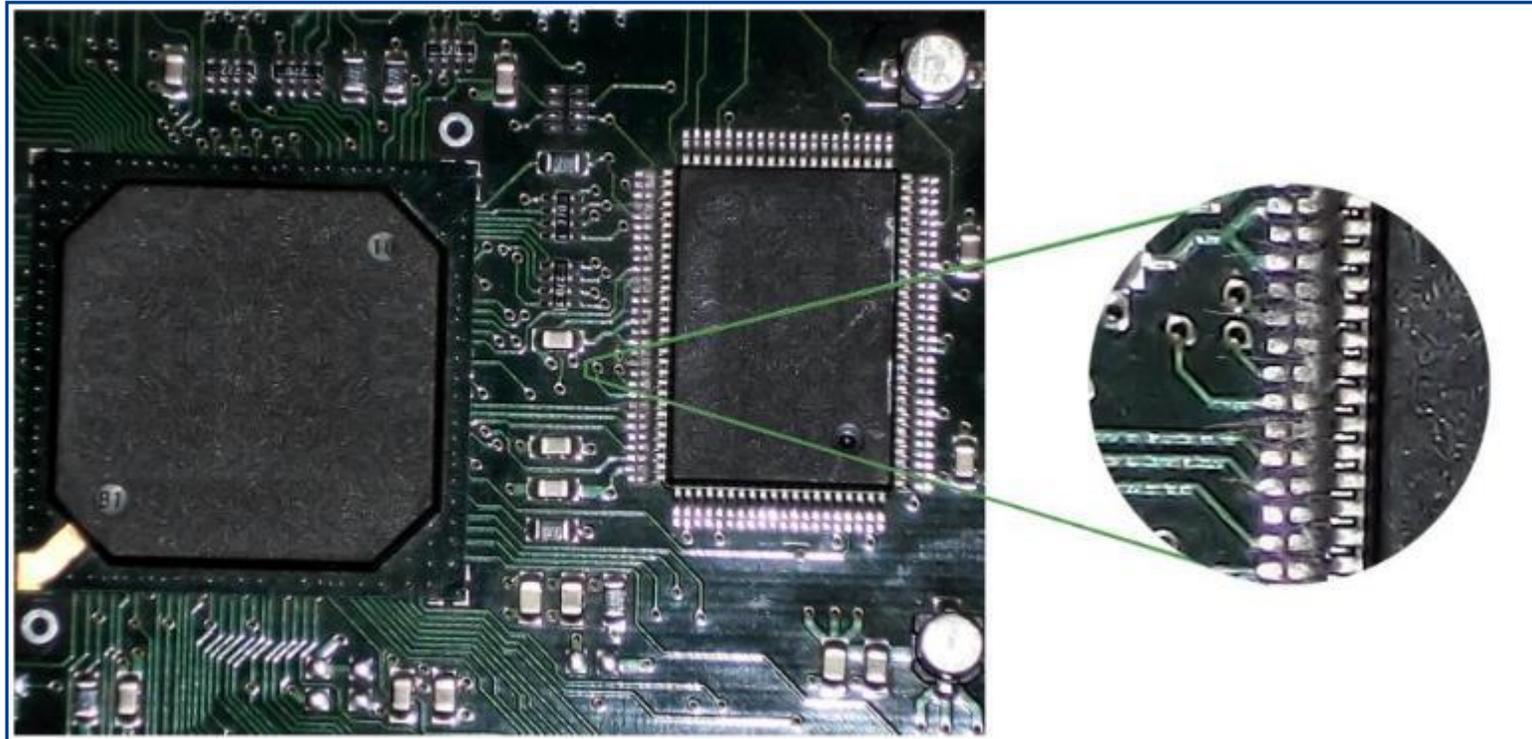
(Weichlöten in der Elektronik. Eugen G. Leuze, Saulgau 1991)



Dramatisches Whisker-Wachstum (Quelle: Raytheon Analysis Lab, McKinney Tx.)

Whiskerbildung

- Besonders leicht bilden sich Whisker bei Baugruppen, die mit bleifreien Zinn-Loten (über 95% Zinn) verarbeitet wurden.



(Quelle: F169BBS News about e-biz, politics, crime, women and everything else.)

Parylene verhindert Whiskerbildung

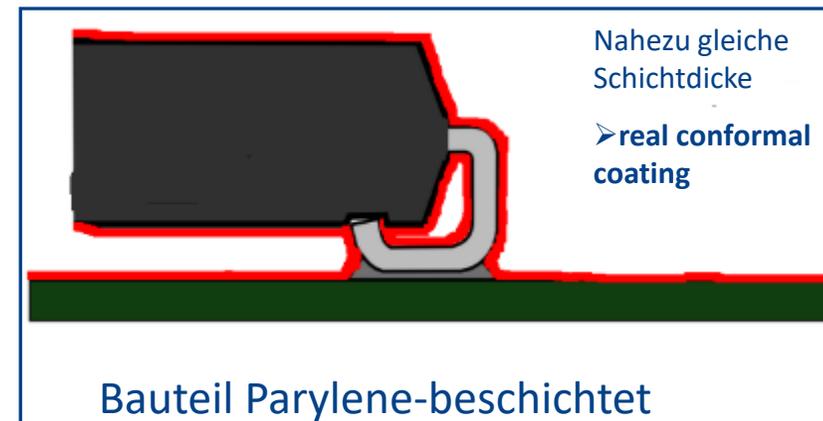
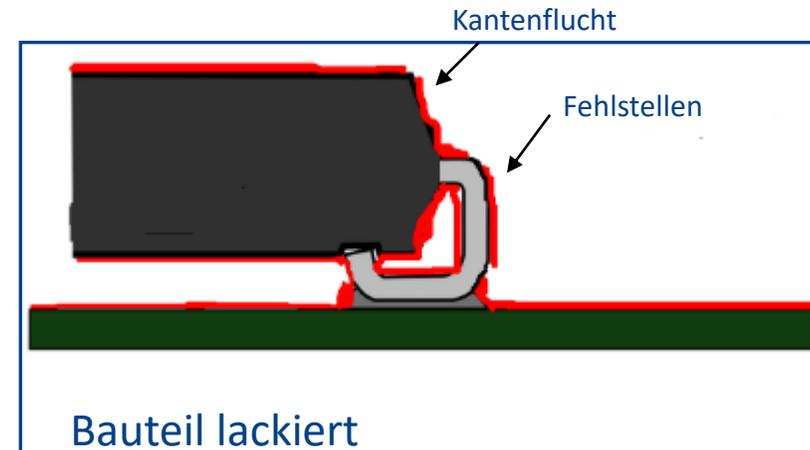
- Was...
passiert durch Feuchteinwirkung?
- Womit ...
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- Wie...
findet der Paryleneprozess statt?
- Wodurch...
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- Wo...
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- Wieviel...
kostet eine Parylene-Beschichtung?

CVD Prozess = nahezu überall gleiche Schichtdicke

	Fluorpolymere	Lackieren	Parylene	Verguss
	Tauchen in Beschichtungsbad	Streichen, Tauchlackieren, Selektives Lackieren	Vakuumprozess mit 5 verschiedenen Pulvern	Vollverguss mit Epoxydharz, Polyurethan oder Silikon
 Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Ultradünne, transparente Schicht ab 0,5-1μ • Keine Gesundheitsgefährdung • Keine Umweltbelastung • Stecker müssen nicht maskiert werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Preisgünstig • Schnelle Prozesszeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Ultradünne, transparente pinholefreie Schicht ab 0,2 μm • Kein Ausgasen von Lösungsmitteln etc. • biokompatibel und biostabil • Chemisch beständig • Geringes Gewicht • Hohe Temperaturbeständigkeit • Verhindert Whiskerbildung • Prozess findet bei Raumtemperatur statt • Strukturertend • Hervorragende elektr. Isolation • Hohe Spannungsfestigkeit • Höchster Korrosionsschutz • Sofort nach dem Prozess hat die Parylene Ihre Endigenschaften • Keine Alterung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Feuchtigkeitsschutz durch sehr dicke Beschichtung • Stabilisierung von Bauteilen
 Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Bedingte Schutzwirkung • Hohlkörper wie Relais und Schalter können im Tauchvorgang volllaufen und lassen sich schlecht entleeren • Schöpfende Vertiefungen • Relaiskontakte, die keine schiebenden Kontakte haben, können isoliert sein. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedingte Schutzwirkung • Evtl. Ausgasen von Lösungsmitteln • Nicht pinholefrei • Ungleichmäßige Schichtdicken • Kantenflucht • Kaum Benetzung unter Bauteilen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vakuumprozess (Bauteile müssen vakuumfest sein) • Lange Prozesszeit • Nicht dauerhaft UV-beständig 	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Aushärtezeit • Hohes Gewicht • Eventuell Ausgasen • Begrenzte thermomechanische Zuverlässigkeit

SMD - Bestückung

- Üblicherweise werden Flachbaugruppen mit epoxid-, urethan-, silikon- und acrylhaltigen Lacksystemen vor Umwelteinflüssen geschützt. Oftmals reicht die Schutzwirkung bei hohen Beanspruchungen jedoch nicht aus.

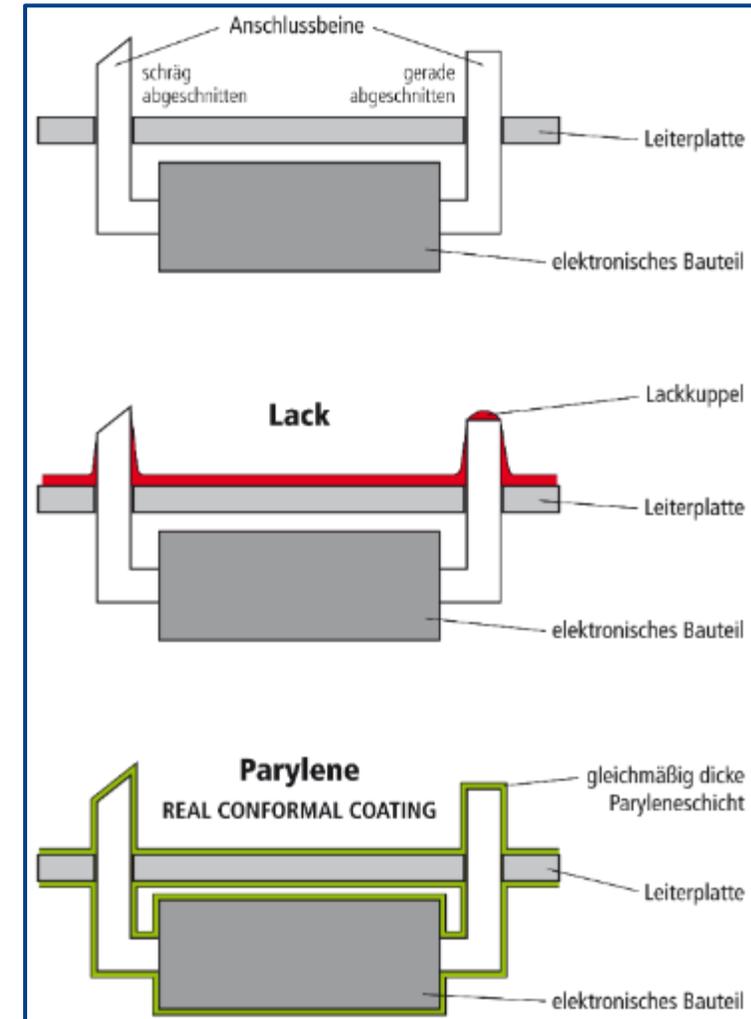


THT - Bestückung

Ursachen:

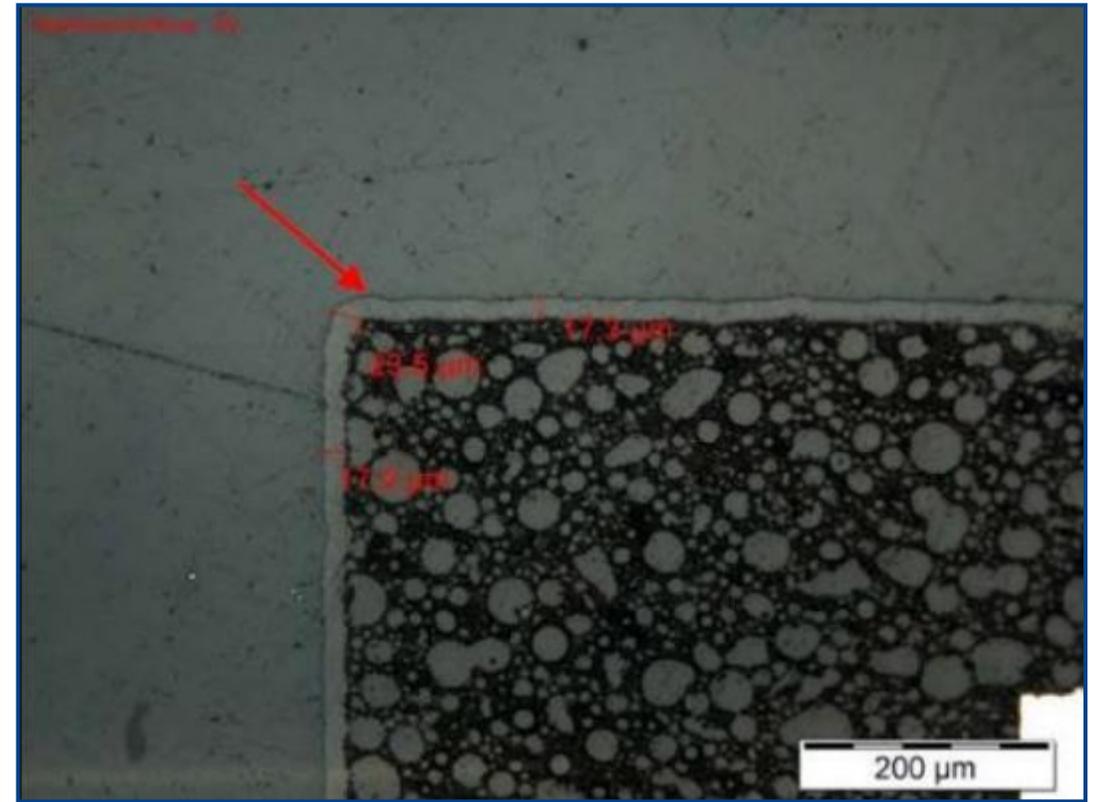
- Fehlstellen im Lack durch Poren oder Kantenflucht
- Nicht ausreichende Permeabilitätsdichte gegen Wasserdampf oder Schadgase

Hier kann eine aus einem Vakuumprozess abgeschiedene Polymerschicht (Parylene) die nötige Zuverlässigkeit der Baugruppe gewährleisten.



Schichtdicken auf elektronischen Bauteilen

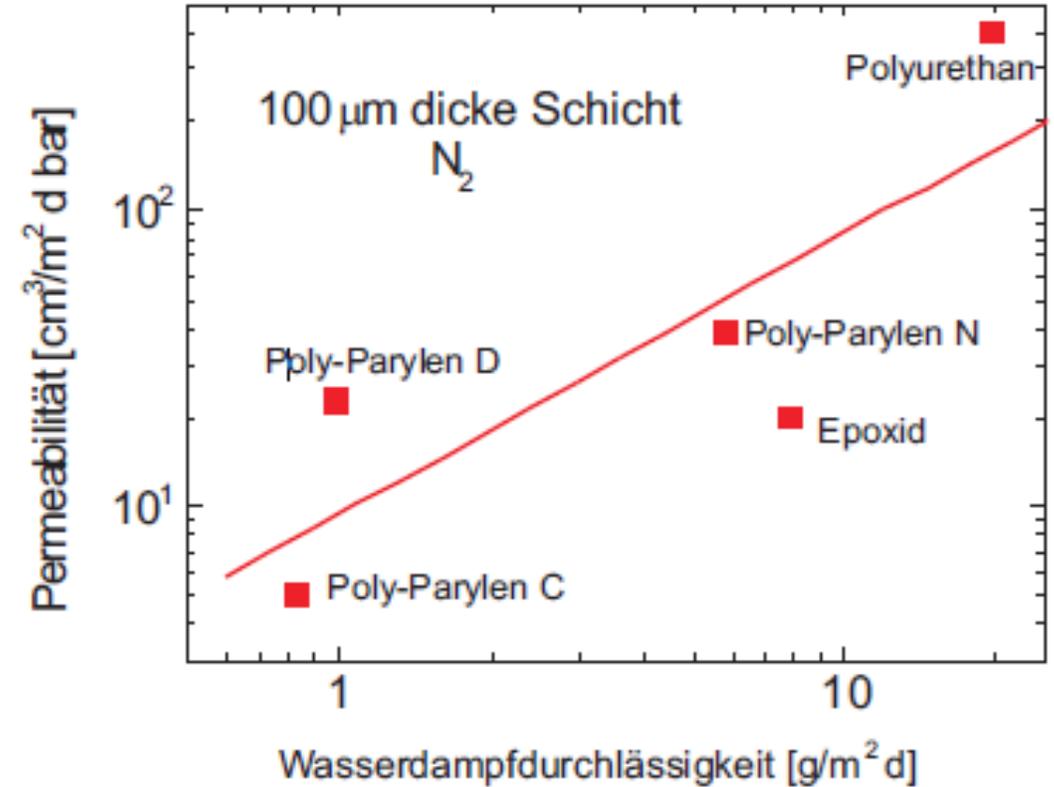
- Homogene Schichtdicke bietet Rundumschutz
- Im Kantenbereich bleibt die gewünschte Schichtdicke erhalten
- Die Parylene-Beschichtung erreicht tiefe und enge Spalten und bedeckt sogar Spitzen
- Die Beschichtung ist nahezu porenfrei und strukturerhaltend



Widerstandsfähigkeit verschiedener Schutzschichten gegen eine 0,9%ige Kochsalzlösung

Polymer	Beschichtungs-Methode	Schichtdicke [μm]	Zeit bis zum Totalausfall
Poly-Parylen C	CVD	25	>30 d
Epoxid	Dippen	100 \pm 25	6 h
PVC	Dippen	100 \pm 12,5	8 h
Polyurethan	Dippen	100 \pm 12,5	6 h
Silicon	Dippen	75 \pm 12,5	58 h
Teflon	Sprühen	75	6 h

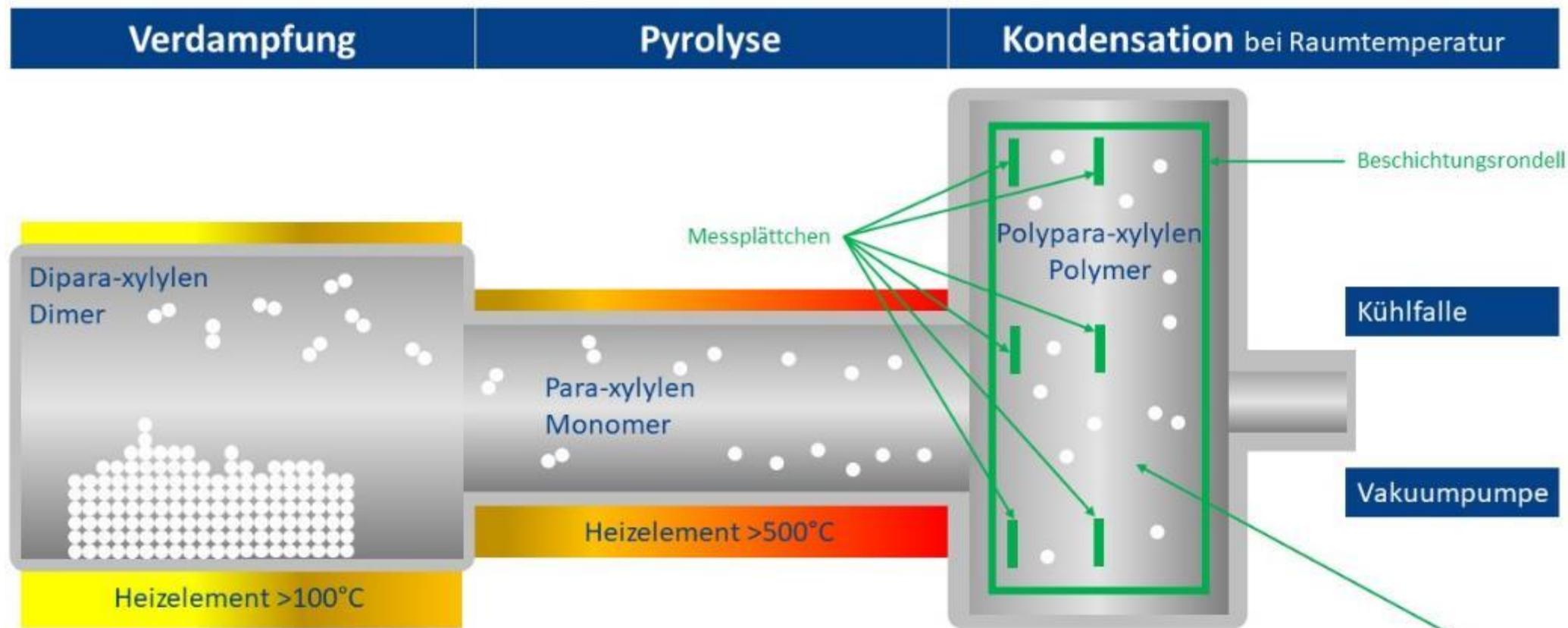
Quelle: G. Mordelt, P. Heim: High-Tech-Beschichtung der Zukunft, Metalloberfläche 52(5), 368 - 371 (1998)



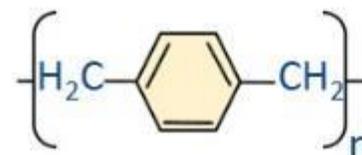
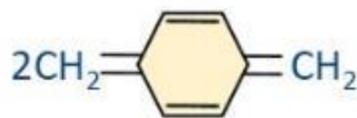
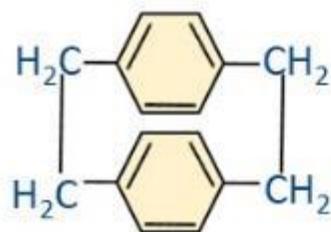
Quelle: Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, p. 1004 (1989)

- Was...
passiert durch Feuchteinwirkung?
- Womit ...
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- Wie...
findet der Paryleneprozess statt?
- Wodurch...
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- Wo...
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- Wieviel...
kostet eine Parylene-Beschichtung?

Beschichtungsprozess



Beschichtung erfolgt bei Raumtemperatur in der Vakuumpumpe

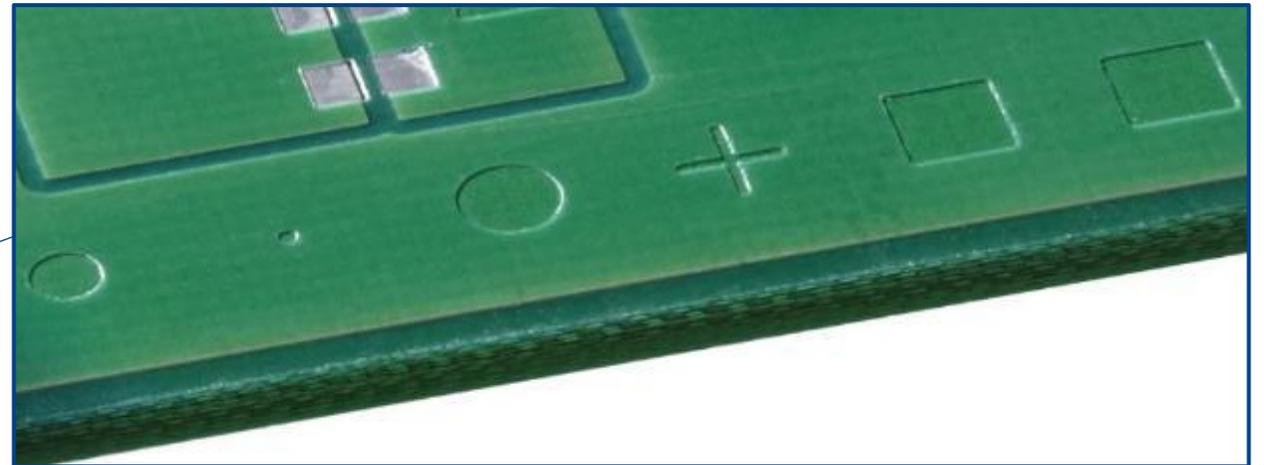
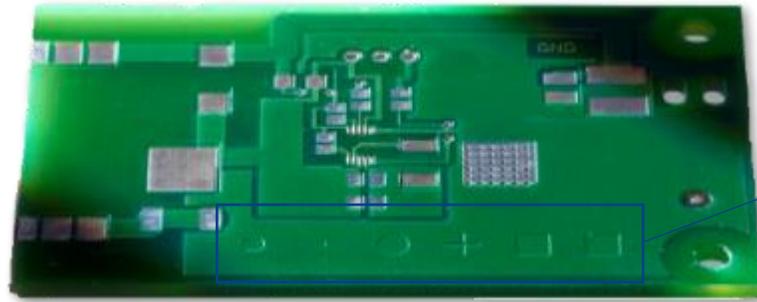


Prozessreihenfolge

1. Reinigung der Baugruppe
2. Manuelle Maskierung der nicht zu beschichtenden Stellen
3. Paryleneprozess in Vakuumkammer 12-20 Stunden durchführen
4. Manuelle Demaskierung der nicht beschichteten Stellen
5. Demaskierung der beschichteten Stellen mit **Speziallaser**
6. Optische Kontrolle der Paryleneschicht
7. Dokumentation der Prozessparameter

Entfernen der Parylene

- Manuelles Schützen mit speziellen Schutzmasken
- Manuelles Entfernen der Schutzmaske nach der Parylene-Beschichtung
- Demaskierung der beschichteten Stellen mit **Speziallaser**



- Was...
passiert durch Feuchteinwirkung?
- Womit ...
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- Wie...
findet der Paryleneprozess statt?
- Wodurch...
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- Wo...
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- Wieviel...
kostet eine Parylene-Beschichtung?

Eigenschaften

- Hydrophobe (wasserabweisende) Oberfläche
- Chemisch resistent mit Barrierewirkung gegenüber organischen und anorganischen Medien (Säuren, Laugen, Gasen, Wasserdampf)
- Elektrisch isolierend, hohe Spannungsfestigkeit (5 kV bei 25 μm Parylene C)
- Biokompatible und biostabile Beschichtung
- Verhindert Whiskerbildung
- Dünne, transparente und pinholefreie Schicht ab 0,2 μm
- Sehr hohe Spalt- und Kantengängigkeit (zu 99% der Schichtdicke) für komplexe Substrate
- Hervorragender Korrosionsschutz
- Homogene Schichtausbildung
- Kein Ausgasen von Lösungsmitteln oder Weichmachern
- Abriebfest 92 A Shore
- MIL spezifiziert MIL-I-46058C
- FDA Zulassung (behördliche Lebensmittelüberwachung durch die Arzneimittelzulassungsbehörde der Vereinigten Staaten)

Parylenetypen

- C** sehr gute elektrische und physikalische Eigenschaften, hohe Barrierewirkung < 100°C
- N** hohes Dielektrikum und größte Beschichtungs-Penetration < 70°C, sehr gute Spaltgängigkeit
- D** hohe Barrierewirkung (Quellverhalten) und Temperaturschutz < 150°C
- F** gute elektrische Eigenschaften und Temperaturschutz > 200°C, gute Spaltgängigkeit, geringer Reibungskoeffizient
- AF** hohe UV-Beständigkeit, gute elektrische Eigenschaften > 350°C, hohe Barrierewirkung, sehr gute Spaltgängigkeit, geringer Reibungskoeffizient
- HT** Markenname Firma Special Coating Systems

USP CLASS VI ISO-10993-6

FDA: MAF 1176

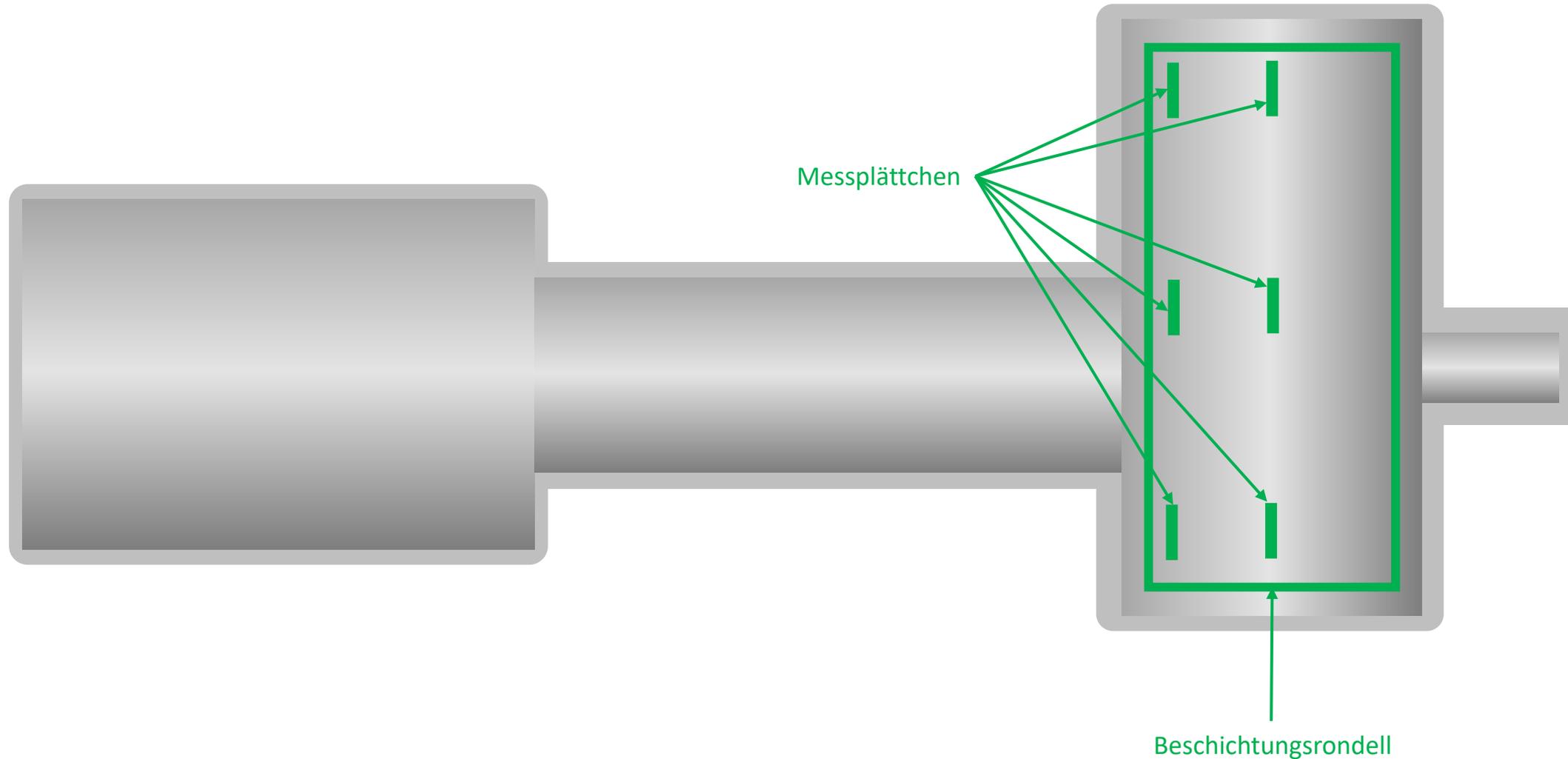
MIL Specifications: MIL-I-46058C

Haftungsprüfung

- Die Gitterschnitt-Prüfung ist ein sehr schnell und einfach durchzuführendes Verfahren zur Beurteilung der Haftfestigkeit von Schichtsystemen
- Verwendet wird ein 25mm breites halbtransparentes Haftklebeband mit einer Haftfestigkeit von 43 ± 6 g/mm
- Das Gittermuster besteht aus einem 10x10 Raster von 1mm^2 Quadraten
- Die Mitte des Bandes wird über dem Gittermuster platziert und die Stelle durch einen Finger geglättet
- Innerhalb von 90 Sekunden nach Aufbringen des Bandes, wird dieses mit einer gleichmäßigen Bewegung in einem Winkel von 180° abgezogen
- Die Auswertung der Prüfung erfolgt visuell mit dem bloßen Auge durch Vergleich mit Tabelle 1

Beschreibung	Oberfläche	Kennwert ISO	Kennwert IPC-TM-650
Die Schnittländer sind vollkommen glatt. Kein Teilstück des Anstrichs ist abgeplatzt.		GT 0	5B
An den Schnittpunkten der Gitterlinien sind kleine Splitter des Anstrichs abgeplatzt; abgeplatzte Fläche etwa 5% der Teilstücke.		GT 1	4B
Der Anstrich ist längs der Schnittländer und/oder an den Schnittpunkten der Gitterlinien abgeplatzt; abgeplatzte Fläche etwa 15% der Teilstücke.		GT 2	3B
Der Anstrich ist längs der Schnittländer teilweise oder ganz in breiten Streifen abgeplatzt und/oder der Anstrich ist von einzelnen Teilstücken ganz oder teilweise abgeplatzt; abgeplatzte Fläche etwa 35% der Teilstücke.		GT 3	2B
Der Anstrich ist längs der Schnittländer in breiten Streifen und/oder von einzelnen Teilstücken ganz oder teilweise abgeplatzt; abgeplatzte Fläche etwa 65% der Teilstücke.		GT 4	1B
Jedes Abplatzen, das nicht mehr als Gitterschnitt-Kennwert 4 eingestuft werden kann.		GT 5	0B

Schichtdickenmessung innerhalb der Vakuumkammer



Zertifizierungen



ZERTIFIKAT

für das Managementsystem nach
EN 9100:2018
(technisch gleichwertig zu AS9100D und JIS Q 9100:2016 und in Übereinstimmung mit den Anforderungen der ISO 9001:2015)

Die Zertifizierungsstelle TÜV NORD CERT GmbH bestätigt hiermit als Ergebnis der Auditierung, Bewertung und Zertifizierungsentscheidung gemäß EN 9104-001:2013 und ISO/IEC 17021-1:2015, dass der Kunde

Heicks Industrieelektronik GmbH
Am Schwarzen Weg 25-31
59590 Geseke
Deutschland



Einzelheiten der Zertifizierungsstruktur „Campus“ gemäß Anlage

ein Managementsystem konform zu den Anforderungen der EN 9100:2018 betreibt und innerhalb der Laufzeit des Zertifikats von 3 Jahren auf Konformität überwacht wird.

Geltungsbereich

Entwicklung und Fertigung elektronischer und mechanischer Baugruppen mit Parylene, Lackierung, Verguss und Vakuum Verguss Prozess; Dauerhafte Versiegelung elektronischer Baugruppen; Kabelkonfektionierung

Zertifikat-Registrier-Nr. 44 117 15 1674
Auditbericht-Nr. 3530 9302

Gültig von 202-03-18
Gültig bis 2025-03-17
Erstzertifizierung 2015


Zertifizierungsstelle
der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2022-03-01

TÜV NORD CERT GmbH Am TÜV 1 45307 Essen www.tuev-nord-cert.de



TÜV NORD CERT GmbH ist durch DAkkS innerhalb des ICOP-Schemas akkreditiert.



ZERTIFIKAT

für das Managementsystem nach
EN 9100:2018
(technisch gleichwertig zu AS9100D und JIS Q 9100:2016 und in Übereinstimmung mit den Anforderungen der ISO 9001:2015)

Die Zertifizierungsstelle TÜV NORD CERT GmbH bestätigt hiermit als Ergebnis der Auditierung, Bewertung und Zertifizierungsentscheidung gemäß EN 9104-001:2013 und ISO/IEC 17021-1:2015, dass der Kunde

Heicks Industrieelektronik GmbH
c/o Heicks Parylene Coating GmbH
Am Schwarzen Weg 25-31
59590 Geseke
Deutschland



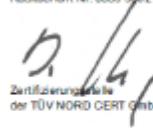
ein Managementsystem konform zu den Anforderungen der EN 9100:2018 betreibt und innerhalb der Laufzeit des Zertifikats von 3 Jahren auf Konformität überwacht wird.

Geltungsbereich

Dauerhafte Versiegelung elektronischer Baugruppen

Zertifikat-Registrier-Nr. 44 117 15 1674-001
Auditbericht-Nr. 3530 9302

Gültig von 2022-03-18
Gültig bis 2025-03-17
Erstzertifizierung 2016


Zertifizierungsstelle
der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2022-03-01

Dieses Zertifikat ist gültig in Verbindung mit dem Hauptzertifikat.

TÜV NORD CERT GmbH Am TÜV 1 45307 Essen www.tuev-nord-cert.de



TÜV NORD CERT GmbH ist durch DAkkS innerhalb des ICOP-Schemas akkreditiert.

- Was...
passiert durch Feuchteinwirkung?
- Womit ...
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- Wie...
findet der Paryleneprozess statt?
- Wodurch...
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- Wo...
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- Wieviel...
kostet eine Parylene-Beschichtung?

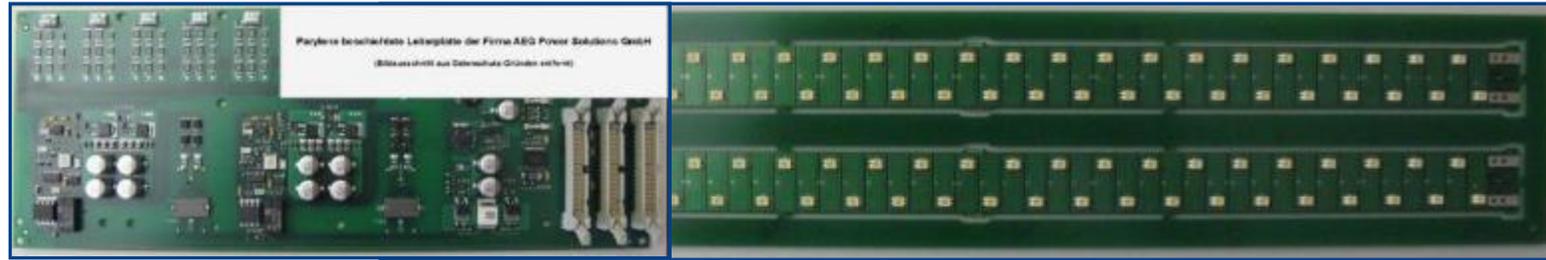
Anwendungen

- Elektronikindustrie, speziell Leiterplatten
- Luft- und Raumfahrt
- Kunststoff- und Metallindustrie
- Medizintechnik z.B. Herzkatheter und Stents
- Automobilindustrie
- Bahntechnik
- Bergbau
- Dokumentenschutz
- Insektenpräparation

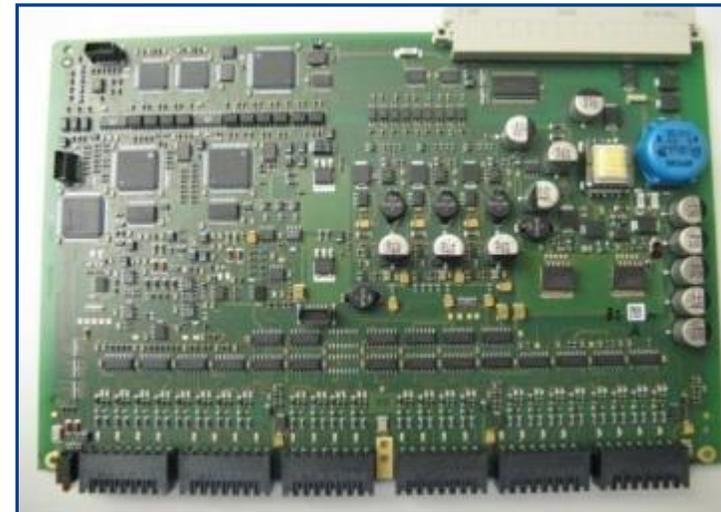
Alle vakuumtauglichen Materialien sind für die Beschichtung geeignet

- Gummi
- Glas
- Metalle
- Keramik
- Kunststoffe
- Silikone

Anwendungsbeispiele



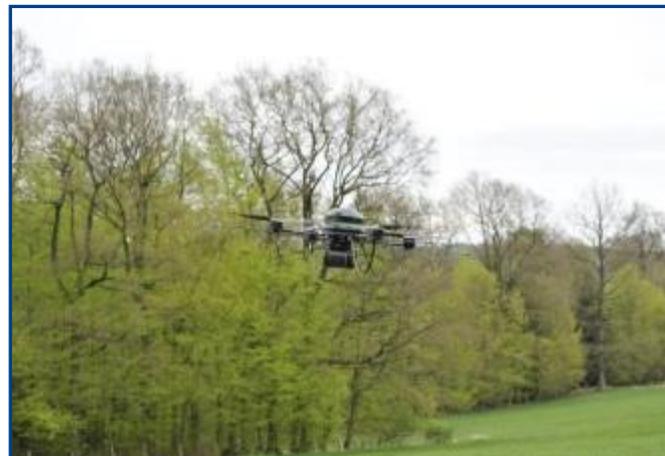
HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG



HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG

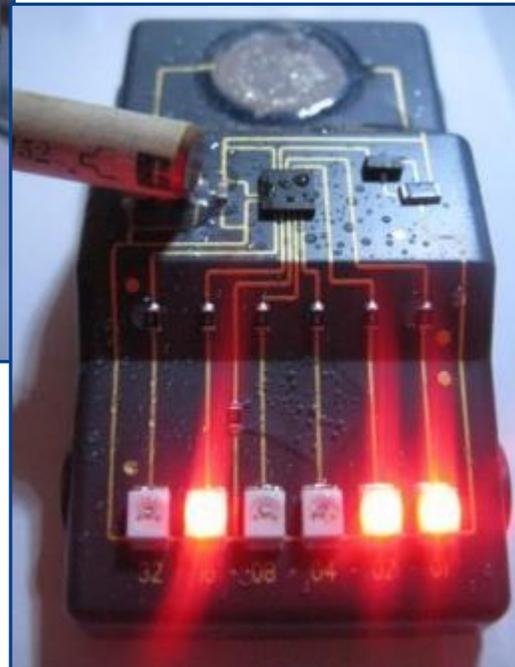
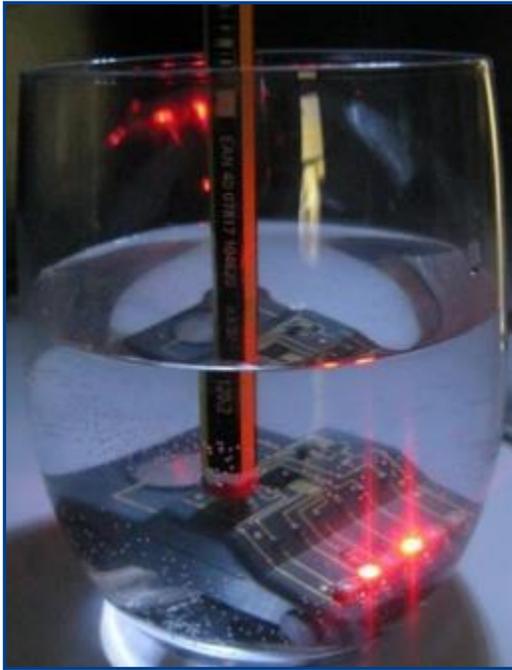
Anwendungsbeispiele

Elektronikfertigung und Parylene-Beschichtung für UAVs (Ferngesteuerte Drohne)

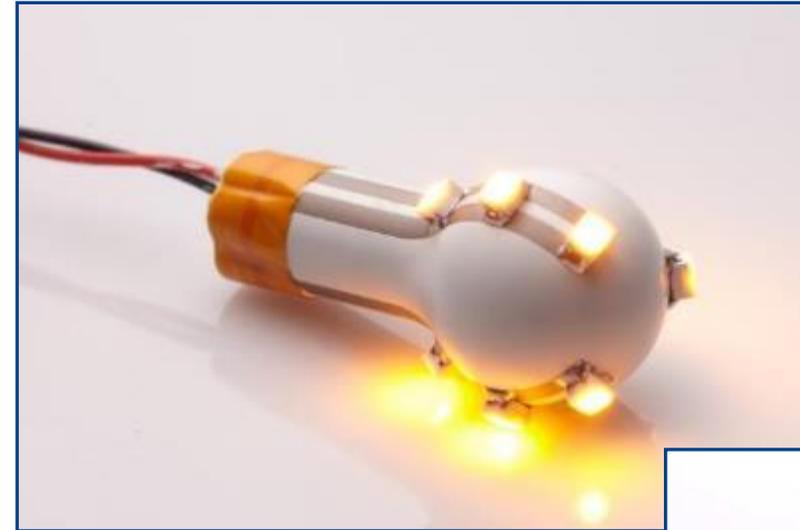


Anwendungsbeispiele

3-D MID (Molded Interconnect Device) Demonstratoren



Forschungsvereinigung Räumliche
Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V.
FAPS – Lehrstuhl für
Fertigungsautomatisierung und
Produktionssystematik



Aluminiumspritzgussteil mit Elektronikbauteilen
bestückt in Form einer „Glühlampe“ mit
Leiterbahnen aus Pulverlack
LPKF



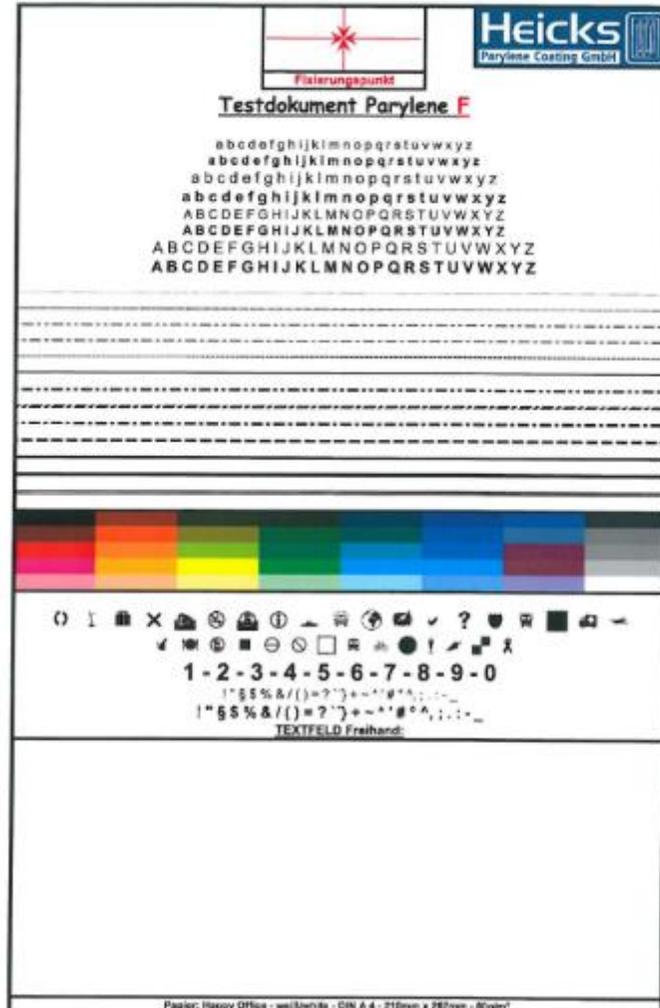
Anwendungsbeispiele

Schmetterlinge und Käfer



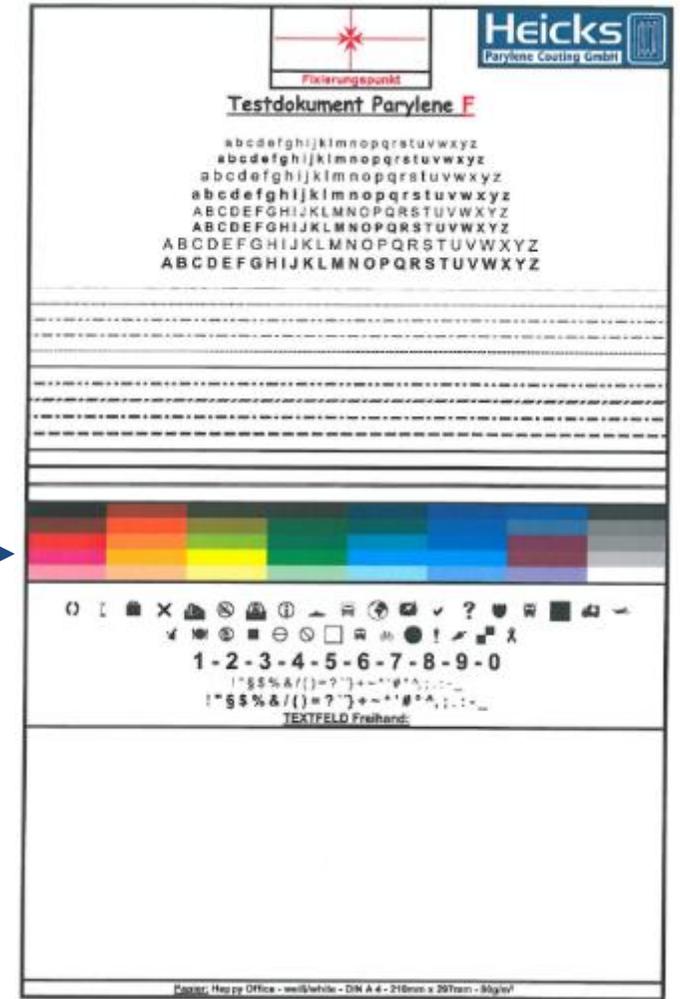
Anwendungsbeispiele

Testdokumente



unbeschichtet

beschichtet mit Parylene F



- Was...
passiert durch Feuchteinwirkung?
- Womit ...
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- Wie...
findet der Paryleneprozess statt?
- Wodurch...
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- Wo...
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- Wieviel...
kostet eine Parylene-Beschichtung?

- Paryleneprozess findet in räumlich begrenzter Vakuumkammer statt
- Anzahl der nicht zu beschichtenden Stellen bestimmt entscheidend den Preis
- Preis des verwendeten Parylenepulvers (N,C,D,F,AF) bestimmt entscheidend den Preis
- Paryleneprozess ist in der Regel teurer als Lackieren
- Paryleneprozess ist in der Regel preiswerter als Vergießen

Vielen Dank für Ihr Interesse



Heicks Parylene Coating GmbH

Am Schwarzen Weg 25 – 31

D – 59590 Geseke

Tel. 0 29 42 / 9 79 26 – 0

Fax 0 29 42 / 9 79 26 – 150

info@heicks.de

www.heicks.de