



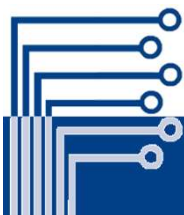
Vortragsveranstaltung der Regionalgruppe Düsseldorf
05.12.2019 in Schmallenberg bei Richter Elektronik GmbH

Fachvortrag

Parylene-Beschichtung

Dauerhafte Versiegelung elektronischer
Baugruppen mit extremen Anforderungen

Heicks Parylene Coating GmbH
Dipl.-Ing. Rudolf Heicks



► Unternehmensvorstellung Heicks Industrieelektronik GmbH



- ✓ 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.



Erweiterung der SMD-Fertigung

Bezug des jetzigen Unternehmensstandorts in Geseke in NRW, 25 Mitarbeiter

Erweiterung der Fertigung um Parylene-Beschichtungsverfahren.

Erste Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001

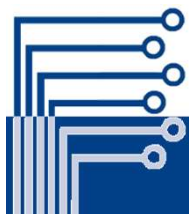
Anbau mit 2700 m² Produktionsfläche.

Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 & EN/AS 9100

ca. 6.000m² Produktionsfläche, ca. 140 Mitarbeiter

Europa-Marktführer im Bereich Parylene

Rezertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2015 und EN 9100:2018

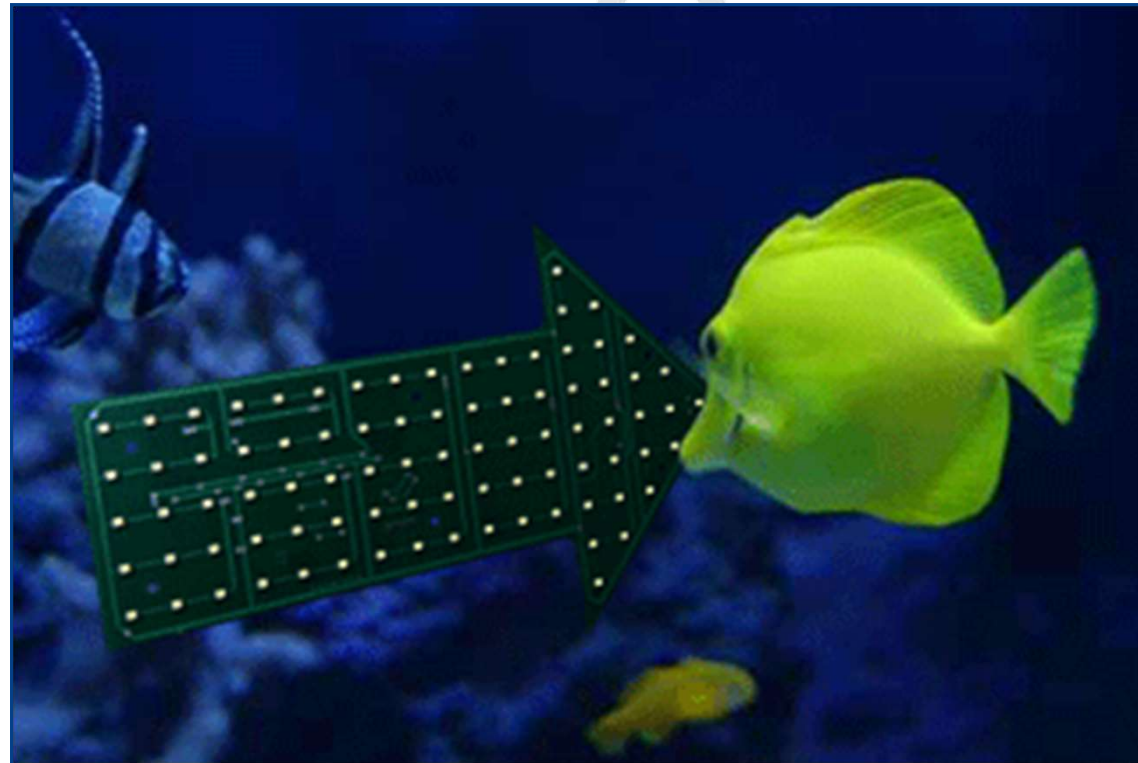


Agenda

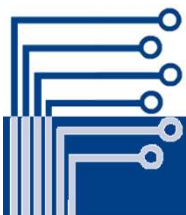
- **Was...**
passiert durch Feuchteinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet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



Parylene-Beschichtung

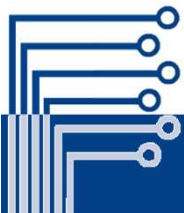


Parylene-beschichtete Baugruppe in Salzwasser



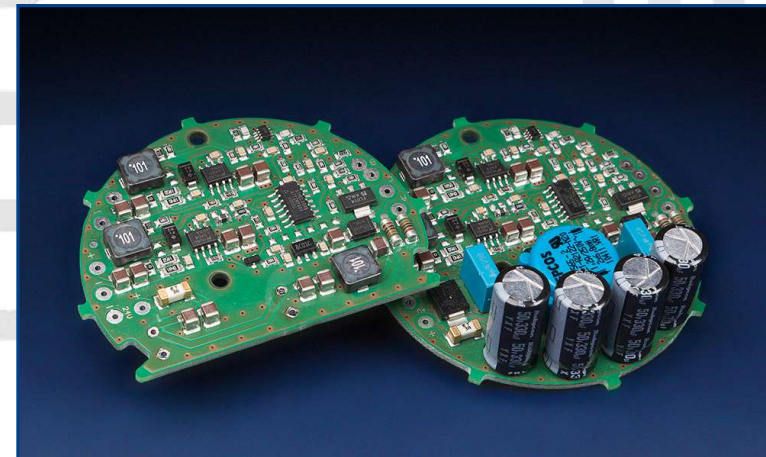
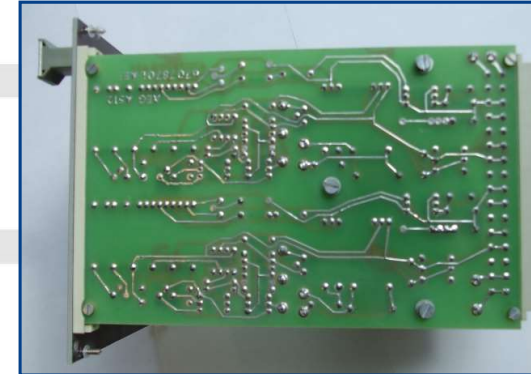
Agenda

- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **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?



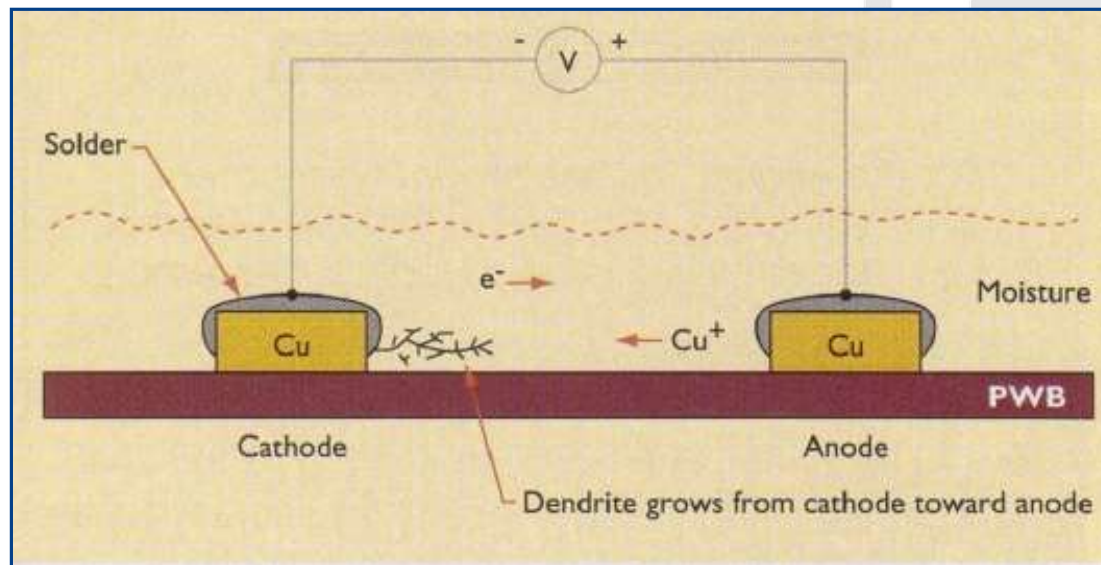
Steigende Klimagefährdung

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



Elektromigration

Vorgang der Elektromigration



Quelle: EP&P/October 1999

Feuchtigkeit & Verunreinigung (Fluxer / Salze / Fingerprints)

- ➔ Elektromigration
- Auflösung der Metallisierung an der Anode
- Abscheidung der Dendride an der Kathode



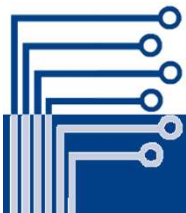
Elektromigration

Häufigste Ausfallursache unter Feuchtebelastung bei elektronischen Flachbaugruppen entsteht durch Elektromigration

➔ Funktionsstörung oder Totalausfall drohen



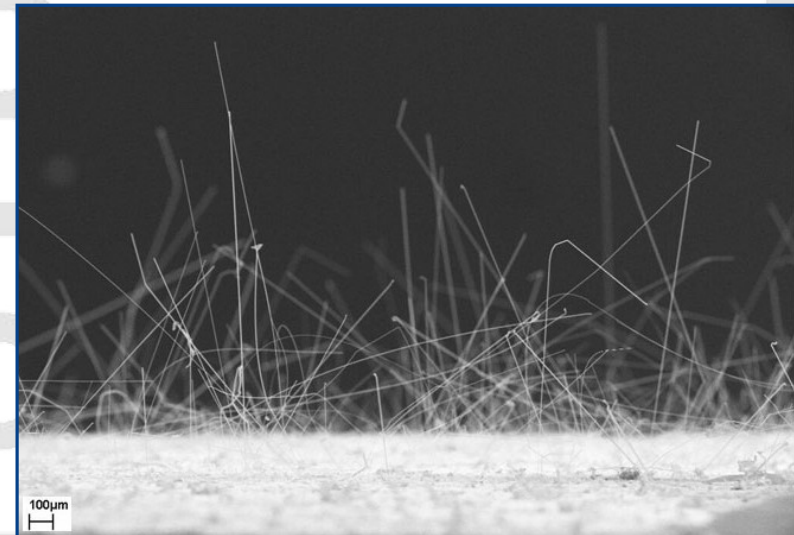
Elektromigration an einer elektronischen Baugruppe
(Quelle: AUCOTEAM GmbH)



Whiskerbildung

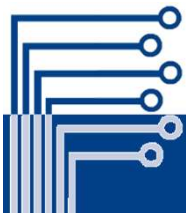
- Antimon, Cadmium, Indium, Zink und Zinn neigen verstärkt zu Whiskerbildung
- Whisker entstehen bei Baugruppen teilweise erst nach Jahren in Betrieb
- Verstärkt tritt das Whiskerwachstum an Bauelementen oder Leiterplatten auf, die unter einer mechanischen Spannung stehen.

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



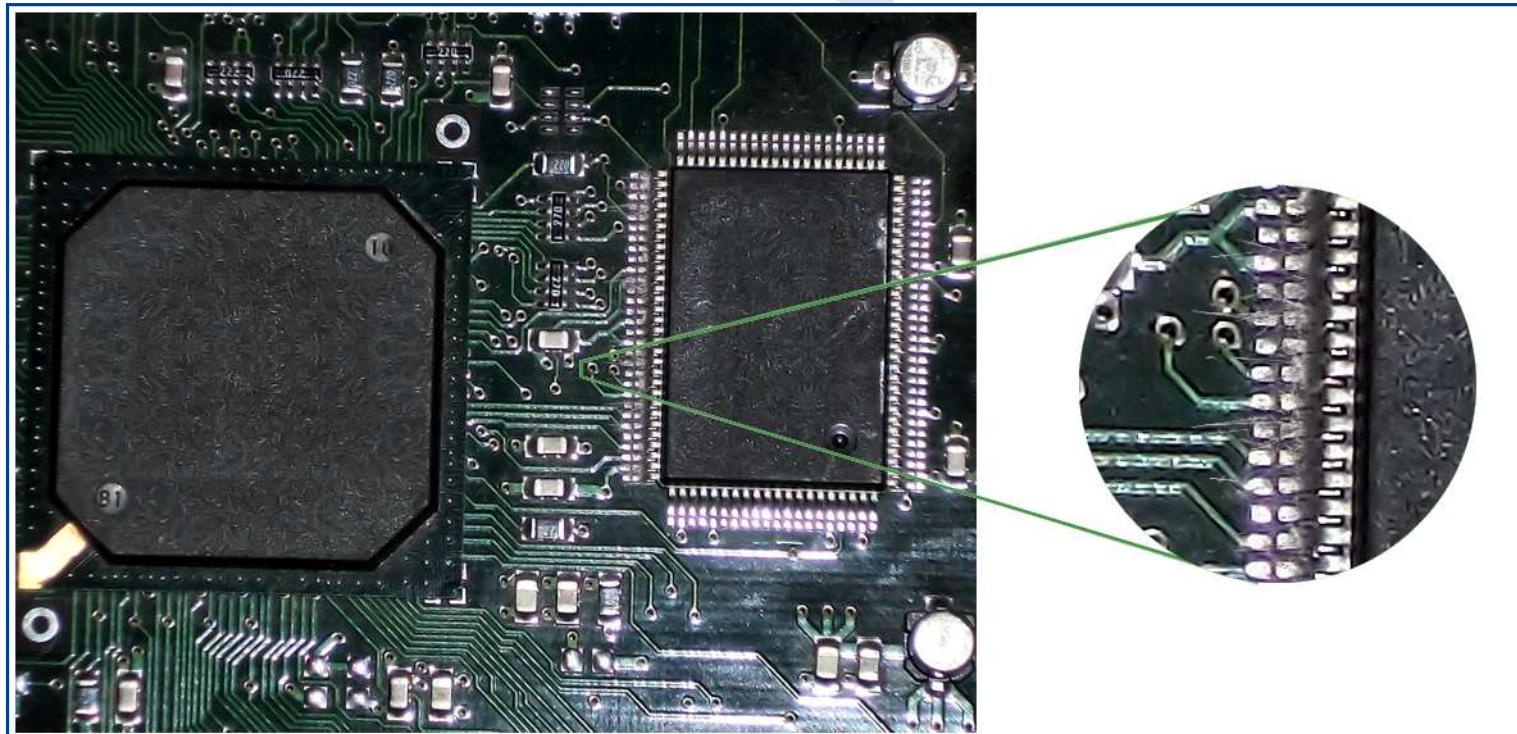
Dramatisches Whisker-Wachstum
(Quelle: Raytheon Analysis Lab, McKinney Tx.)

Parylene verhindert Whiskerbildung



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

Agenda

- **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
<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 • Strukturerhaltend • Hervorragende elektr. Isolation • Hohe Spannungsfestigkeit • Höchster Korrosionsschutz • Sofort nach dem Prozess hat die Parylene Ihre Endeneigenschaften • Keine Alterung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Feuchtigkeitsschutz durch sehr dicke Beschichtung • Stabilisierung von Bauteilen
<ul style="list-style-type: none"> • Bedingte Schutzwirkung • Hohlkörper wie Relais und Schalter können im Tauchvorgang volllaufen und lassen sich schlecht entleeren • Schöpfende Vertiefungen 	<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



Vorteile



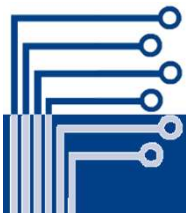
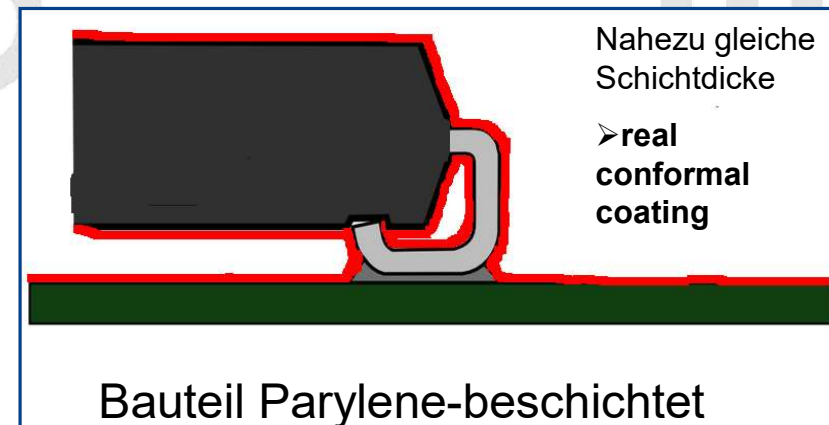
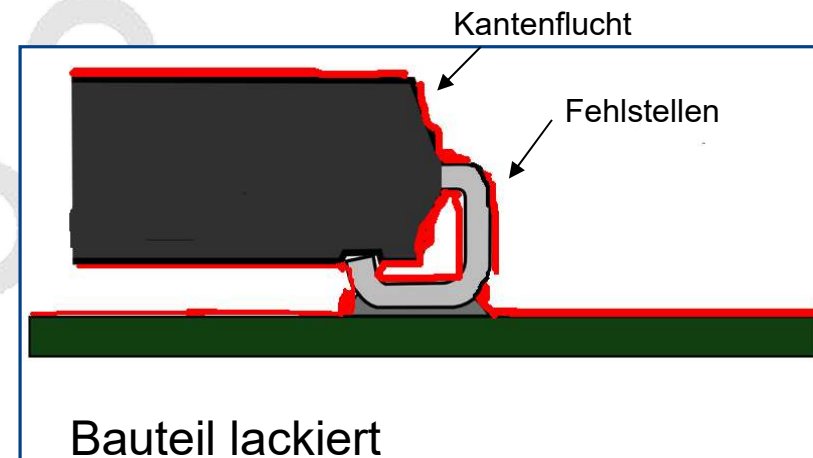
Nachteile



Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

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.



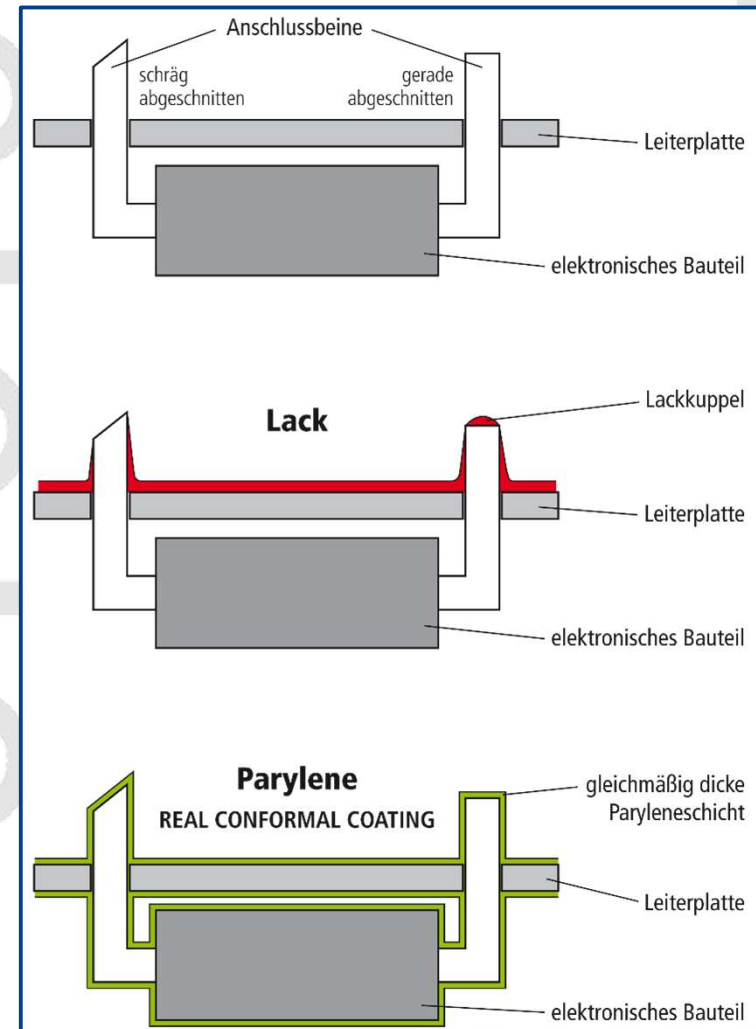
Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

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.

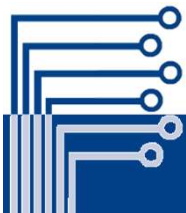
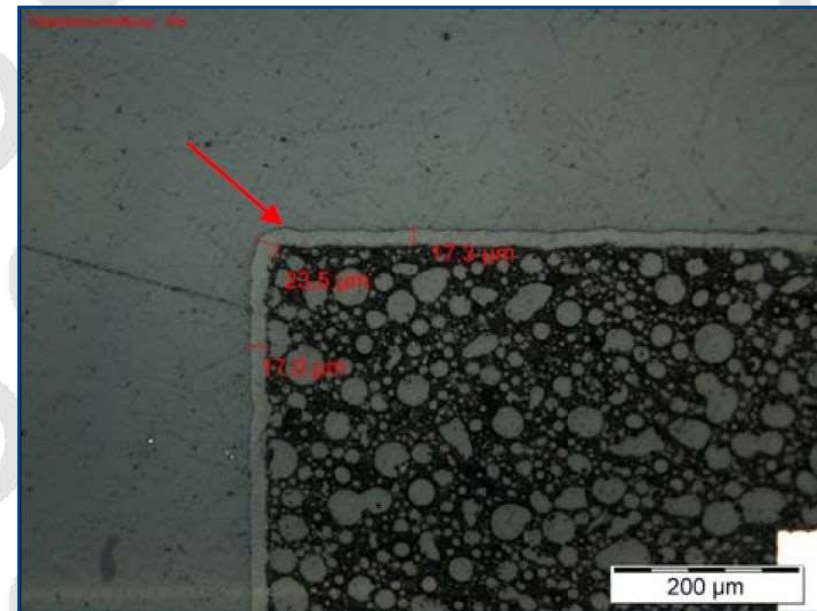


Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

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

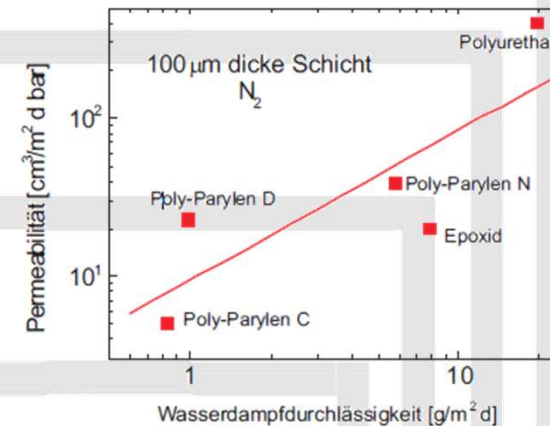


Schutz von elektronischen Flachbaugruppen

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 ± 25	6 h
PVC	Dippen	100 ± 12,5	8 h
Polyurethan	Dippen	100 ± 12,5	6 h
Silicon	Dippen	75 ± 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)



Agenda

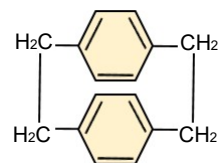
- **Was...**
passiert durch Feuchteeinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet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



Parylene-Beschichtung

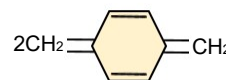
Beschichtungsprozess

1. Verdampfung



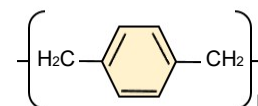
Dipara-xylylen
Dimer

2. Pyrolyse

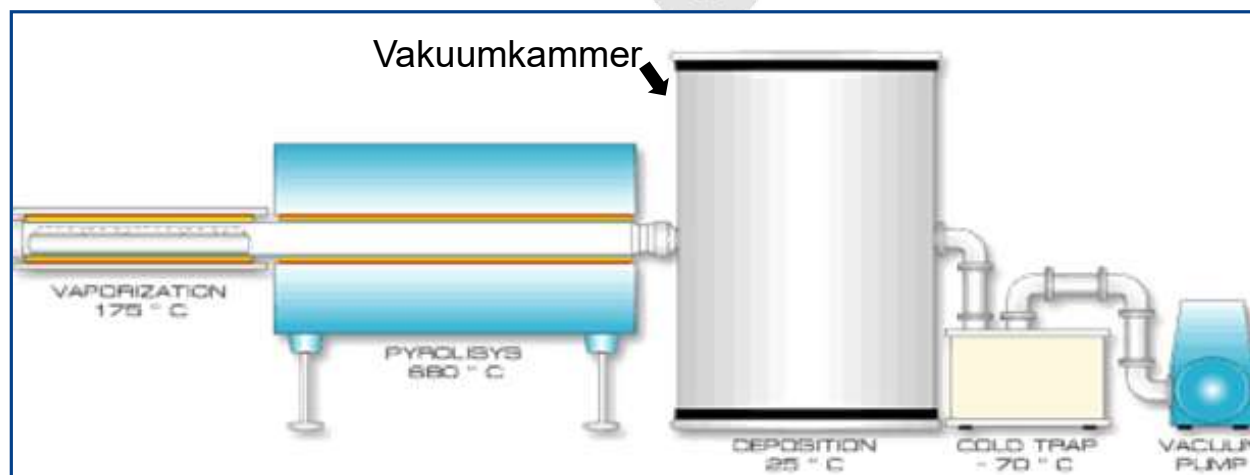


Para-xylylen
Monomer

3. Kondensation



Polypara-xylylen
Polymer

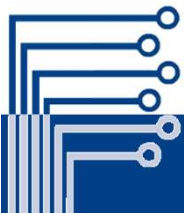


Quelle: PPPS: „Klimaschutz mit Dünnschichten“

Parylene-Beschichtung

Reihenfolge des Beschichtungsprozesses

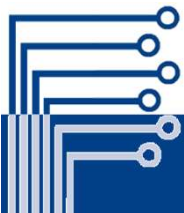
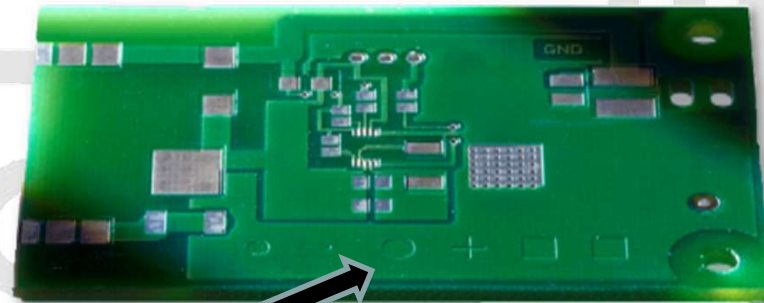
1. Reinigung der Baugruppe
2. Manuelle Maskierung der nicht zu beschichtenden Stellen
3. Paryleneprozess in Vakuumkammer 12-20 Stunden durchführen
4. Manuelle Demaskierung der nicht beschichteten Stellen
5. Demaskierung der beschichteten Stellen mit **Speziallaser**
6. Optische Kontrolle der Paryleneschicht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



Parylene-Beschichtung

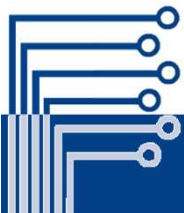
Entfernen der Parylene

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



Agenda

- **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-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)

Parylene-Beschichtung

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

Qualifizierung der Parylene-Beschichtung

Haftungsprüfung

Die Gitterschnitt-Prüfung ist ein sehr schnell und einfach durchzuführendes Verfahren zur Beurteilung der Haftfestigkeit von Schichtsystemen

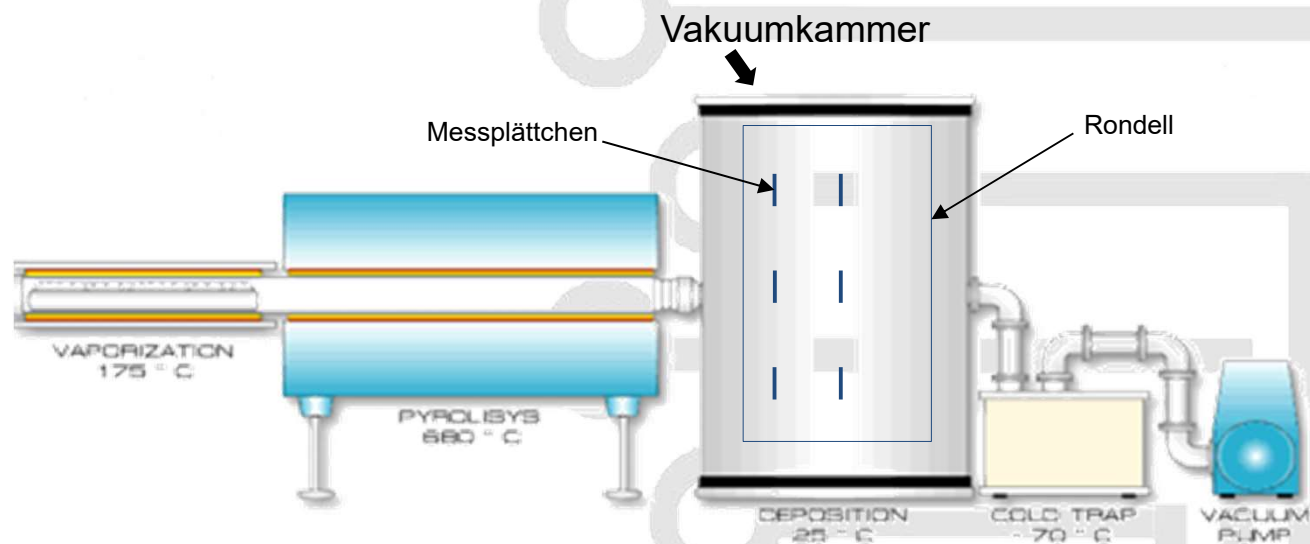
- Verwendet wird ein 25mm breites halbtransparentes Haftklebeband mit einer Haftfestigkeit von $43 \pm 6 \text{ g/mm}$
- Das Gittermuster besteht aus einem 10x10 Raster von 1mm² Quadraten
- Die Mitte des Bandes wird über dem Gittermuster platziert und die Stelle durch einen Finger geglättet
- Innerhalb 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



Qualifizierung der Parylene-Beschichtung

Schichtdickenmessung innerhalb der Vakuumkammer



Qualifizierung der Parylene-Beschichtung 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)

Der Nachweis der regelwerkskonformen Anwendung gemäß EN 9104-001:2013 wurde erbracht und wird gemäß TÜV NORD CERT-Verfahren bescheinigt für

Heicks Industrieelektronik GmbH
Am Schwarzen Weg 25
59590 Geseke
Deutschland

Einzelheiten der Zertifizierungsstruktur „Campus“ gemäß Anlage

Geltungsbereich

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

Zertifikat-Registrier-Nr. 44 117 151674
Auditbericht-Nr. 3522 9173

Gültig von 2019-03-18
Gültig bis 2022-03-17
Erstzertifizierung 2016

Zertifizierungsstelle
der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-02-19

Diese Zertifizierung wurde gemäß TÜV NORD CERT-Verfahren zur Auditierung und Zertifizierung durchgeführt und wird regelmäßig überwacht.

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 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)

Der Nachweis der regelwerkskonformen Anwendung gemäß EN 9104-001:2013 wurde erbracht und wird gemäß TÜV NORD CERT-Verfahren bescheinigt für

Heicks Parylene Coating GmbH
Am Schwarzen Weg 25
59590 Geseke
Deutschland

Geltungsbereich

Dauerhafte Versiegelung elektronischer Baugruppen

Zertifikat-Registrier-Nr. 44 117 151674-001
Auditbericht-Nr. 3522 9173

Gültig von 2019-03-16
Gültig bis 2022-03-17
Erstzertifizierung 2016

Zertifizierungsstelle
der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-02-19

Diese Zertifizierung wurde gemäß TÜV NORD CERT-Verfahren zur Auditierung und Zertifizierung durchgeführt und wird regelmäßig überwacht. Dieses Zertifikat ist gültig in Verbindung mit dem Hauptzertifikat.

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de



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

Agenda

- **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-Beschichtung

Anwendung

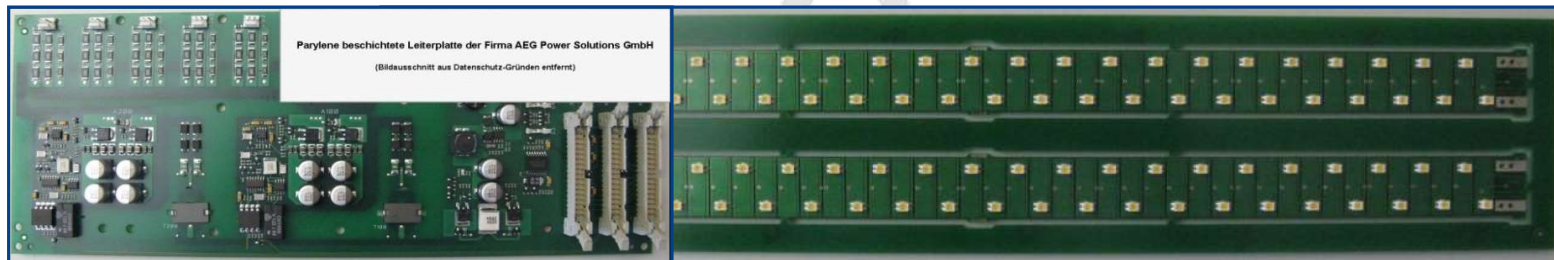
- Elektronikindustrie, speziell Leiterplatten
- Luft- und Raumfahrt
- Kunststoff- und Metallindustrie
- Medizintechnik z.B. Herzkatheter und Stents
- Automobilindustrie
- Bahntechnik
- Bergbau
- Dokumentenschutz
- Insektenpräparation

Alle vakuumtauglichen Materialien sind für die Beschichtung geeignet

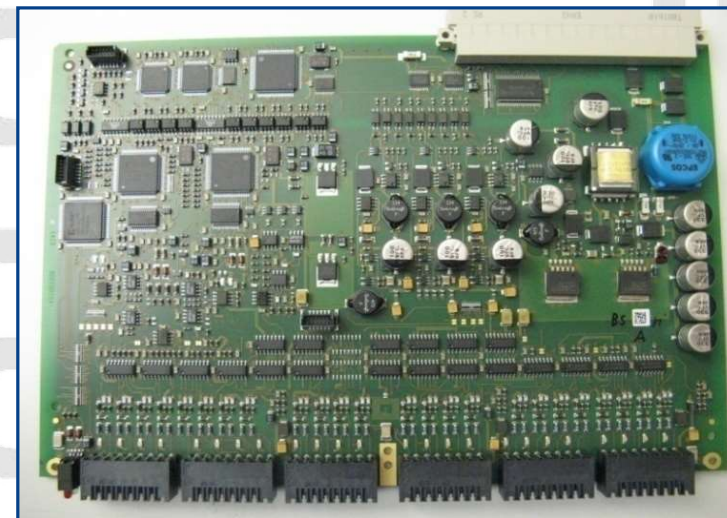
- Gummi
- Glas
- Metalle
- Keramik
- Kunststoffe
- Silikone

Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (1)



HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG



HIMA Paul Hildebrandt GmbH + Co KG

PCBs



Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (2)



Elektronikfertigung und Parylene-Beschichtung
für UAVs (Ferngesteuerte Drohne)

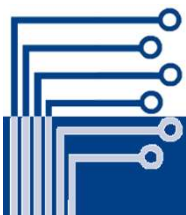


Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (3)

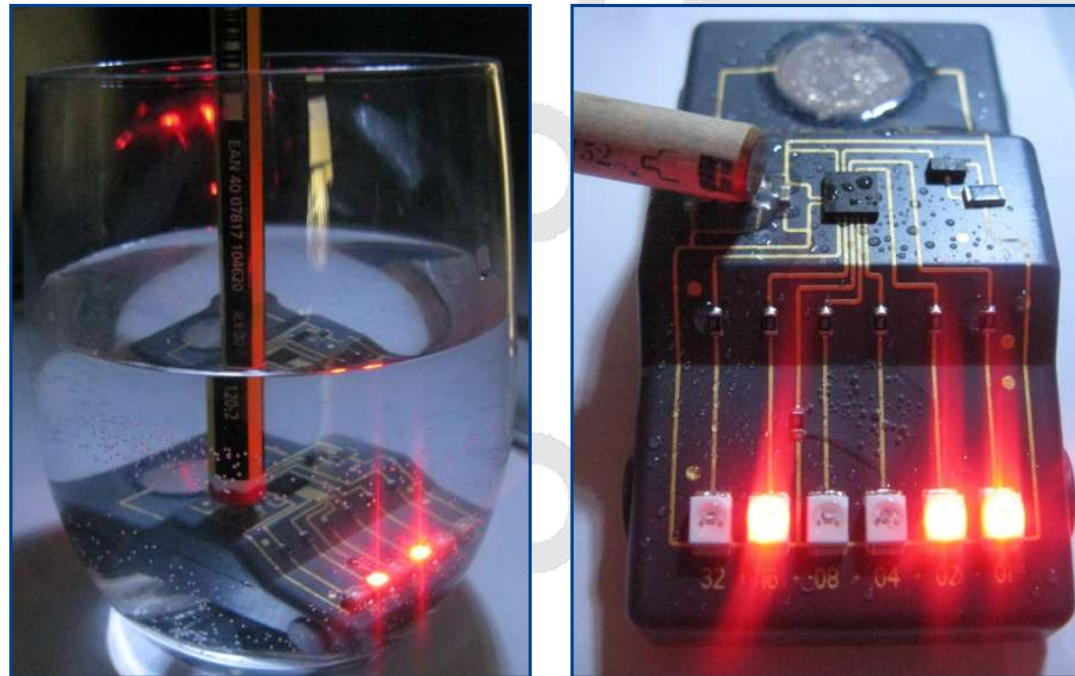


Elektronikfertigung und Parylene-Beschichtung
für UAVs (Ferngesteuerte Drohne)



Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (4)



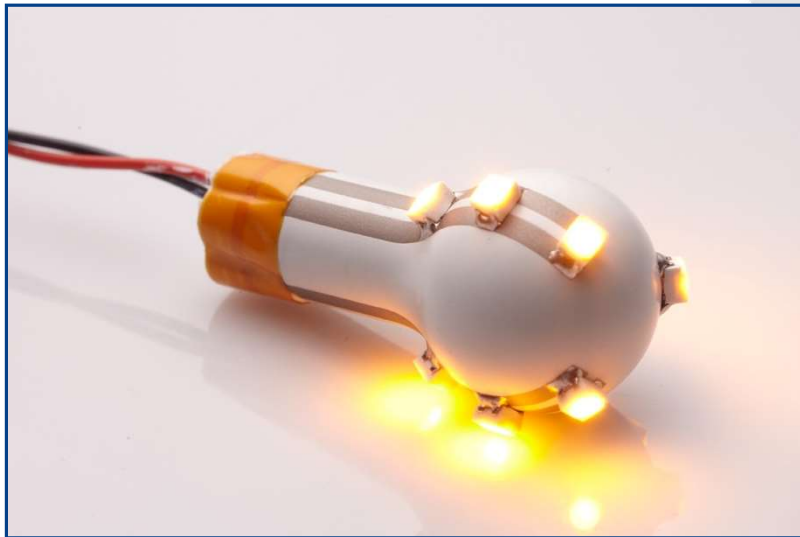
3-D MID (Molded Interconnect Device) Demonstratoren

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



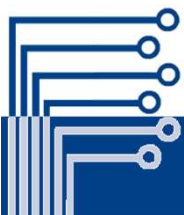
Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (5)



3-D MID (Molded Interconnect Device) Demonstrator

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

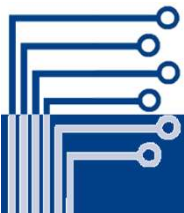


Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (6)

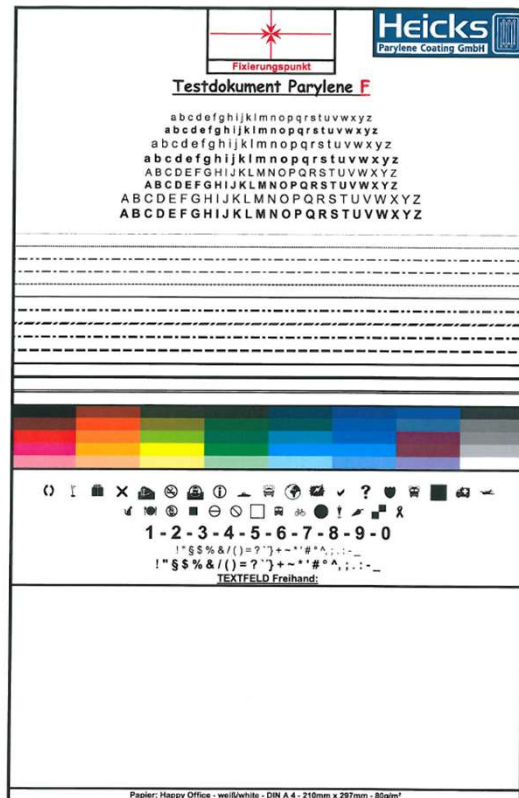


Schmetterlinge und Käfer



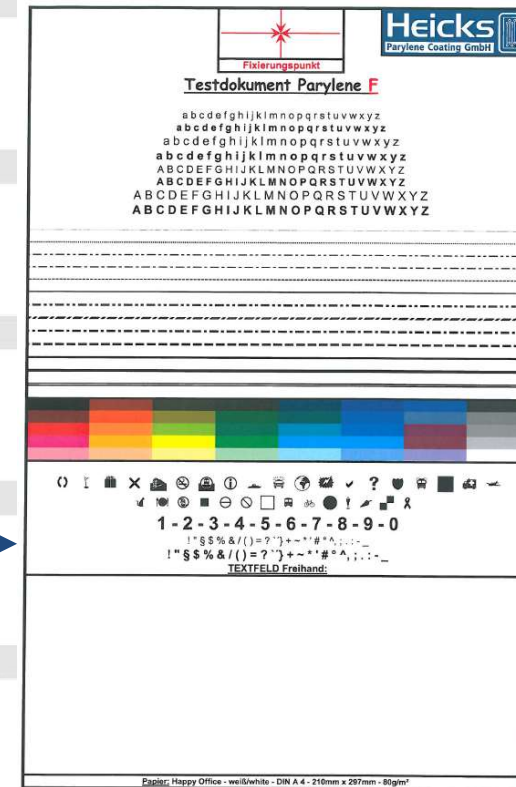
Parylene-Beschichtung

Anwendungsbeispiel (7)



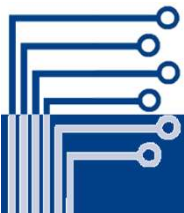
Testdokumente

beschichtet mit Parylene F



Agenda

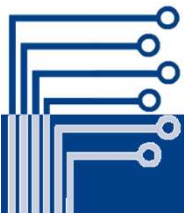
- **Was...**
passiert durch Feuchteinwirkung?
- **Womit ...**
werden zu beschichtende Flächen / Teile geschützt?
- **Wie...**
findet der Paryleneprozess statt?
- **Wodurch...**
zeichnet sich die Parylene-Beschichtung aus?
- **Wo...**
werden Parylene-Beschichtungen eingesetzt?
- **Wieviel...**
kostet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



Parylene-Beschichtung

Kosten

- 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

