

# Oberflächenanforderung vor dem Beschichten

**Felix Büchner**

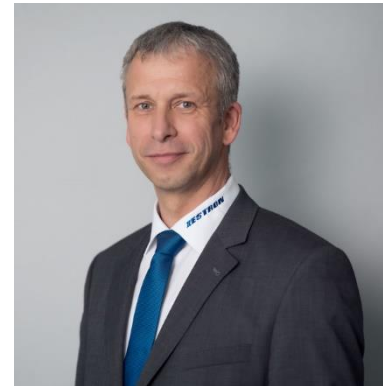
**28.01.2020**

- Vorstellung von Zestron
- Anforderungen und Normen
- Typische Fehlerbilder
- Reinigung als mögliche Abhilfemaßnahme
- Möglichkeiten der Oberflächenanalyse vor dem Beschichten
- Kontrolle der Beschichtung auf Defekte



**Felix Büchner**  
felix.buechner@zestron.com  
0841 - 635 - 169

Nord-Deutschland



**Stefan Kappes**  
s.kappes@zestron.com  
0176 16350017

Nord-Deutschland



**Martin Mattes**  
martin.mattes@zestron.com  
0841 - 635 - 121

Süd-Deutschland



**Hubert Mattern**  
h.mattern@zestron.com  
0176 16350013

Süd-Deutschland



**Renate Berenyi**  
r.berenyi@zestron.com  
0841 - 635 - 63

Österreich & feste Kunden  
Deutschland

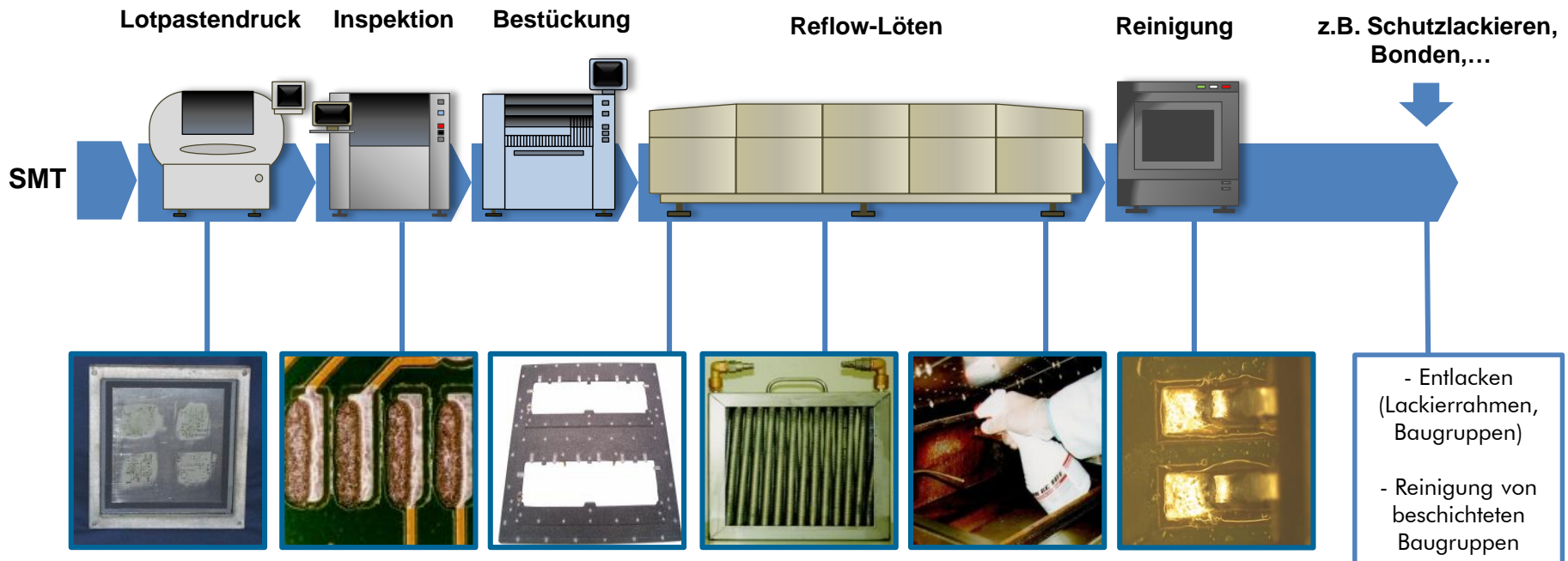




## Reinigungsmedien

Entwicklung und Vertrieb von Medien für die Präzisionsreinigung in der Elektronikindustrie

# Reinigungsanwendungen in der Elektronikfertigung





## Reinigungsmedien

Entwicklung und Vertrieb von Medien für die Präzisionsreinigung in der Elektronikindustrie (Baugruppen, Leistungselektronik, Schablonen, Wartung)



## Prozessentwicklung

Reinigungsversuche in unseren Technischen Zentren;  
Ziel = Komplettlösung, d.h. „Chemie + Anlage + Prozessparameter“  
abgestimmt auf die jeweiligen Reinheitsanforderungen

# Reinigungsversuche mit modernster Technik

**ZESTRON**  
High Precision Cleaning



Europa



Ostchina



USA



Südchina



Japan



Südasien





## Reinigungsmedien

Entwicklung und Vertrieb von Medien für die Präzisionsreinigung in der Elektronikindustrie (Baugruppen, Leistungselektronik, Schablonen, Wartung)



## Prozessentwicklung

Reinigungsversuche in unseren Technischen Zentren;  
Ziel = Komplettlösung, d.h. „Chemie + Anlage + Prozessparameter“  
abgestimmt auf die jeweiligen Reinheitsanforderungen



## Prozess Support

Prozessoptimierung,  
Trouble Shooting,  
Badprobenüberwachung



## Analytik

Reinheitsanalysen  
(ROSE, IC, REM/EDX, FTIR, LM,...)





## Reinigungsmedien

Entwicklung und Vertrieb von Medien für die Präzisionsreinigung in der Elektronikindustrie (Baugruppen, Leistungselektronik, Schablonen, Wartung)



## Prozessentwicklung

Reinigungsversuche in unseren Technischen Zentren;  
Ziel = Komplettlösung, d.h. „Chemie + Anlage + Prozessparameter“  
abgestimmt auf die jeweiligen Reinheitsanforderungen



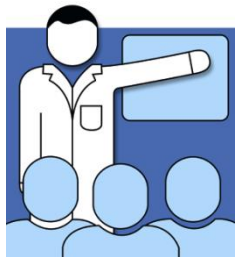
## Prozess Support

Prozessoptimierung,  
Trouble Shooting,  
Badprobenüberwachung



## Analytik

Reinheitsanalysen  
(ROSE, IC, REM/EDX, FTIR, LM,...)



## Schulungen/Trainings

Videos on Demand,  
Workshops bei Zestron  
in Ingolstadt



## Reinigungsmedien

Entwicklung und Vertrieb von Medien für die Präzisionsreinigung in der Elektronikindustrie (Baugruppen, Leistungselektronik, Schablonen, Wartung)



## Prozessentwicklung

Reinigungsversuche in unseren Technischen Zentren;  
Ziel = Komplettlösung, d.h. „Chemie + Anlage + Prozessparameter“  
abgestimmt auf die jeweiligen Reinheitsanforderungen



## Prozess Support

Prozessoptimierung,  
Trouble Shooting,  
Badprobenüberwachung



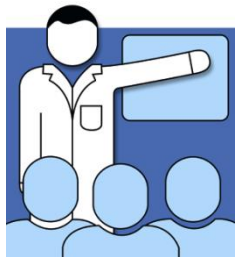
## Analytik

Reinheitsanalysen  
(ROSE, IC, REM/EDX, FTIR, LM,...)



## Reliability & Surfaces / Zestron Academy

Individuelle Problemlösung  
(Technologie Coachings):  
Schadensanalytik,  
Zuverlässigkeitsbeurteilung,  
Interpretation von Analyseergebnissen,...



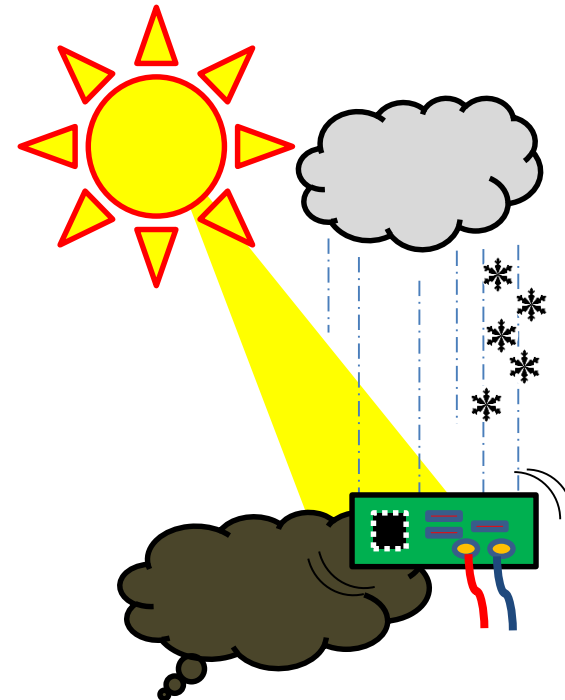
## Schulungen/Trainings

Videos on demand,  
Workshops bei Zestron  
in Ingolstadt



- Vorstellung von Zestron
- Anforderungen und Normen
- Typische Ausfallmechanismen inkl. Fehlerbilder
- Reinigung als mögliche Abhilfemaßnahme
- Möglichkeiten der Oberflächenanalyse vor dem Beschichten
- Kontrolle der Beschichtung auf Defekte

- Warum beschichten?
  - Schutz vor Umwelteinflüssen (z.B. mechanische Belastungen, Feuchtigkeit, Schadgase, Schmutz, UV-Strahlung,...)
  - Design (z.B. Farbgebung)
  - elektrische Isolation
  - Wärmeableitung
  - Schutz von Know-how
  - ,...
- Resultierende Anforderung
  - Lackhaftung im Einsatzbereich
  - Unveränderte Eigenschaften im Einsatzbereich



- **IEC 61086-1 (2004)** „Coatings for loaded printed wire boards (conformal coatings) – Part 1: Definitions, classification and general requirements“
- **IEC 61086-2 (2004)** „Coatings for loaded printed wire boards (conformal coatings) – Part 2: Methods of test“
- **IEC 326-3 (1980)** / IEC 326-3A (1982) / DIN IEC 326 Teil 3 (03:1985) „Gedruckte Schaltungen, Leiterplatten, Gestaltung und Anwendung von Leiterplatten“
- **IEC 60464-3-1 Ed. 2.0 b (2001)** „Varnishes used for electrical insulation - Part 3: Specifications for individual materials - Sheet 1: Ambient curing finishing varnishes“
- **DIN 46449 (1970-04)** „Isolierlacke und Isolierharzmassen in der Elektrotechnik, Überzugslacke, Prüfverfahren“
- **DIN EN 60664-1 (2003-11)** „Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen“ (alt: **DIN VDE 0110-1**, galt bis 2006-04; soll ersetzt werden durch DIN IEC 60664-1)
  
- **DIN EN 60664-3 (2003-11)** „Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 3: Anwendung von Beschichtungen, Eingießen oder Vergießen zum Schutz gegen Verschmutzung“ (alt: **DIN VDE 0110-3**, galt bis 2006-04)
- **IPC-CC-830B (August 2002)** „Qualification and Performance, Insulating Compounds for Printing Circuits Assemblies“
- **IPC-SM-840C (Juni 2000)** „Qualification and Performance of Permanent Solder Mask – with Amendment 1“
- **IPC HDBK-830 (Oktober 2002)** „Guidelines for Design, Selection and Application of Conformal Coatings“ [\[1\]](#)
- **IPC-TM-650** „Test Methods Manual“ (Update-Service für zwei Jahre)
- **UL 94 (2003-12)** „Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances“
- **UL 746 C (2004-09)** „Polymeric Materials – Use in electrical Equipment Evaluations“
- **UL 746 E (2005-08)** „Polymeric Materials – Industrial Laminates, Filament, Wound Tubing, Vulcanized Fibre and Materials used in Printed Wiring Boards“
- **MIL-I-46058 (1998-11)** „Insulating Compound, Electrical“ (for Coated Printed Circuit Assemblies); ist eingestellt und ersetzt durch IPC-CC-830B

# Wichtige Normen im Themenfeld „Oberflächenreinheit“

- **IPC-Hdbk-850** Richtlinien für Design, Auswahl und Anwendung von Vergussmaterialien und Verkapselungsprozessen bei der Produktion von elektronischen Baugruppen z.B. Kapitel 11.3 (OBERFLÄCHENRÜCKSTÄNDE UND DEREN EINFLUSS AUF DEN VERGUSS) und Kapitel 16.11 (REINHEIT)

*„Die Anwesenheit von ionischen Rückständen, öligen Stoffen und Partikeln auf den Oberflächen von Baugruppen und Bauelementen können zu KORROSION, ISOLATIONSDURCHBRÜCHEN, SCHLECHTER HAFTKRAFT und folglich zum VERSAGEN DES VERGUSSSYSTEMS führen. [...] Ein gründlicher Reinigungs- und Trocknungsprozess ist die beste Methode um Haftungsprobleme aufgrund von Rückständen zu minimieren.“*

- **IPC-CH-65B** Richtlinien für die Reinigung von Leiterplatten und Baugruppen Kapitel 8.11.6 (HAFTUNG UND BENETZUNG VON SCHUTZLACKEN)

*„Es ist unerlässlich, dass jedwede Baugruppe vor dem Conformal Coating gereinigt wird.“*



# Wichtige Normen im Themenfeld „Oberflächenreinheit“

- **GfKORR** Leitfaden für die Anwendung und Verarbeitung von Schutzlacken für elektronische Baugruppen  
Teil F: UNTERGRUND UND VORBEHANDLUNG VOR DEM SCHUTZBESCHICHTUNG
- **GfKORR** Leitfaden für die Anwendung und Verarbeitung von Vergussmassen für elektronische Baugruppen  
Teil 5: UNTERGRUND UND VORBEHANDLUNG VOR DEM VERGUSS

→ Gleiche Grundanforderungen (bzgl. Untersuchungsmethoden + Sollwerte) an die Oberflächenreinheit von Baugruppen vor dem Lackieren und Vergießen (Orientierung ist immer J-STD-001):

- **Optische Qualifikation** mittels Makroskop (20-40-fache Vergrößerung bei Löt pads < 0,25 mm; „frei von“ Flussmittel, Partikel [Dreck, Flusen, Lotkugeln,...], weißen Rückständen, Korrosion,...)
- **Qualifikation der Harzreinheit** (< 40 µg/cm<sup>2</sup> für Klasse 3 Baugruppen)
- **Ionische Kontaminationsmessung** (AABUS, z.B. < 0,4 NaCl Eq. µg/cm<sup>2</sup>)
- **Nachweis anderer organischer Verunreinigungen** („frei von“ Vernetzungsgiften und Aktivatorrückständen)
- **SIR-Messung/ Klimatest** (z.B. > 100 Mohm u. kein Dendritenwachstum gemäß J-STD-004; Messungen z.B. nach 96 u. 168h bei 85°C/85% relativer Luftfeuchte)
- **Bestimmung der Oberflächenspannung** (> 40 mN/m)

- **J-STD 001** Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen  
z.B. Kapitel 8 (ANFORDERUNGEN AN DEN REINIGUNGSPROZESS)

# Wichtige Normen im Themenfeld „Oberflächenreinheit“

- **IPC-A-610** Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen  
z.B. Kapitel 10.6 (REINHEIT), Kapitel 10.8 (SCHUTZLACKIERUNG) und Kapitel 10.9 (VERGUSS)
- **IPC-TM-650** Handbuch zu Prüfverfahren  
z.B. Prüfverfahren 2.3.25 (“ROSE-Test”), 2.3.28. (“Ionenchromatographie”), 2.3.27  
 (“Harzreinheit” via Photometrie) und 2.3.39 (“ID Organik” via IR-Spektroskopie)
- **IPC-Hdbk-830** Richtlinien für Design, Auswahl und Anwendung von Schutzlacken  
z.B. Kapitel 8.1 (REINHEIT)
- **IPC-9201** Handbuch zum Oberflächenisulationswiderstand  
z.B. Kapitel 2.3.10 (SCHUTZLACKIERUNG)
- ...

## Beispiel: HumiSeal 1B31 - Acryllack

### Properties of HumiSeal® 1B31

Density, per ASTM D1475	0.91 ± 0.02 g/cm <sup>3</sup>
Solids Content, % by weight per Fed-Std-141, Meth. 4044	35 ± 3 %
Viscosity, per Fed-Std-141, Meth. 4287	200 ± 15 centipoise
VOC	592 grams/litre
Drying Time to Handle, per Fed-Std-141, Meth. 4061	10 minutes
Recommended Coating Thickness	25 - 75 microns
Recommended Curing Conditions	24 hrs @ RT or 30 min @ 76°C
Time Required to Reach Optimum Properties	7 days
Recommended Thinner (dipping & brushing)	HumiSeal® Thinner 503
Recommended Thinner (spraying)	HumiSeal® Thinner 521, 521EU
Recommended Stripper	HumiSeal® Stripper 1080, 1080EU
Shelf Life at Room Temperature, DOM	24 months
Thermal Shock, 50 cycles per MIL-I-46058C	-65°C to 125°C
Coefficient of Thermal Expansion - TMA	170 ppm/°C below T <sub>g</sub> 340 ppm/°C above T <sub>g</sub>
Glass Transition Temperature - DSC	14°C
Modulus - DMA	2000 MPa @ -40°C 1050 MPa @ 20°C 8.5 MPa @ 60°C
Flammability, per MIL-I-46058C	Self-Extinguishing
Dielectric Withstand Voltage, per MIL-I-46058C	>1500 volts
Dielectric Breakdown Voltage, per ASTM D149	7500 volts
Dielectric Constant, at 1MHz and 25°C per ASTM D150-98	2.5
Dissipation Factor, at 1MHz and 25°C per ASTM D150-98	0.01
Insulation Resistance, per MIL-I-46058C	8.0 x 10 <sup>14</sup> ohms (800TΩ)
Moisture Insulation Resistance, per MIL-I-46058C	6.0 x 10 <sup>10</sup> ohms (60GΩ)
Fungus Resistance, per ASTM G21	Passes

### Application of HumiSeal® 1B31

Cleanliness of the substrate is of extreme importance for the successful application of a conformal coating. Surfaces must be free of moisture, dirt, wax, grease, flux residues and all other contaminants. Contamination under the coating could cause problems that may lead to assembly failures.

#### Dipping

Depending on the complexity, density and configuration of components on the assembly, it may be necessary to reduce the viscosity of HumiSeal® 1B31 with HumiSeal® Thinner 503 in order to obtain a uniform film. Once optimum viscosity is determined, a controlled rate of immersion and withdrawal (5-15 cm/min) will further ensure even deposition of the coating and ultimately a uniform film. During the application, evaporation of solvent causes an increase in viscosity that should be adjusted by adding small amounts of HumiSeal® Thinner 503. Viscosity in the dip tank should be checked regularly using a simple measuring device such as a Zahn or Ford viscosity cup.

„Reinheit des Substrats ist von extremer Wichtigkeit...“

„Kontamination unter der Beschichtung könnte zu Problemen führen...“

Beispiel: ELPEGUARD® Dickschichtlacke der Firma Lackwerke Peters

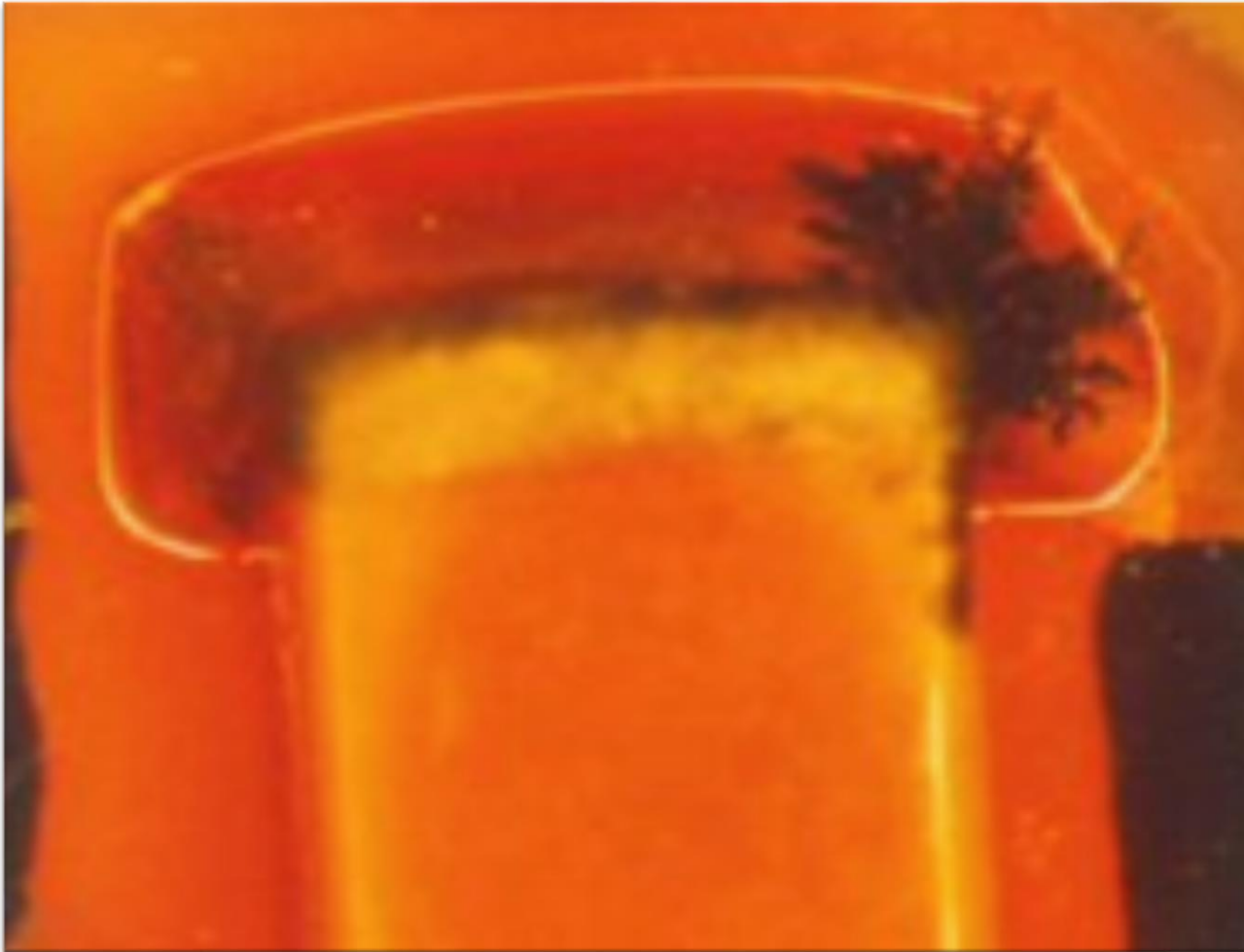
## Vorreinigen

Nicht gereinigte Leiterplatten ohne Schutzlackbeschichtung können beim späteren Einsatz unter klimatischer Belastung häufig Ausfälle zeigen, da Flussmittel-, Lotpastenreste und sonstige Verunreinigungen mit Feuchtigkeit / kondensierender Feuchte ein System von elektrischer Leitfähigkeit bilden können. Durch Schutzlackierung dieser Leiterplatten erzielt man eine deutlich verbesserte

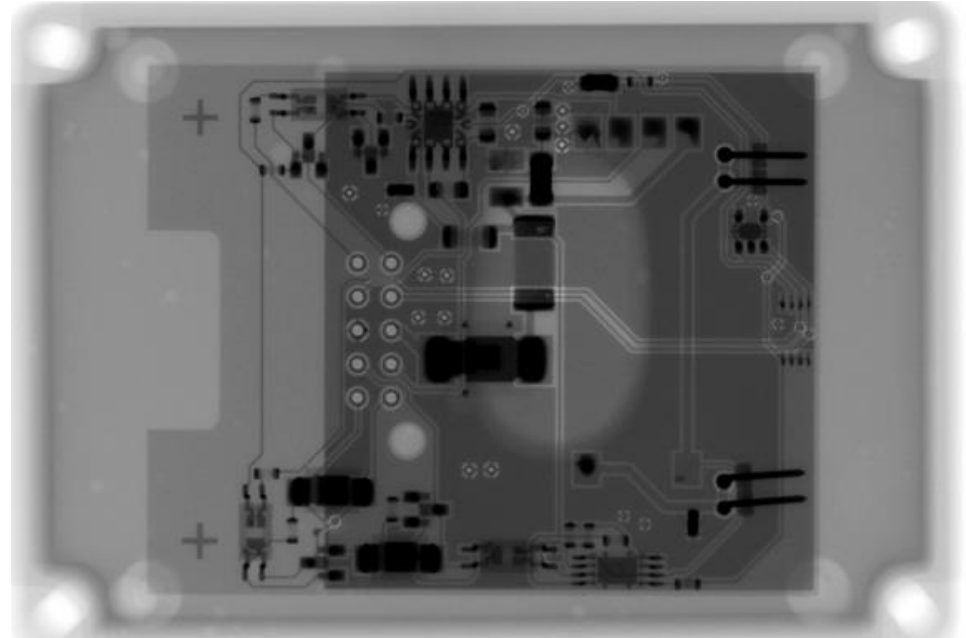
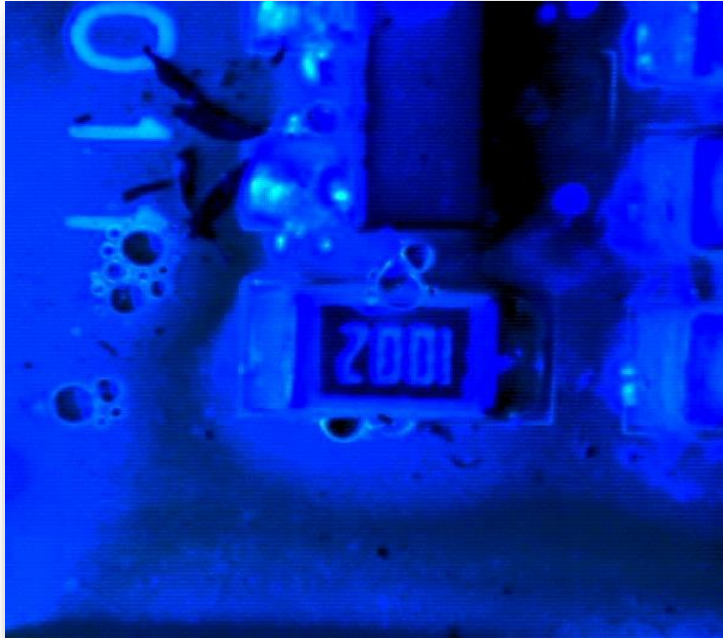
Empfehlenswert für eine besonders leistungsfähige Schutzlackbeschichtung und somit für die Klimabeständigkeit der Baugruppen ist jedoch eine gründliche Reinigung der Leiterplattenoberfläche vor der Schutzlackierung:

Jede Art von ionischer Kontamination kann sich negativ auf die elektrischen Eigenschaften auswirken, insbesondere unter erschwerten klimatischen Anforderungen. Flussmittel-/Lotpastenreste und sonstige Verunreinigungen können zu Benetzungsproblemen führen, verschlechtern die Haftung zum Untergrund und können die Ablösung der Schutzlackierung verursachen.

- Vorstellung von Zestron
- Anforderungen und Normen
- Typische Ausfallmechanismen inkl. Fehlerbilder
- Reinigung als mögliche Abhilfemaßnahme
- Möglichkeiten der Oberflächenanalyse vor dem Beschichten
- Kontrolle der Beschichtung auf Defekte



Korrosion / elektrochemische Migration / Dendritenwachstum unterhalb der Beschichtung



Poren / Blasenbildung beim Aushärten, z.B. Feuchteinschlüsse, Ausdampfen von Substanzen

# Auswirkungen von Verunreinigungen auf das Beschichten

Quellen von Kontaminationen:

Produktion (auch zugekaufte Teile wie z.B. Bauelemente!), Handling, Lagerung und Transport

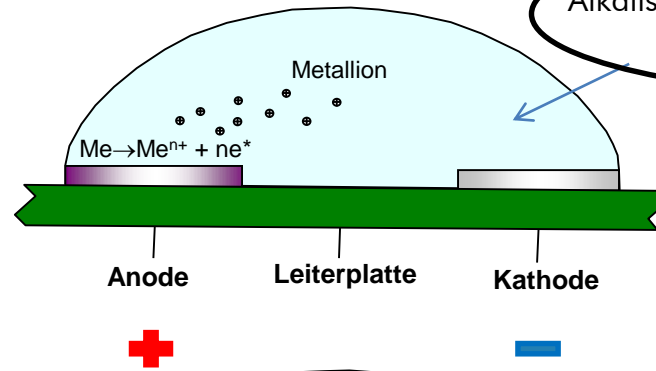
**Aktivatoren** (Flussmittel) und andere hygroskopisch Stoffe wie z.B. **Salze** (Handling, Lagerung/Transport,...)

- Aufnahme von Feuchtigkeit → Kriechströme und **Korrosion** (z.B. Dendritenwachstum) unter der Beschichtung



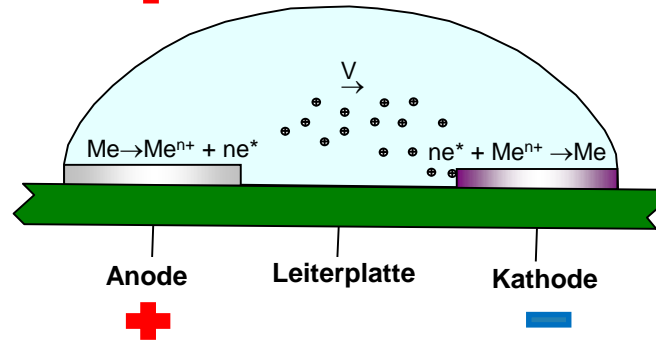
# Mechanismus des Dendritenwachstums (Elektrochemische Migration, kurz: ECM)

1) Anodische  
Metallauflösung

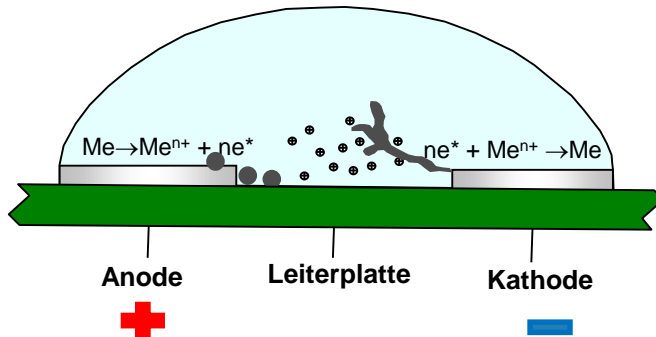


Alkalisierung im Zuge der Wasserelektrolyse:  
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

2) Wanderung der  
Metallionen



3) Abscheidung der  
Metallionen/  
Dendritenwachstum

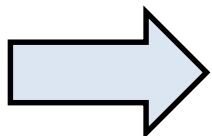
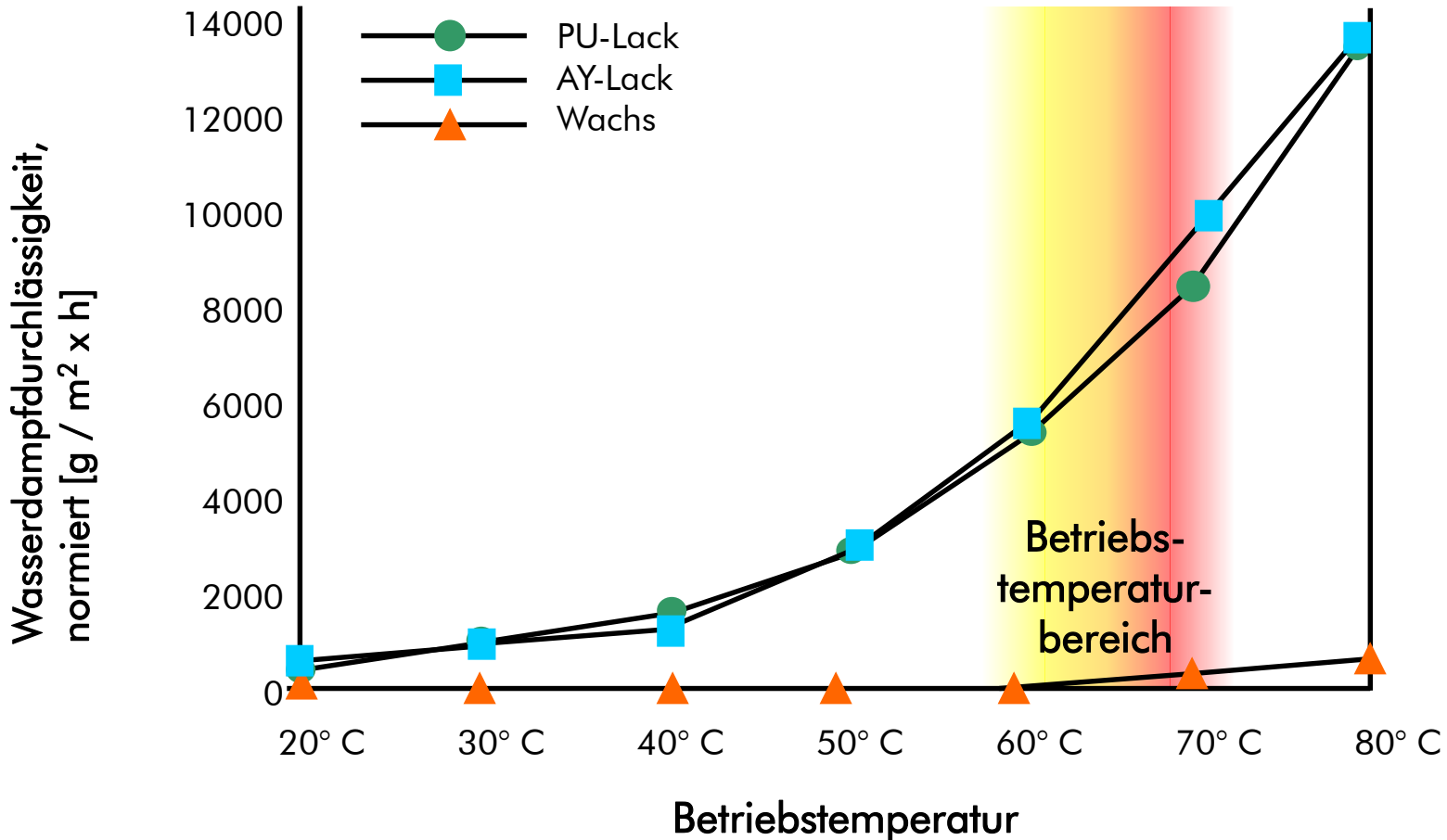


Folgen ECM:

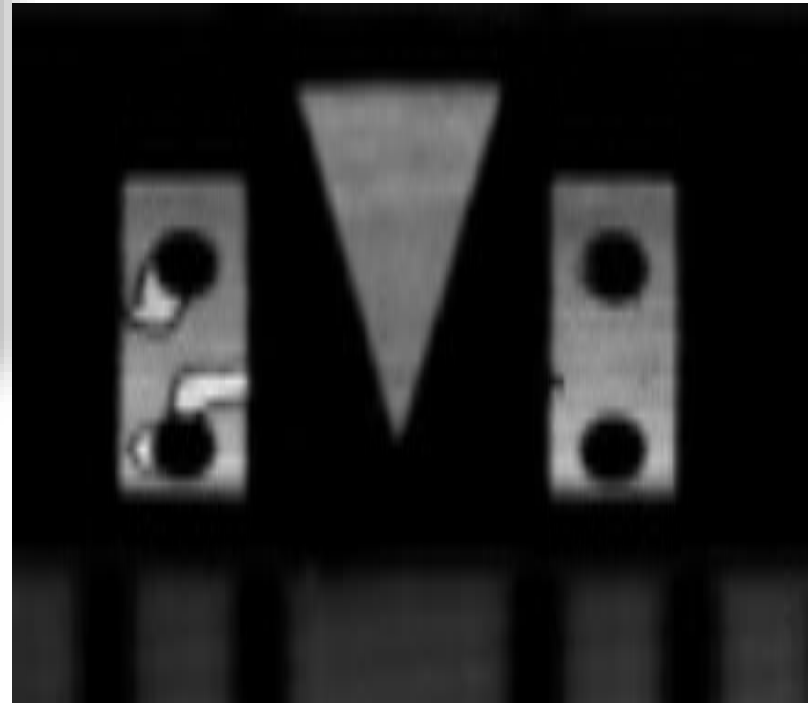
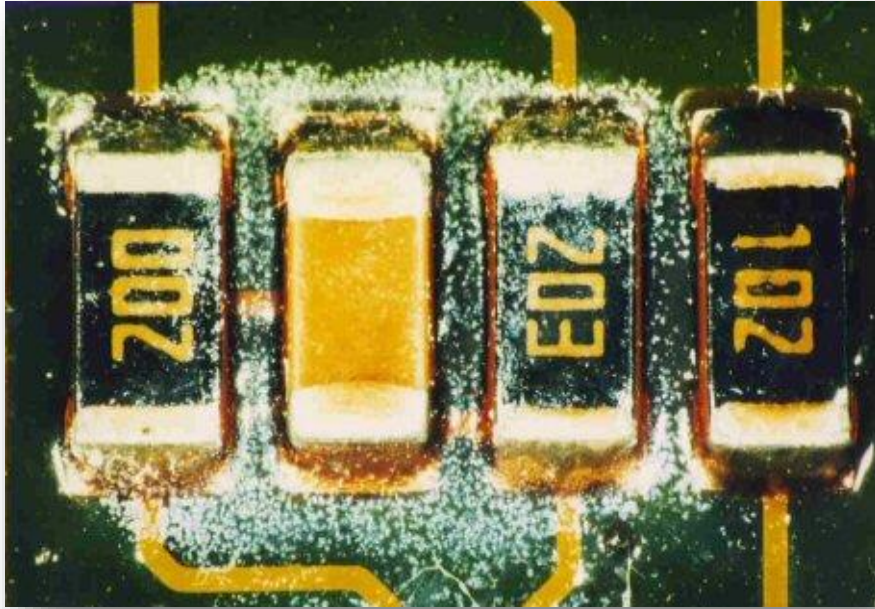
Temporäre Kurzschlüsse  
→ Störungen

Beständige Kurzschlüsse  
→ Ausfall, Brand

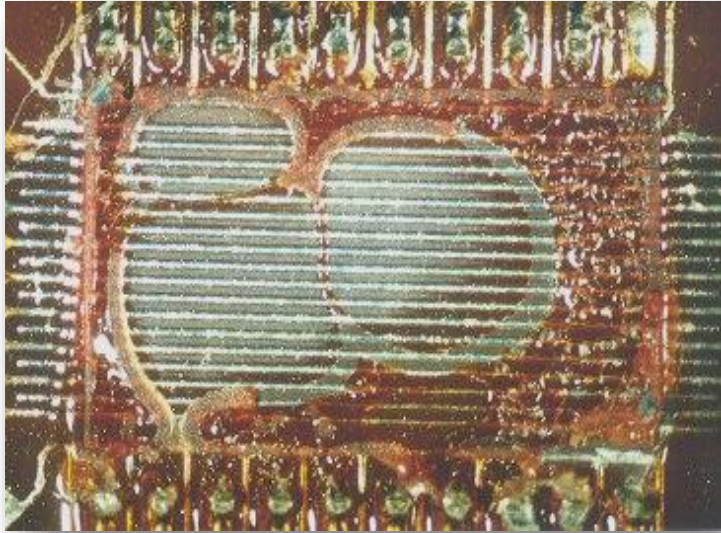
# Wasserdampfdurchlässigkeit von Schutzlacken



Alle polymere Werkstoffe (auch zentimeterdicke Vergussmassen) sind für Wasserdampf mehr oder weniger durchlässig!



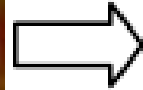
Delamination zwischen Lack und Substrat (z.B. nach Stresstests)



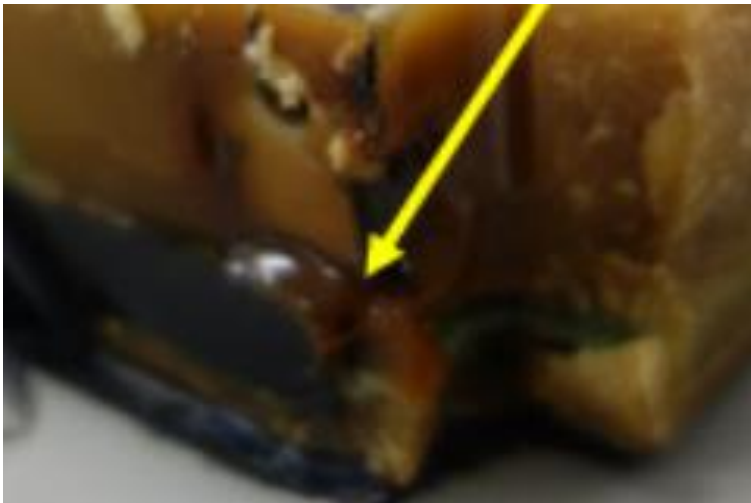
Mangelhafte Benetzung unter  
Komponenten



Sofortige Entnetzung beim  
Beschichten



Rissbildung beim Aushärten, z.B.  
Wärmeausdehnungskoeffizient -  
Mismatch



Unvollständige  
Aushärtung/Vernetzung

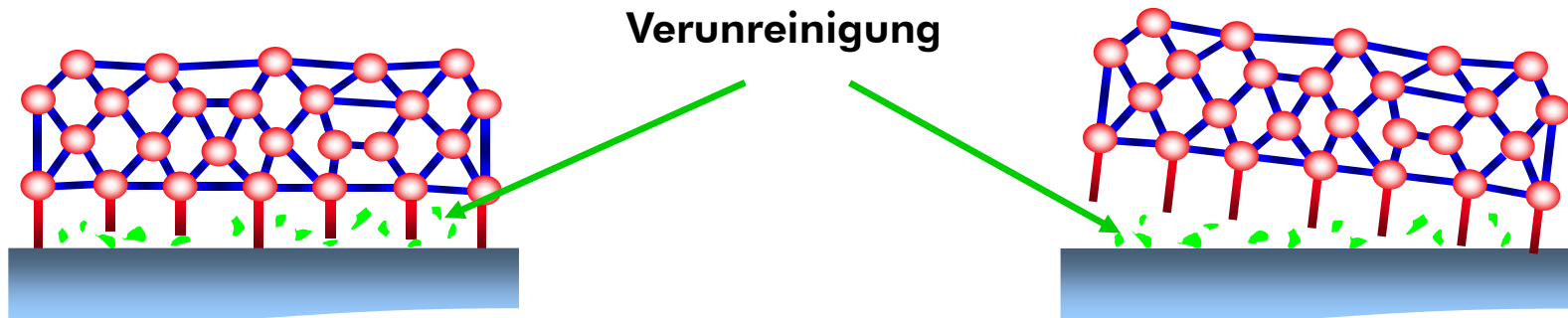
# Auswirkungen von Verunreinigungen auf das Beschichten

Quellen von Kontaminationen:

Produktion (auch zugekaufte Teile wie z.B. Bauelemente!), Handling, Lagerung und Transport

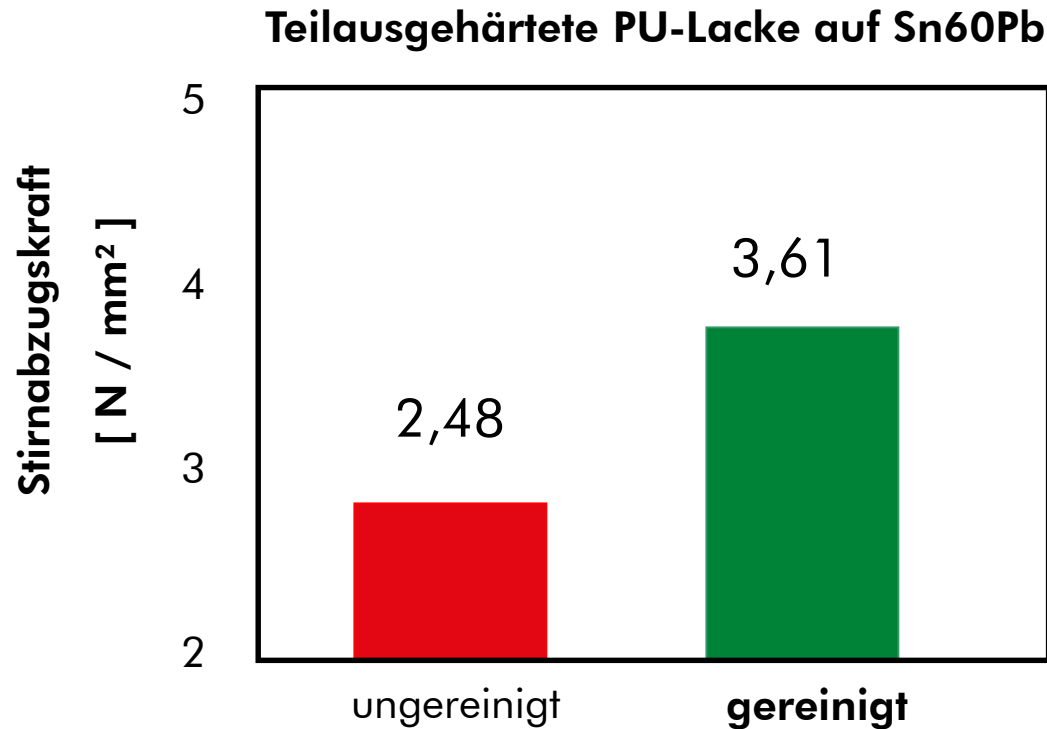
<p><b>Aktivatoren</b> (Flussmittel) und andere hygroskopisch Stoffe wie z.B. <b>Salze</b> (Handling, Lagerung/Transport,...)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aufnahme von Feuchtigkeit → Kriechströme und <b>Korrosion</b> (z.B. Dendritenwachstum) unter der Beschichtung</li></ul>
<p><b>Harzrückstände</b> (Flussmittel) <b>Öle</b> z.B. aus Handcremes (Handling) <b>Formtrennmittel</b> (Bauelemente) oder bestimmte Bestandteile von Substraten, Bauelementen und Lötstopplacken mit formtrennmittelartiger Wirkung (z.B. im Falle von fehlerhafter Verarbeitung und hohen Löttemperaturen [= „Ausbluten“])</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Schlechte Adhäsion zw. Beschichtung und Substrat → <b>Delamination</b> bei Temperaturwechsel im Feld</li><li>▪ <b>Entnetzung</b> während des Beschichtungsprozesses</li><li>▪ <b>Rissbildung</b> beim Aushärten</li></ul>
<p><b>Organische Zinnsalze</b> (Reaktionsprodukt aus Flussmittel und Lot) <b>Schwefel- und Ammoniumverbindungen</b> (können im Flussmittel enthalten sein)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>(Partielle) Inhibition der Vernetzungsreaktion</b> → schlechte Adhäsion zw. Beschichtung und Substrat + erhöhte H<sub>2</sub>O-Permeation</li></ul>

- Vorstellung von Zestron
- Anforderungen und Normen
- Typische Ausfallmechanismen inkl. Fehlerbilder
- Reinigung als mögliche Abhilfemaßnahme
- Möglichkeiten der Oberflächenanalyse vor dem Beschichten
- Kontrolle der Beschichtung auf Defekte

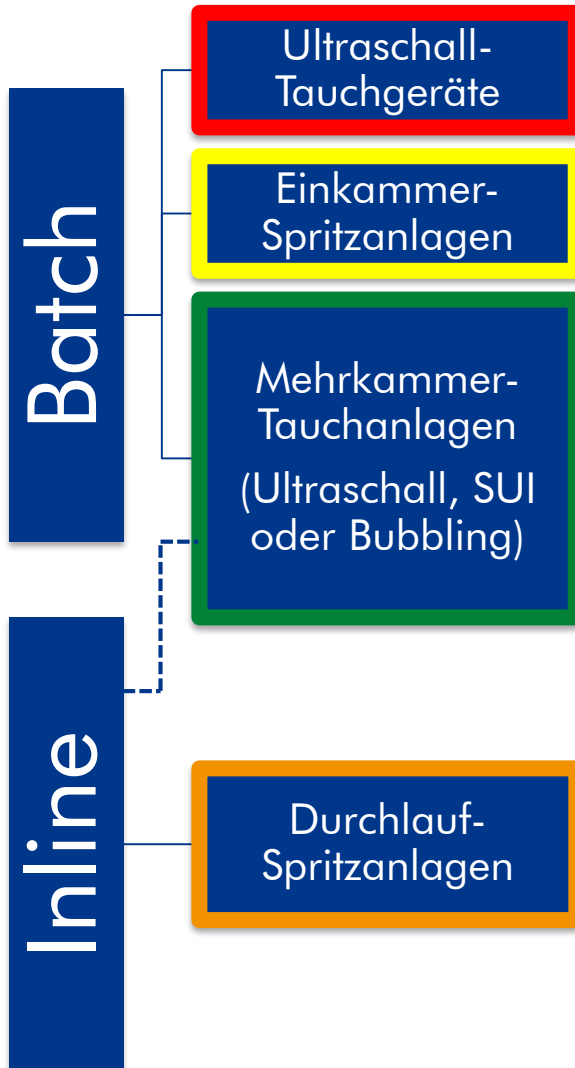


**Verunreinigung verringert Haftkräfte und führt zu Delaminationseffekten**





**Erhöhung der Haftkraft durch Reinigung bis zu 50%**



Batch  
vs.  
Inline

Spritzen

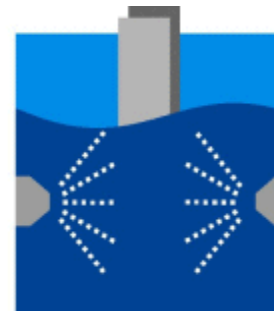


Reinigung mit hohem  
Volumenstrom (Schwallreinigung)  
vs.  
Reinigung mit hohem Spritzdruck

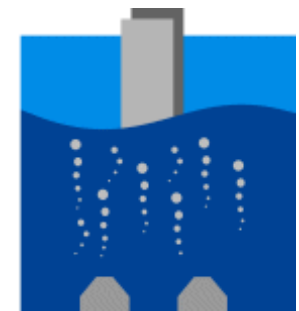
Tauchen



+Ultraschall



+Druckumflutung

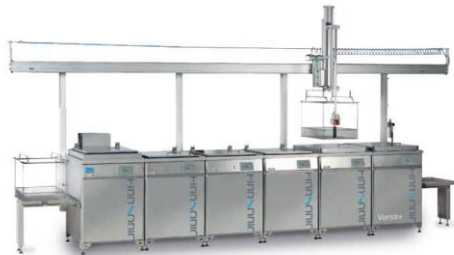


+Bubbling

## Lösemittelbasierende Reiniger



## wasserbasierender Reiniger



## Lösemittel

**ZESTRON**

Hoher Flammpunkt  
Breites Prozessfenster  
Lange Badstandzeiten



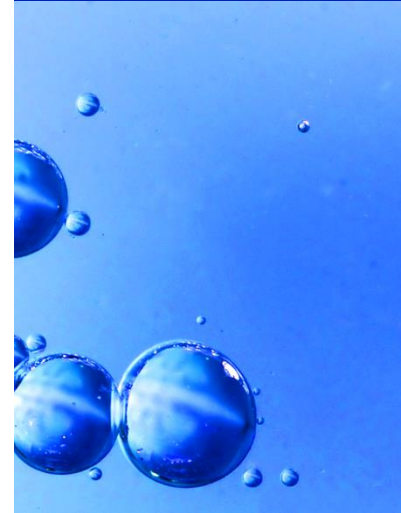
**FAST**  
**ATRON**

Effektive Reinigung auch  
bei kurzen Kontaktzeiten  
Entwickelt für  
Spritzprozesse



**MPC**  
**VIGON**

2-phasige Formulierung  
Breites Prozessfenster  
Lange Badstandzeiten



Einphasig  
**HYDRON**

Einphasige Formulierung  
Einfach zu prozessieren,  
vor allem in Anlagen mit  
begrenzter Durchmischung



Trend zu wasserbasierenden Reinigungssystemen



## Arbeitsweise von Lösemittelreinigern



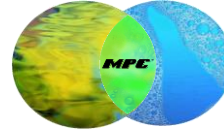
## Wirkungsweise von Tensidreinigern



## Wirkungsweise von MPC®-Reinigern



MPC Reiniger (= **VIGON**-Produktfamilie):

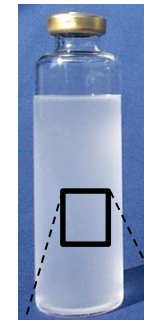


- Meist neutral oder alkalisch eingestellte, wässrige Reiniger mit organischen Mikrophasen als reinigungsaktive Substanzen (MPC = Micro Phase Cleaning)
  - Maschinelle und manuelle Reinigung
  - Spritz- oder Tauchreinigung
  - Baugruppe, Leistungselektronik, Schablone, (Metall)
- Vereinen Vorteile von Tensid- und Lösemittelreinigern: geringer VOC-Gehalt, nicht brennbar, rückstandsfrei spülbar (tensidfrei) und breitbandig einsetzbar:
- Gut geeignet zur Entfernung von polaren Flussmittelsystemen, Salzen und Partikeln
  - Gut geeignet zur Entfernung von unpolaren Flussmittelsystemen, Klebstoffen, Fetten und Ölen (z.B: Fingerprints)
  - Auf eine Wasserspülung kann bei der Schablonenreinigung z.T. verzichtet werden
  - **Aufbereitung über mechanische Filtration ohne Verarmung an reinigungsaktiven Mikrophasen (lange Badstandzeiten)!**

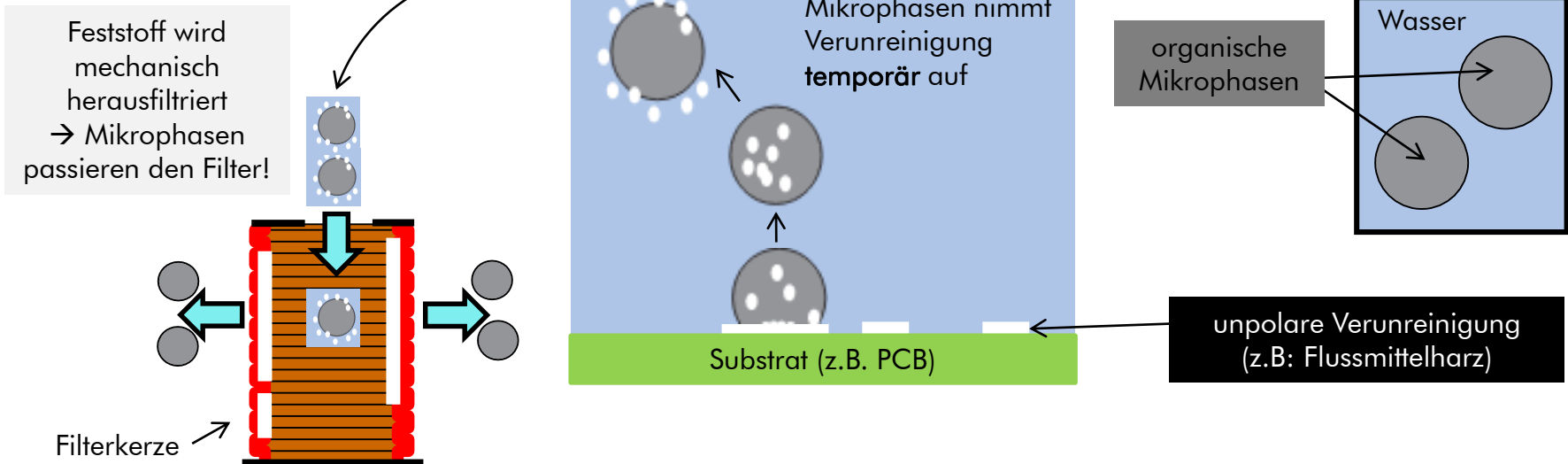
MPC Reiniger sind zweiphasig und lassen sich ohne Verarmung filtrieren!



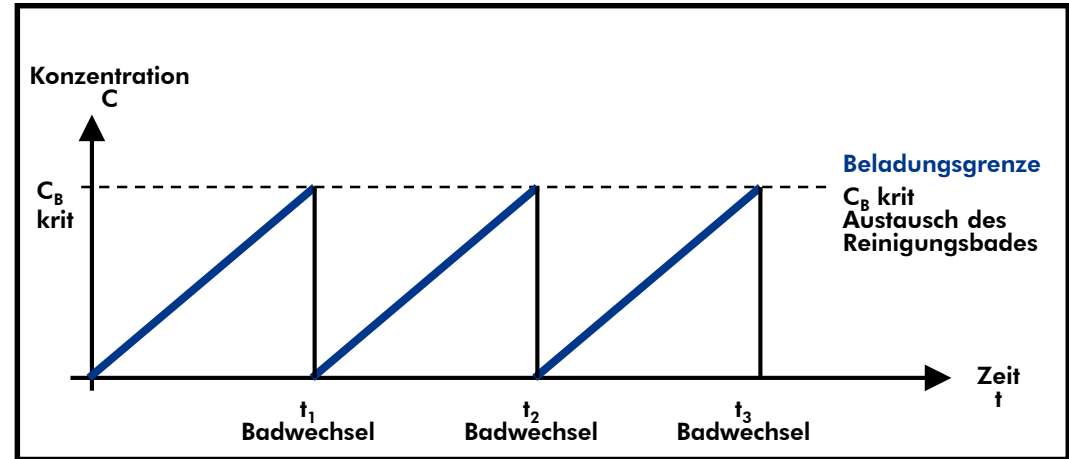
Aktivierung durch Agitation (Sprühen/Ultraschall/Umwälzung) und Temperatur (20 – 60° C, abhängig vom jeweiligen MPC Reiniger)



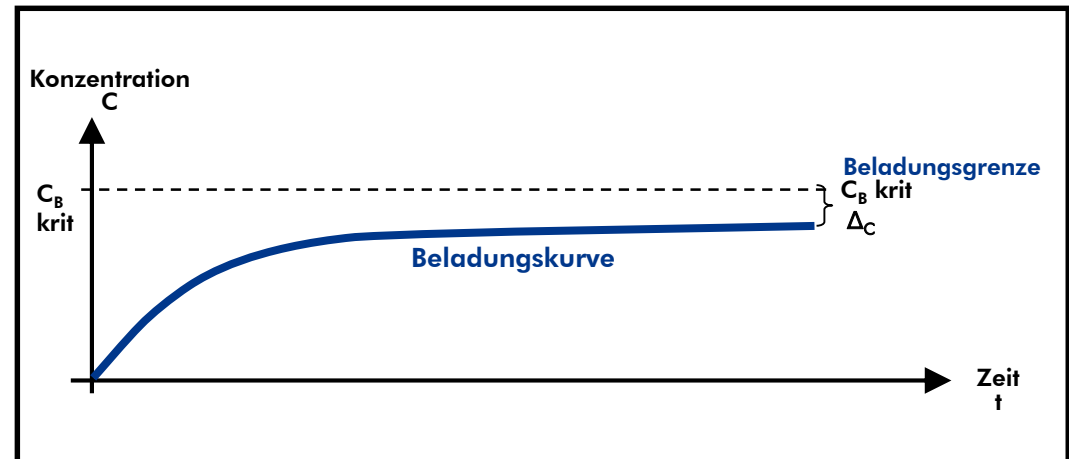
Transfer der Verunreinigung zur Filterkerze; **Verunreinigung fällt mit der Zeit als Feststoff aus**



- Konventioneller Tensid- / Lösemittelreiniger



- MPC<sup>®</sup> Reiniger



- Vorstellung von Zestron
- Anforderungen und Normen
- Typische Ausfallmechanismen inkl. Fehlerbilder
- Reinigung als mögliche Abhilfemaßnahme
- Möglichkeiten der Oberflächenanalyse vor dem Beschichten
- Kontrolle der Beschichtung auf Defekte

# Bestimmung der Oberflächenreinheit mit Schnelltests → Sollwerte

Test	Sollwert	
ROSE Test	$< 0,4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ NaCl equiv. *	✓
ZESTRON® Flux Test	Test negativ	✓
ZESTRON® Resin Test	Test negativ **	✓
Vernetzungsgifte: Sn...	Test negativ	✓
Oberflächenspannung	$> 40 \text{ mN}/\text{m}$ ***	✓

Vermeidung von **Korrosion/ECM/Leckströmen** durch Hygroskopie der ionischen Kontaminanten

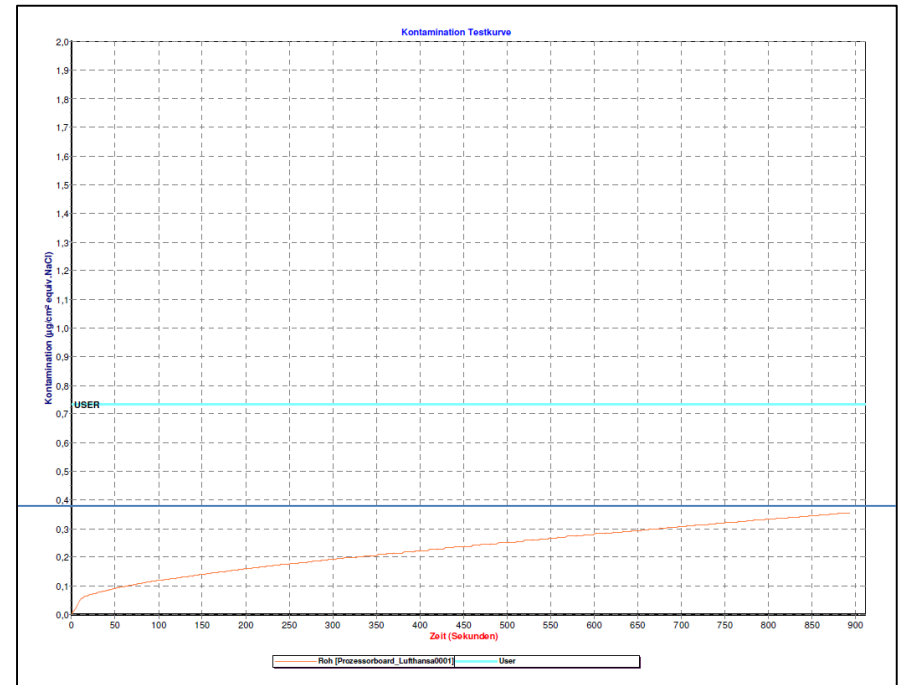
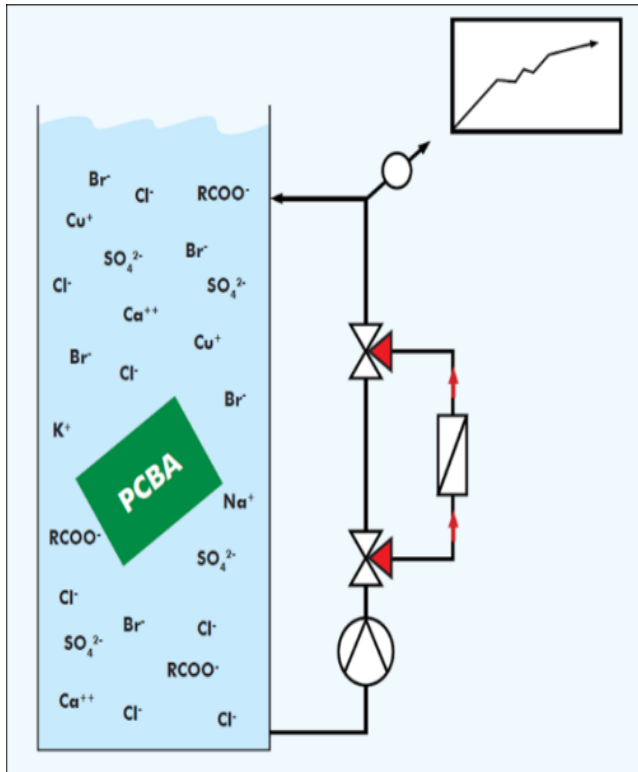
Vermeidung von **Entnetzung, mangelhafter Adhäsion/ Aushärtung** oder **Rissbildung** von Beschichtungssystemen  
+ bessere Bondbarkeit

\* variiert stark (AABUS; Akzeptanzkriterium von  $1,56 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  NaCl equiv. gemäß neustem J-STD-001G obsolet!)

\*\* schnelle, ortsauflösende Alternative zur photometrischen Prüfung auf Harzreinheit gemäß IPC-TM-650 2.3.27 (Unterschreitung des laut J-STD-001 geforderten kritischen Harzanteils von  $< 40 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  sicher nachweisbar)

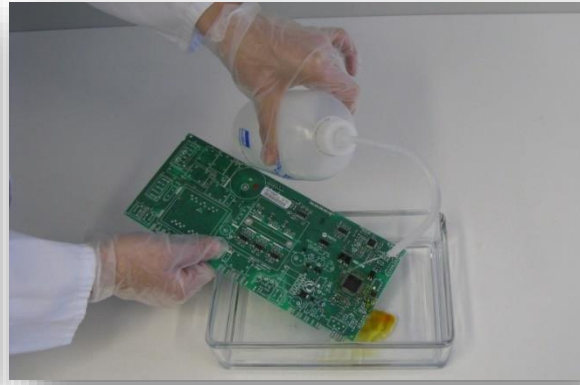
\*\*\* variiert stark (abhängig vom Substrat und vom verwendeten Beschichtungssystem)

# Funktionsweise eines Kontaminometers





**Aufbringen**

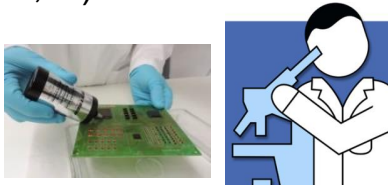


**Spülen**

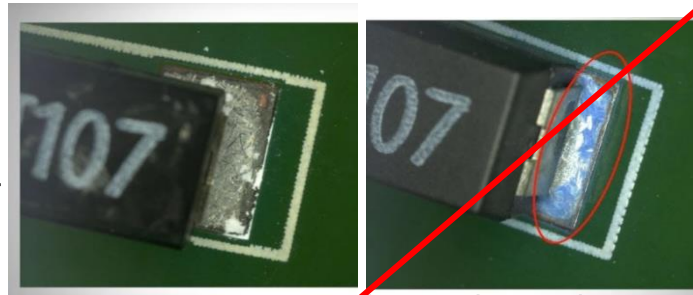


**Trocknen**

**Optische Prüfung**  
nach Applikation von  
**Nachweisreagenzien**  
(frei von, Partikel,  
Fingerprints, Flussmittel  
,...)

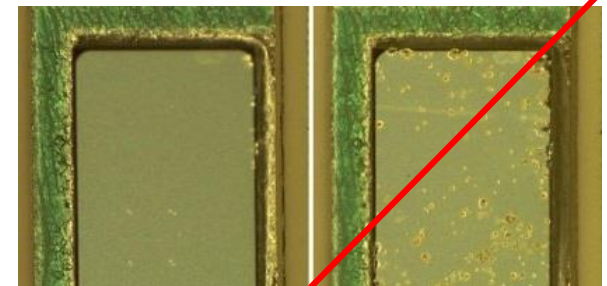


## ZESTRON Flux Test

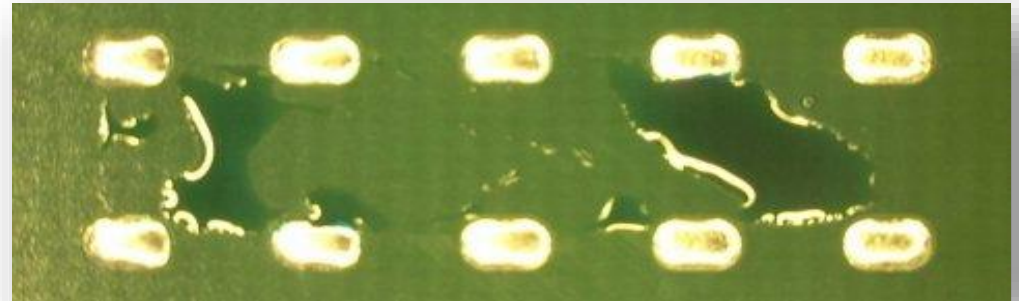


hygroskopische  
Flussmittelaktivatoren-  
rückstände

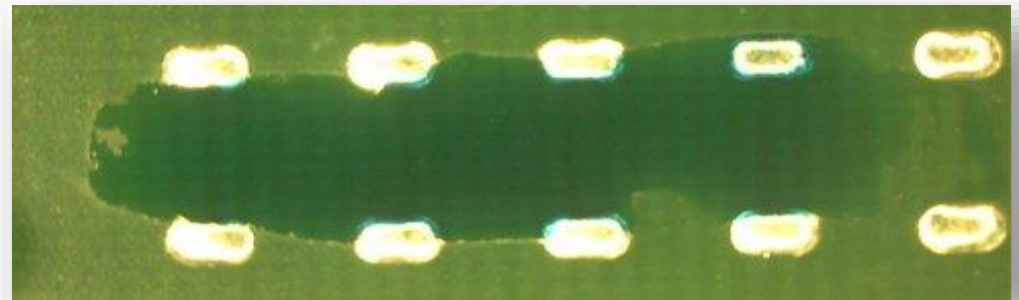
## ZESTRON Resin Test



Flussmittelharz-  
rückstände



**Schlechte Benetzung = unreine Oberfläche**



**Gute Benetzung = reine Oberfläche**



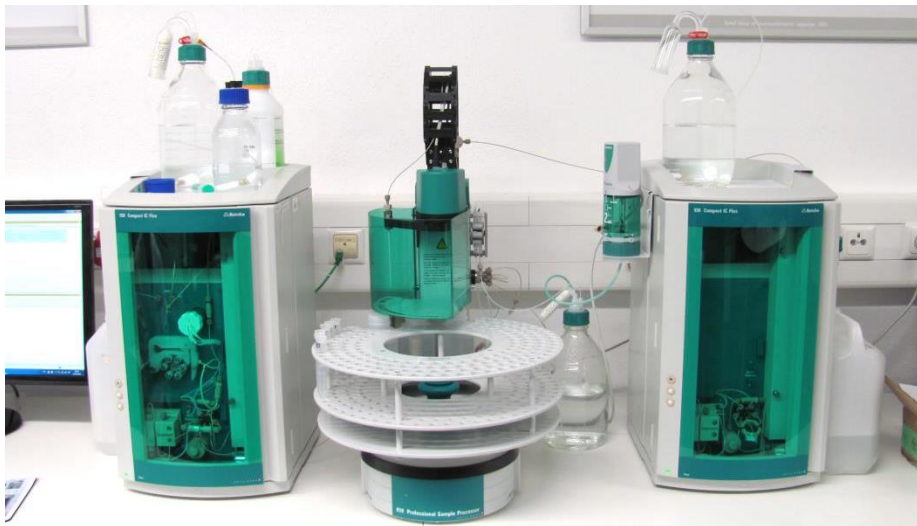
# Bestimmung der Oberflächenreinheit

## → Ionenchromatographie (IC)

ROSE Test: Rein quantitative Messung (= Menge aller ionischen Kontaminanten)

IC: Quantitative und Qualitative Messung (= Art + Menge der einzelnen ion. Kontaminanten)

→ Zusatzinfo IC: 1. Quellen der ionischen Kontamination (Ionentypen lassen sich bestimmten Prozessschritten, Materialien und Medien zuordnen; 2. Hygroskopizität, Korrosivität und Kriechstromfähigkeit



### Sollwerte bestückte Boards IPC-CH-65B

Ionen	Soll-Wert [ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ]
Bromide	< 1,55
Chloride	< 0,93
Fluoride	< 0,47
Sulfate	< 0,47
Phosphate	< 1,09
Nitrate	< 0,47
Organische Säuren	< 3,88

### Sollwerte Leiterplatten IPC-5704

Anorganik	Soll-Wert [ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ]
Bromide	< 1,00
Chloride	< 0,75
Natrium + Kalium	< 2,00
Gesamt	< 3,80

# Bestimmung der Oberflächenreinheit → weiterführende instrumentelle Analytik

## ❖ Technische Sauberkeitsprüfung gemäß ZVEI-Leitfaden:

z.B. Partikelanzahl pro 1000 cm<sup>2</sup> Oberfläche; Partikelextraktion im Spritzverfahren; Unterscheidung in Granulen (metallisch glänzend / nicht metallisch glänzend) und Fasern; Einsortierung in Größenklassen)

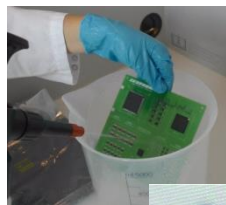
Mögliche Anforderungen:

- Component Cleanliness Codes (nach ISO 16232 bzw. VDA 19)
- OSW (gewichtete Partikelsumme)
- kein leitender Partikel > halbe Wegstrecke des kleinsten elektrischen Abstands

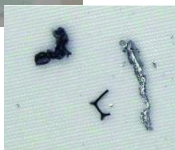
## ❖ Infrarotspektroskopie → ID von organischen Rückständen (z.B. Formtrennmittel, Handcreme,...)

## ❖ REM/EDX → Topographie (nm-Bereich) und Elementanalyse (d.h. Organik + Anorganik identifizierbar)

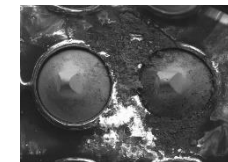
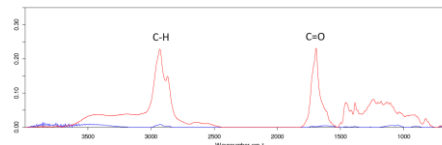
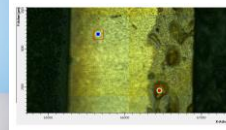
...



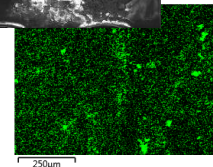
Technische Sauberkeitsprüfung



Infrarotspektroskopie

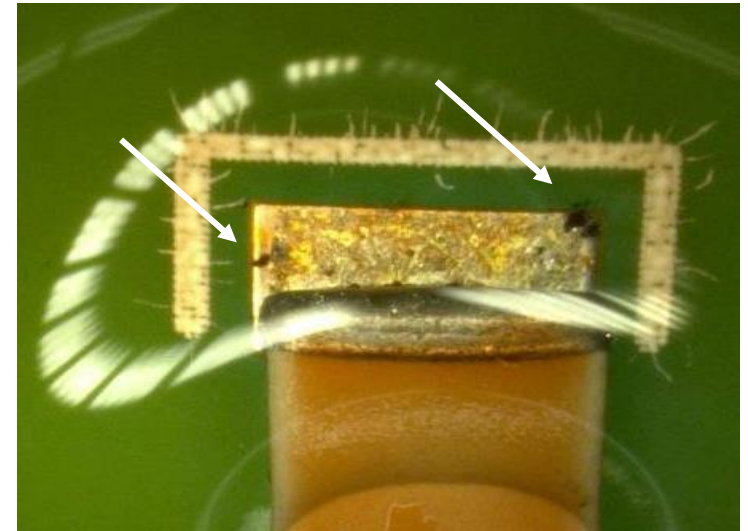
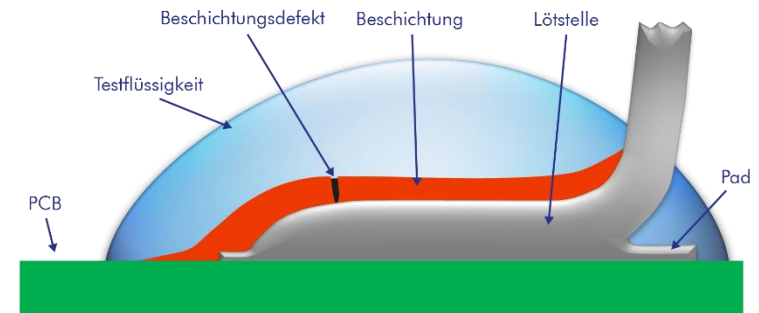


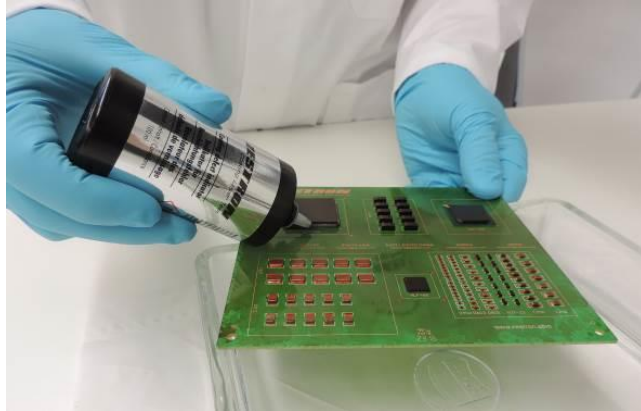
REM/EDX



- Vorstellung von Zestron
- Anforderungen und Normen
- Typische Ausfallmechanismen inkl. Fehlerbilder
- Reinigung als mögliche Abhilfemaßnahme
- Möglichkeiten der Oberflächenanalyse vor dem Beschichten
- Kontrolle der Beschichtung auf Defekte

- Schnelltest zum Nachweis von Defekten in der Schutzbeschichtung elektronischer Baugruppen
- Testreagenz „kriecht“ durch Schwachstellen der Beschichtung und reagiert mit unedlen Metalloberflächen (Schwarzfärbung)

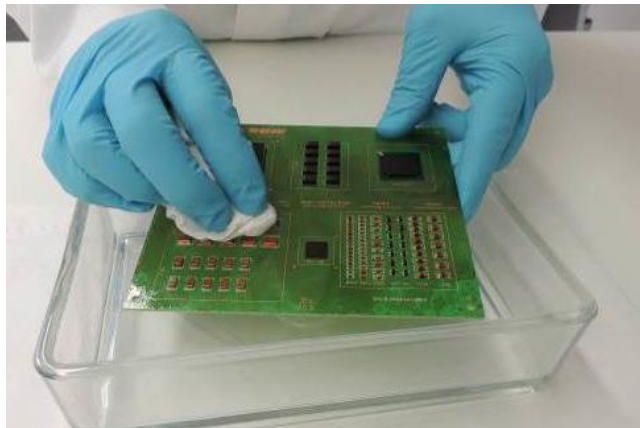




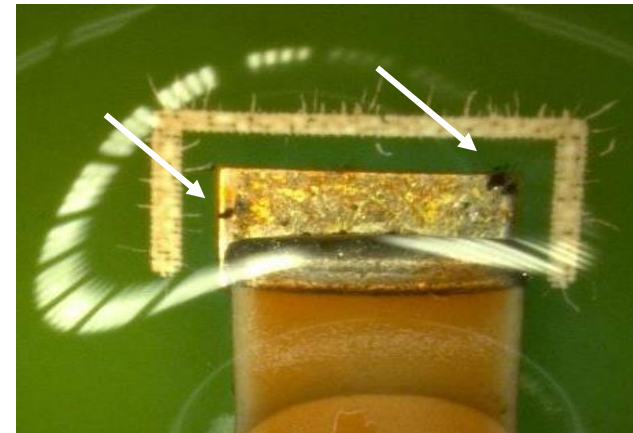
1. Indikatorflüssigkeit aufbringen



2. Ca. 1-3 Minuten warten

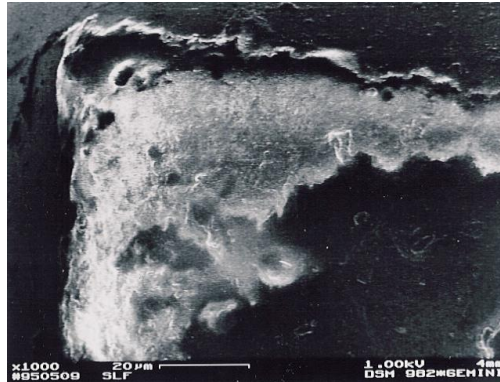


3. Abspülen oder abtupfen

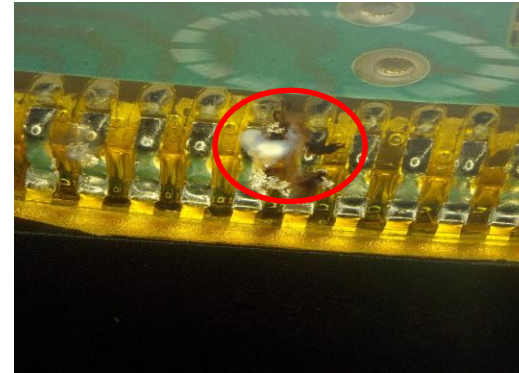


4. Auswertung

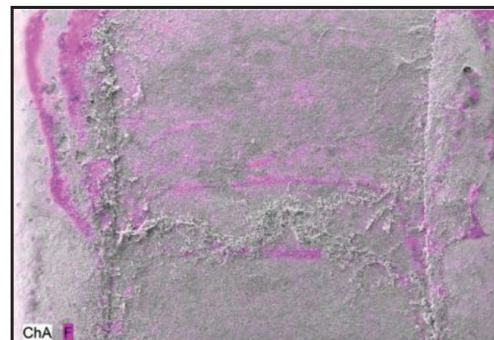
Kantenflucht



Porenkanäle



Nicht geschlossene  $\mu$ -Coatingschichten



## Herkömmliche Methoden

- optisch via Schwarzlicht (nur möglich wenn Fluoreszenzmittel zugesetzt)
- Umweltsimulationsprüfung
- Coating Reliability Test (CoRe-Test)

## Vorteile des Coating Layer Tests:

- schnell
- lokal einsetzbar
- keine zusätzliche Ausrüstung notwendig
- lackunspezifisch
- kein spezifisch geschultes Personal notwendig

## Grenzen des Coating Layer Tests:

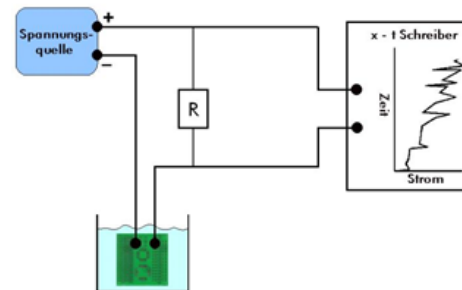
- keine Aussagekraft über Risiko

- Überprüfung der Klimabeständigkeit beschichteter Baugruppen bereits in der frühen Entwicklungsphase → schnelle, kostengünstige Schwachstellenanalyse
- Simuliert die Folgen einer Betauung, aber: Beschleunigung der Ausfallmechanismen durch Eintauchen der Baugruppe für bis zu 10h in deionisiertes Wasser (wahlweise auch z.B. in 5%ige Ammoniumsulfid-Lösung zur Simulation von Schadgasen)



2 Procedure for the inspection of the climatic resistance

- 2.1 Water dip test = CoRe-Test
- 2.1.1 Procedure

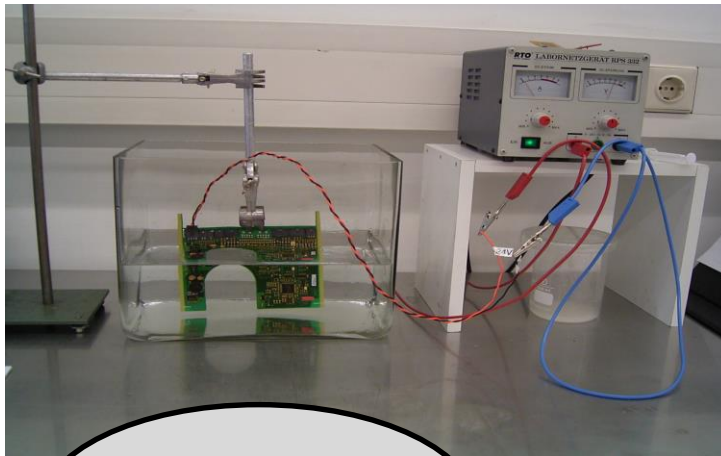


III. J3: Sketch of the water dip test and recording of the quiescent current ( $R = 1 \text{ k}\Omega$ )



# 2 Varianten des Testaufbaus

## 1) Totale Immersion (Wassertauchtest)

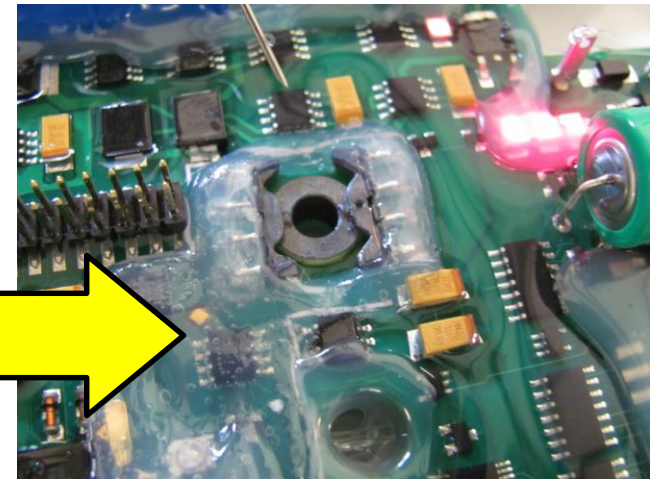
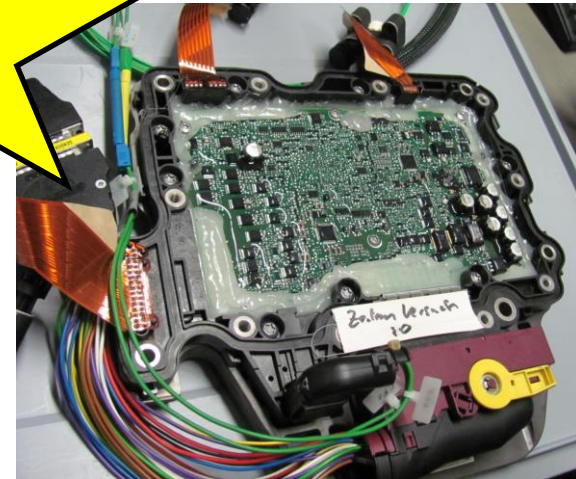


Ältere Version

## 2) Selektives Fluten



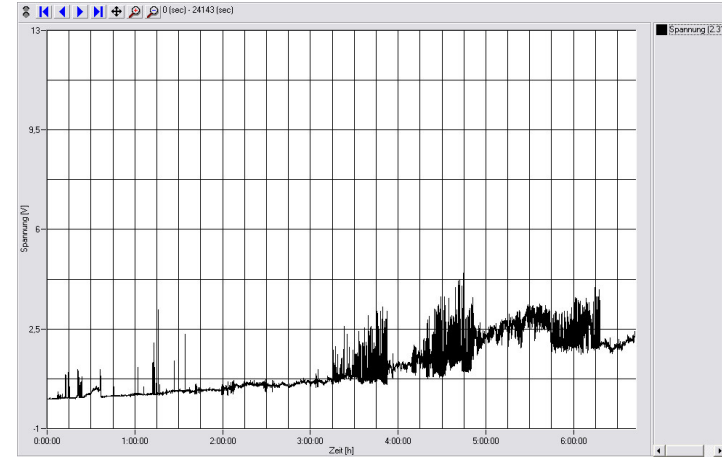
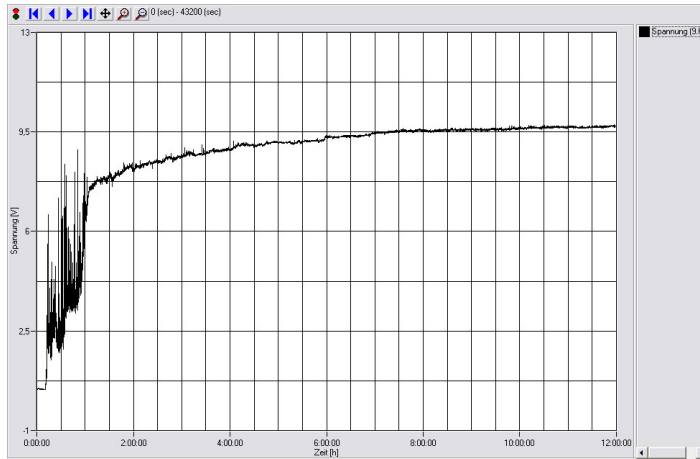
Neuere  
Version



- Analyse von selektiven Coatings
- Analyse der Beschichtung über einzelnen Bauelementen

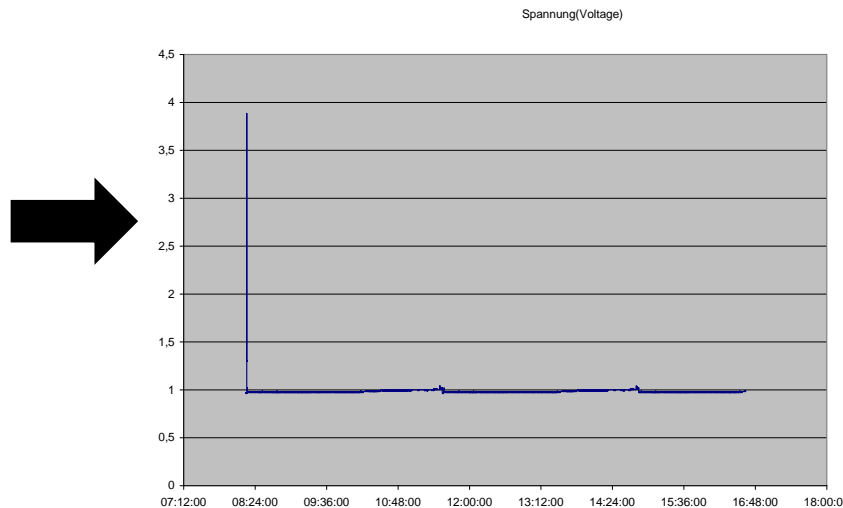
- Baugruppe wird unter Betriebsspannung gesetzt (z.B. im Standby-Modus)
- Spannung wird aufgezeichnet:
  - o Idealfall (vollständige Klimasicherheit): keine Änderung der Spannung
  - o bei Schwachstellen im Lack: stufenartiger Anstieg der Spannung bis hin zum Ausfall (Höhe der Spannungsstufen ist proportional zur Fläche der Lackierungsdefekte)

# Anwendungsbeispiel: Spannungsänderung



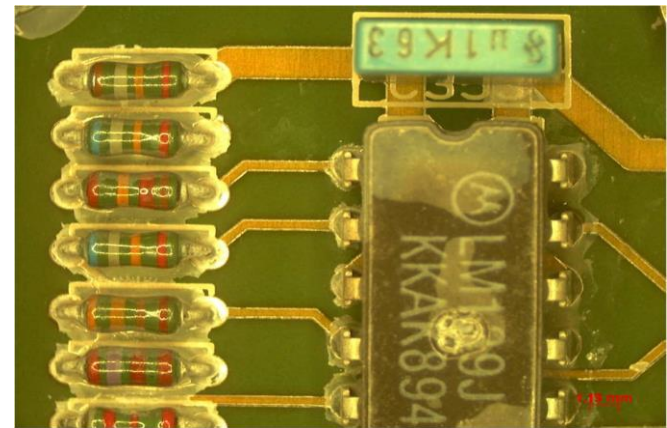
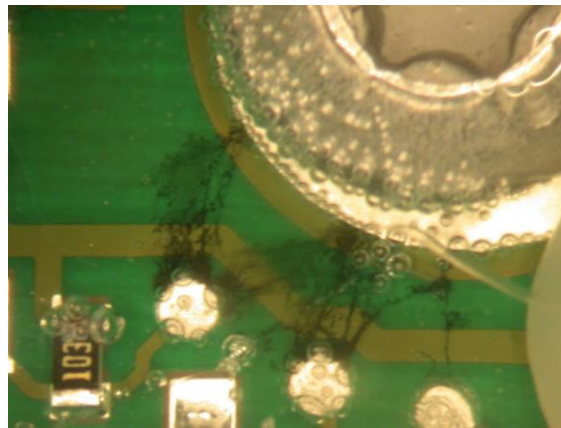
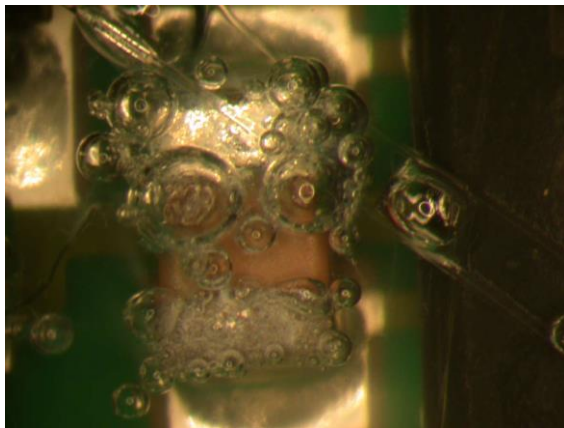
**Beschichtung zu dünn**  
- Rascher Spannungsdurchbruch

**Verbesserte Schutzbeschichtung**  
- Stark verzögerter Spannungsdurchbruch



**Optimale Schutzbeschichtung**  
- Kein Spannungsdurchbruch  
während der gesamten Testdauer

- Während und im Anschluss an den Test erfolgt eine optische Sichtprüfung der Testbaugruppe um Defekte im Schutzlack zu lokalisieren. **Schwachstellen werden sichtbar in Form von**
  - o lokaler Gasentwicklung
  - o lokalem Dendritenwachstum
  - o lokaler Lackdelamination



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**Fragen?**

**Felix Büchner**

Prozessingenieur

Tel.: +49 – 841 – 635 169

Felix.buechner@zestron.com

**Stefan Kappes**

Vertrieb Deutschland

Tel.: +49 176 6350017

S.kappes@zestron.com