



**INTERFLUX® Electronics N.V.**

## Zuverlässigkeit von Lötchemie



## Lötchemie - allgemein

### Was bedeutet Zuverlässigkeit von Lötchemie?

- Die Rückstände und Reaktionsprodukte des Lötprozesses, die auf der LP zurückbleiben, dürfen keinen Einfluss auf die Funktion der elektronischen Baugruppe haben.

### Was kann schief gehen?

- Senkung des Oberflächenwiderstandes (SIR)
- Kriechströme
- Korrosion/Pickling (Entfernung von Metall an der Oberfläche)
- Elektromigration (Metall wird gelöst, wandert und wird abgesetzt)



### Mögliche Ursachen außerhalb der Lötchemie

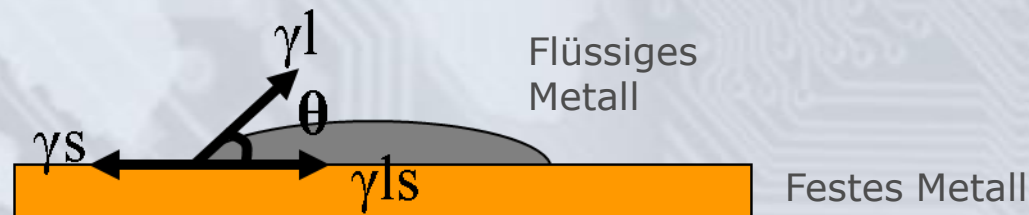
- Chemie aus der Leiterplattenfertigung
- Chemie von Bauteilen
- Rückstände aus einer verschmutzten Atmosphäre
- Leitfähige oder metallische Rückstände von schlechten Prozesseinstellungen, Handhabung oder Umgebung
- Kondenswasser



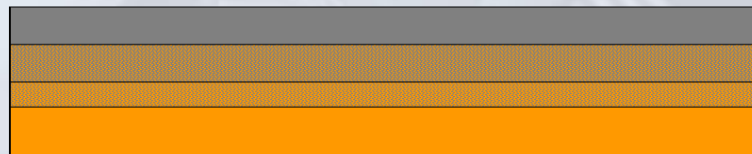
## Lötchemie - allgemein

Warum braucht man Lötchemie?

- Die Hauptaufgabe ist die zu lötenden Oberflächen zu reinigen (desoxidieren).



- Beim Reinigen, beeinflusst man die Oberflächenspannungen, so dass eine Benetzung stattfinden kann vom flüssigen Metall auf dem festen Metall.



## Lötchemie - allgemein

Wie ist Lötchemie aufgebaut?

- Die Lötchemie ist in einem Flussmittel enthalten.
  - flüssiges Flussmittel: Wellenlötflussmittel, Flussmittel für das Selektivlöten, Flussmittel für die Nacharbeit, Flussmittel zum Verzinnen,...
  - gelartiges Flussmittel: Lotpastenflussmittel, Lötdrahtflussmittel, Flussmittelsels für die Nacharbeit,...
- Wichtige Bestandteile sind
  - **Aktivatoren**
  - **Kolophonium oder Kunstharz**
  - Lösemittel
  - Thixotropische Bestandteile (gelartiges Flussmittel)
  - Bestandteile, die die Oberflächenspannung beeinflussen





## Lötchemie – wichtige Bestandteile

Die Bestandteile, die die Zuverlässigkeit am meisten beeinflussen sind:

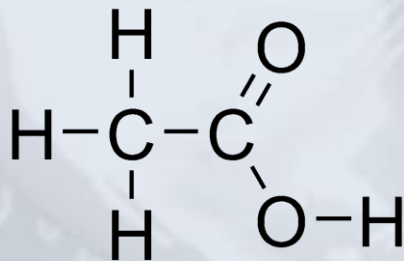
- Aktivatoren : → Reinigen die Oberflächen der Metallen
  - Können Reaktionsprodukte bilden, die die Zuverlässigkeit beeinträchtigen können
  - Können die Zuverlässigkeit beeinträchtigen in unverbrauchter Form
- Kolophonium / Kunstharz : → Bestimmen viele Eigenschaften des Flussmittels die wichtig sind im Fertigungsprozess : Klebrigkeit, Stabilität, Dispensfähigkeit, IC-Testbarkeit, Reinigbarkeit,....
  - Schutzschicht: können die Reaktionsprodukte von der Atmosphäre abschirmen, diese Eigenschaft ist aber zeitbegrenzt.
  - Oft nicht kompatibel mit Schutzlack(thermische Zyklen)



## Lötchemie - Aktivatoren

Es gibt zwei Hauptgruppen von Aktivatoren

- Organische Säuren
  - Es gibt eine große Vielfalt an organischen Säuren
  - Nicht jede Säure ist für die Elektronik geeignet :
    - Löslichkeit im Flussmittel
    - Aktivität
    - Zuverlässigkeit
  - Reaktionsprodukte können niedrige Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität haben und können sehr sicher sein



*Beispiel : Acetic acid ist eine organische Säure*



## Lötchemie - Aktivatoren

- Halogene/ halogenisierte Aktivatoren
  - enthalten entweder Cl, Br, F (I)
  - sehr aktiv
  - haben eine Ätzfähigkeit (reagieren mit Metallen)
  - Reaktionsprodukte können hohe Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität haben und können gefährlich sein für die Zuverlässigkeit

<u>H</u>																	<u>He</u>
<u>Li</u>	<u>Be</u>											<u>B</u>	<u>C</u>	<u>N</u>	<u>O</u>	<u>F</u>	<u>Ne</u>
<u>Na</u>	<u>Mg</u>											<u>Al</u>	<u>Si</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Cl</u>	<u>Ar</u>
<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Sc</u>	<u>Ti</u>	<u>V</u>	<u>Cr</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>	<u>Co</u>	<u>Ni</u>	<u>Cu</u>	<u>Zn</u>	<u>Ga</u>	<u>Ge</u>	<u>As</u>	<u>Se</u>	<u>Br</u>	<u>Kr</u>
<u>Rb</u>	<u>Sr</u>	<u>Y</u>	<u>Zr</u>	<u>Nb</u>	<u>Mo</u>	<u>Tc</u>	<u>Ru</u>	<u>R.F</u> :	<u>Pd</u>	<u>Ag</u>	<u>Cd</u>	<u>In</u>	<u>Sn</u>	<u>Sb</u>	<u>Te</u>	<u>I</u>	<u>Xe</u>
<u>Cs</u>	<u>Ba</u>	<u>*</u> _	<u>Hf</u>	<u>Ta</u>	<u>W</u>	<u>Re</u>	<u>Os</u>	<u>Ir</u>	<u>Pt</u>	<u>Au</u>	<u>Hg</u>	<u>Tl</u>	<u>Pb</u>	<u>Bi</u>	<u>Po</u>	<b>At</b>	<u>Rn</u>
<u>Fr</u>	<u>Ra</u>	<b>**</b> _	<u>Rf</u>	<u>Db</u>	<u>Sg</u>	<u>Bh</u>	<u>Hs</u>	<u>Mt</u>	<u>Ds</u>	<u>Rg</u>	<u>Uub</u>	<u>Uut</u>	<u>Uug</u>	<u>Uup</u>	<u>Uuh</u>	<u>Uus</u>	<u>Uuo</u>



## Lötchemie – Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität

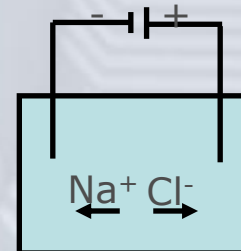
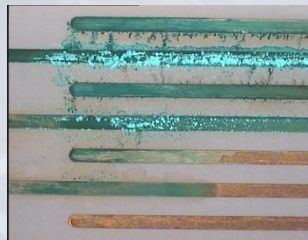
- Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität gehen oft zusammen.
- Die Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität der Reaktionsprodukte oder der Lötchemie können einen großen Einfluss haben auf die Zuverlässigkeit.
- Reaktionsprodukte mit organischen Säuren, wenn gut entwickelt, haben meistens sehr geringe oder keine Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität.
- Reaktionsprodukte mit Halogenen haben meistens sehr hohe Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität.

→ Das Reaktionsprodukt löst sich in einer wässrigen Umgebung auf als Ionen

→ Bei elektrischer Spannung werden die Ionen Elektronen transportieren: elektrischer Fehlstrom, Reduzierung des Oberflächenwiderstands

Beispiel:  $\text{NaCl (Kochsalz)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

→ Es ist möglich, dass Elektromigration stattfindet: Atome werden abgelöst und irgendwo anders abgesetzt.





## Lötchemie – Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität

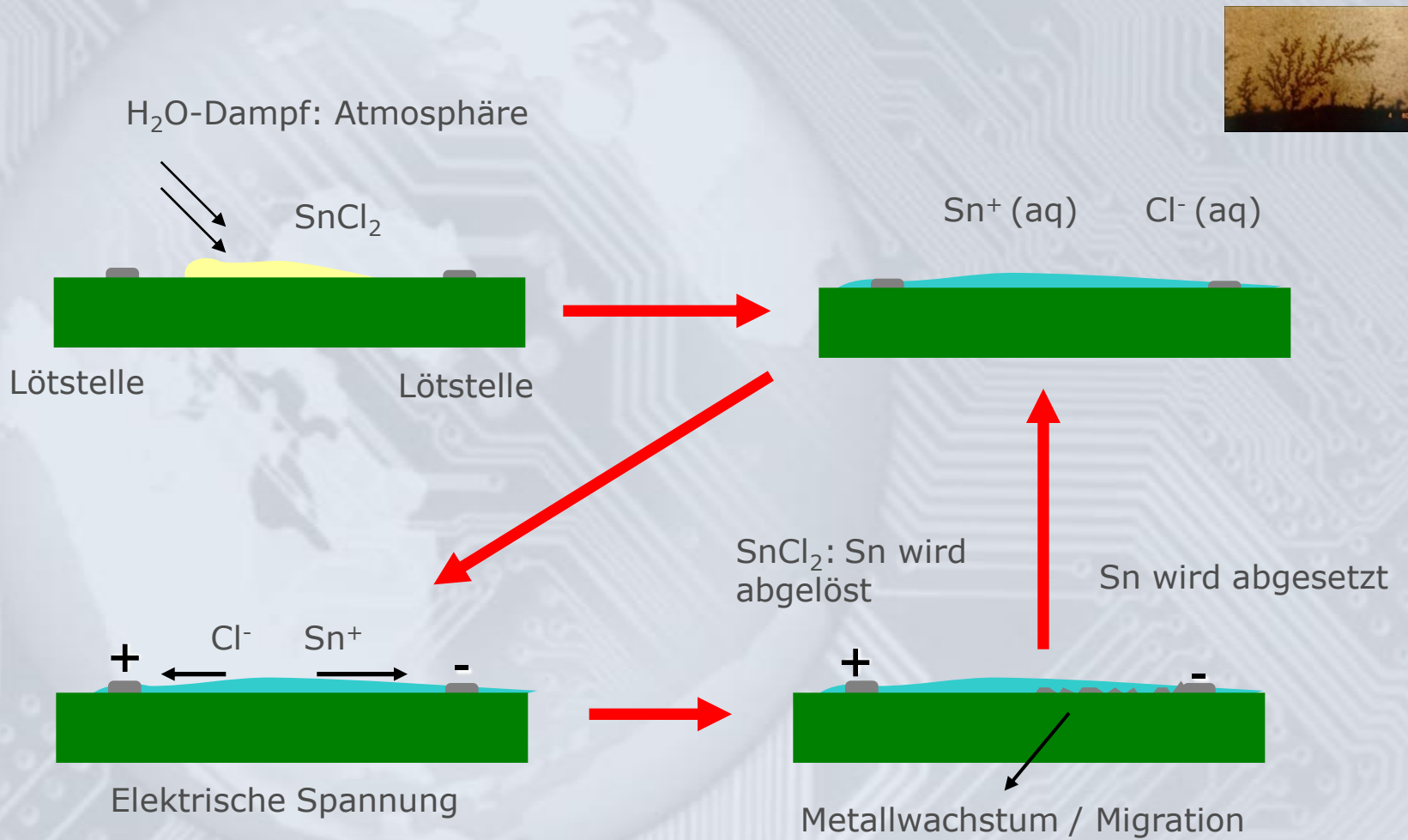
<b>Metal salt</b>	<b>Chemical designation</b>	<b>Solubility in cold water</b> (g/100cc)
Lead chloride	PbCl <sub>2</sub>	0,99
Copper chloride	CuCl <sub>2</sub>	70,6
Silver chloride	AgCl	89x10 <sup>-6</sup>
Tin chloride	SnCl <sub>2</sub>	83,9

Wasserlöslichkeit von  
manchen halogenisierten  
Metallsalzen

- Metallsalz mit Sn hat die höchste Wasserlöslichkeit
- Bleifreie Legierungen können bis zu 99,3% Sn enthalten (SnCu0,7), 96,5% für SnAg3Cu0,5
- SnCl<sub>2</sub> und CuCl<sub>2</sub> sind stark hygroskopisch, PbCl<sub>2</sub> und AgCl weniger.



# Lötchemie - Elektromigration



## Lötchemie - Harze

- Kolophonium
  - Naturprodukt
  - beschränkter Widerstand gegen Wärme: Verfärbung-Verspröden
  - gute Klebekraft
  - viele Rückstände : ICT-Kontaktprobleme
  - Rauch kann schädlich sein (Handlöten)
  - Chemisches Modifizieren kann die meisten Eigenschaften beeinflussen
- Synthetisches Harz
  - synthetisches Produkt
  - besserer Widerstand gegen Wärme: - weniger Verfärbung
  - generell weniger Klebekraft
  - generell weniger Rückstände
  - Rauch ist weniger schädlich
  - große Vielfalt an verschiedenen Sorten

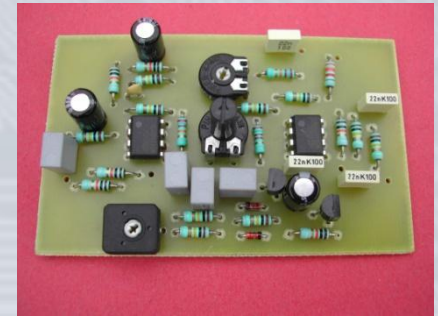


**Notiz:** bei thermischen Zyklen sind Harze oft nicht kompatibel mit der Nachlackierung

## Lötchemie - Geschichte

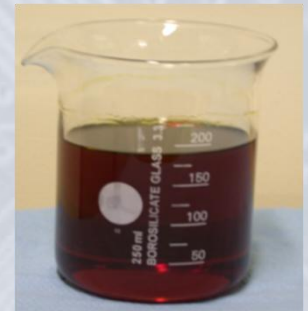
### Leiterplattentechnologie in der Vergangenheit

- ⊖ • Basismaterialien mit niedrigem Isolationswiderstand und hohe Empfindlichkeit für Feuchte
- ⊕ • Einseitige Leiterplatten für das Wellenlöten
- ⊕ • Große Abstände zwischen den Leiterbahnen und Bauteilen
- ⊖ • Beschränkte Lötbarkeit von Leiterplatten und Bauteilen
- ⊖ • Wellenlöttechnologie war nicht weit fortgeschritten.



→ **Technologie von flüssigen Flussmitteln war stark aktiviert mit Halogenen**

→ **Aus Zuverlässigkeitsgründen enthielten die Flussmittel viel Kolophonium (>30%)**

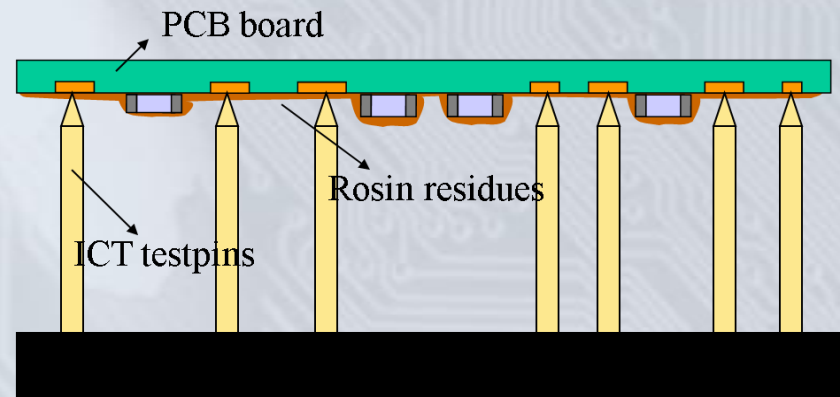




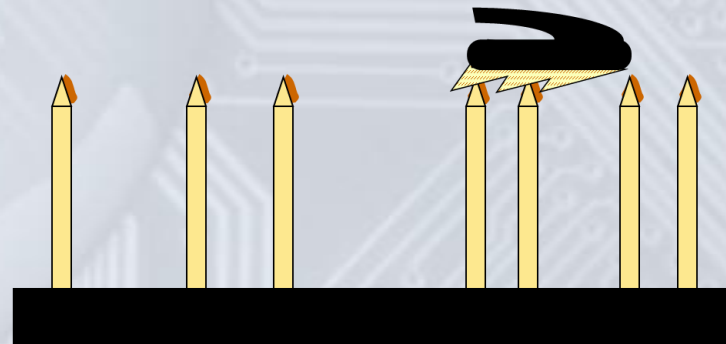
## Lötchemie – Geschichte

Probleme wegen des hohen Kolophoniumgehaltes

- ICT-Kontaktprobleme : bottleneck im Produktionsprozess



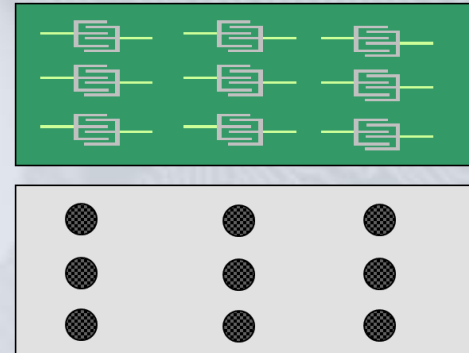
- Hohe Kosten durch reinigen/beschädigen der Testpins



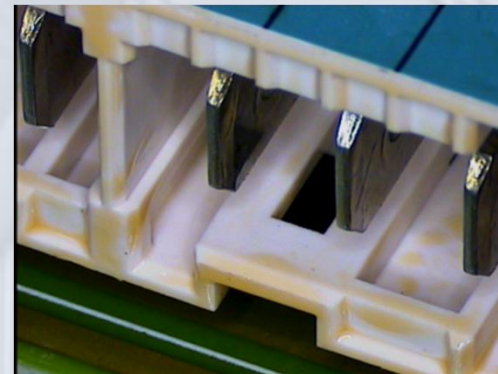
## Lötchemie - Geschichte

Probleme wegen des hohen Kolophoniumgehaltes

- Kontaktprobleme bei Tastaturen (z.B. Fernbedienung)



- Kontaktprobleme in Steckverbindungen



## Lötchemie - Geschichte

Probleme wegen des hohen Kolophoniumgehaltes

- Verstopfen von Sprühfluxerdüsen : Prozessunstabilität
- Hoher Maschinenreinigungsaufwand
- Hohe Verschmutzung von Lötrahmen



## Lötchemie - Geschichte

Entwicklungen in der Leiterplattentechnologie

- ⊕ • Basismaterialien mit höherem Isolationswiderstand und niedrigerer Empfindlichkeit für Feuchte
  - ⊖ • Doppelseitige Leiterplatten / Multilayer
  - ⊖ • Kleinere Abstände zwischen den Leiterbahnen und den Bauteilen
  - ⊖ • SMD-Technologie (Mischung von verschiedenen Arten Lötchemie auf der LP)
  - ⊕ • bessere Lötbarkeit von LP und Bauteilen
  - ⊕ • bessere Maschinenteknologie
- **Flussmitteltechnologie hat die Aktivierung reduziert**
- Reduzierung vom Halogengehalt
  - Einführung von organischen Säuren
  - Einführung von absolut halogenfreier Lötchemie
- **Auch der Kolophoniumgehalt wurde reduziert**
- Einführung von Kunstharzen
  - Einführung von No-residue™ Technologie (Interflux® Patent)

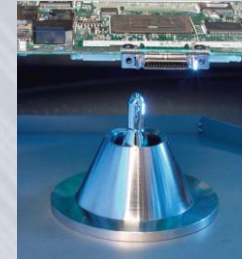




## Lötchemie - Geschichte

### Einführung von neuen Löttechnologien

- Selektivlöten
    - turbulente Wellen waschen das Flussmittel schneller ab
    - höhere Temperaturen werden eingesetzt
    - die Oberfläche die gesprüht wird, ist größer als die Oberfläche die gelötet wird
  - Selektivlötrahmen
    - Decken Teilen ab die nicht gelötet werden sollen (z.B. Reflow gelötete Bauteile)
    - Flussmittel kriecht zwischen Leiterplatte und Bauteilen, und wird nicht in Kontakt kommen mit der Welle
    - Der Rahmen behindert den Wärmeübertrag zur LP und man muss mehr Wärme zuführen, nicht geschützte Teile bekommen dann aber mehr Wärme.
- **Tendenz um höher aktivierte Flussmittel einzusetzen**
- **Theoretisch kontradiktorisch mit unverbrauchter Flussmittelchemie in diesen Prozessen**



## Lötchemie - Geschichte

Juni 2006 RoHS

- RoHS geeignete Basismaterialien haben höhere Feuchteempfindlichkeit
  - höhere Prozesstemperaturen
  - derzeitige bleifreie Legierungen haben: höhere Oxidation  
schlechteres Ausfließverhalten  
höhere Schmelzpunkte
- Tendenz um die Aktivierung des Flussmittels zu erhöhen
- IPC erlaubt 500ppm Halogene für die niedrigste Aktivierungsklasse "L0"
- halogenisierte bleifreie Metallsalze, die hauptsächlich aus Sn bestehen, haben höhere Wasserlöslichkeit



→ **Kontradiktorisch**



## Lötchemie - Fazit

Wichtige Parameter in Zuverlässigkeit von Lötchemie sind:

- Wasserlöslichkeit und Hygroskopizität der Reaktionsprodukte
- Verhalten der Lötchemie in unverbrauchtem Zustand
- Schutzfähigkeit vom Körper (Kolophonium/ Kunstharz,...)
- Ermüdungseigenschaften des Körpers (thermische Zyklen, An/Aus – Schaltheufigkeit)
- Kompatibilität mit Nachlakierung (Haftung und Ermüdungseigenschaften)

→ Die meisten dieser Parameter können in der Entwicklung der Lötchemie beeinflusst werden:

- Atmosphärische Bedingungen: Temperatur, Feuchte

→ Dieser Parameter wird in Zuverlässigkeitstests simuliert.



## Zuverlässigkeitstests - allgemein

- Hauptziel ist die Zuverlässigkeit der Lötchemie nach dem Lötprozess zu testen.
- Das Ergebnis des Tests kann indizieren, ob die Rückstände der Lötchemie auf der LP verbleiben dürfen: No-clean Flussmittel (Lotpaste, Lötdraht)
- Es gibt eine Vielfalt an verschiedenen Zuverlässigkeitstests
- Die meisten Hersteller beziehen sich auf IPC: eine Standardisierungsorganisation aus USA
- Sonstige: Europäischer Standard: EN  
Japanischer Standard: JIS  
Deutscher Standard: DIN  
Telecom Standard: Bellcore
- Viele OEMs haben eigene Zuverlässigkeitstests : Automotive, Siemens, Schneider, HP,...
- Derzeitiges Thema : Simulieren die Zuverlässigkeitstests die korrekten Bedingungen der Fertigungsprozesse und der Umgebung, wo die Elektronik eingesetzt wird?

→ **Mehr und mehr Berichte von Fehlern verursacht von Lötchemie, die die Zuverlässigkeitstests besteht**



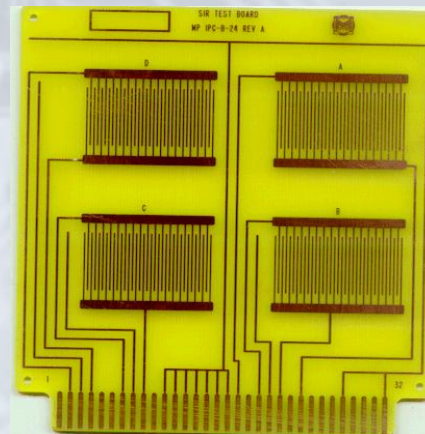


## Zuverlässigkeitstests – Oberflächenwiderstandstest (SIR)

### **SIR-Test: IPC J-STD-004B**

Eine spezielle Kammstruktur (0,4mm Breite, 0,5mm Abstand) wird mit Flussmittel benetzt und mit vorgegebenen Parametern gelötet. Der Oberflächenwiderstand der Struktur wird während 7 Tagen bei 40 C, 90%RF und 5VDC, minimal 1 Mal jeder 20Min gemessen.

- Der Oberflächenwiderstand darf nicht unter 100 MOhm fallen.
- Visuelle Inspektion auf Dendriten, Korrosion, Auffälligkeiten,...



IPC-B-24



## Zuverlässigkeitstests - Migrationstest

### Migrationstest: IPC J-STD-004B

Eine spezielle Kammstruktur (0,318mm Breite und 0,318mm Abstand) wird mit Flussmittel benetzt und mit vorgegebenen Parametern gelötet.

Der Oberflächenwiderstand wird nach 96 Std. Stabilisierung und nach 596 Std. gemessen mit 45 VDC bis 100 VDC. Die Testspannung ist 10 VDC bei 40 C und 93%RF oder bei 65 C und 88,5%RF oder bei 85 C und 88,5%RF 5VDC

→ Der Oberflächenwiderstand darf nicht mehr als eine Dekade fallen.

→ Visuelle Inspektion auf Migration und Auffälligkeiten mit 10X Vergrößerung

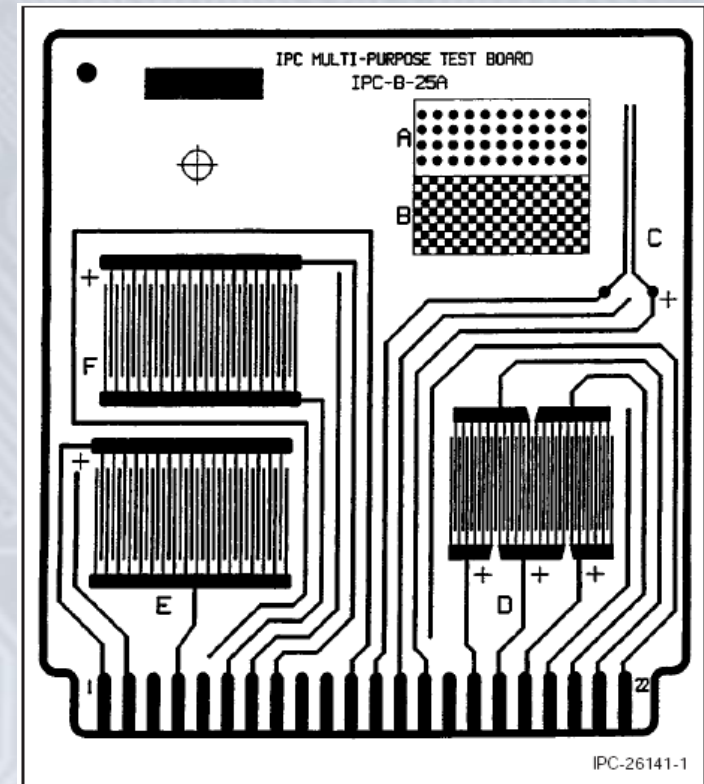


Figure 1 IPC-B-25A Test Board

## Zuverlässigkeitstests – andere Beispiele

Standard	SIEMENS SIR	SIEMENS ECM	IPC-J-STD 004B SIR	IPC-J-STD 004A SIR	Bellcore SIR	Bellcore ECM
Temperatur/ Feuchte	40 C/ 93%R.F.	40 C/ 93%R.F.	40 C/ 90%R.F.	85 C/ 85%R.F.	35 C/ 85%R.F.	65 C/ 85%R.F.
Testdauer	168Std.	168Std.	168 Std.	168Std.	96 Std.	500 Std.
Messfrequenz	16Std. 168Std.	168Std	kontinuierlich messen	24Std 96Std. 168Std.	24 Std. 96 Std.	500 Std.
Messspannung Testspannung	5V 5V	5V 5V	5V 5V	100V -50V	100V -50 V	100V 10 V
Teststruktur			IPC-B-24	IPC-B-24	IPC-B-25A	IPC-B-25A
Abstand Breite	0.2mm 0.4mm	0.2mm 0.4mm	0.5mm 0.4mm	0.5mm 0.4mm	0.32mm 0.32mm	0.32mm 0.32mm
Bedingungen	100 C / 5min. keine Lötstelle	100 C / 5min. keine Lötstelle	Struktur oben/unten Lötstelle	Struktur oben/unten Lötstelle	Struktur oben/unten Lötstelle	Struktur oben/unten Lötstelle
Minimale Widerstand	nicht gereinigt $\geq 1.5 \times 100 \text{M}\Omega$	keine Dendriten	nicht gereinigt $\geq 100 \text{M}\Omega$	nicht gereinigt $\geq 100 \text{M}\Omega$	$2 \times 10^4 \text{M}\Omega$	nicht gereinigt < 1 Dekade Fall

## Zuverlässigkeitstests - Bemerkungen

- Die meisten Tests rechnen nicht mit unverbrauchter Flussmittelchemie
  - Selektivlöten
  - Selektivlötrahmen

**Lösung: Flussmittel auftragen, LP nicht im Lötprozess geben, aber trotzdem im Test mitlaufen lassen.**

- Die meisten Tests rechnen nicht mit Alterung der Harze
  - Sie können ihre Schutzfähigkeit verlieren durch thermische Zyklen.  
Wegen aufwärmen und abkühlen (ein- und ausschalten, oder Umgebung), expandieren und ziehen die Rückstände zurück zusammen.  
Demzufolge können Risse im Harz gebildet werden und ist die Schutzfähigkeit weg

**Lösung: Thermische Zyklen bevor dem SIR-Test**

**Problem: Risiko auf Kondenswasserbildung**





## Zuverlässigkeitstests - Bemerkungen

- 50 VDC Spannung ist relativ hoch, Elektromigration kann theoretisch stattfinden, ohne dass man es sieht. Wenn die Elektromigration schnell wächst, kann einen Kurzschluss die Migration wegbrennen

### **5 VDC ist besser geeignet**

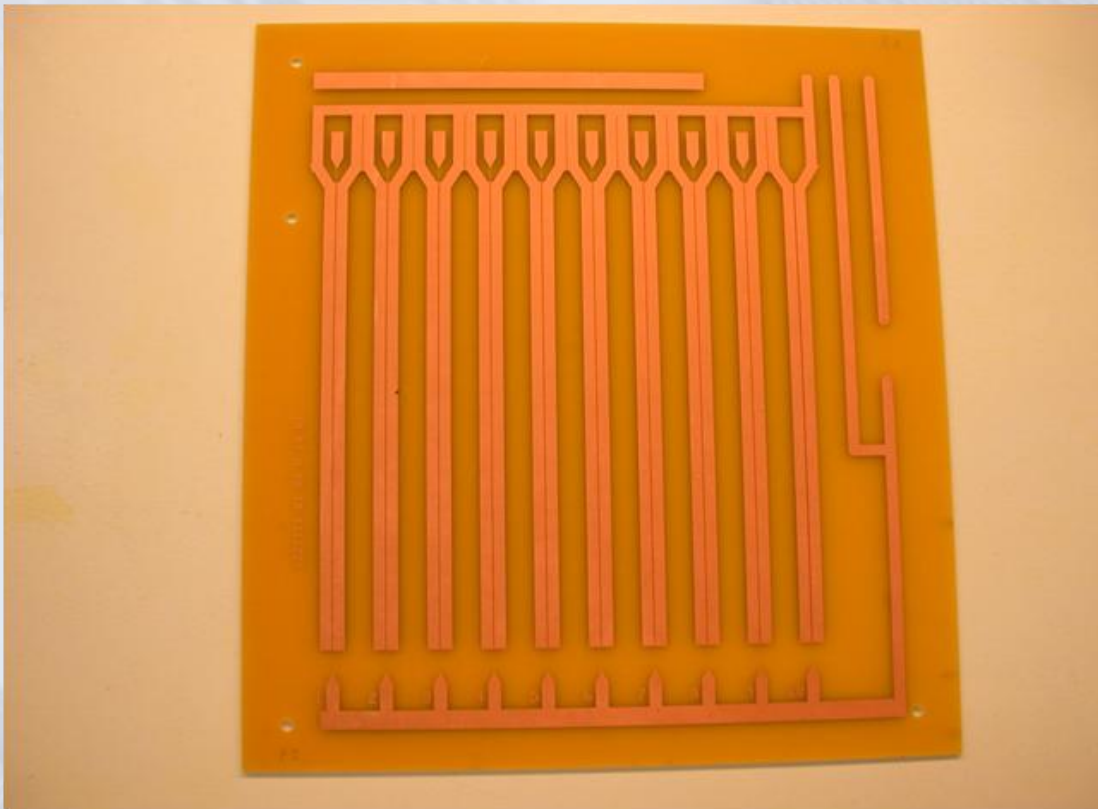
- Messen bei 24,96 und 168 Std gibt das Risiko auf Fallen und Erholung des SIRs, ohne dass es gemessen wird.

**"kontinuierlich" messen ist besser**



## Zuverlässigkeitstests – Test Bono

Ziel des Testes ist eine sehr sensible Lage zu schaffen, wo der Einfluss der einzelnen Flussmittel deutlich messbar ist. Der Test verwendet eine sehr feine Cu-Struktur eines Aufbauprozesses. Der Test ist so entwickelt worden, dass falls er immer weiterläuft, alle Flussmittel durchfallen würden.



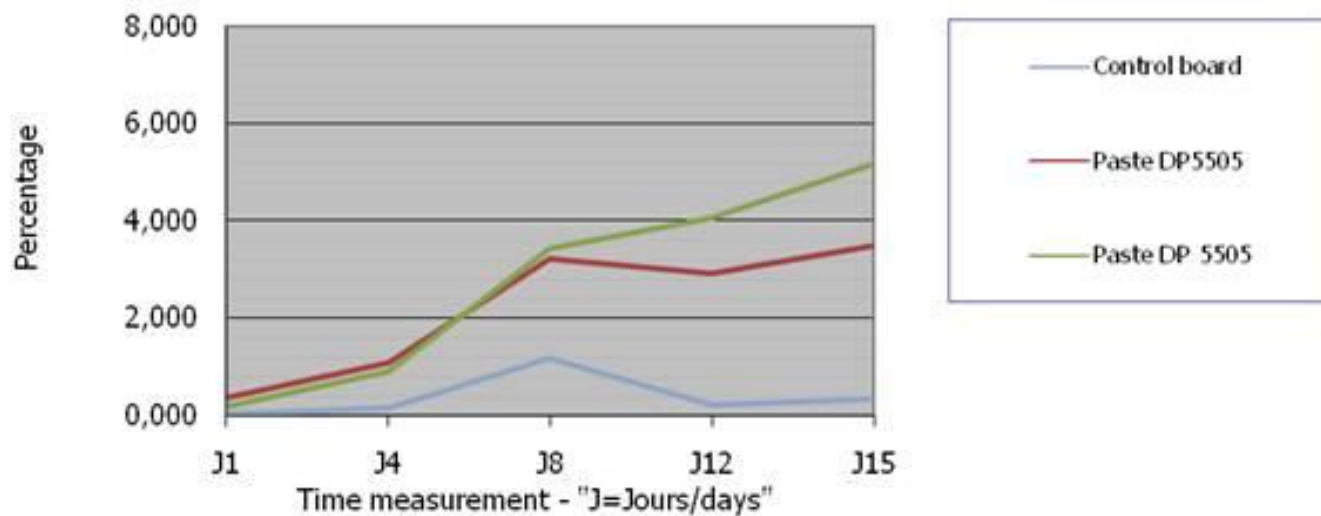
## Zuverlässigkeitstests – Test Bono

- Zwischen zwei breiten Kathoden gibt es eine sehr feine Anode von 9µm bei 75µm. Der Widerstand der Bahn ist etwa 3 Ohm.
- - Lotpaste wird auf die Kathoden gedruckt
  - Reflowprofil
  - Rückstände der Lotpaste müssen die Anode bedecken
- Flüssiges Flussmittel
  - dünne Schicht Flussmittel
  - Lötwellen Struktur oben
- Eine unbehandelte Kontrolle-LP läuft mit dem Test mit
- Nach 2 Std. bei 25 C und 50% R.F. wird die Atmosphäre geändert auf 85 C und 85% R.F.
- Nach 16Std. Stabilisation werden die Anfangswiderstände ( $R_o$ ) gemessen
- Eine Spannung von 20VDC wird für 15 Tage angelegt
- Der Widerstand der Anoden ( $R_j$ ) werden mit 11V DC gemessen bei 24, 96, 168, 288 und 360 Std.
- Ein Korrosionsfaktor wird berechnet :  $F_c : (R_j - R_o) / R_o \times 100$
- Der Korrosionsfaktor darf nicht mehr als 8% sein



## Zuverlässigkeitstests – Test Bono

### Corrosion Factor Solderpaste DP 5505





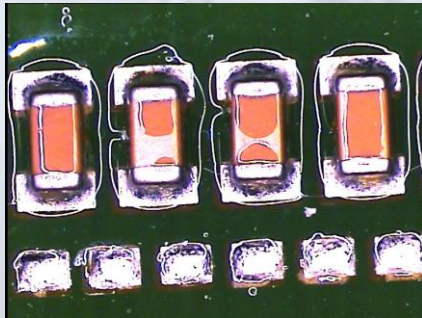
## Zuverlässigkeitstests - Schlussfolgerung

- Wenn eine Baugruppe gelötet wird mit einer Lötchemie, die einen Zuverlässigkeitstest besteht, ist das keine Garantie, dass die Baugruppe im Praxis auch keine Zuverlässigkeitsprobleme haben kann.
- Es kommen viele Parameter zusammen und ein Zuverlässigkeitstest deckt meistens nicht alle Parameter ab.
- Es gibt Elektronik, die viel empfindlicher ist für Kriechströme als andere (Hochohmige Schaltungen, Hochfrequenzschaltungen,...).
- Die Bedingungen, woran eine Baugruppe ausgesetzt wird im Praxis, können sehr stark variieren: Verschmutzte Atmosphäre, Temperaturwechselungen, Betauen,...
- Es kann sinnvoll sein einen eigenen Zuverlässigkeitstest zu tun auf einer kritischen Baugruppe. Der Test wird am besten gemacht auf der Baugruppe selber und die Bedingungen, woran die Baugruppe im Praxis ausgesetzt wird, sollen so gut wie möglich simuliert und beschleunigt werden.



## Lötchemie und Nachlackierung (Schutzlack)

- Die meisten Hersteller reinigen nicht bevor eine Nachlackierung aufgetragen wird.
- In den meisten Fällen ist eine generelle Benetzung/Haftung gewährleistet. Wie gut die Haftung ist, kann z.B. gemäß des IPC-Tests CC 830 überprüft werden.



Entnetzung



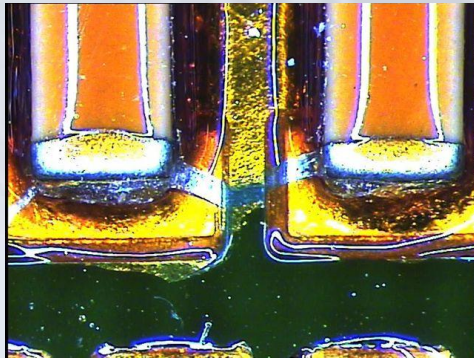
Scratch tool



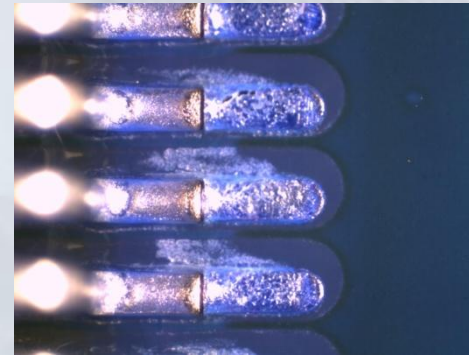
Scratch test

## Lötchemie und Nachlackierung

- Die Haftung nach thermischen Zyklen ist oft problematisch, wird aber wenig getestet.



Massive Risse im Lack nach 1000 Zyklen -40 C/+125 C



Lösen der Lack Zwischen den Anschlüssen nach 250 Zyklen -40 C/+125 C

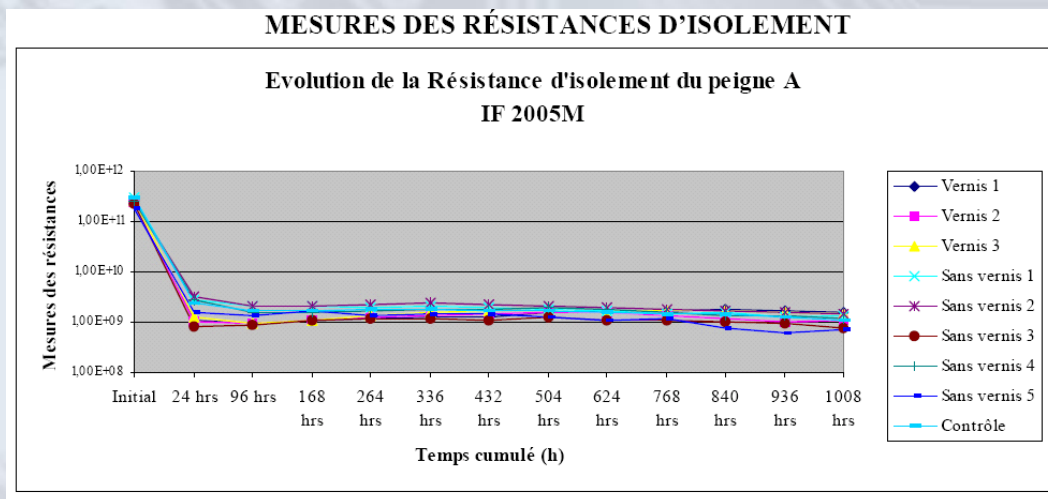
- Die benützte Lötchemie und die Kompatibilität mit der Nachlackierung spielt hier eine große Rolle.
- No-residue™ Chemie hat sehr hohe Kompatibilität mit allen Lacken





## Lötchemie und Nachlackierung

- Es gibt Hersteller die erst nach thermischen Zyklen einen Elektromigrationstest tun. Diese Vorgangsweise gibt ein besseres Bild über die Kompatibilität zwischen Lack und Lötchemie.
- Beispiel : - 1000 Zyklen -55 C / +125 C  
- 1000 Std bei 85 C 85% R.H. Bei 50VDC





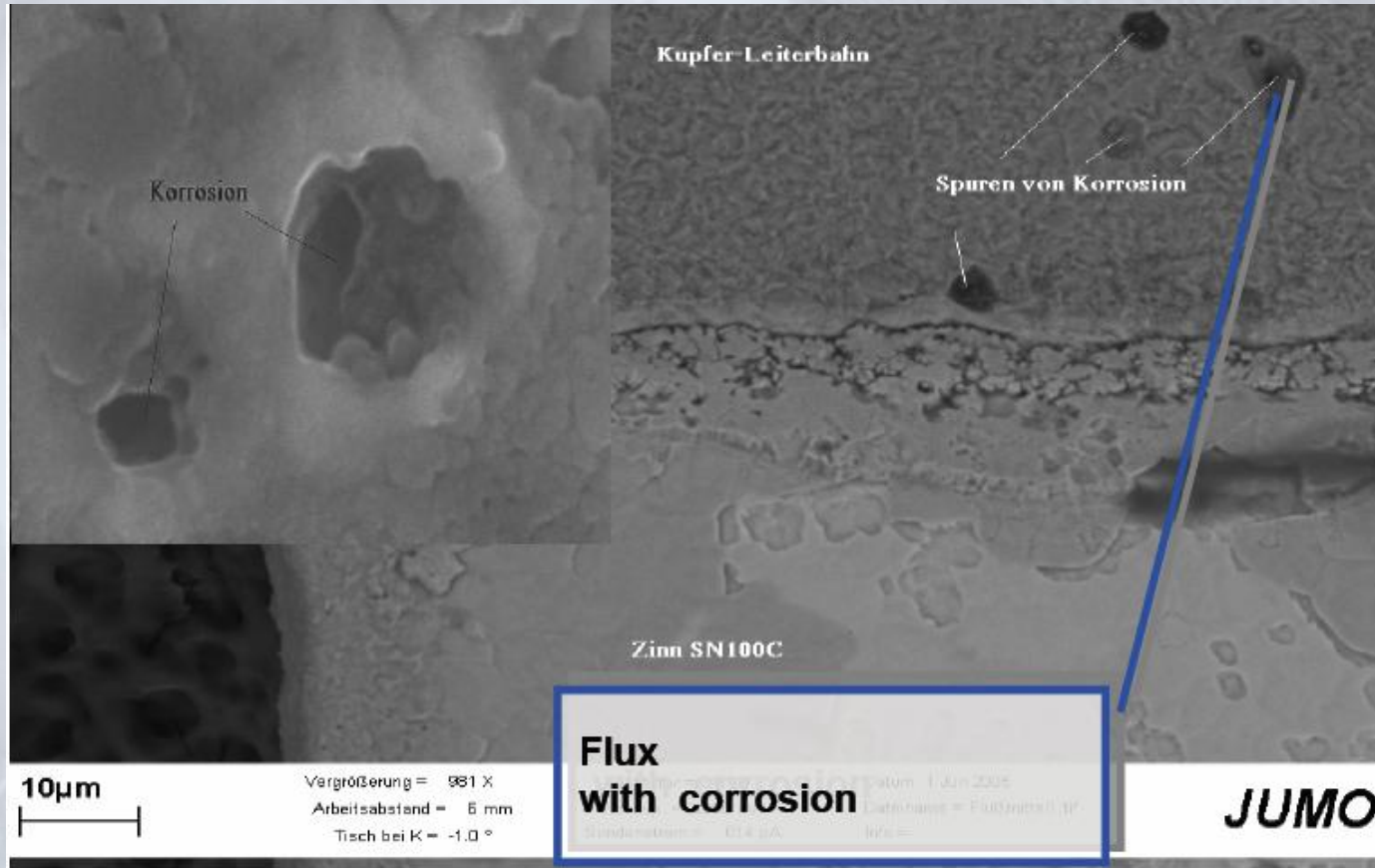
## Praxis Beispiele von Zuverlässigkeitsproblemen

- Automobilbereich, Probleme mit Korrosion nach dem Umstieg auf bleifrei mit gleicher Lötchemie
- Automobil Klasse 1 ( IPC Klasse 3 = höchste Klasse)
- Cu selektivgelötet mit SnCuNi
- Anwendung sehr sensibel für Cu-Korrosion
- 5 VDC
- 2000 Zyklen 0-150 C (1 Std./ Zyklus)
- Elektronenmikroskop für optische Analyse von Korrosion



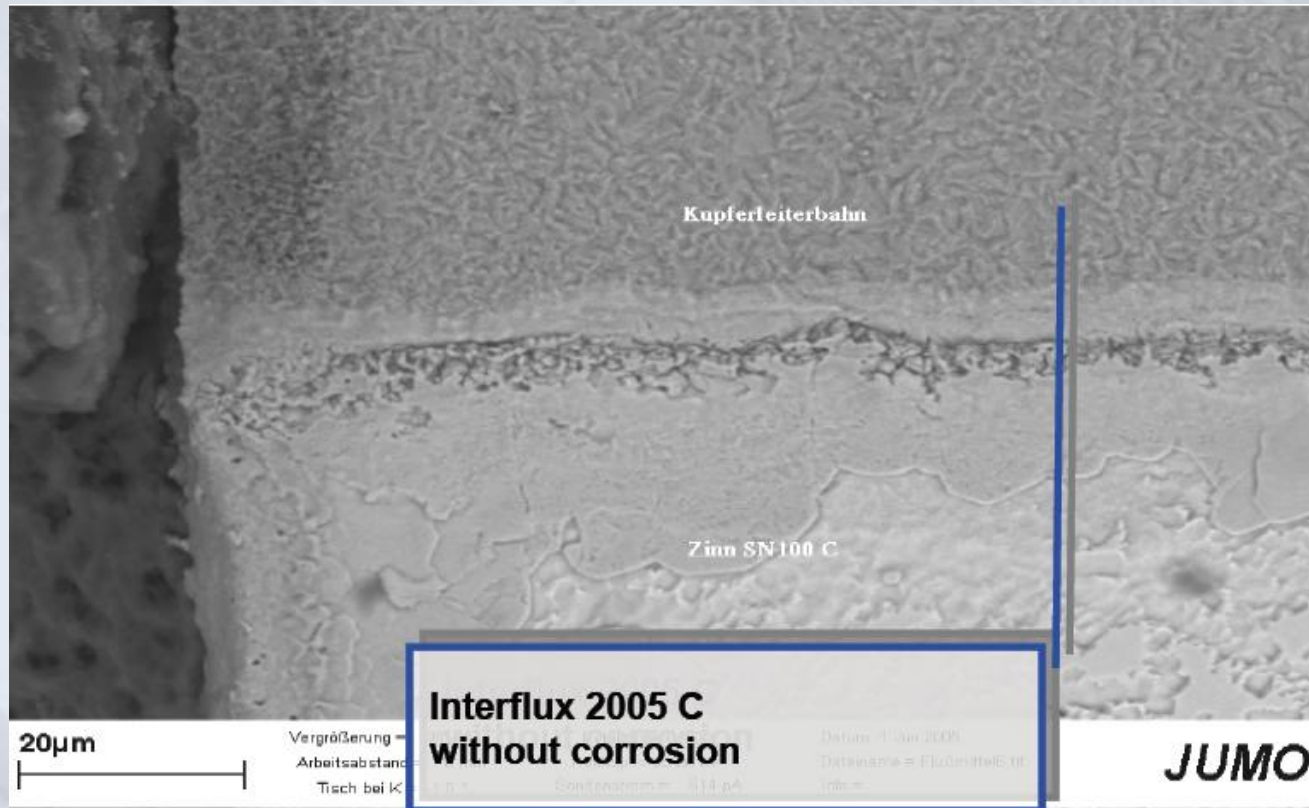
## Praxis Beispiele von Zuverlässigkeitsproblemen

- Flussmittel eingesetzt für bleihaltige Legierungen aber korrosiv beim Umstieg auf bleifrei



## Praxis Beispiele von Zuverlässigkeitsproblemen

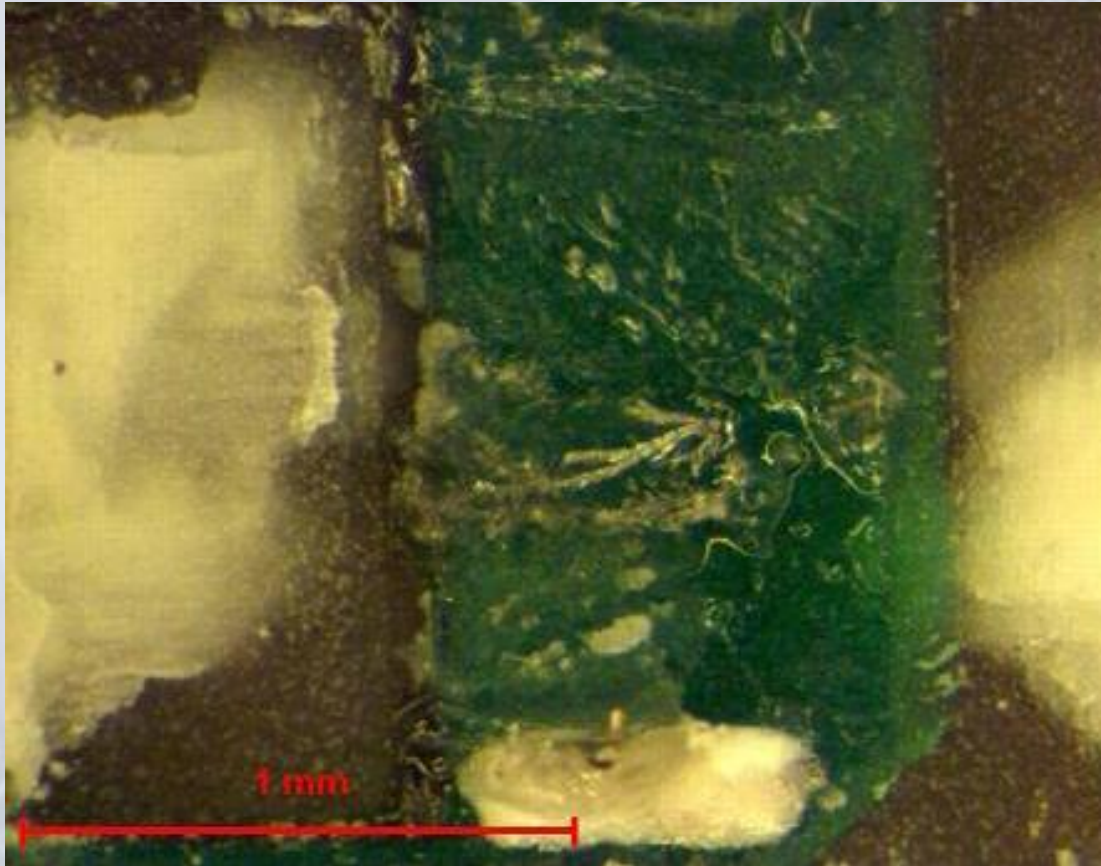
**Absolut halogenfreie Chemie hat das Problem gelöst**





## Praxis Beispiele von Zuverlässigkeitsproblemen

- Dendritisches Wachstum unter keramischem Bauteil hat einen Fehler im Gerät verursacht

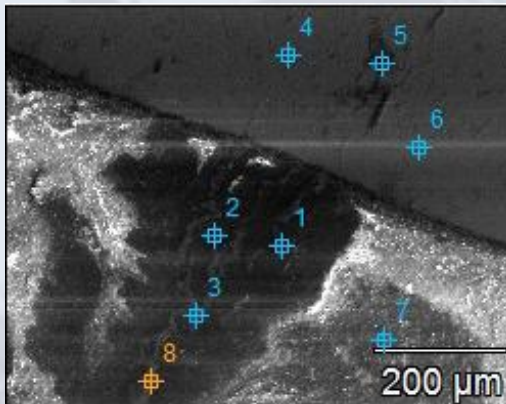


- CI ist gefunden worden
- L1 Lotpaste

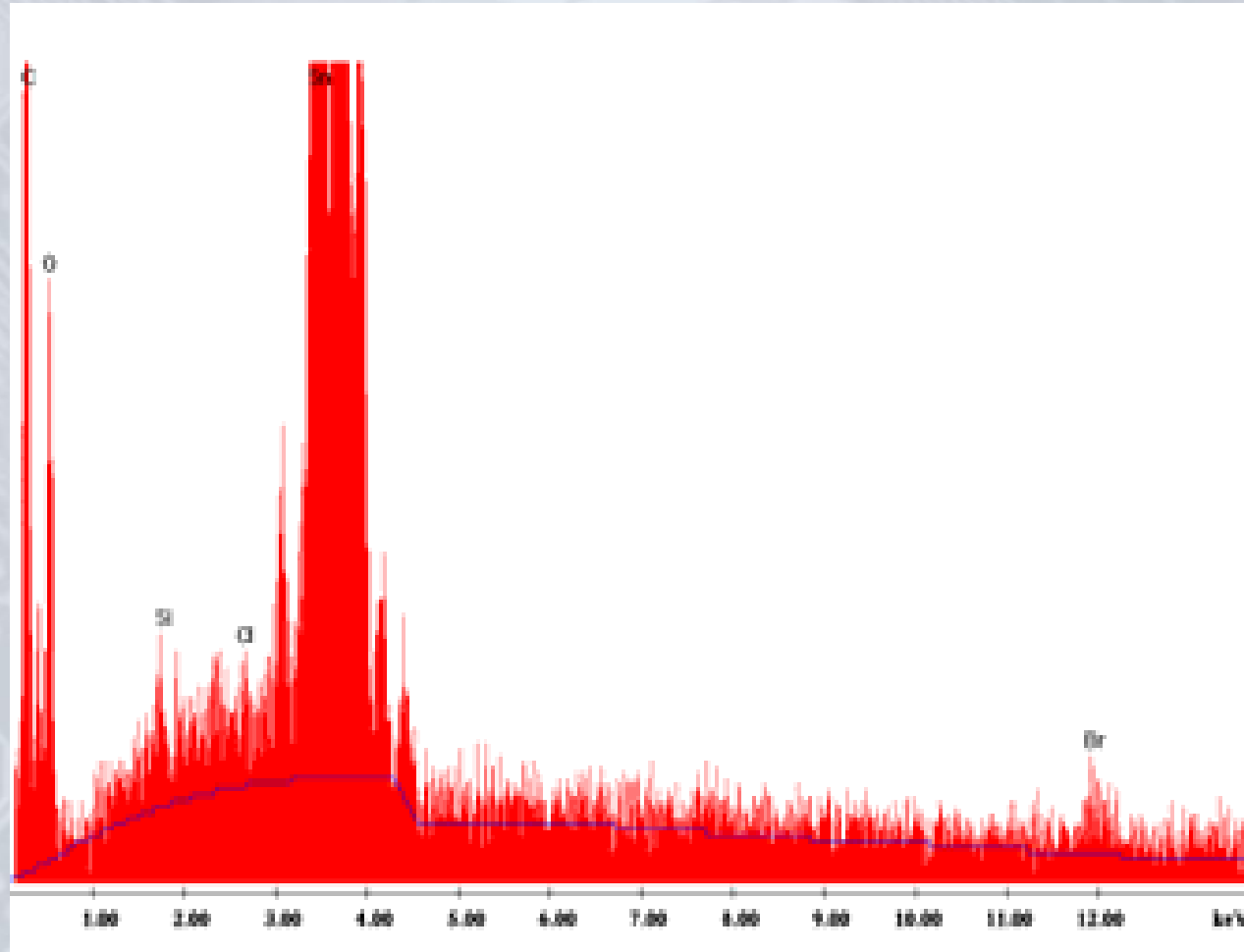


## S.E.M. Analyse

- Elektronenmikroskop (Scanning electron microscope)
  - Hoch energetischer Elektronenstrahl wird auf eine Oberfläche gezielt. Die Reaktionssignale (elektromagnetische Strahlung, backscattered electrons,...) werden analysiert
  - Elementanalyse ist möglich
  - Analyse auf sehr kleiner Oberfläche ist möglich
  - Sehr gute Indikation für Zuverlässigkeitsproblemanalyse
  - Sensibel für Maschinenkalibration
  - Unterschiede in Maschinengenauigkeit

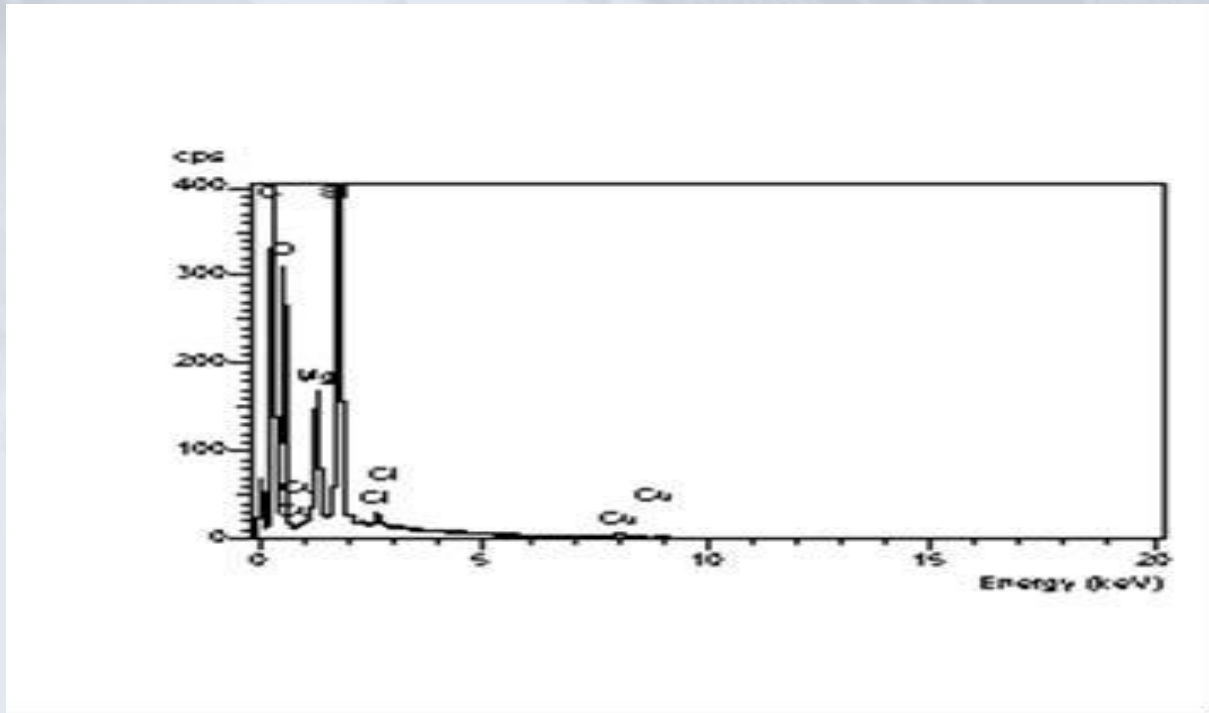


## Praxis Beispiele von Zuverlässigkeitsproblemen



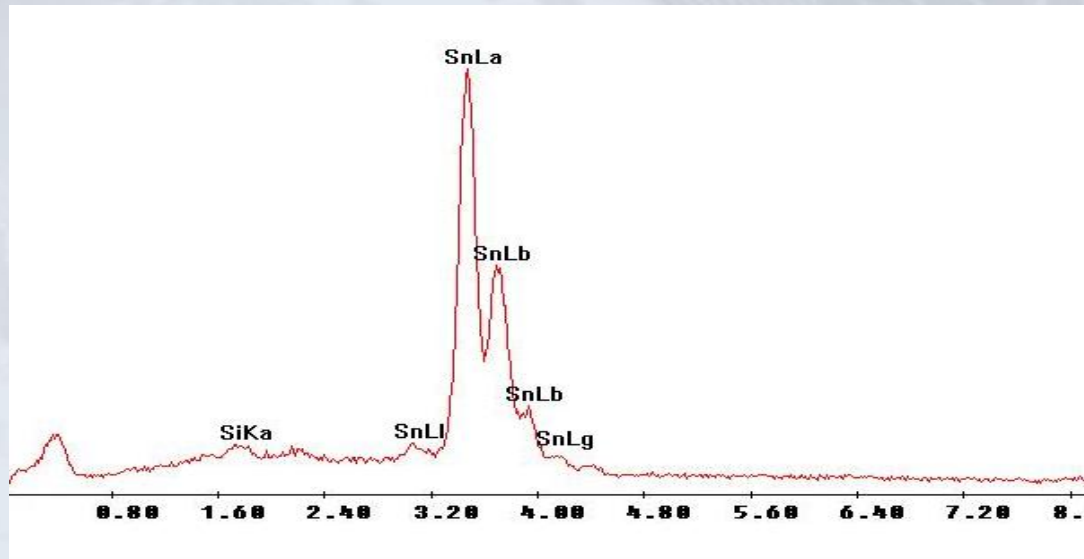
- Anwesenheit von Cl und Br
- Lötchemie

## Elektronenmikroskopanalyse von Zuverlässigkeitsproblemen: Beispiele



- Analyse auf Elektromigration auf LP
- Anwesenheit Cl : - Lötchemie?

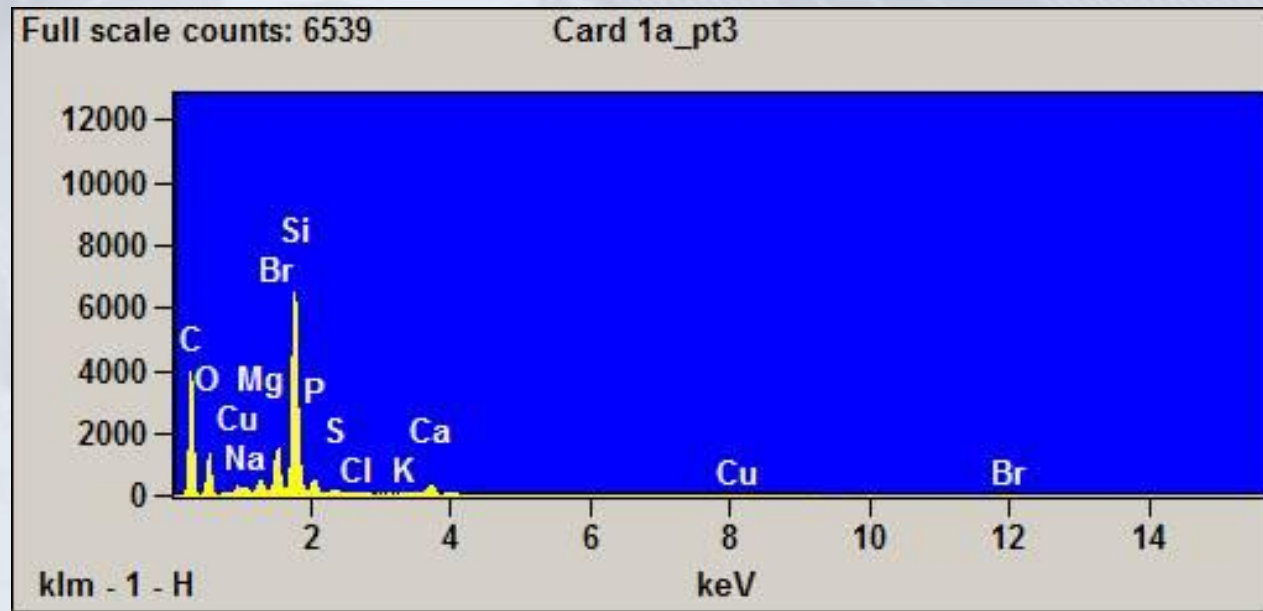
## Elektronenmikroskopanalyse von Zuverlässigkeitsproblemen: Beispiele



- Weiße Rückstände auf der Lötstopmmaske nach dem Wellenlöten
- Sn : - Sn haftet an schlecht ausgehärteter oder schlechter Lötstopmmaske?
  - schlechte Welleneinstellungen, schlechter Fluss der Lötwellen nach hinten
  - stark oxidiertes Lot im Löttiegel?
- Si : - Typisches Element der Lötstopmmaske



## Elektronenmikroskopanalyse von Zuverlässigkeitsproblemen: Beispiele



- Analyse auf schwarzen Rückständen auf der Lötstopmmaske
- Cl : - Lötchemie ?
  - NaCl: Salz vom Handling, Schweiß,...?
  - Hahnenwasser? →  $\text{CaCO}_3$ , Mg, Na, K,...
- Br: - Lötchemie ?
  - Flammhemmer ?
- S : - Rückstände von Chemie LP-Fertigung ?
  - Verschmutzte Atmosphäre?