

Optische Aspekte von Feuerverzinnungs- schichten



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1. Visuelle Verzinnungseffekte – Gutmuster	5
1.1 Tigerfell	5
1.2 Wabenmuster + white spots	6
1.3 Abblasstreifen / Düsenstreifen	6
1.4 Leopardenmuster	7
1.5 Mikroentnetzungen / Pinholes < 0,5mm Ø	7
1.6 Wabenmuster / Zinnkörner / Netzstruktur	8
1.7 Gelbverfärbung	8
1.8 Kristallstruktur	9
1.9 Kratzer	9
1.10 Grobkorn in der Zinnbeschichtung	10
2. Verzinnungseffekte – Grenzmuster	11
2.1 Fußstapfen	11
2.2 Krähenfüße	12
2.3 Querschläge	13
2.4 Streifenförmige Aufrauungen	13
2.5 Entnetzungsstreifen	14
2.6 Entnetzungen bei Dickband ($d > 0,8\text{mm}$)	14
2.7 Kühlschläge („Halbmond“)	15
2.8 Erstarrungsmuster „Eisblumen“	16
3. Verzinnungsfehler – Schlechtmuster	17
3.1 a Zinnschlieren	17
3.1 b Zinnbatzen	18
3.2 Lokale Entnetzungen	19
3.3 Kratzer	19
3.4 Großflächige Entnetzung	20
3.5 Zinnspritzer	20
3.6 Schlackeeinschlüsse	21
3.7 Pickel / Gries	21
4. Sonderregelung Pinholes / Fußstapfen	22
Schlussbemerkung	26

Vorwort

Für die Beschichtung von Bändern aus Kupfer- und Kupferlegierungen mit Reinzinn und mit Zinn-Silber wird neben der galvanischen Verzinnung oftmals auch die Feuerverzinnung eingesetzt. Derartig beschichtete Bänder werden meist mittels Stanz-Biege-Prozessen zu Steckkontakten weiterverarbeitet.

Ein wesentlicher Vorteil der Feuerverzinnung ist die verfahrensbedingte Entstehung einer spannungsarmen intermetallischen Phase zwischen dem Basismaterial (Kupfer oder Kupferlegierung) und dem reinen Zinn an der Oberfläche. Diese intermetallische Phase sorgt einerseits für exzellente Haftung der Zinnschicht und andererseits auch für eine hohe Sicherheit gegen die Bildung von Zinn-Whiskern. Diese positive Eigenschaft der Whiskersicherheit von Feuerverzinnungen schlägt sich nieder in positiven Bewertungen und Verwendungsempfehlungen in den Schriften der maßgeblichen Verbände der elektronischen Industrie, dem ZVEI (Deutscher Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie) und der iNEMI (International Electronics Manufacturing Initiative).

Bänder aus Kupfer und Kupferlegierungen mit Feuerverzinnungsschichten sind in der DIN EN 13148 genormt. Im Kapitel 6.5.2 „Aussehen“ beschreibt die Norm unter anderem, dass die verfahrensbedingte Aufbringung mittels flüssigem Zinn zu visuell sichtbaren Kristallisationserscheinungen führt, welche jedoch keinen Einfluss auf die Kontakteigenschaften der Schicht haben.

Der hier vorliegende Verzinnungseffekte und –fehlerkatalog stellt den Stand der Technik zu optischen Erscheinungen auf der Oberfläche einer Feuerverzinnungsschicht dar. Er wurde erarbeitet um die Beurteilung feuerverzinnter Oberflächen zu objektivieren, um zu einer einheitlichen Korrelation zwischen optischem Erscheinungsbild und Funktion zu kommen und um Verzinnungsfehler zu erkennen.

Dieser Katalog enthält eine einheitlichen Bewertungsgrundlage zur Klassifizierung von tolerierbaren Verzinnungseffekten (Gutmuster bis Grenzmuster) und nicht tolerierbaren Verzinnungsfehlern (Schlechtmuster).

Hinweise zur Probennahme

Sollte in einem Diskussionsfall eine Probennahme vereinbart werden, wird der Kunde gebeten, die Proben unter Beachtung der folgenden Hinweise zu nehmen:

Proben sollen vom Anfang und Ende jedes betroffenen Coils genommen werden, wobei von einer Probennahme aus der äußeren Materiallage abzusehen ist, da bei dieser eine Materialbeeinträchtigung durch Handling-Effekte nicht ausgeschlossen werden kann. Daher sind für eine vorschriftsmäßige Probennahme 1–2 Materiallagen abzuwickeln.

Entnommene Proben müssen vorsichtig gehandhabt werden und dürfen nur mit Handschuhen berührt werden um Beschädigungen und Verschmutzungen der Oberfläche zu vermeiden. Beschädigungen durch Coil-Handling und Fehlstellen auf den äußeren Materiallagen sind nicht Gegenstand von Bewertungen.

1. Visuelle Verzinnungseffekte – Gutmuster

Nach der Feuerverzinnung treten häufig visuelle Erscheinungen auf der Oberfläche zu Tage, die es bei galvanischen Verzinnungen nicht gibt, welche jedoch keinen Einfluss auf Eigenschaften wie Kontaktwiderstand, Rauigkeit, Korrosionsschutz und Reibverhalten haben. Diese Effekte werden als funktionstüchtige Gutmuster definiert.

Der jeweilige Effekt muss innerhalb der Schichtdickentoleranz liegen und ist mittels Röntgenfluoreszenzanalyse mit einem Kollimatordurchmesser von 0,3 mm nicht messbar.

1.1 Tigerfell

Beschreibung des Effekts

Leichte Streifigkeit senkrecht zur Abblasrichtung ohne Topographieunterschiede zur restlichen Bandoberfläche.

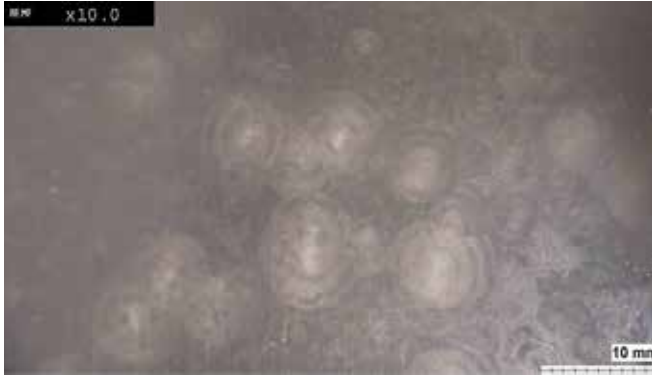


Beispiel: B14; 0,315mm; 1–3µm Zinnschichtdicke; SnPUR (Abblasrichtung vertikal)

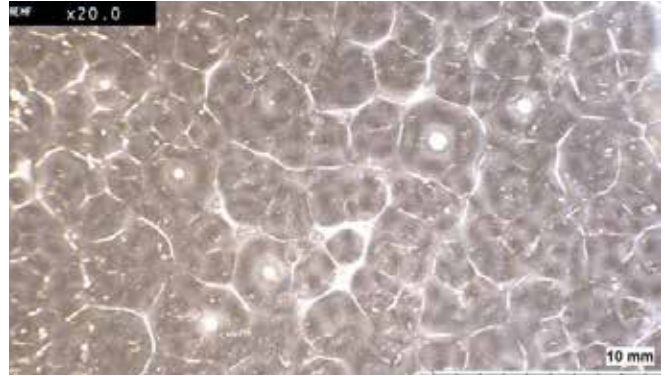
1.2 Wabenmuster + white spots

Beschreibung des Effekts

Typische Kristallisationsstruktur bei Schichtdicken $> 3\mu\text{m}$ mit deutlich erkennbarem Nucleus und teils deutlich erkennbaren Korngrenzen. Bevorzugt bei Messing und Bronze.



Typische Ausbildung der white spots

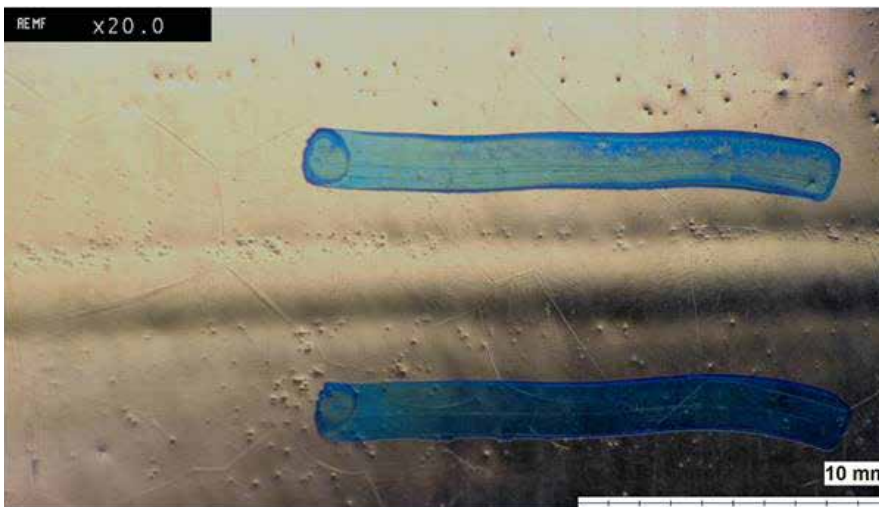


M30; 0,342mm; 3–5 μm Zinnschichtdicke; SnPUR

1.3 Abblasstreifen / Düsenstreifen

Beschreibung des Effekts

Längliche Erhebung in Verzinnungsrichtung teils mit Mikroentnetzungen innerhalb der Schichtdickentoleranz (Entnetzungen, Pickel & Gries sind für diese Erscheinung nicht relevant).



B16; 0,8mm; 4–8 μm Zinnschichtdicke; SnPUR

1.4 Leopardenmuster

Beschreibung des Effekts

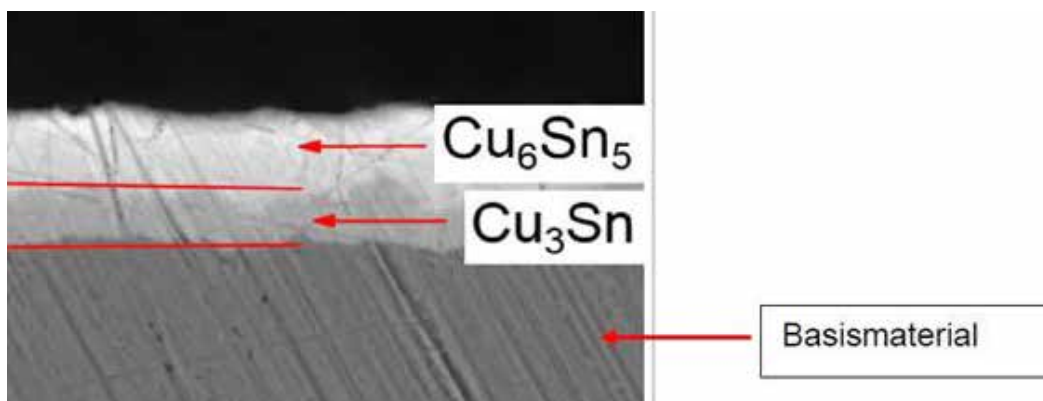
Typische Oberflächenausbildung der intermetallischen Phase nach Wärmebehandlung (SnTEM).



K65; 0,32mm; 1–2µm Zinnschichtdicke; SnTEM



REM-Aufnahme der Oberfläche einer SnTEM-Beschichtung



REM-Aufnahme an einem Schliff durch die getemperte Zinnschicht. Zu sehen sind die typischen intermetallischen Phasen

1.5 Mikroentnetzungen / Pinholes < 0,5mm Ø

Beschreibung des Effekts

Hierbei handelt es sich um, mit bloßem Auge als Punktstruktur erkennbare, Entnetzungen des freien Zinns, wobei die IMP geschlossen bleibt. Der Grundwerkstoff ist somit nicht sichtbar. Die Zinnschichtdicke im Pinhole beträgt $\geq 0,5\mu\text{m}$ (siehe auch Kap. 4).



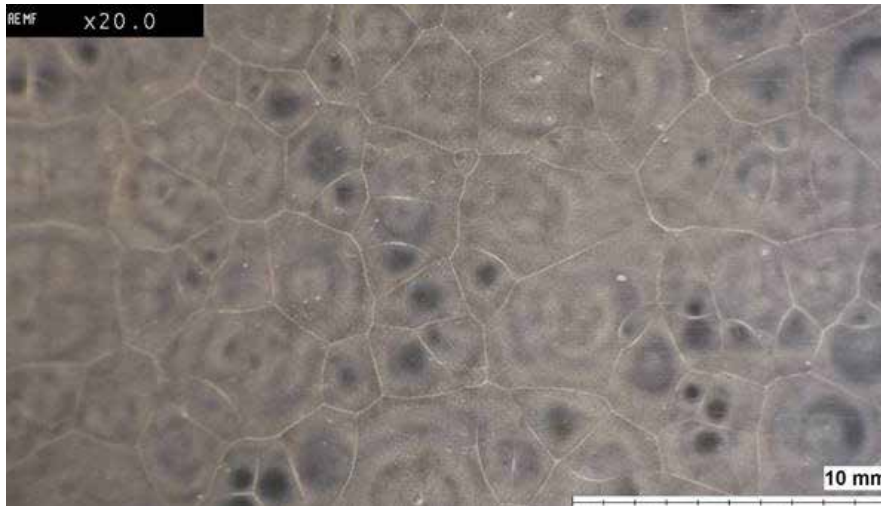
K73; 0,246mm; 1–3µm Zinnschichtdicke; SnPUR



1.6 Wabenmuster / Zinnkörner / Netzstruktur

Beschreibung des Effekts

Bevorzugt bei größeren Banddicken $> 0,4\text{mm}$ ist eine ausgeprägte Kornstruktur der erstarrten Zinnkristalle zu beobachten, wobei im Unterschied zu 1.2 keine white spots zu erkennen sind.

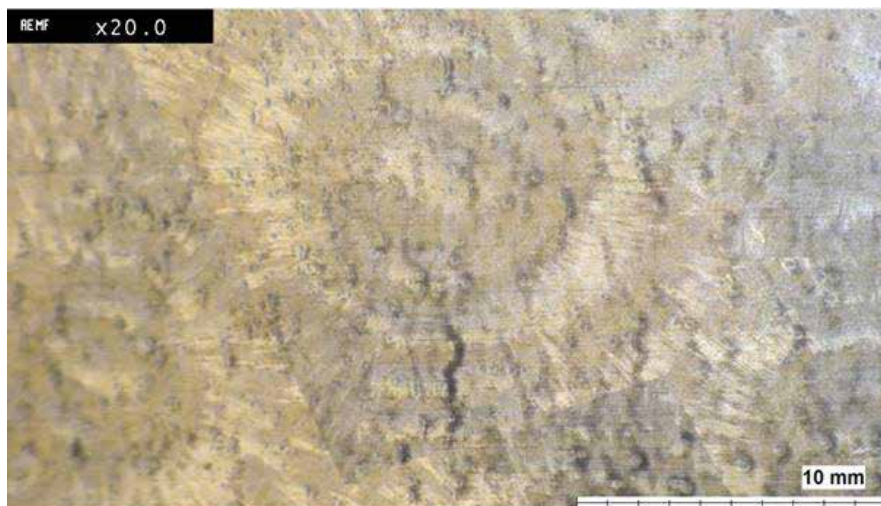


M30; 0,8mm; 3–6 μm Zinnschichtdicke; SnPUR

1.7 Gelbverfärbung

Beschreibung des Effekts

Dieser Oxidationseffekt, leicht gelblicher Erscheinung, tritt in Verbindung mit zusätzlicher thermischer Behandlung (SnTEM), sowohl bei zu 50% durchgewachsener IMP (Gesamtschichtdicke 2–4 μm) und zu 100% durchgewachsener IMP (Gesamtschichtdicke 1–2 μm) auf.



K65; 0,32mm; 1–2 μm Zinnschichtdicke; SnTEM

1.8 Kristallstruktur

Beschreibung des Effekts

Die typische Erstarrungs- / Kristallisationsstruktur der niedriglegierten Zinnbeschichtung SnTOP ist geprägt von geradlinigen, weniger balligen Korngrenzverläufen als bei SnPUR. Ein Nucleus ist nicht erkennbar.



K81; 0,2mm; 1–3µm Zinnschichtdicke; SnTOP

1.9 Kratzer

Beschreibung des Effekts

Leichte Kratzer an der Zinnoberfläche, welche bereits mit bloßem Auge erkennbar sind. Das Grundmaterial wird auch im Kratzer von der Zinnschicht abgedeckt. Die Zinnschichtdicke im Kratzer liegt innerhalb der Toleranz und die kratzerbehaftete Oberfläche erfüllt ferner die jeweils spezifizierte Rauheitstoleranz.

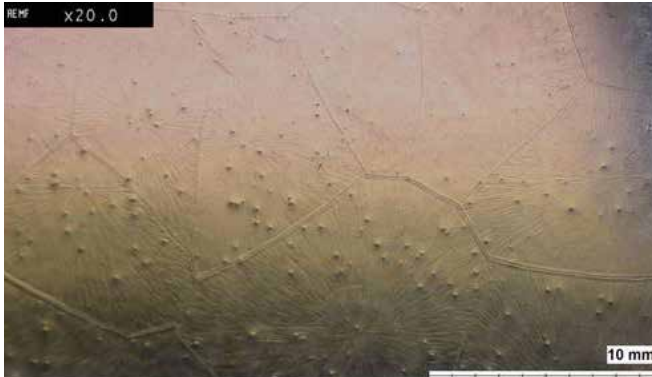


Optisch sichtbare Kratzer innerhalb der Toleranzen

1.10 Grobkorn in der Zinnbeschichtung

Beschreibung des Effekts

Hierbei handelt es sich um das typische Erscheinungsbild der Zinnbeschichtung bei einer Dickverzinnung (Zinnschichtdicke $> 4\mu\text{m}$) wie sie bei Lötanwendungen üblich ist. Innerhalb der großmaschigen, grobkörnigen Struktur mit klar ausgeprägten Korngrenzen sind ferner zum Zentrum des Kornes weisende Substrukturen oder konzentrische Kreise zu erkennen.



K55; 0,8mm; 10–18 μm Zinnschichtdicke; SnPUR



Dickverzinnung mit typischer Kreisstruktur

2. Verzinnungseffekte – Grenzmuster

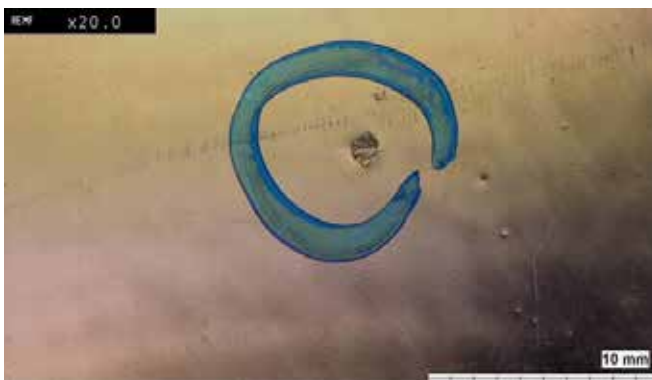
Die im Folgenden Abschnitt behandelten Verzinnungseffekte stellen ebenfalls tolerierbare Verzinnungsinhomogenitäten dar.

Bei Ihnen ist, wie bei den in Kap. 1 behandelten Proben, kein Einfluss auf funktionelle Eigenschaften wie Kontaktwiderstand, Rauigkeit, Korrosionsschutz und Reibverhalten zu erwarten. Gegenüber den in Kap. 1 thematisierten Effekten treten diese Effekte in größerer Ausprägung und /oder Dichte auf.

2.1 Fußstapfen

Beschreibung des Effekts

Einzeln auftretende Mikroentnetzungen der Größenordnung 1–2mm. Diese tritt insbesondere bei Dickverzinnungen auf. Die Zinnschichtdicke im Pinhole muss $\geq 0,5\mu\text{m}$ betragen.



B16; 0,8mm; 4–8 μm Zinnschichtdicke; SnPUR

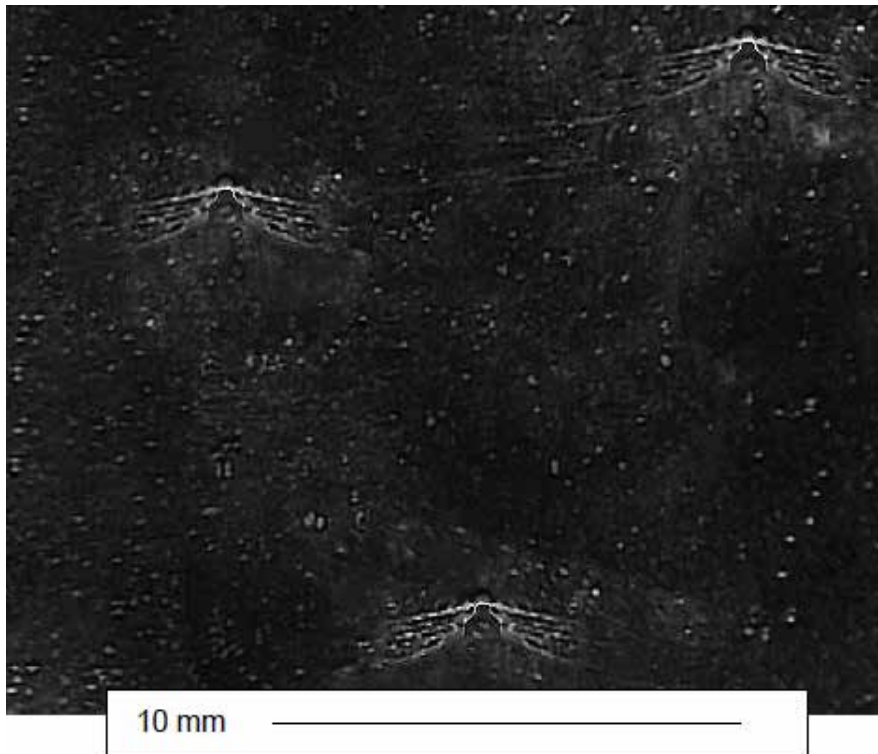


Einzeln auftretende Vertiefung als Folge einer Entnetzung

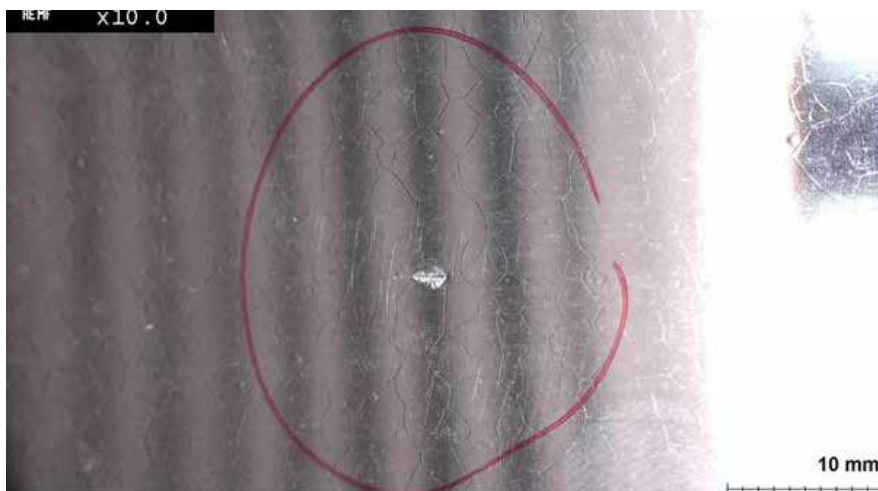
2.2 Krähenfüße

Beschreibung des Effekts

Pfeilförmig ausgeprägte Strukturen, deren Spitzen entgegen der Abblasrichtung zeigen.



Typische Ausprägung von Krähenfüßen



Typische Ausprägung von Krähenfüßen

2.3 Querschläge

Beschreibung des Effekts

Die Querschläge in den Randbereichen sind Ansammlungen von, in bestimmter Frequenz auftretenden, Mikroentnetzungen quer zur Verzinnungsrichtung.



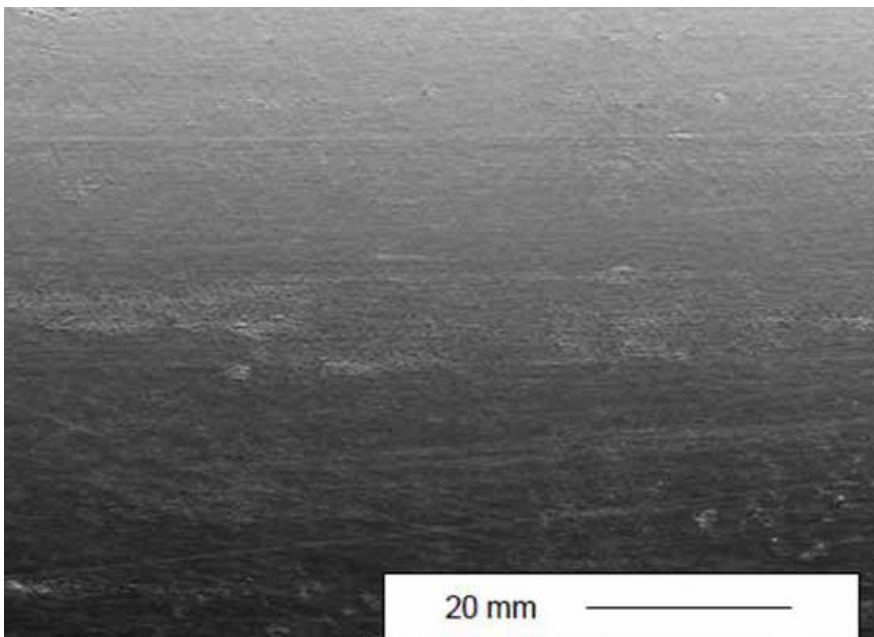
Querschläge

M30; 0,2mm; 1–2µm Zinnschichtdicke; SnPUR mit Querschlägen

2.4 Streifenförmige Aufrauhungen

Beschreibung des Effekts

Bei dieser Oberflächenerscheinung ist die IMP punktuell durchgewachsen und tritt insbesondere bei Dünnverzinnung (1–2µm) auf.

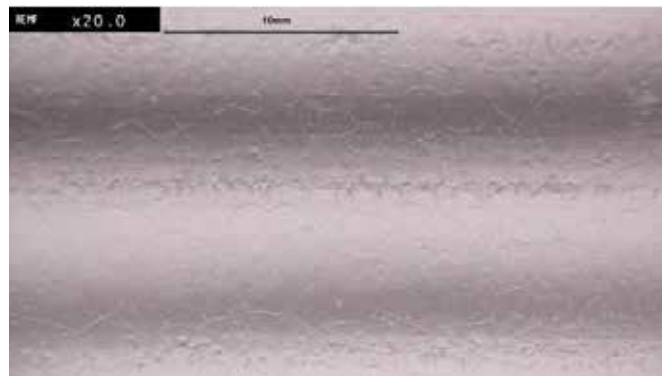
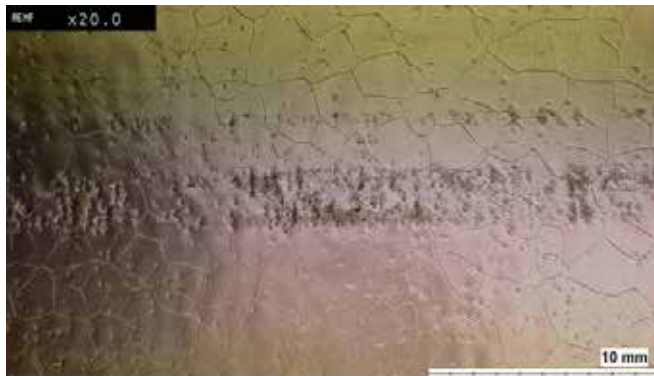


Aufrauhungen durch punktuell durchgewachsene IMP

2.5 Entnetzungsstreifen

Beschreibung des Effekts

Linienförmige Agglomeration von Mikroentnetzungen in Verzinnungsrichtung.

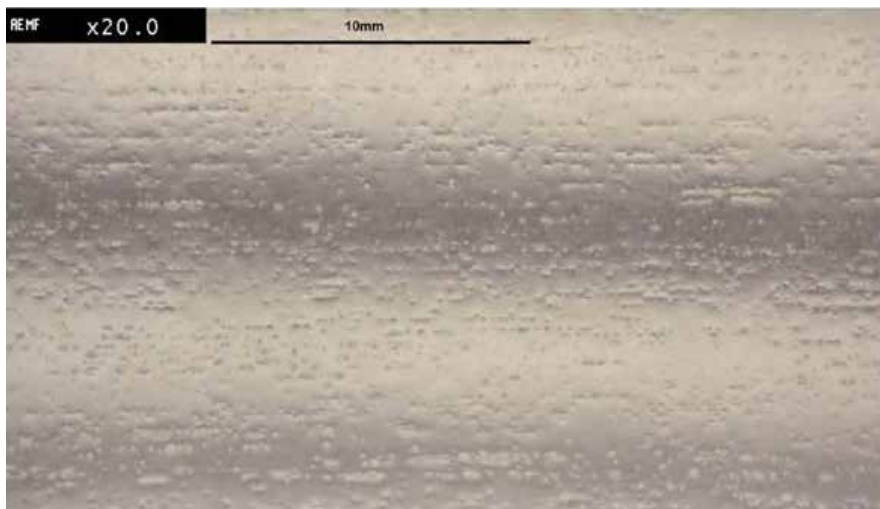


M38; 0,8mm; 2–4µm Zinnschichtdicke; SnPUR

2.6 Entnetzungen bei Dickband ($d > 0,8\text{mm}$)

Beschreibung des Effekts

Punktförmige Entnetzungen hoher Dichte. Diese sind zulässig wenn der arithmetische Mittelwert der Schichtdicke innerhalb der Toleranz liegt und die Zinnschichtdicke im Pinhole gemessen (Kollimator 0,3mm) $\geq 0.5\mu\text{m}$ beträgt.



1,2mm Materialdicke, 2–4µm Schichtdicke

2.7 Kühlschläge („Halbmond“)

Beschreibung des Effekts

Topographisch nicht messbare, selten auftretende, punktuelle Glättung. Kühlschläge, welche als Einzelfehler auftreten, sind tolerierbar.



B14; 0,36mm; 3–6µm Zinnschichtdicke; SnPUR

2.8 Erstarrungsmuster „Eisblumen“

Beschreibung des Effekts

Unregelmäßige Erstarrungsstruktur der Zinnschicht bei nickelhaltigen Legierungen.



N17; 0,3mm; 2–4 μ m Zinnschichtdicke; SnPUR

3. Verzinnungsfehler – Schlechtmuster

Die im Folgenden beschriebenen Verzinnungseffekte werden als nicht tolerierbare Verzinnungsfehler eingestuft, welche zu vermeiden sind. Bei deren Auftreten ist ein negativer Einfluss auf Eigenschaften wie Kontaktwiderstand, Rauigkeit, Korrosionsschutz, Reibverhalten und Lötbarkeit zu erwarten.

(Siehe auch Annahme-/Rückweiskriterien in den Schlussbemerkungen)

3.1 a Zinnschlieren

Beschreibung des Fehlers

Lokale Schichtdickenerhöhung bei Dünnverzinnung ($1\text{--}2\mu\text{m}$).



Zinnschlieren im Randbereich

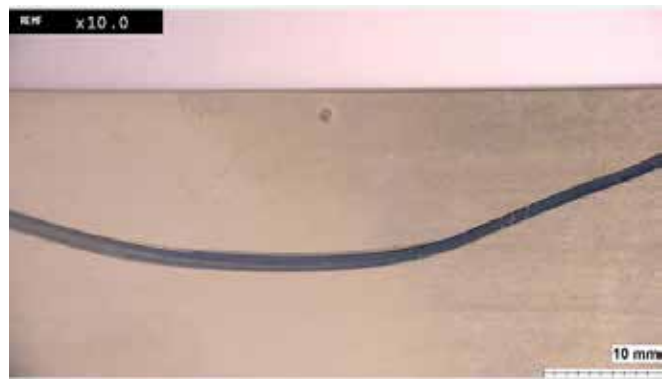
3.1 b Zinnbatzen

Beschreibung des Fehlers

Erstarrter Zinnpartikel (Größenordnung 2–10mm), welcher im Randbereich auftritt.



Zinnbatzen am Bandrand



Zinnbatzen am Bandrand

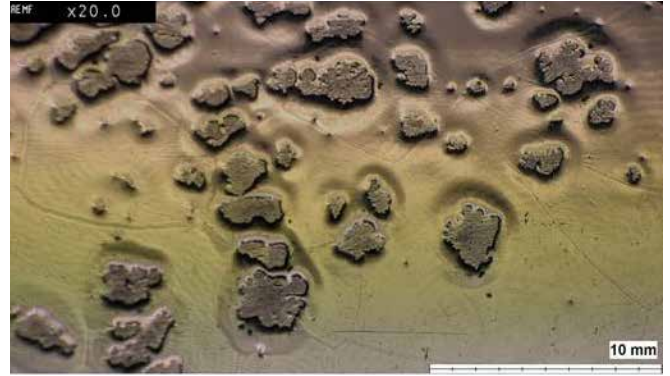
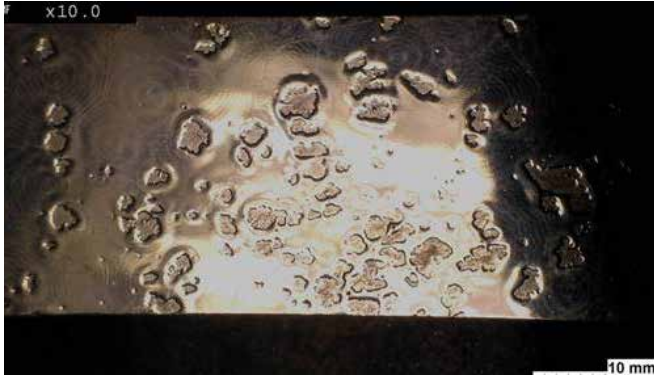


Zinnbatzen am Bandrand

3.2 Lokale Entnetzungen

Beschreibung des Fehlers

Entnetzungen mit Durchmessern von mehreren Millimetern, unregelmäßiger Anordnung und frei liegender intermetallischer Phase.

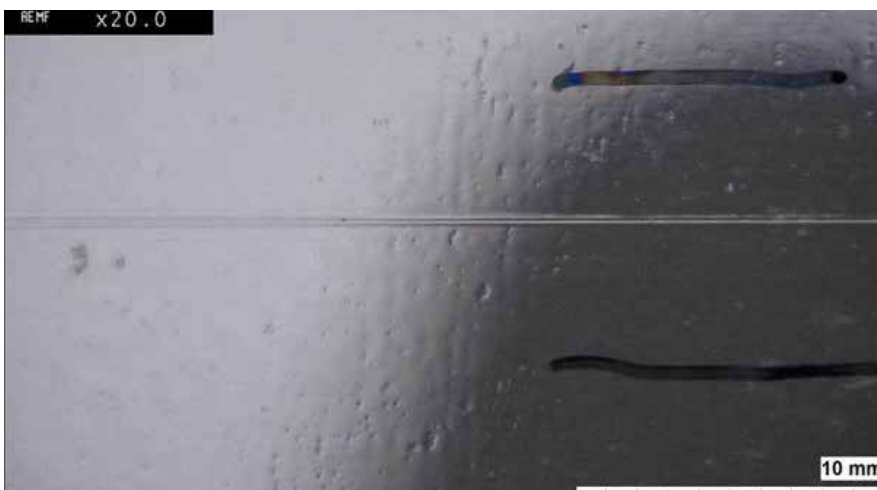


K62; 0,3mm; 4–8 μm Zinnschichtdicke, SnPUR

3.3 Kratzer

Beschreibung des Fehlers

Linienförmige, mechanische Oberflächenbeschädigung. Die Schichtdicke im Kratzer und/oder die Rauheit im kratzerbehafteten Bereich liegen außerhalb des spezifizierten Toleranzbereichs.



Überzinneter Kratzer

3.4 Großflächige Entnetzung

Beschreibung des Fehlers

Über die Bandbreite gleichmäßig ausgebreitete Entnetzung mit kleinen, punktuellen Überresten von freiem Zinn.



Großflächige Entnetzung

3.5 Zinnspritzer

Beschreibung des Fehlers

Erhebung der Zinnschicht bei SnTEM, welche aufgrund ihrer sehr geringen Rauheit deutlich glänzt.



Zinnspritzer

3.6 Schlackeeinschlüsse

Beschreibung des Fehlers

Deutlich sichtbare Schlacketeilchen, welche aus dem Zinntrog durch die Schmelzbadströmung mitgezogen und in die erstarrte Zinnoberfläche eingebettet wurden.

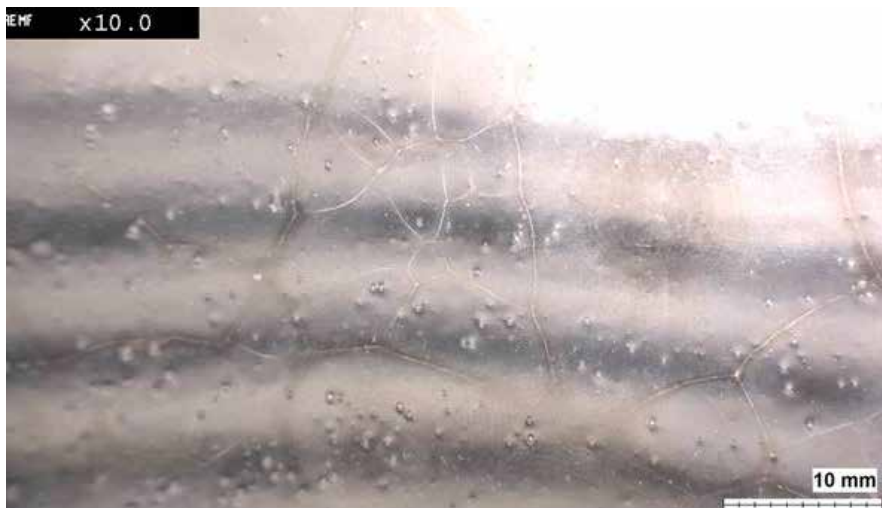


Schlackeeinschlüsse

3.7 Pickel / Gries

Beschreibung des Fehlers

Leichte, punktförmige Erhebungen der Zinnschicht mit einem Durchmesser von bis zu 2mm.



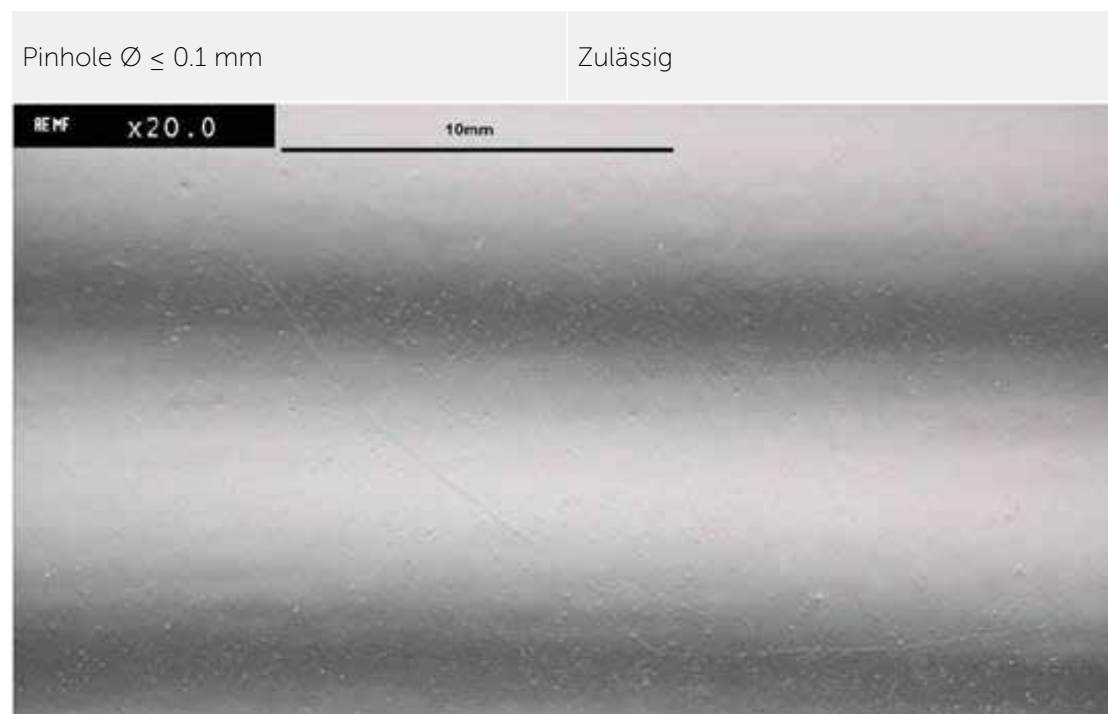
Pickel / Gries

4. Sonderregelung Pinholes / Fußstapfen

Gültig für: CuNiSi, Bronzen CuSn4–8, CuFe2P, Cu und CuSn0.15, Messing

Banddicke 0.1 – 0.4mm	
Zinnschichtdicke 0.8 – 4µm	
≤ Pinhole Ø mm / Fußstapfen Vergleichsdurchmesser, (Länge + Breite) / 2	Kriterien
≤ 0.1 mm	Zulässig
> 0.1 / ≤ 0.5 mm	Zulässig, falls Zinnschichtdicke im Pinhole gemessen, Kollimatordurchmesser 0.3mm, ≥ 0.5µm
> 0.5 / < 1.0 mm	Zulässig bei individuellem Auftreten (keine Cluster), Zinnschichtdicke im Pinhole gemessen, Kollimator Durchmesser 0.3mm, ≥ 0.5µm
≥ 1.0 mm	nicht zulässig, falls Zinnschichtdicke außerhalb der Toleranz, Durchmesser 0.3 mm Kollimator, im Pinhole gemessen
≥ 1.0 mm	Zulässig, falls Zinnschichtdicke innerhalb der Toleranz, Durchmesser 0.3 mm Kollimator, im Pinhole gemessen

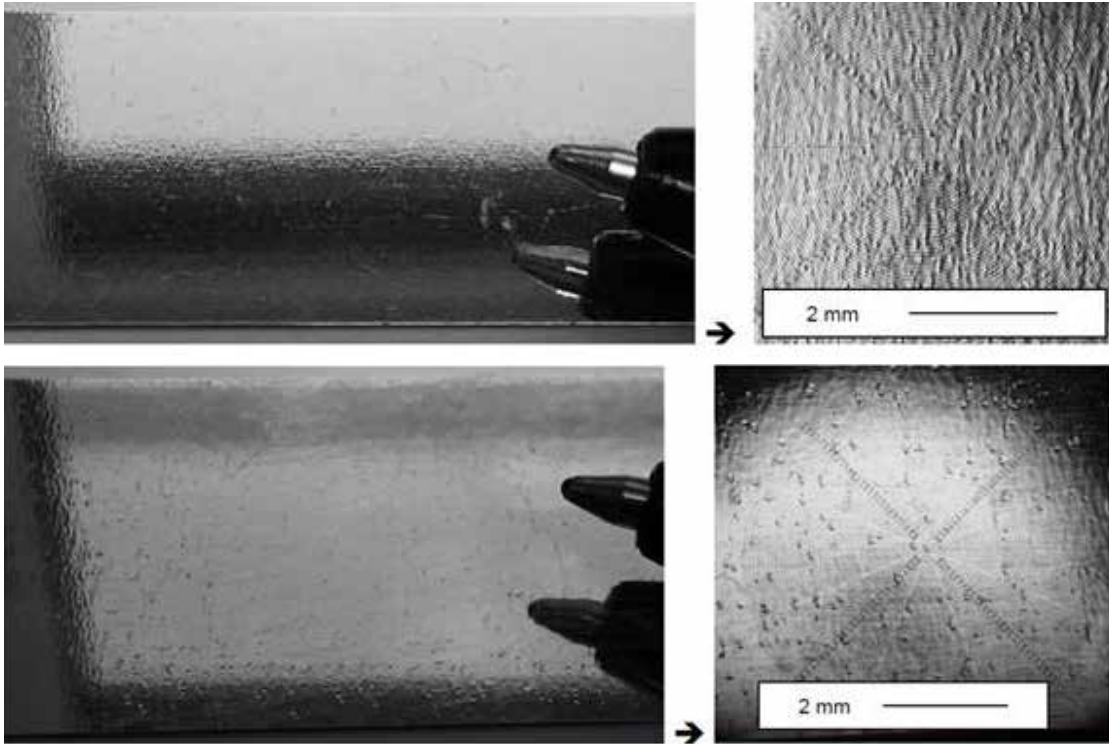
Beispiele aus den einzelnen Kategorien:



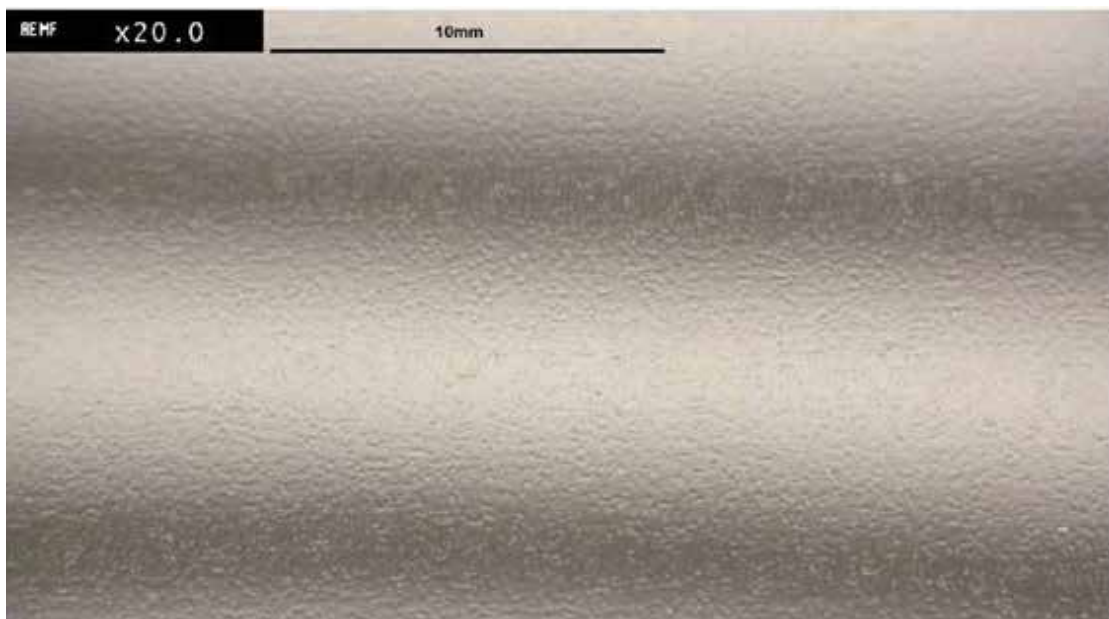
CuNiSi, C19010; 0,32 mm Materialdicke, 3–6µm Sn

Pinhole $\varnothing > 0.1 / \leq 0.5$ mm

Zulässig, falls Zinnschichtdicke im Pinhole
gemessen, Kollimator Durchmesser 0.3 mm,
 ≥ 0.5 μm



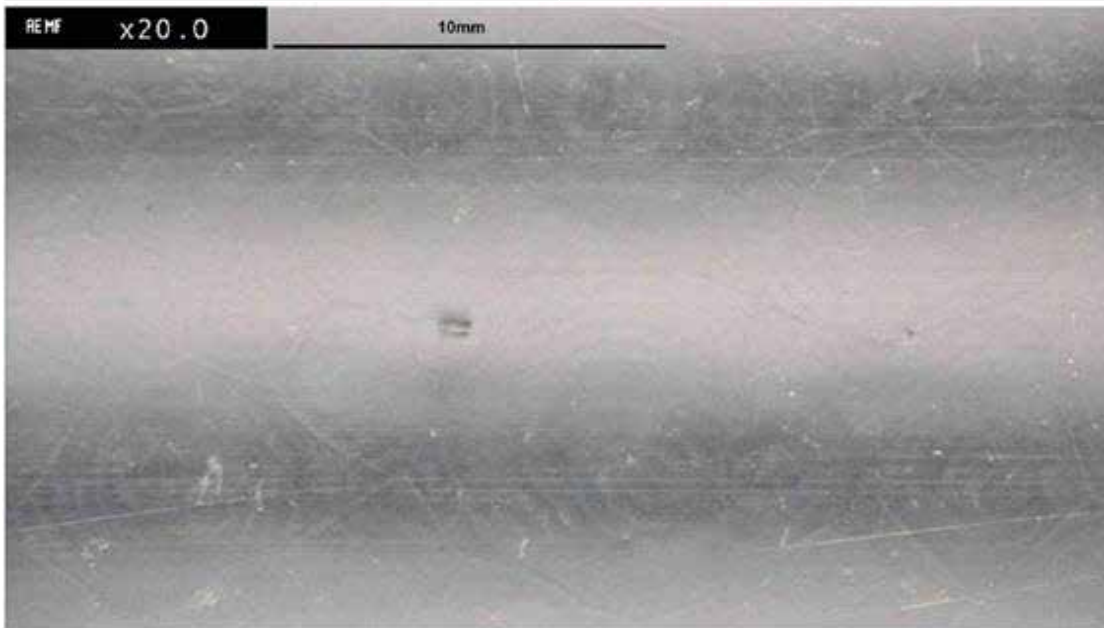
CuNiSi, 1–2 μm Sn



CuNiSi, C19010, 0,2 mm Materialdicke, 1–2 μm Sn

Pinhole $\varnothing > 0.5 / < 1.0$ mm

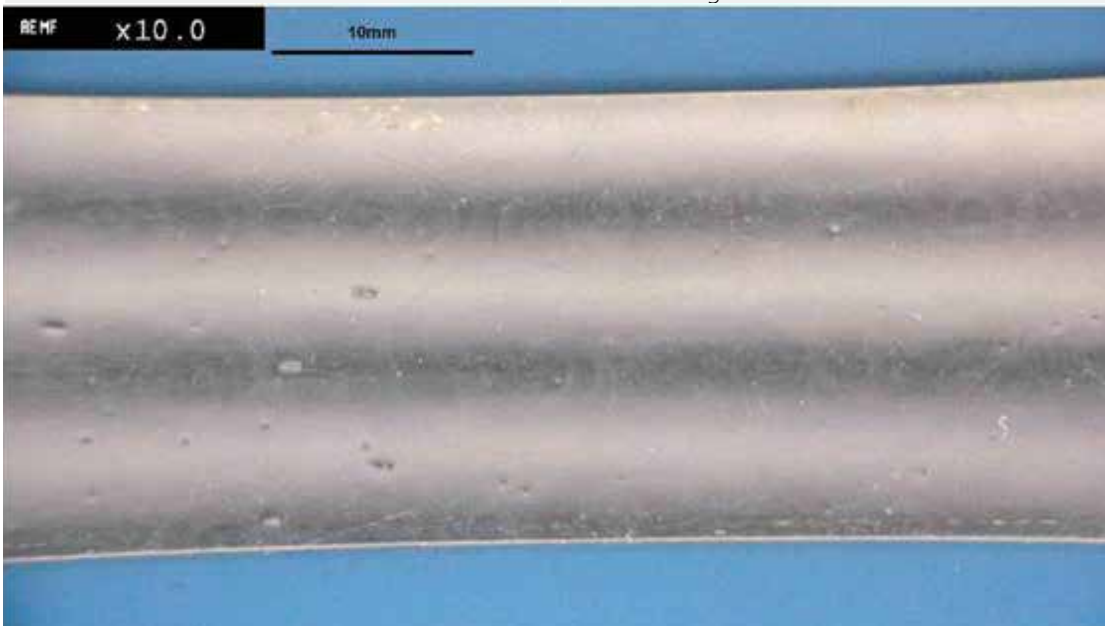
Zulässig bei individuellem Auftreten (keine Cluster), Zinnschichtdicke im Pinhole gemessen, Kollimator DIA 0.3mm, $\geq 0.5 \mu\text{m}$ innerhalb der Toleranz



C18060, 4–8 μm Sn, Fußstapfen

Pinhole $\varnothing \geq 1.0$ mm

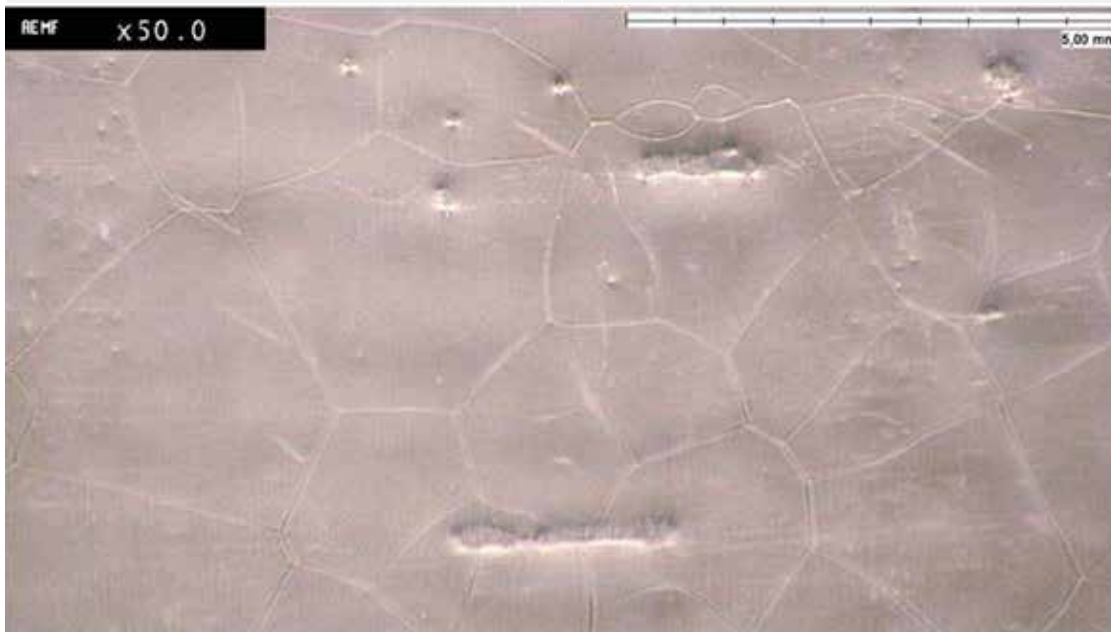
zulässig, falls Zinnschichtdicke innerhalb der Toleranz, Durchmesser 0.3 mm Kollimator, im Pinhole gemessen



C18060, 0,3 mm Materialdicke, Sn, Sn-Schichtdicke innerhalb der Toleranz

Pinhole $\varnothing \geq 1.0 \text{ mm}$

nicht zulässig, falls Zinnschichtdicke außerhalb der Toleranz, Durchmesser 0.3 mm Kollimator, im Pinhole gemessen



CuZn30, C2600, 2–4 μm Sn

Schlussbemerkung

Annahme- / Rückweiskriterien

Die Dicke (= der arithmetische Mittelwert) des Überzuges muss innerhalb der vorgegeben Abmaße liegen, jedoch dürfen einzelne Messwerte von den Vorgaben für die Abmaße bis max. 10% abweichen, bezogen auf die Toleranzgrenze bis zu einer Banddicke von $\leq 0,8\text{mm}$; für dickere Bänder muss der arithmetische Mittelwert innerhalb der Toleranzgrenzen liegen. Voraussetzung: 10 Messungen pro Bandseite zufällig verteilt auf die Bandbreite

Verzinnungseffekte bzw. Verzinnungsfehler, wie in Kapitel 1–4 beschrieben werden gesondert behandelt. Hierbei dürfen gezielt gemessene Einzelercheinungen bis max. 20 % (bezogen auf die Toleranzgrenze) abweichen. Voraussetzung: keine negativen Beeinträchtigungen im weiteren Stanzprozess (Abrieb, Flitter, ...).

wieland

Wieland-Werke AG | Graf-Arco-Straße 36 | 89079 Ulm | Deutschland
info@wieland.com | wieland.com

Diese Drucksache unterliegt keinem Änderungsdienst. Abgesehen von Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit übernehmen wir für ihre inhaltliche Richtigkeit keine Haftung.
Die Produkteigenschaften gelten als nicht zugesichert und ersetzen keine Beratung durch unsere Experten.