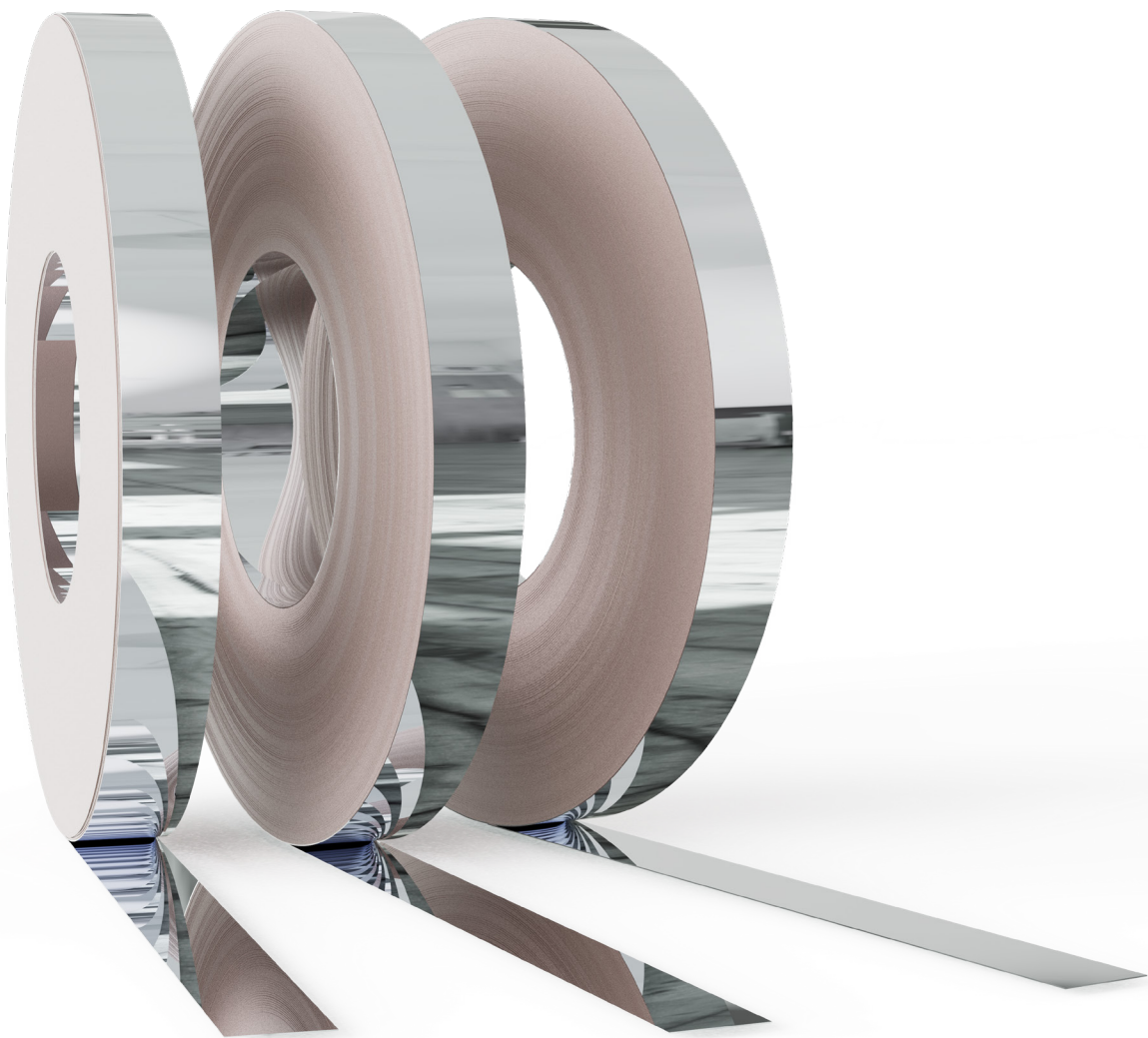


# Feuerverzinnnte Bänder aus Kupferwerkstoffen



# Feuerverzinnte Bänder

## Warum Feuerverzinnung?

Charakteristisch für feuerverzinnete Schichten ist die Entstehung intermetallischer Phasen (IMP) zwischen dem Grundmaterial und der Zinnschicht, siehe hierzu Abb. 2. Die intermetallischen Phasen entstehen während des Verzinnungsvorgangs durch Reaktion des flüssigen Zinns mit dem Grundmaterial. Sie bestehen aus  $Cu_3Sn$  und  $Cu_6Sn_5$ . Die IMP gewährleistet sowohl eine sehr gute Anbindung der Zinnschicht an das Grundmaterial, als auch eine hohe Sicherheit gegen Whiskerbildung.

Oberhalb der IMP befindet sich die freie Zinnschicht. Zinn ist sehr duktil und umschließt beim Steckvorgang die Kontur des Kontaktpartners. So entsteht eine große Kontaktfläche und ein guter elektrischer Kontakt mit einem niedrigen Übergangswiderstand. Je geringer die Dicke der freien Zinnschicht ist, desto geringer werden die Steck- und Ziehkräfte. Ähnliches gilt für die Oberflächenhärte der Beschichtung: Je größer die Oberflächenhärte, desto geringer die Steck- und Ziehkräfte und desto besser ist das Verschleißverhalten.

Auch Zinn oxidiert mit der Zeit, jedoch sind Zinnoxidschichten relativ weich und werden bei Steck- und Ziehvorgängen leicht durchstoßen, was sich günstig auf die elektrischen Kontakteigenschaften auswirkt. Das freie Zinn stellt andererseits auch eine gute Lötbarkeit sicher.

## Herstellung

Bänder mit gut gereinigter und aktivierter Oberfläche werden durch eine Metallschmelze aus Zinn oder Zinn-Silber gefahren, siehe Abb. 1. Beim Austritt des Bandes aus dem Bad wird das noch flüssige, am Band haftende Beschichtungsmaterial berührungsfrei im Luftstrom bis auf die gewünschte Schichtdicke abgeblasen.

Das Band wird abgekühlt, die Schichtdicke während des Verzinnungsvorgangs in Linie mit einer speziellen, nach dem Röntgenfluoreszenzverfahren arbeitenden Einrichtung kontinuierlich auf beiden Bandseiten gemessen und automatisch geregelt. Der Prozess wird mit Hilfe statistischer Methoden überwacht.

Im Anschluss an die Verzinnung werden die Bänder zu Ringen gewickelt, auf die geforderte Breite geschnitten und in der vom Kunden bestellten Lieferform ausgeliefert.

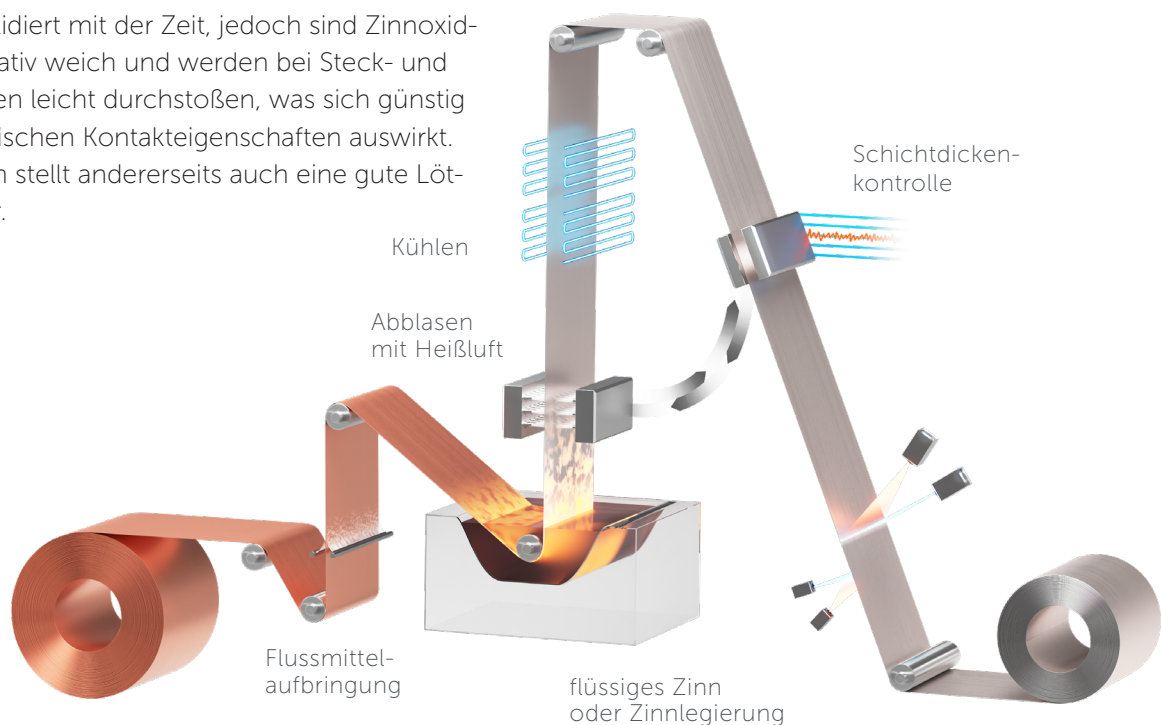


Abb. 1  
Feuerverzinnungsanlage, schematische Darstellung

## Verzinnungsvarianten

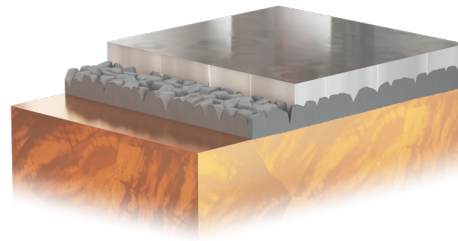
Abb. 2 zeigt den Schichtaufbau der verschiedenen Feuerverzinnungsvarianten

- SnPUR® :      Reinzinn
- SnTEM® :     Thermozinn 100 % intermetallische Phase (IMP)
- SnTOP® :     Zinn-Silber Sn + SnAg<sub>3</sub>

**SnPUR®:** Feuer-reinverzinnte Oberflächen weisen eine geringe Härte auf und sind somit sehr duktil und gut umformbar. Diese Beschichtung gewährleistet sehr gute Anbindung der Steckpartner und damit niedrige Übergangswiderstände, sowie eine gute Lötbarkeit.

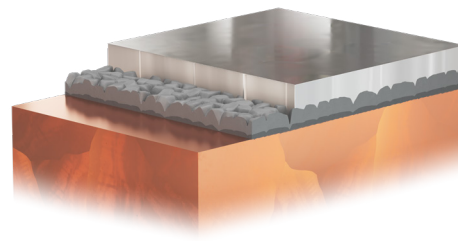
**SnTEM®:** Diese Zinnschicht wird durch eine Wärmebehandlung komplett in harte und spröde CuSn-Phasen umgewandelt. Der Reibkoeffizient dieser Beschichtung ist bedeutend kleiner als der des reinen Zinns bei SnPUR® und SnTOP®. Dieser Vorteil wird genutzt bei vielpoligen Steckverbindern zur Verringerung der Steck- und Ziehkräfte und zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit. Die Schichtdicken bei SnTEM® betragen 0,7 µm bis 2 µm. Die Härte der SnTEM®- Beschichtung begrenzt die Umformbarkeit.

**SnTOP®:** Das Eigenschaftsprofil dieser Schicht wird bestimmt durch die Schichtdicke als auch durch die veränderte chemische Zusammensetzung, dem Zinn wird Silber zulegiert. Die übereutektische Zusammensetzung mit 4 % Silber führt zu einer Ausscheidungshärtung in der Beschichtung durch SnAg<sub>3</sub>-Partikel. Dies wirkt sich positiv auf den Reibkoeffizienten, die Durchriebfestigkeit, die Reibkorrosionsbeständigkeit und den Spannungsabfall an der Kontaktstelle aus. Diese Beschichtung ist bei Temperaturen bis 160 °C einsetzbar und gut biegsam. Für Anwendungen im Temperaturbereich –40 °C bis +160 °C stellt SnTOP® somit eine preisgünstige Alternative zu versilberten Oberflächen dar. Darüber hinaus ist eine gute Lötbarkeit gewährleistet.



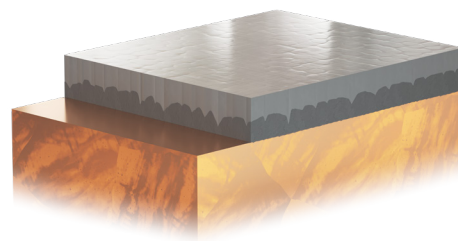
### SnPUR®

Reinzinn  
Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>-IMP  
Kupferlegierung



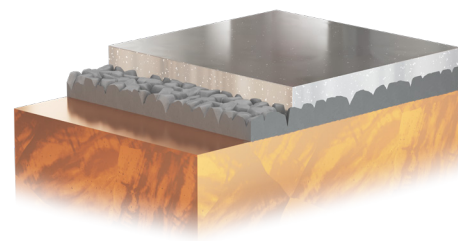
### SnPUR®

Reinzinn  
Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>-IMP  
Cu<sub>3</sub>Sn-IMP  
Reinkupfer



### SnTEM®

Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>-IMP  
Cu<sub>3</sub>Sn-IMP  
Kupferlegierung



### SnTOP®

Sn + Ag<sub>3</sub>Sn  
Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>-IMP  
Kupferlegierung

# Eigenschaften

## Genormte Eigenschaften

Bänder aus Kupfer und Kupferlegierungen mit Feuerverzinnungsschichten sind in der DIN EN 13148 genormt. Diese Norm beschreibt folgende Eigenschaften:

- Beschaffenheit des Überzuges. Um Oberflächenfehler durch Transport (z. B. Reibkorrosion) zu vermeiden, dürfen die Bänder einen Schmierfilm auf der Oberfläche aufweisen.
- Aussehen der Überzüge. Die verfahrensbedingte Aufbringung mittels flüssigem Zinn führt zu visuell sichtbaren Kristallisationserscheinungen, welche jedoch keinen Einfluss auf die Kontakteigenschaften der Schicht haben.
- Lötbarkeit. Die Löteigenschaften sind im Wesentlichen abhängig von der Art der Beschichtung und von der Dicke des freien Zinns/Zinnsilbers, siehe Tab. 2.
- Haftfestigkeit. Die Haftfestigkeit der Feuerverzinnungsschichten ist durch die verfahrensbedingt entstandene intermetallische Phase sehr gut.

| Schichtdicke und Toleranzen | Anwendung                        | Verzinnungsvariante |        |        |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------|--------|--------|
|                             |                                  | SnPUR®              | SnTOP® | SnTEM® |
| 0,7–2 µm<br>1–2 µm          | Reduzierte Steck- und Ziehkräfte | +                   | ++     | +++    |
| 1–3 µm<br>2–4 µm            | Gute Korrosionsbeständigkeit     | +                   | ++     | –      |
| 2–5 µm<br>3–7 µm<br>5–10 µm | Gute Lötbarkeit                  | ++                  | ++     | –      |

Tab. 2  
Bevorzugte Schichtdickenbereiche und Verzinnungsvarianten für unterschiedliche Anwendungsfälle. Andere Schichtdickenbereiche auf Anfrage.  
(+++ sehr gut geeignet, ++ gut geeignet, + geeignet, – nicht lieferbar)

## Weiterverarbeitungseigenschaften

- Lötbarkeit: Die Lötbarkeit ist umso besser, je höher die Schichtdicke ist und je mehr freies Reinzinn in der Beschichtung vorhanden ist, siehe auch Tabelle 2.
- Umformbarkeit: Feuerverzinnete Bänder werden üblicherweise mittels Stanz-Biege-Operationen zu Bauteilen umgeformt. Diese Umformung übersteht das Grundmaterial üblicherweise rissfrei. Je nach Größenordnung der Umformung (Biegung, Streckung, ...) tritt in der Zinnschicht folgende Phänomenologie auf:
  - i) IMP und freies Zinn sind ebenfalls rissfrei.
  - ii) die IMP reißt, das freie Zinn nicht, es überdeckt also die Risse der IMP.
  - iii) IMP und freies Zinn reißen auf. Das Grundmaterial wird am Rissgrund sichtbar.

Das Aufreißen der IMP bzw. das Aufreißen der IMP und des darüber liegenden freien Zinns, also Phänomenologie ii) und iii), gelten als akzeptabel, wenn die umgeformte Stelle nicht im Kontaktbereich liegt.

- Lagerfähigkeit: während längerer Lagerdauer und insbesondere bei Abweichungen von idealen Lagerbedingungen kann es zu Alterungen in der Zinnschicht kommen, welche eine negative Auswirkung auf die Lötbarkeit und den elektrischen Kontaktwiderstand haben. Diese Alterungen sind einerseits die Vergrößerung der IMP und andererseits die Bildung von Zinnoxid auf der Zinnoberfläche. Für detaillierte Aussagen und Bewertungen zu diesem Thema wird auf die Broschüre „Lagerfähigkeit, visuelle Erscheinung und Lötbarkeit“ der Wieland-Werke verwiesen.

## Funktionseigenschaften

- Einen niedriger Kontaktwiderstand, und damit eine exzellente elektrische Verbindung erwirken die Schichten durch das optimale Einbetten des Steckpartners in das freie Reinzinn.
- Hohe Whiskerbeständigkeit, da die Feuerverzinnung ihre IMP spannungsarm bei hohen Temperaturen bildet.
- Gute Korrosionsbeständigkeit durch passivierend wirkende, stabile natürliche Zinnoxidbelegung und durch Porenfreiheit.
- Geringe Steckkräfte sind erreichbar einerseits über die Verwendung dünner Beschichtungsdicken mit geringem Reinzinnanteil sowie andererseits über hohe Oberflächenhärte durch Verwendung von SnTEM®.

Gute Verschleißbeständigkeit bei Mehrfachsteckungen wird durch Verwendung der Beschichtung SnTEM® mit hoher Oberflächenhärte erreicht.

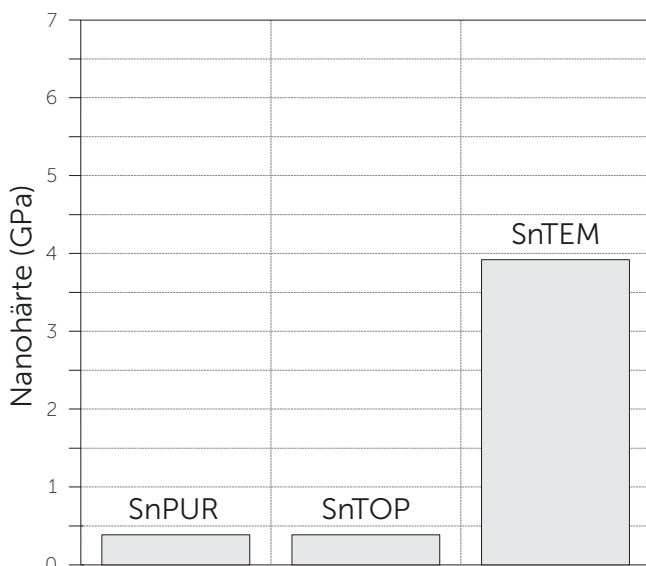


Abb. 3  
Nanohärte der Deckschicht einer Feuerverzinnung für die verschiedenen Verzinnungstypen, gemessen mit einem Nanoindenter. Die Nanohärte ist unabhängig von der Schichtdicke.

# Abmessungen und Kantenausführungen

## Abmessungen

Fertigbare Banddicken sind von 0,1 bis einschließlich 2,0 mm und Bandbreiten von 6 bis nahezu 400 mm. Genauere Angaben können Abb. 5 entnommen werden. Banddicken > 1,6 mm gelten als „schwer verzinnbar“ und sind abhängig vom Grundwerkstoff. Aus diesem Grunde ist die Machbarkeit vor der Auftragserteilung zu prüfen.

## Kantenausführungen

Standardausführung: Bandkanten geschnitten, unverzinkt.  
Sonderausführung: Bandkanten verzinkt, lieferbare Abmessungen auf Anfrage.

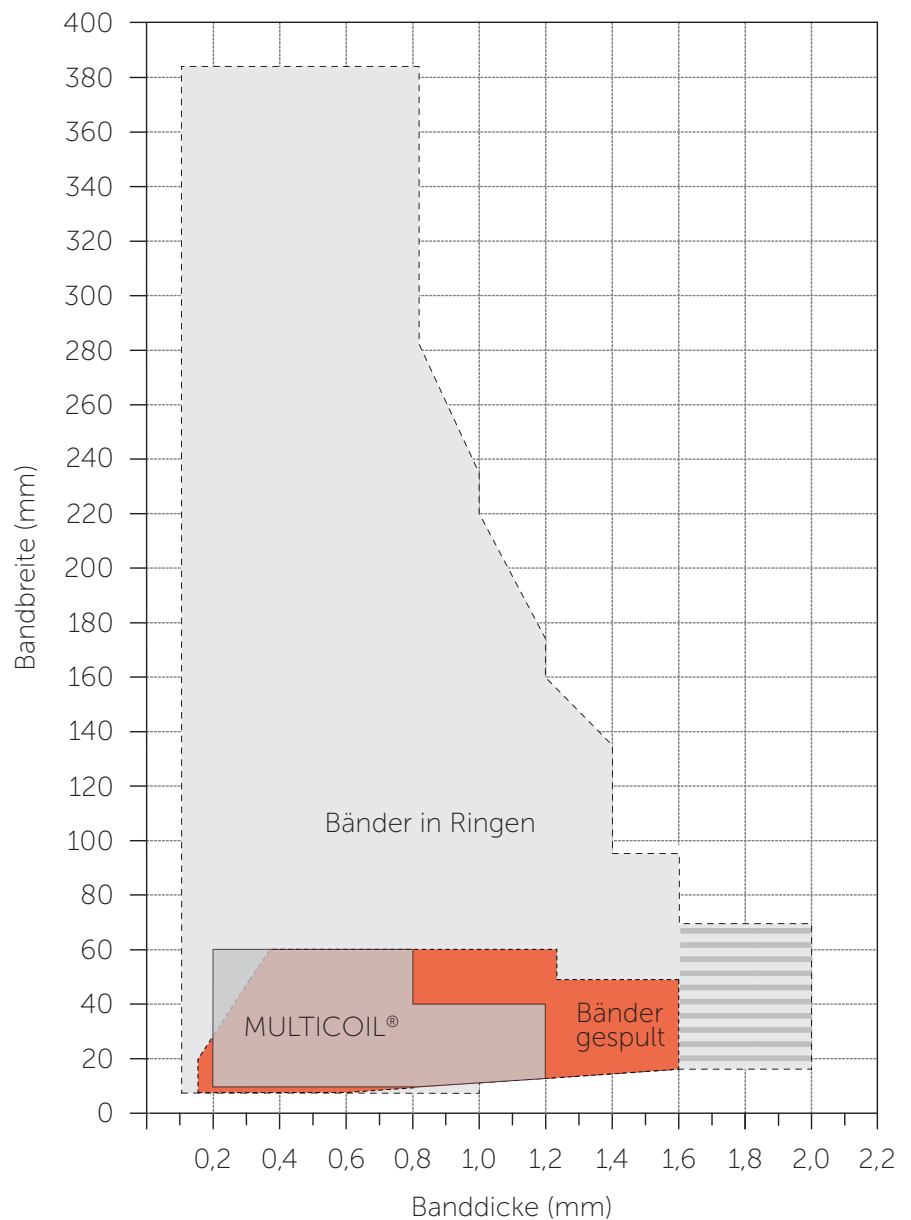


Abb. 4  
Bereiche lieferbarer Abmessungen von verzinnnten Bändern.  
Legierungs- und zustandsabhängig können Einschränkungen bestehen.



**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.