

Inhalt

| | | | | | |
|-----------|---|----------|-----------|--------------------------------------|----------|
| 1. | Allgemeine Informationen | 2 | 7. | Bearbeitbarkeit | 8 |
| 2. | Chemische Zusammensetzung | 2 | 7.1 | Umformen und Glühen | 8 |
| 3. | Physikalische Eigenschaften | 2 | 7.2 | Spanbarkeit | 8 |
| 3.1 | Dichte | 2 | 7.3 | Verbindungstechniken | 8 |
| 3.2 | Solidus- und Liquidustemperatur | 2 | 7.4 | Oberflächenbehandlung | 9 |
| 3.3 | Längenausdehnungskoeffizient | 2 | 8. | Korrosionsbeständigkeit | 9 |
| 3.4 | Spezifische Wärmekapazität | 2 | 9. | Anwendungen | 9 |
| 3.5 | Wärmeleitfähigkeit | 2 | | | |
| 3.6 | Spezifische elektrische Leitfähigkeit | 2 | | | |
| 3.7 | Spezifischer elektrischer Widerstand | 3 | | | |
| 3.8 | Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands | 3 | | | |
| 3.9 | Elastizitätsmodul | 3 | | | |
| 3.10 | Spezifische magnetische Suszeptibilität | 3 | | | |
| 3.11 | Kristallstruktur / Gefüge | 3 | | | |
| 4. | Mechanische Eigenschaften | 4 | | | |
| 4.1 | Festigkeitswerte bei Raumtemperatur | 4 | | | |
| 4.2 | Tieftemperaturverhalten | 6 | | | |
| 4.3 | Hochtemperaturverhalten | 6 | | | |
| 4.4 | Dauerschwingfestigkeit | 6 | | | |
| 4.5 | Federeigenschaften | 6 | | | |
| 4.6 | Verhalten nach Wärmebehandlung | 7 | | | |
| 5. | Relevante Normen | 7 | | | |
| 6. | Werkstoffbezeichnungen | 8 | | | |

1. Allgemeine Informationen

Werkstoff-Bezeichnung:

CuSn3Zn9

Werkstoff-Nr.:

CW454K

CuSn3Zn9 zeichnet sich durch eine vorteilhafte Kombination einer sehr guten **Kaltumformbarkeit** mit **Festigkeit** und **Härte** aus. Diese Legierung besitzt eine gute **Korrosionsbeständigkeit** insbesondere gegen Seewasser und See- bzw. Industrielatmosphäre und zeigt nur geringe Neigung zur Spannungsrissskorrosion. Sie weist außerdem Feder-eigenschaften auf und wird hauptsächlich für **Bauteile der Elektrotechnik** und **Kraftfahrzeugelektrik**, insbesondere für Steckverbinder, sowie für Federn, Membranen bzw. Kontakte verwendet [1, 2].

2. Chemische Zusammensetzung – nach DIN CEN/TS 13388 –

| Legierungsbestandteile | | |
|------------------------|-------------|--------------|
| Massenanteil in % | | |
| Cu | Sn | Zn |
| Rest | 1,5 bis 3,5 | 7,5 bis 10,0 |

| Zulässige Beimengungen bis | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-------------------|
| Massenanteil in % | | | | |
| Fe | Ni | P | Pb | Sonstige zusammen |
| 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |

3. Physikalische Eigenschaften

3.1 Dichte

| Temperatur | Dichte |
|------------|-------------------|
| °C | g/cm ³ |
| 20 | 8,75 |

3.2 Solidus- und Liquidustemperatur

| Solidustemperatur | Liquidustemperatur |
|-------------------|--------------------|
| °C | °C |
| 1010 | 1030 |

3.3 Längenausdehnungskoeffizient

| Temperatur | Längenausdehnungs-koeffizient |
|----------------|-----------------------------------|
| °C | 10 ⁻⁶ ·K ⁻¹ |
| von 20 bis 100 | 18,3 |
| von 20 bis 300 | 18,5 |

3.4 Spezifische Wärmekapazität

| Temperatur | Spezifische Wärmekapazität |
|------------|----------------------------|
| °C | J/(g·K) |
| 20 | 0,38 |
| 200 | 0,41 |

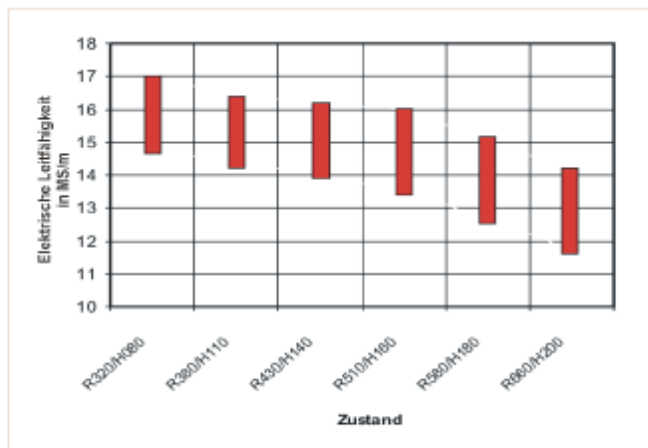
3.5 Wärmeleitfähigkeit

| Temperatur | Wärmeleitfähigkeit |
|------------|--------------------|
| °C | W/(m·K) |
| 20 | 120 |

3.6 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

| Temperatur | Spez. elektr. Leitfähigkeit | Zustand |
|------------|-----------------------------|---------|
| °C | MS/m | |
| 20 | 16,0 | geglüht |
| 100 | 14,7 | geglüht |

Die elektrische Leitfähigkeit ist abhängig vom Werkstoffzustand. Sie nimmt mit steigendem Kaltumformgrad ab. Sie ist im nachstehenden Diagramm in Abhängigkeit vom Zustand wiedergegeben [3].

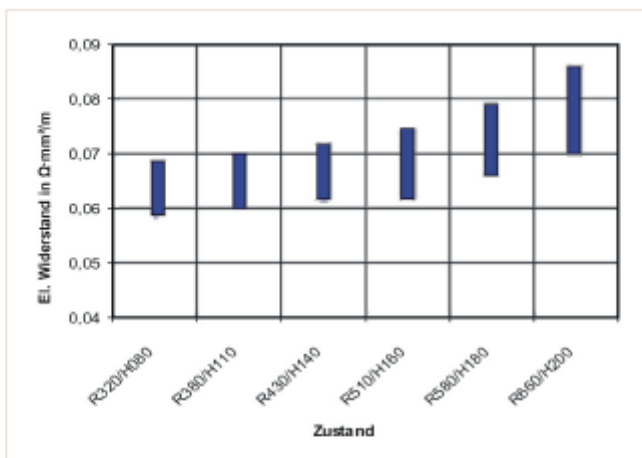


Anmerkung: 1 MS/m entspricht 1 m/(Ω·mm²).

3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand

| Temperatur | Spez. elektrischer Widerstand | Zustand |
|------------|----------------------------------|---------|
| °C | ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m | |
| 20 | 0,063 | geglüht |
| 100 | 0,068 | geglüht |

In umgekehrter Weise nimmt der elektrische Widerstand mit steigender Kaltumformung zu. Die Abhängigkeiten vom Werkstoffzustand sind im folgenden Diagramm dargestellt [3].



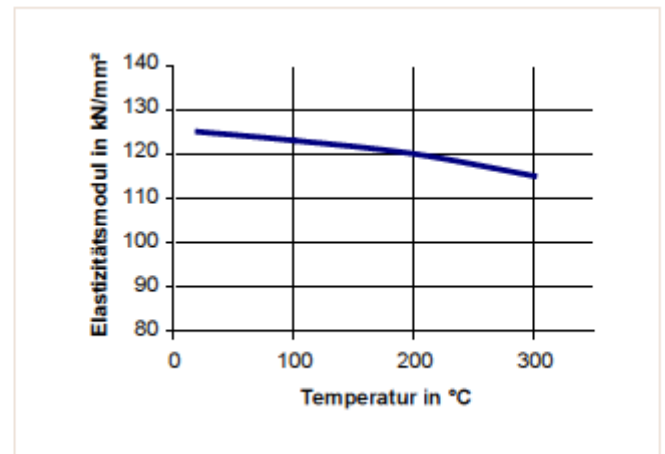
3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

| Temperatur | Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands | Zustand |
|------------|---|---------|
| °C | K^{-1} | |
| 20 | 0,0010 | geglüht |

Gültig von 0 bis 100 °C.

3.9 Elastizitätsmodul

| Temperatur | Elastizitätsmodul | Zustand |
|------------|-------------------------|----------------------------|
| °C | kN/mm^2 | |
| 20 | 110 | kalt verformt (hart, R430) |
| 20 | 125 | geglüht (weich, R320) |
| 100 | 123 | geglüht (weich, R320) |
| 200 | 120 | geglüht (weich, R320) |
| 300 | 115 | geglüht (weich, R320) |



Anmerkung: 1 kN/mm^2 entspricht 1 GPa.

3.10 Spezifische magnetische Suszeptibilität – bei 20 °C –

CuSn3Zn9 besitzt keine ferromagnetischen Eigenschaften, solange kein Eisen in ausgeschiedener Form vorhanden ist. Nach DIN CEN/TS 13388 ist ein Eisengehalt von max. 0,1 % zulässig. Je nach Eisengehalt beträgt die Suszeptibilität χ $-1 \cdot 10^{-8}$ bis $5 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{g}$.

Anmerkung: $\chi = \chi/\rho$ (Massensuszeptibilität).

3.11 Kristallstruktur / Gefüge

CuSn3Zn9 weist i.A. ein einheitliches Gefüge aus α -Mischkristallen (eine homogene Lösung von Zinn und Zink in Kupfer im festen Zustand, die in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter kristallisiert) auf. Falls zulegiert, liegt Phosphor in homogen verteilter Form vor.

4. Mechanische Eigenschaften

Bei CuSn3Zn9 lassen sich hohe Härte- und Festigkeitswerte nur durch Kaltumformung erreichen.

4.1 Festigkeitswerte bei Raumtemperatur

4.1.1 Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden – nach DIN EN 1652 –

| Zustand | Dicke | | Zugfestigkeit | | 0,2 %- Dehngrenze | Bruchdehnung | | Härte | |
|---------|-----------|-----|-------------------------------------|------|---------------------------------|------------------------|-------------|-------|------|
| | (Nennmaß) | | | | | für Dicken | | | |
| | von | bis | min. | max. | $R_{p0,2}$ N/mm ² | A _{50mm} % | A % | min. | max. |
| | mm | | R _m N/mm ² | | | bis 2,5 mm | über 2,5 mm | HV | |
| | | | | | | min. | min. | | |
| R320 | 0,1 | 5 | 320 | 380 | (max. 230) | 25 | 30 | - | - |
| H080 | 0,1 | 5 | - | - | - | - | - | 80 | 110 |
| R380 | 0,1 | 5 | 380 | 430 | (min. 200) | 16 | 22 | - | - |
| H110 | 0,1 | 5 | - | - | - | - | - | 110 | 140 |
| R430 | 0,1 | 5 | 430 | 520 | (min. 330) | 6 | 8 | - | - |
| H140 | 0,1 | 5 | - | - | - | - | - | 140 | 170 |
| R510 | 0,1 | 2 | 510 | 600 | (min. 430) | 3 | - | - | - |
| H160 | 0,1 | 2 | - | - | - | - | - | 160 | 190 |
| R580 | 0,1 | 2 | 580 | 690 | (min. 520) | - | - | - | - |
| H180 | 0,1 | 2 | - | - | - | - | - | 180 | 210 |
| R660 | 0,1 | 2 | 660 | - | (min. 610) | - | - | - | - |
| H200 | 0,1 | 2 | - | - | - | - | - | 200 | - |

Anmerkung 1: Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur zur Information angegeben.

Anmerkung 2: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.2 Bänder für Federn und Steckverbinder – nach DIN EN 1654 –

| Zustand | Zugfestigkeit | | 0,2 %-Dehngrenze | | Bruchdehnung | | Härte | | Mindestbiegeradius | | | |
|---------|-------------------------------------|------|--|------|------------------------|------------------------|-------|------|--|-----------------|---|-----------------|
| | | | | | für Dicken | | | | für Biegekante | | | |
| | min. | max. | min. | max. | 0,1 bis 0,25 mm | 0,25 bis 1,0 mm | min. | max. | parallel zur Walzrichtung für Dicken | | senkrecht zur Walzrichtung für Dicken | |
| | R _m N/mm ² | | R _{p0,2} N/mm ² | | A _{50mm} % | A _{50mm} % | HV | | bis 0,25 mm | über 0,25 mm | bis 0,25 mm | über 0,25 mm |
| R430 | 430 | 520 | (330) | - | 6 | 8 | - | - | - | - | - | - |
| H140 | - | - | - | - | - | - | 140 | 170 | 0 x t | 0 x t | 0 x t | 0 x t |
| R510 | 510 | 600 | (430) | - | 3 | 5 | - | - | - | - | - | - |
| H160 | - | - | - | - | - | - | 160 | 190 | 1 x t | 1 x t | 0 x t | 0 x t |
| R580 | 580 | 690 | (520) | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - |
| H180 | - | - | - | - | - | - | 180 | 210 | 2 x t | 2 x t | 1 x t | 1 x t |
| R660 | 660 | - | (610) | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| H200 | - | - | - | - | - | - | 200 | - | - | - | - | - |

Anmerkung 1: Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur zur Information angegeben.

Anmerkung 2: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.3 Feuerverzinnte Bänder – nach DIN EN 13148 –

| Zustand | Dicke | | Zugfestigkeit | | 0,2 %- Dehngrenze | Bruch- dehnung | Härte | |
|---------|-----------|-----|----------------------------|------|---------------------------------|-------------------|-------|------|
| | (Nennmaß) | | R_m N/mm ² | | $R_{p0,2}$ N/mm ² | A_{50mm} % | HV | |
| | von | bis | min. | max. | | min. | min. | max. |
| R320 | 0,2 | 1,5 | 320 | 380 | (max. 230) | 25 | - | - |
| H080 | 0,2 | 1,5 | - | - | - | - | 80 | 110 |
| R380 | 0,1 | 1,5 | 380 | 430 | (min. 200) | 18 | - | - |
| H110 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 110 | 140 |
| R430 | 0,1 | 1,5 | 430 | 520 | (min. 330) | 6 | - | - |
| H140 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 140 | 170 |
| R510 | 0,1 | 1,5 | 510 | 600 | (min. 430) | 3 | - | - |
| H160 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 160 | 190 |
| R580 | 0,1 | 1,5 | 580 | 690 | (min. 520) | - | - | - |
| H180 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 180 | 210 |
| R660 | 0,1 | 1,5 | 660 | - | (min. 610) | - | - | - |
| H200 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 200 | - |

Anmerkung 1: Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur zur Information angegeben.

Anmerkung 2: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.4 Elektrolytisch verzinnte Bänder – nach DIN EN 14436 –

| Zustand | Dicke | | Zugfestigkeit | | 0,2 %- Dehngrenze | Bruch- dehnung | Härte | |
|---------|-----------|-----|----------------------------|------|---------------------------------|-------------------|-------|------|
| | (Nennmaß) | | R_m N/mm ² | | $R_{p0,2}$ N/mm ² | A_{50mm} % | HV | |
| | von | bis | min. | max. | | min. | min. | max. |
| R320 | 0,2 | 1,5 | 320 | 380 | (max. 230) | 25 | - | - |
| H080 | 0,2 | 1,5 | - | - | - | - | 80 | 110 |
| R380 | 0,1 | 1,5 | 380 | 430 | (min. 200) | 18 | - | - |
| H110 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 110 | 140 |
| R430 | 0,1 | 1,5 | 430 | 520 | (min. 330) | 6 | - | - |
| H140 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 140 | 170 |
| R510 | 0,1 | 1,5 | 510 | 600 | (min. 430) | 3 | - | - |
| H160 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 160 | 190 |
| R580 | 0,1 | 1,5 | 580 | 690 | (min. 520) | - | - | - |
| H180 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 180 | 210 |
| R660 | 0,1 | 1,5 | 660 | - | (min. 610) | - | - | - |
| H200 | 0,1 | 1,5 | - | - | - | - | 200 | - |

Anmerkung 1: Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur zur Information angegeben.

Anmerkung 2: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.5 Rohre

Rohre aus CuSn3Zn9 sind in DIN EN nicht genormt.

4.1.6 Stangen

Stangen aus CuSn3Zn9 sind in DIN EN nicht genormt. Festigkeitseigenschaften sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.

4.1.7 Profile und Rechteckstangen

Profile und Rechteckstangen aus CuSn3Zn9 sind in DIN EN nicht genormt.

4.1.8 Drähte

Drähte aus CuSn3Zn9 sind in DIN EN nicht genormt.

4.1.9 Schmiedestücke

Schmiedestücke aus CuSn3Zn9 sind in DIN EN nicht genormt.

4.2 Tieftemperaturverhalten

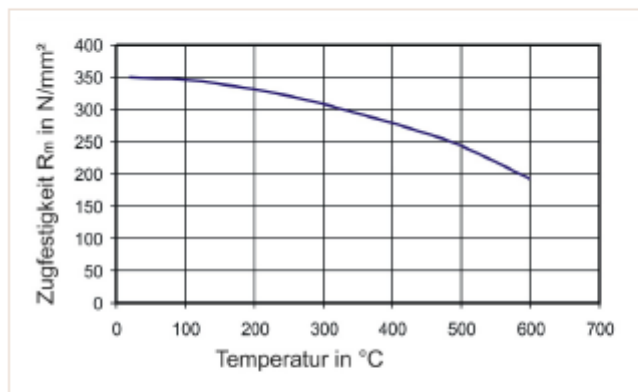
4.2.1 Festigkeitswerte

Hierzu sind keine Daten bekannt. Die Zugfestigkeit und die 0,2 %-Dehngrenze sowie die Bruchdehnung dürften jedoch analog zu den vergleichbaren Kupferwerkstoffen mit abnehmender Temperatur ansteigen.

4.3 Hochtemperaturverhalten

4.3.1 Warmfestigkeit

Hierzu wurde in Anlehnung an die bekannten Werte von CuZn10, CuZn15 und von CuSn4 folgende Abhängigkeit der Zugfestigkeit abgeschätzt.



4.3.2 Zeitstandwerte

Hierzu sind keine Angaben bekannt.

4.4 Dauerschwingfestigkeit

Sie ist abhängig vom geprüften Festigkeitszustand und beträgt für 10^7 Lastspiele etwa $\frac{1}{3}$ der Zugfestigkeit R_m [3]. So beträgt sie für den Zustand R320 etwa 110 bis 125 N/mm².

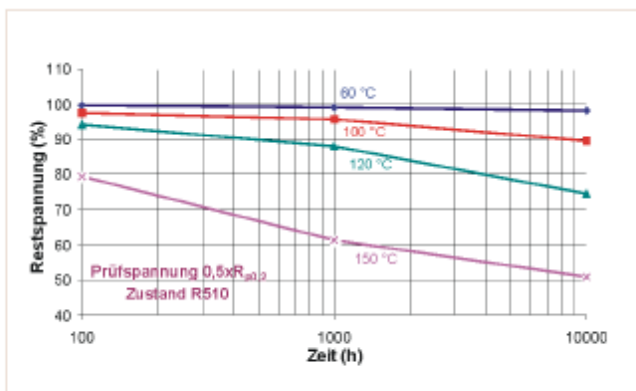
4.5 Federeigenschaften

4.5.1 Federbiegegrenze

Hierzu sind keine Angaben bekannt.

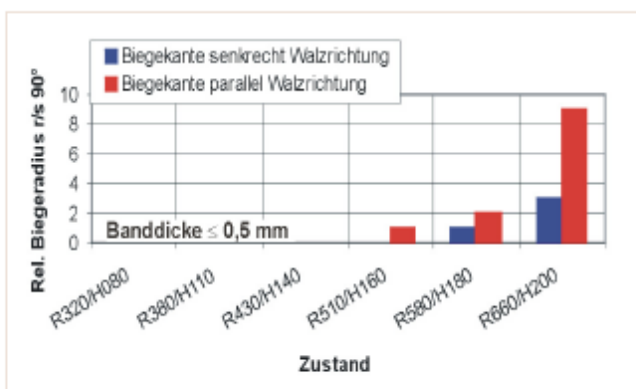
4.5.2 Relaxationsverhalten

Hierzu wurde die Restspannung in Abhängigkeit von Betriebstemperatur und Belastungsdauer an thermisch entspannten Bandproben (Probenlage parallel zur Walzrichtung) nach der Ringmethode gemessen [3]. Die Abhängigkeiten werden im nachstehenden Diagramm wiedergegeben.



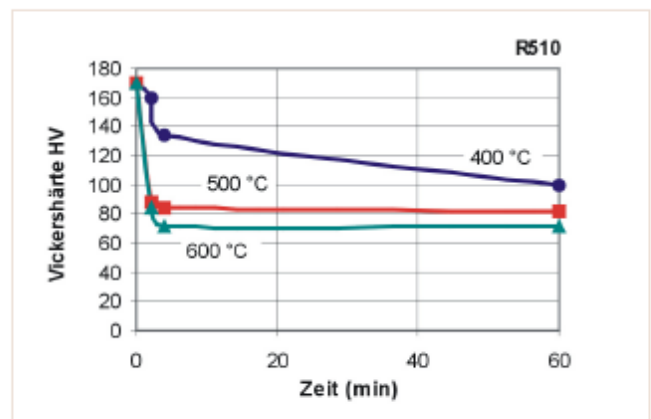
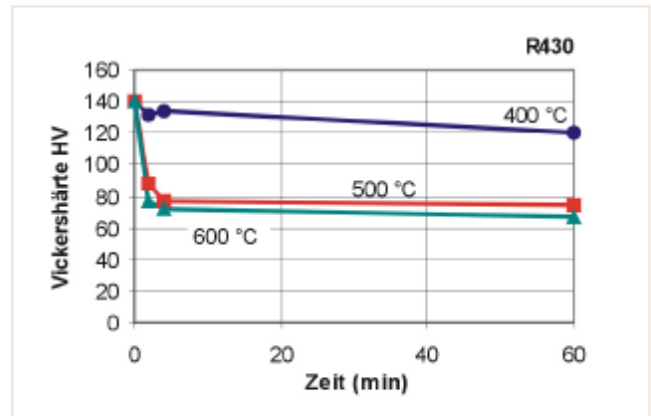
4.5.3 Biegeverhalten

Die Biegebarkeit wurde bei Banddicken $\leq 0,5$ mm für unterschiedliche Festigkeitszustände wie folgt ermittelt [3].



4.6 Verhalten nach Wärmebehandlung

Vickershärten nach einer Wärmebehandlung, durchgeführt an CuSn3Zn9 bei zwei unterschiedlichen Festigkeitszuständen, werden in nachstehenden Diagrammen in Abhängigkeit von der Behandlungstemperatur und -zeit dargestellt [3].



5. Relevante Normen

- DIN CEN/TS 13388** Kupfer und Kupferlegierungen – Übersicht über die Zusammensetzungen und Produkte
- DIN EN 1652** Kupfer und Kupferlegierungen – Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung
- DIN EN 1654** Kupfer und Kupferlegierungen – Bänder für Federn und Steckverbinder
- DIN EN 13148** Kupfer und Kupferlegierungen – Feuerverzinnete Bänder
- DIN EN 14436** Kupfer und Kupferlegierungen – Elektrolytisch verzinnete Bänder
- DIN EN 1655** Kupfer und Kupferlegierungen – Konformitätserklärungen
- DIN EN 10204** Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen

6. Werkstoffbezeichnungen

Vergleich der Werkstoffbezeichnungen in verschiedenen Ländern (einschließlich ISO) ¹⁾

| Land | Bezeichnung der Normung | Werkstoffbezeichnung / -nummer |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Europa | EN | CuSn3Zn9 CW454K |
| USA | ASTM (UNS) | C42500 |
| Japan | JIS | C4250 |
| Internationale Normung | ISO | CuSn3Zn9 |

| Vormalige nationale Bezeichnungen | | |
|-----------------------------------|-----|------------------|
| Deutschland | DIN | - |
| Frankreich | NF | CuSn3Zn9 / UE3Z9 |
| Großbritannien | BS | - |
| Italien | UNI | - |
| Schweden | SS | - |
| Schweiz | SNV | - |
| Spanien | UNE | - |

¹⁾ Die Toleranzbereiche der Zusammensetzung der in außereuropäischen Ländern genomten Legierungen sind nicht in allen Fällen gleich mit der Festlegung nach DIN EN.

7. Bearbeitbarkeit - [2, 4-6] -

7.1 Umformen und Glühen

| Umformen | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Kaltumformung | sehr gut |
| Kaltumformgrad zwischen den Glühungen | max. 90 % |
| Warmumformung Temperaturbereich | ausreichend 790 bis 840 °C |

| Glühen | |
|----------------------------------|----------------|
| Weichglühen, Temp-Bereich | 425 bis 700 °C |
| Entspannungsglühen, Temp-Bereich | 200 bis 350 °C |

CuSn3Zn9 weist aufgrund der einheitlichen Gefügeausbildung eine sehr gute Kaltumformbarkeit auf. Daher ist diese Legierung für die spanlose Umformung durch Walzen, Ziehen, Bördeln, Biegen, Kanten und Tiefziehen geeignet.

7.2 Spanbarkeit

Zerspansbarkeitsindex: 30

(CuZn39Pb3 = 100)

(Die angegebenen Zahlen sind keine festen Messwerte, sondern stellen relative Einstufungen dar. Angaben anderer Quellen können daher geringfügig nach oben oder unten abweichen.)

Bei der groben Unterteilung der Kupferwerkstoffe hinsichtlich ihrer Spanbarkeit in drei Hauptgruppen wird CuSn3Zn9 der Gruppe III (mäßige bis schwere Spanbarkeit) zugeordnet. Um den Werkzeugverschleiß zu reduzieren und ausreichende Standzeiten zu erreichen, sollten als Schneidwerkstoffe Hartmetalle eingesetzt werden.

7.3 Verbindungstechniken

| Schweißen | |
|---|-------------------------------|
| Gasschweißen | gut |
| Laserschweißen | sehr gut |
| WIG-Schweißen | gut |
| MIG-Schweißen | gut |
| Widerstandsschweißen - Punkt- und Nahtschweißen - Stumpfschweißen | weniger empfehlenswert gut |

| Löten | |
|------------|----------|
| Weichlöten | sehr gut |
| Hartlöten | gut |

| Kleben | |
|--------|-----|
| | gut |

Wenn das Schweißen nicht fachmännisch durchgeführt wird, kann wegen der niedrigen Verdampfungstemperatur (906°C) eine Zinkausdampfung auftreten. Bei Werkstücken unter 10 mm Dicke ist ein Vorwärmen nicht erforderlich. Beim MIG-Schweißen sollten die Schweißzusätze niedrige Phosphorgehalte (vorzugsweise 0,01 %) haben, um porenarme Schweißnähte zu erhalten.

7.4 Oberflächenbehandlung

| Polieren | |
|-----------------------------|----------|
| mechanisch | gut |
| elektrolytisch | gut |
| Galvanisierbarkeit | |
| | sehr gut |
| Eignung für Tauchverzinnung | |
| | sehr gut |

8. Korrosionsbeständigkeit

CuSn3Zn9 weist eine gute Korrosionsbeständigkeit insbesondere gegen atmosphärische Einflüsse auf, da sich dabei die Oberfläche mit einer fest haftenden und dichten Schutzschicht überzieht. Dieser Werkstoff ist auch gegenüber nicht oxidierende Säuren und neutrale Salzlösungen sowie gegen Wasser und Seewasser beständig. Auch Verunreinigungen an Schwefel- und Kohlendioxid können das Korrosionsverhalten nicht maßgeblich beeinträchtigen.

CuSn3Zn9 ist weitgehend unempfindlich gegen Spannungsrisskorrosion.

Diese Legierung ist nicht beständig gegen Lösungen, die Cyanide und Halogenide enthalten, gegen oxidierende Säuren, ammoniakalische Lösungen höherer Konzentration und halogenhaltige Gase sowie Schwefelwasserstoff bzw. Sulfide.

9. Anwendungen

- Steckverbinder, insbesondere für Kfz-Industrie
- Relais- und Kontaktfedern
- stromführende Federn für Kontakte und Endkontakte
- stromleitende Klemmen und Reihenklemmen
- Stecksockel für Elektronikbaugruppen
- Verbindungsklemmen und Stecker
- Sicherungshalter bzw. -klemmen
- Membranen, Blenden und Kupplungslamellen
- Rührer und Rührwerkswellen
- Halterungen und Federringe
- Muffen, Hülsen und Buchsen
- Laschen für Füller u.a.

Index

- Allgemeine Informationen 2
- Anwendungen 9
- Chemische Zusammensetzung 2
- Dauerschwingfestigkeit 6
- Dichte 2
- Elastizitätsmodul 3
- Entspannungsglühen 8
- Federeigenschaften
 - Biegeverhalten 7
 - Federbiegegrenze 6
 - Relaxationsverhalten 7
- Festigkeitswerte
 - Bänder für Federn und Steckverbinder 4
 - bei tiefen Temperaturen 6
 - Drähte 6
 - Elektrolytisch verzinnnte Bänder 5
 - Feuerverzinnnte Bänder 5
 - Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden 4
 - Profile und Rechteckstangen 6
 - Rohre 6
 - Schmiedestücke 6
 - Stangen 6
- Galvanisierbarkeit 9
- Gasschweißen 8
- Gefüge 3
- Hartlöten 8
- Kaltumformung 8
- Kleben 8
- Korrosionsbeständigkeit 9
- Kristallstruktur 3
- Längenausdehnungskoeffizient 2
- Laserschweißen 8
- Liefernachweis 9
- Liquidustemperatur 2
- Literatur 9
- Löten 8
- MIG-Schweißen 8
- Nahtschweißen 8
- Normen 7
- Oberflächenbehandlung 9
- Polieren 9
- Punktschweißen 8
- Schweißen 8
- Solidustemperatur 2
- Spanbarkeit 8
- Spez. elektrische Leitfähigkeit 2
- Spez. elektrischer Widerstand 3
- Spez. magnetische Suszeptibilität 3
- Spez. Wärmekapazität 2
- Stumpfschweißen 8
- Tauchverzinnung 9
- Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands 3
- Verzinnung 9
- Wärmeleitfähigkeit 2
- Warmfestigkeit 6
- Warmumformung 8
- Weichglühen 8
- Weichlöten 8
- Werkstoffbezeichnungen 8
- Widerstandsschweißen 8
- WIG-Schweißen 8
- Zeitstandwerte 6