

Inhalt

| | | | | | |
|-----------|--|----------|------------|--------------------------------------|----------|
| 1. | Allgemeine Informationen | 2 | 6. | Werkstoffbezeichnungen | 7 |
| 2. | Chemische Zusammensetzung | 2 | 7. | Bearbeitbarkeit | 8 |
| 3. | Physikalische Eigenschaften | 2 | 7.1 | Umformen und Glühen | 8 |
| 3.1 | Dichte | 2 | 7.2 | Spanbarkeit | 8 |
| 3.2 | Solidus- und Liquidustemperatur | 2 | 7.3 | Verbindungstechniken..... | 8 |
| 3.3 | Längenausdehnungskoeffizient..... | 2 | 7.4 | Oberflächenbehandlung | 8 |
| 3.4 | Spezifische Wärmekapazität | 2 | 8. | Korrosionsbeständigkeit | 8 |
| 3.5 | Wärmeleitfähigkeit..... | 3 | 9. | Anwendungen | 9 |
| 3.6 | Spezifische elektrische Leitfähigkeit | 3 | 10. | Lieferrachweis | 9 |
| 3.7 | Spezifischer elektrischer Widerstand | 3 | 11. | Literatur | 9 |
| 3.8 | Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands..... | 3 | 12. | Index | 9 |
| 3.9 | Elastizitätsmodul | 3 | | | |
| 3.10 | Spezifische magnetische Suszeptibilität..... | 4 | | | |
| 3.11 | Kristallstruktur / Gefüge..... | 4 | | | |
| 4. | Mechanische Eigenschaften | 4 | | | |
| 4.1 | Festigkeitswerte bei Raumtemperatur..... | 4 | | | |
| 4.2 | Tieftemperaturverhalten..... | 6 | | | |
| 4.3 | Hochtemperaturverhalten..... | 6 | | | |
| 5. | Normen | 7 | | | |
| 5.1 | Stangen..... | 7 | | | |
| 5.2 | Drähte | 7 | | | |
| 5.3 | Schmiedestücke und Schmiedevormaterial..... | 7 | | | |

Stand 2005

Hinweis:

Durch Klicken auf die Überschriften können Sie direkt zu den entsprechenden Inhalten springen.

1. Allgemeine Informationen

Werkstoff-Bezeichnung:

CuCr1Zr (ehem. CuCrZr)

Werkstoff-Nr.:

CW106C (ehem.: 2.1293)

Die aushärtbare Legierung zeichnet sich durch hohe Festigkeitskennwerte auch bei erhöhten Temperaturen, hohe Anlassbeständigkeit und hohe Verschleißfestigkeit sowie hohe Erweichungstemperaturen aus [1].

Während die gute Kaltumformbarkeit auf den lösungsgeglühten Zustand beschränkt bleibt, ist CuCr1Zr generell gut warmumformbar. Es hat im ausgehärteten Zustand eine hohe Leitfähigkeit für Wärme sowie Elektrizität und darüber hinaus eine hohe Temperaturbeständigkeit.

CuCr1Zr findet hauptsächlich in der Elektrotechnik und im Maschinenbau als Kontaktwerkstoff und stromführende Federn, in der Schweiß- und Löttechnik (Elektroden, Elektrodenhalter und -schäfte, Düsen usw.) sowie im Gerätebau Anwendung.

2. Chemische Zusammensetzung – nach DIN EN –

| Legierungsbestandteile | | |
|------------------------|-------------|--------------|
| Massenanteil in % | | |
| Cu | Cr | Zr |
| Rest | 0,5 bis 1,2 | 0,03 bis 0,3 |

| Zulässige Beimengungen bis | | |
|----------------------------|-----|-------------------|
| Massenanteil in % | | |
| Fe | Si | Sonstige zusammen |
| 0,08 | 0,1 | 0,2 |

3. Physikalische Eigenschaften

3.1 Dichte

| Temperatur | Dichte |
|------------|-------------------|
| °C | g/cm ³ |
| 20 | 8,91 |

3.2 Solidus- und Liquidustemperatur

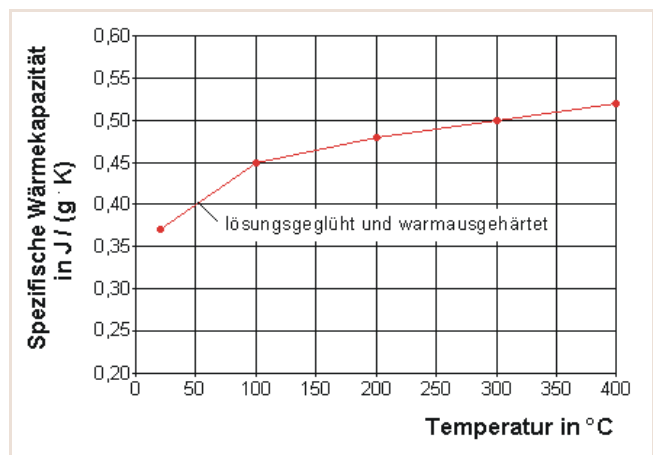
| Solidustemperatur | Liquidustemperatur |
|-------------------|--------------------|
| °C | °C |
| 1070 | 1080 |

3.3 Längenausdehnungskoeffizient

| Temperatur | Längenausdehnungskoeffizient |
|----------------|-----------------------------------|
| °C | 10 ⁻⁶ ·K ⁻¹ |
| von 20 bis 100 | 16,3 |
| von 20 bis 200 | 17,0 |
| von 20 bis 300 | 17,6 |

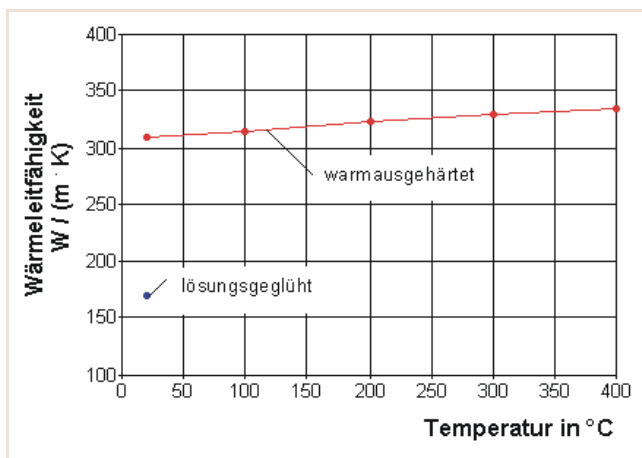
3.4 Spezifische Wärmekapazität

| Temperatur | Spezifische Wärmekapazität | Zustand |
|------------|----------------------------|------------------------------------|
| °C | J/(g·K) | |
| 20 | 0,37 | lösungsgeglüht und warmausgehärtet |
| 100 | 0,45 | |
| 200 | 0,48 | |
| 300 | 0,50 | |
| 400 | 0,50 | |



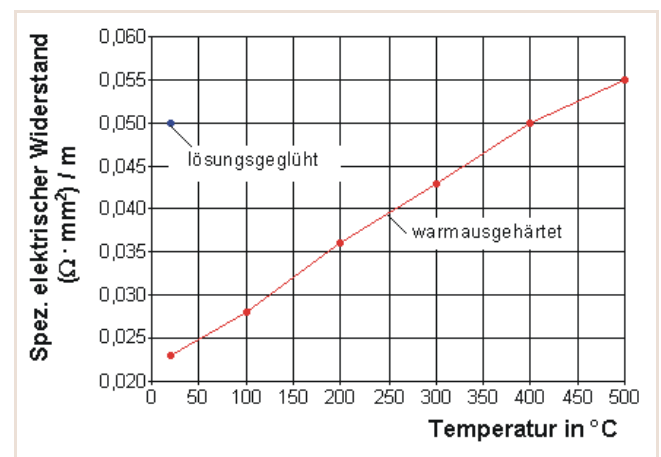
3.5 Wärmeleitfähigkeit

| Temperatur °C | Wärmeleitfähigkeit W/(m·K) | Zustand |
|------------------|-------------------------------|-----------------|
| 20 | 170 | lösungsgeglüht |
| 20 | 310 bis 330 | |
| 100 | 315 | warmausgehärtet |
| 200 | 324 | |
| 300 | 333 | |
| 400 | 336 | |



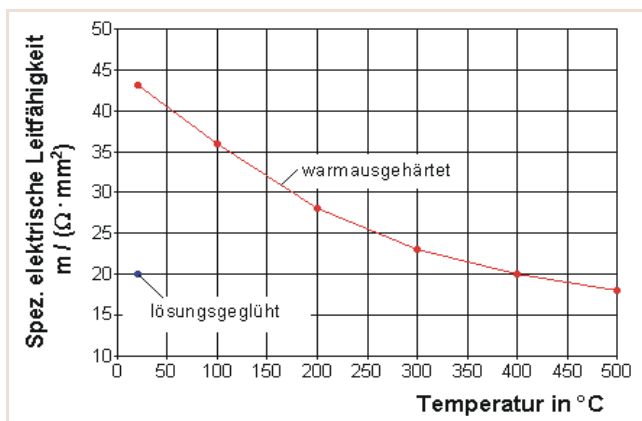
3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand

| Temperatur °C | Spez. elektr. Widerstand ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m | Zustand |
|------------------|--|-----------------|
| 20 | 0,05 | lösungsgeglüht |
| 20 | $\geq 0,023$ | |
| 100 | 0,028 | warmausgehärtet |
| 200 | 0,036 | |
| 300 | 0,043 | |
| 400 | 0,050 | |
| 500 | 0,055 | |



3.6 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

| Temperatur °C | Spez. elektr. Leitfähigkeit MS/m | Zustand |
|------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 20 | 20 | lösungsgeglüht |
| 20 | ≤ 43 | |
| 100 | 36 | warmausgehärtet |
| 200 | 28 | |
| 300 | 23 | |
| 400 | 20 | |
| 500 | 18 | |



Anmerkung: 1 MS/m entspricht 1 m/($\Omega \cdot \text{mm}^2$).

3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

| Temperatur °C | Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands K^{-1} | Zustand |
|------------------|--|-----------------|
| 20 | 0,0014 | lösungsgeglüht |
| 20 | 0,0031 | |
| | | warmausgehärtet |

Gültig von 0 bis 100 °C.

3.9 Elastizitätsmodul

| Temperatur °C | Elastizitätsmodul kN/mm ² | Zustand |
|------------------|---|-----------------|
| 20 | 90 bis 110 | lösungsgeglüht |
| 20 | 110 bis 130 | |
| | | warmausgehärtet |

Anmerkung: 1 kN/mm² entspricht 1 GPa.

3.10 Spezifische magnetische Suszeptibilität – bei 20 °C –

CuCr1Zr besitzt weder para- noch ferromagnetische Eigenschaften, wenn kein Eisen vorhanden ist. Die Suszeptibilität X liegt dann bei $-0,088 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$.

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

3.11 Kristallstruktur / Gefüge

CuCr1Zr weist im lösungsgeglühten Zustand ein homogenes α -Gefüge auf und kristallisiert in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter. Durch das Warmaushärten unterhalb der Löslichkeitslinie scheiden sich Chrom sowie eine Phase aus Cr_2Zr in feinverteilter Form aus der übersättigten Matrix aus.

4. Mechanische Eigenschaften

4.1 Festigkeitswerte bei Raumtemperatur

4.1.1 Bänder und Bleche

Bänder und Bleche aus CuCr1Zr sind nach DIN EN nicht genormt.

4.1.2 Platten für Kondensatoren und Wärmeaustauscher

Platten für Kondensatoren und Wärmeaustauscher aus CuCr1Zr sind nach DIN EN nicht genormt.

4.1.3 Rohre

Rohre aus CuCr1Zr sind nach DIN EN nicht genormt.

4.1.4 Stangen – nach DIN EN 12163 –

| Zustand | Durchmesser, Schlüsselweite | | | Zugfestigkeit R_m N/mm ² min. | 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ² ungefähr | Bruchdehnung | | | Härte | |
|---------------------------|-----------------------------|------|-----|---|---|----------------|-----------------|--------|-----------|-----------|
| | (Nennmaß) | | | | | A_{100} % | $A_{11,3}$ % | A % | HB | HV |
| | von | über | bis | | | | | | | |
| M | 4 | | 80 | wie gefertigt | | | | | | |
| R200 ¹⁾ | 8 | | 80 | 200 | (60) | - | - | - | - / - | - / - |
| H065 ¹⁾ | 8 | | 80 | - | - | - | - | - | 65 / 90 | 70 / 95 |
| R440 ²⁾ | 4 | | 25 | 450 | (350) | - | 9 | 10 | - / - | - / - |
| R420 ²⁾ | | 25 | 50 | 420 | (330) | - | - | 12 | - / - | - / - |
| R400 ²⁾ | | 50 | 80 | 400 | (310) | - | - | 12 | - / - | - / - |
| H135 ²⁾ | 4 | | 80 | - | - | - | - | - | 135 / 180 | 140 / 185 |
| R470 ²⁾ | 4 | | 25 | 470 | (380) | - | 7 | 8 | - / - | - / - |
| R450 ²⁾ | | 25 | 50 | 450 | (360) | - | - | 10 | - / - | - / - |
| H150 ²⁾ | 4 | | 50 | - | - | - | - | - | 150 / - | 155 / - |

¹⁾ lösungsgeglüht

²⁾ lösungsgeglüht und kaltumgeformt und ausscheidungsgehärtet

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 Profile und Rechteckstangen – nach DIN EN 12167 –

| Zustand | Querschnittsmaß | | | Zugfestigkeit | 0,2 %- Dehngrenze | Bruch- dehnung | Härte | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----|-------------------|----------------------|-------------------|-------|------|
| | | | | | | | HB | HV |
| | (Nennmaß) | | | R _m | R _{p0,2} | A | | |
| | Profile | Rechteckstangen | | | | | | |
| | | Dicke in mm | | N/mm ² | N/mm ² | % | | |
| | ¹⁾ | über | bis | min. | ungefähr | ungefähr | min. | min. |
| M | alle Maße | | | wie gefertigt | | | | |
| R200 ²⁾ | – | 3 | 60 | 200 | (60) | (30) | – | – |
| H065 ²⁾ | – | 3 | 60 | – | – | – | 65 | 70 |
| R360 ³⁾ | – | 3 | 30 | 360 | (250) | (15) | – | – |
| H105 ³⁾ | – | 3 | 30 | – | – | – | 105 | 110 |
| R420 ⁴⁾ | – | 3 | 30 | 420 | (350) | (08) | – | – |
| H120 ⁴⁾ | – | 3 | 30 | – | – | – | 120 | 125 |

¹⁾ Die mechanischen Eigenschaften der Profile sind von der Form und den Maßen des Profils abhängig und zwischen Käufer und Lieferant zu vereinbaren.

²⁾ lösungsgeglüht

³⁾ lösungsgeglüht und ausscheidungsgehärtet

⁴⁾ lösungsgeglüht, kaltumgeformt und ausscheidungsgehärtet

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

4.1.6 Drähte – nach DIN EN 12166 –

| Zustand | Durchmesser ¹⁾ | | Zugfestigkeit | | 0,2 %- Dehngrenze | Bruchdehnung ²⁾ | | | Härte | |
|---------------------------|---------------------------|-----|-------------------|------|----------------------|----------------------------|-------------------|------|-------|------|
| | | | | | | A ₁₀₀ | A _{11,3} | A | HV | |
| | (Nennmaß) | | R _m | | R _{p0,2} | A ₁₀₀ | A _{11,3} | A | HV | |
| | mm | | N/mm ² | | N/mm ² | % | % | % | | |
| | von | bis | min. | max. | ungefähr | min. | min. | min. | min. | max. |
| M | alle Maße | | wie gefertigt | | | | | | | |
| R360 ³⁾ | 2 | 10 | 360 | 460 | (270) | 11 | 13 | 15 | – | – |
| H130 ³⁾ | 2 | 10 | – | – | – | – | – | – | 130 | 160 |
| R440 ⁴⁾ | 2 | 10 | 440 | 540 | (400) | 8 | 9 | 10 | – | – |
| H165 ⁴⁾ | 2 | 10 | – | – | – | – | – | – | 165 | 195 |
| R470 ⁵⁾ | 2 | 10 | 470 | 570 | (440) | 5 | 7 | 8 | – | – |
| H170 ⁵⁾ | 2 | 10 | – | – | – | – | – | – | 170 | 200 |

¹⁾ oder gleichgroße Querschnittsfläche für vierkantige Drähte

²⁾ Der Zugversuch muss nach DIN EN 10002-1 an einer gleichachsigen Probe durchgeführt werden.

³⁾ lösungsgeglüht und kaltumgeformt

⁴⁾ lösungsgeglüht, kaltumgeformt, ausscheidungsgehärtet und kaltbearbeitet

⁵⁾ lösungsgeglüht, kaltumgeformt, ausscheidungsgehärtet und kaltumgeformt

zu ³⁾ bis ⁵⁾: Wenn die festgelegten mechanischen Eigenschaften durch eine andere Fertigungsweise als die hier angegebenen erreicht wurden, ist dies vom Lieferer dem Kunden anzuzeigen.

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

4.1.7 Schmiedestücke – nicht nach DIN EN 12420 –

| Zustand | Dicke in Schlagrichtung | | Härte | | Zugfestigkeit | 0,2 %-Dehngrenze | Bruchdehnung |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---|------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| | Gesenk- und Freiform-Schmiedestücke | Freiform-Schmiedestücke | HB | HV | R_m | $R_{p0,2}$ | A |
| | bis 80 mm | über 80 mm | min. | min. | N/mm ² min. | N/mm ² min. | % min. |
| M | X | X | wie gefertigt, ohne festgelegte mechanische Eigenschaften | | | | |
| H110¹⁾ | X | X | 110 | 115 | (360) | (270) | (15) |

¹⁾ lösungsgeglüht und ausscheidungsgehärtet

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

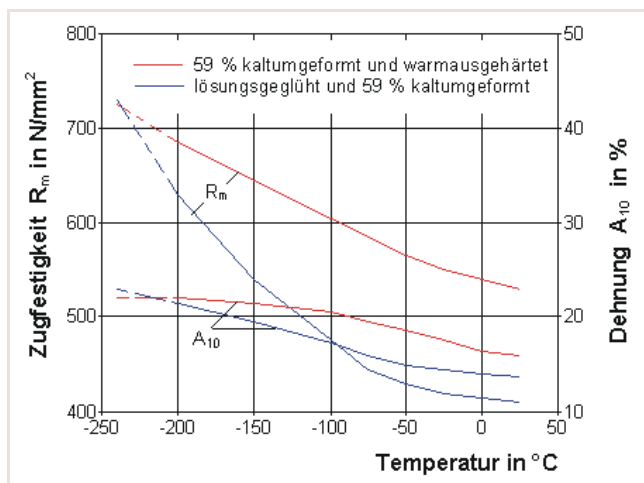
4.1.8 Scherfestigkeit

| Temperatur | Scherfestigkeit | Zustand |
|------------|-------------------|-----------------|
| °C | N/mm ² | |
| 20 | 170 | lösungsgeglüht |
| 20 | 300 | warmausgehärtet |

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.2 Tieftemperaturverhalten

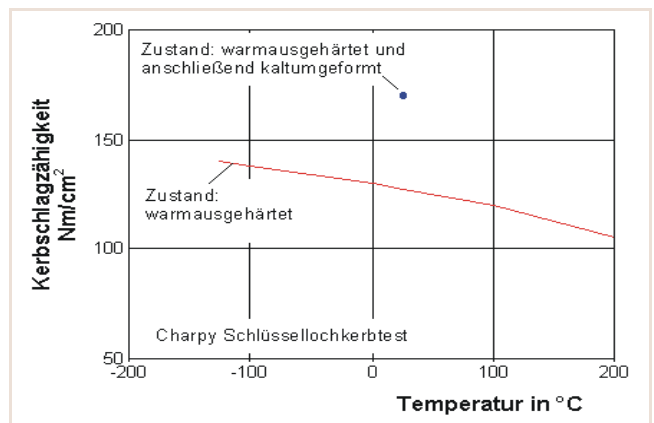
4.2.1 Festigkeitswerte



Quelle: [2]

Zu CuCr1Zr sind keine Angaben bekannt. Die angeführten Werte einer CuCr-Legierung mit einem Chromanteil von 0,5 bis 1,2 % können als Richtwerte dienen. Untersucht wurde eine Stange mit einem Durchmesser von 18 mm [2].

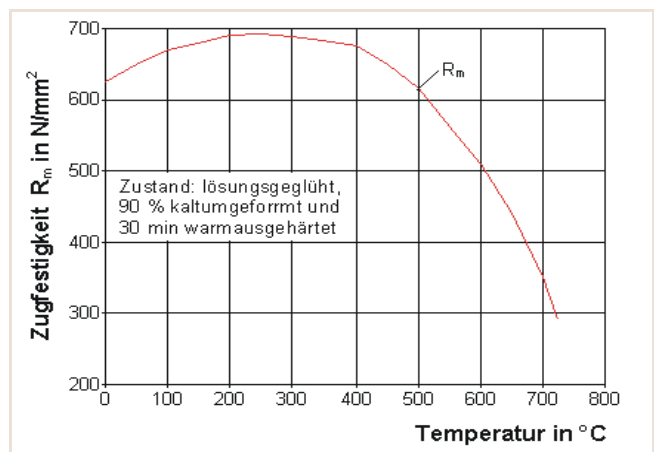
4.2.2 Kerbschlagzähigkeit – Tieftemperatur –



Quelle: [3]

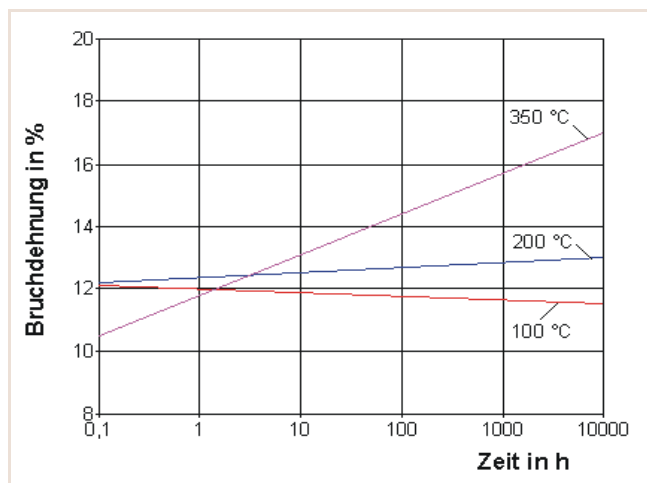
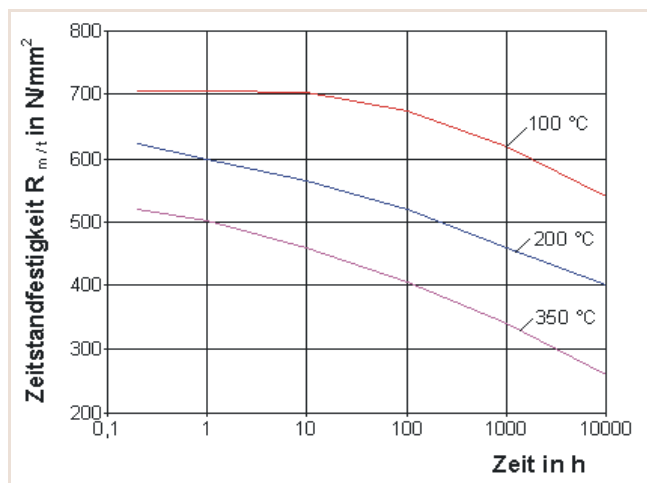
4.3 Hochtemperaturverhalten

4.3.1 Warmfestigkeit



Quelle: [4]

4.3.2 Zeitstandwerte



Quelle Bild 1 und 2: [5]

5. Normen

5.1 Stangen

DIN EN 12163 Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen zur allgemeinen Verwendung

DIN EN 12167 Kupfer und Kupferlegierungen – Profile und Rechteckstangen zur allgemeinen Verwendung

5.2 Drähte

DIN EN 12166 Kupfer und Kupferlegierungen – Drähte zur allgemeinen Verwendung

5.3 Schmiedestücke und Schmiedevormaterial

DIN EN 12165 Kupfer und Kupferlegierungen – Vormaterial für Schmiedestücke

DIN EN 12420 Kupfer und Kupferlegierungen – Schmiedestücke

6. Werkstoffbezeichnungen

Vergleich der Werkstoffbezeichnungen in verschiedenen Ländern (einschließlich ISO) ^{*)}

| Land | Bezeichnung der Normung | Werkstoffbezeichnung / -nummer |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Europa | EN | CuCr1Zr CW106C |
| USA | ASTM (UNS) | C18150 |
| Japan | JIS | - |
| Internationale Normung | ISO | CuCr1Zr |

| Vormalige nationale Bezeichnungen | | |
|-----------------------------------|-----|-------------------|
| Deutschland | DIN | CuCr1Zr 2.1293 |
| Frankreich | NF | - |
| Großbritannien | BS | CC102 |
| Italien | UNI | CuCrZr |
| Schweden | SS | - |
| Schweiz | SNV | - |
| Spanien | UNE | - |

^{*)} Die Toleranzbereiche der Zusammensetzung der in außereuropäischen Ländern genormten Legierungen sind nicht in allen Fällen gleich mit der Festlegung nach DIN EN.

7. Bearbeitbarkeit

7.1 Umformen und Glühen

| Umformen | |
|---|-----------------------|
| Kaltumformung, lösungsgeglühter Zustand | gut |
| Kaltumformung, ausgehärteter Zustand | mittel |
| Warmumformung Temperaturbereich | gut 850 bis 950 °C |

| Glühen | |
|----------------------------------|-----------------|
| Lösungsglühen, Temp-Bereich | 950 bis 1000 °C |
| Weichglühen, Temp-Bereich | 600 bis 800 °C |
| Aushärten, Temp-Bereich | 425 bis 500 °C |
| Entspannungsglühen, Temp-Bereich | 300 bis 350 °C |

CuCr1Zr weist eine gute Warm- sowie Kaltumformbarkeit im lösungsgeglühten Zustand auf. Die Kaltumformbarkeit im ausgehärteten Zustand ist als mäßig einzustufen.

7.2 Spanbarkeit

Zerspanbarkeitsindex: 25

(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 CuCr1Zr im ausgehärteten Zustand der Gruppe II (mäßige Spanbarkeit) und im lösungsgeglühten Zustand der Gruppe III (mäßige bis schwere Spanbarkeit) zugeordnet. Die Spanform ist ungünstig, es treten je nach Spanungsparameter Wirt- oder Flachwendelspäne auf.

Siehe auch [6].

7.3 Verbindungstechniken

| Schweißen | |
|-------------------------|------------------|
| Gasschweißen | schlecht |
| Lichtbogenhandschweißen | mittel |
| WIG-Schweißen | weniger geeignet |
| MIG-Schweißen | weniger geeignet |
| Widerstandsschweißen | gut |

| Löten | |
|------------|--------|
| Weichlöten | mittel |
| Hartlöten | mittel |

| Kleben | |
|--------|---|
| | - |

7.4 Oberflächenbehandlung

| Polieren | |
|---------------------------|--------|
| mechanisch | gut |
| elektrolytisch / chemisch | mittel |

| Galvanisierbarkeit | |
|--------------------|-----|
| | gut |

| Eignung für Tauchverzinnung ¹⁾ | |
|---|-----|
| | gut |

8. Korrosionsbeständigkeit

CuCr1Zr besitzt gegenüber Kupfer im lösungsgeglühten, homogenen Zustand eine erhöhte Anlaufbeständigkeit.

CuCr1Zr ist beständig gegen Industrielatmosphäre, Brauch- und Trinkwasser (Strömungsgeschwindigkeit max. 1,5 m/s), reinen Wasserdampf, nicht oxidierende Säuren (ohne gelösten Sauerstoff) und neutrale Salzlösungen.

Beim Glühen in wasserstoffhaltiger Atmosphäre tritt keine Werkstoffbeschädigung ein.

Es ist aber gegen Lösungen, die Cyanide, Halogenide bzw. Ammoniak enthalten, gegen oxidierende Säuren, feuchtes Ammoniak und halogenhaltige Gase, Schwefelwasserstoff und Seewasser – insbesondere bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten – nicht beständig.

9. Anwendungen

- Kurzschlussringe, Erregerschielen
- Kontaktbolzen für den Elektromaschinenbau
- Rollenelektroden, Punktschweißelektroden
- Elektrodennaben und Backen für Abbrennstumpfschweißanlagen
- Schalterteile
- elektrisch bzw. thermisch hochbeanspruchte Teile in Beschleunigeranlagen
- Kokillen für Grauguss und Stahlguss
- Stranggießkokillen, Gießräder

10. Liefernachweis

Technische Lieferbedingungen sind in der betreffenden Halbzeugnorm enthalten. Nachweise von Herstellern und Händlern für Halbzeug aus CuCr1Zr können der Quelle [7] entnommen werden.

11. Literatur

[1] R. Langner und K. Rust: Herstellung und Eigenschaften von CuCr und CuCrZr. Neue Hütte 12, 1967, 9, S. 550–555.

[2] Copper Data Sheet No. C3, CuCr1, Deutsches Kupferinstitut, 1972.

[3] Kupferwerkstoffe. Wieland-Werke AG, Ulm, 1986.

[4] P. W. Taubenblat, W. E. Smith, A. R. Graviano: Properties and applications of high strength, high conductivity copper and copper alloys; AMAX Base Metals R. a. D., Inc. 400 Middlesex Avenue, Carteret, New Jersey.

[5] A. Baukloh, K. Drehfahl, U. Heubener, M. Rühle: Zeitstandsuntersuchungen an niedrig- und unlegierten Kupferwerkstoffen. Metall 30, 1976, Heft 1, S. 19–28.

[6] Richtwerte für die spanende Bearbeitung von Kupfer und Kupferlegierungen (DKI-Informationsdruck i.18). Deutsches Kupferinstitut, Berlin/Düsseldorf, 1987.

[7] <http://www.kupferinstitut.de>

12. Index

Allgemeine Informationen 2
 Anwendungen 9
 Aushärten 8
 Chemische Zusammensetzung 2
 Dichte 2

Elastizitätsmodul 3
 Entspannungsglühen 8
 Festigkeitswerte
 Bänder und Bleche 4
 bei tiefen Temperaturen 6
 Drähte 5
 Platten 4
 Profile und Rechteckstangen 5
 Rohre 4
 Schmiedestücke 6
 Stangen 4
 Galvanisierbarkeit 8
 Gasschweißen 8
 Gefüge 4
 Hartlöten 8
 Kaltumformung 8
 Kerbschlagzähigkeit 6
 Kleben 8
 Korrosionsbeständigkeit 8
 Kristallstruktur 4
 Längenausdehnungskoeffizient 2
 Lichtbogenhandschweißen 8
 Liefernachweis 9
 Liquidustemperatur 2
 Literatur 9
 Lösungsglühen 8
 Löten 8
 MIG-Schweißen 8
 Normen
 Drähte 7
 Schmiedestücke und Schmiedevormaterial 7
 Stangen 7
 Oberflächenbehandlung 8
 Polieren 8
 Scherfestigkeit 6
 Schweißen 8
 Solidustemperatur 2
 Spanbarkeit 8
 Spez. elektrische Leitfähigkeit 3
 Spez. elektrischer Widerstand 3
 Spez. magnetische Suszeptibilität 4
 Spez. Wärmekapazität 2
 Tauchverzinnung 8
 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands 3
 Verzinnung 8
 Wärmeleitfähigkeit 3
 Warmfestigkeit 6
 Warmumformung 8
 Weichglühen 8
 Weichlöten 8
 Werkstoffbezeichnungen 7
 Widerstandsschweißen 8
 WIG-Schweißen 8
 Zeitstandwerte 7