

Inhalt

| | | | | | |
|-----------|---|----------|------------|--------------------------------------|-----------|
| 1. | Allgemeine Informationen | 2 | 6. | Werkstoffbezeichnungen | 10 |
| 2. | Chemische Zusammensetzung | 2 | 7. | Bearbeitbarkeit | 10 |
| 3. | Physikalische Eigenschaften | 2 | 7.1 | Umformen und Glühen | 10 |
| 3.1 | Dichte | 2 | 7.2 | Spanbarkeit..... | 11 |
| 3.2 | Solidus- und Liquidustemperatur | 2 | 7.3 | Verbindungstechniken | 11 |
| 3.3 | Längenausdehnungskoeffizient | 2 | 7.4 | Oberflächenbehandlung..... | 11 |
| 3.4 | Spezifische Wärmekapazität | 2 | 8. | Korrosionsbeständigkeit | 11 |
| 3.5 | Wärmeleitfähigkeit..... | 3 | 9. | Anwendungen | 11 |
| 3.6 | Spezifische elektrische Leitfähigkeit | 3 | 10. | Liefernachweis | 12 |
| 3.7 | Spezifischer elektrischer Widerstand | 3 | 11. | Literatur | 12 |
| 3.8 | Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands | 3 | 12. | Index | 12 |
| 3.9 | Elastizitätsmodul | 4 | | | |
| 3.10 | Spezifische magnetische Suszeptibilität | 4 | | | |
| 3.11 | Kristallstruktur / Gefüge | 4 | | | |
| 4. | Mechanische Eigenschaften | 5 | | | |
| 4.1 | Festigkeitswerte bei Raumtemperatur | 5 | | | |
| 4.2 | Tieftemperaturverhalten..... | 8 | | | |
| 4.3 | Hochtemperaturverhalten..... | 8 | | | |
| 4.4 | Dauerschwingfestigkeit | 9 | | | |
| 5. | Normen | 9 | | | |
| 5.1 | Bänder und Bleche..... | 9 | | | |
| 5.2 | Rohre | 9 | | | |
| 5.3 | Stangen und Profile..... | 10 | | | |
| 5.4 | Drähte | 10 | | | |
| 5.5 | Schmiedestücke und Schmiedevormaterial | 10 | | | |
| 5.6 | Sonstige Normen | 10 | | | |

Stand 2005

Hinweis:

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

1. Allgemeine Informationen

Werkstoff-Bezeichnung:

Cu-ETP (ehem. E-Cu58, E-Cu57; alte Bez.: E-Cu)

Werkstoff-Nr.:

CW004A (ehem. 2.0065, 2.0060)

Cu-ETP ist ein durch elektrolytische Raffination hergestelltes, sauerstoffhaltiges (zähgepoltes) Kupfer, das eine sehr hohe Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität (im weichen Zustand min. $57 \text{ m } \Omega^{-1}/\text{mm}^2$) aufweist.

Halbzeug aus Cu-ETP wird meistens über gegossene Formate, wie z. B. Walzbarren und Gussdrähte, mittels Umformung gefertigt; das ausgezeichnete Formänderungsvermögen (Umformbarkeit) kommt hier sehr der Fertigung entgegen.

Aufgrund des Sauerstoffgehaltes können keine Anforderungen an die Hartlöt- und Schweißbarkeit gestellt werden (Wasserstoffkrankheit, s. Abschn. 8).

Cu-ETP kommt zum Einsatz, wenn hohe elektrische Leitfähigkeit verlangt wird (Elektrotechnik, Elektronik) [1].

2. Chemische Zusammensetzung – nach DIN EN –

| Legierungsbestandteile | | | |
|------------------------|-------------|-----------------|------------|
| Massenanteil in % | | | |
| Cu ¹⁾ | Bi | O ²⁾ | Pb |
| min. 99,9 | max. 0,0005 | max. 0,04 | max. 0,005 |

| Zulässige Beimengungen bis | |
|--|--|
| Massenanteil in % | |
| Sonstige zusammen (ausgeschlossen Ag, O) | |
| 0,03 | |

¹⁾ Einschließlich Silber bis max. 0,015 %

²⁾ Ein Sauerstoffgehalt bis 0,06 % ist zulässig, wenn zwischen Käufer und Lieferant vereinbart.

3. Physikalische Eigenschaften

3.1 Dichte

| Temperatur | Dichte |
|-------------------|------------------------|
| °C | g/cm^3 |
| 20 | 8,93 |
| Schmelztemperatur | 8,32 |

Die Temperaturabhängigkeit ist linear.

3.2 Solidus- und Liquidustemperatur

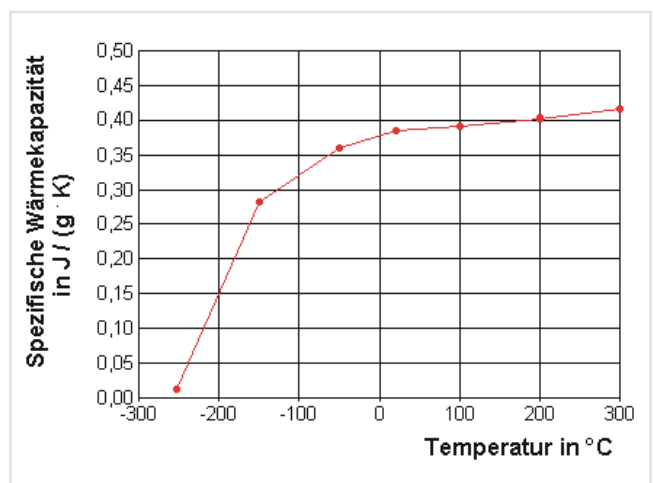
| Solidustemperatur | Liquidustemperatur |
|-------------------|--------------------|
| °C | °C |
| | 1083 |

3.3 Längenausdehnungskoeffizient

| Temperatur | Längenausdehnungskoeffizient |
|-----------------|-------------------------------|
| °C | $10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| -253 | 0,3 |
| -183 | 9,5 |
| von -191 bis 16 | 14,1 |
| von 20 bis 100 | 16,8 |
| von 20 bis 200 | 17,3 |
| von 20 bis 300 | 17,7 |

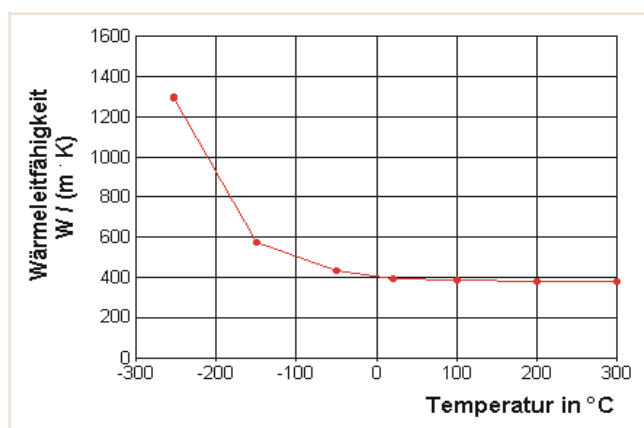
3.4 Spezifische Wärmekapazität

| Temperatur | Spezifische Wärmekapazität |
|------------|--------------------------------------|
| °C | $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ |
| -253 | 0,013 |
| -150 | 0,282 |
| -50 | 0,361 |
| 20 | 0,386 |
| 100 | 0,393 |
| 200 | 0,403 |
| 300 | 0,415 |



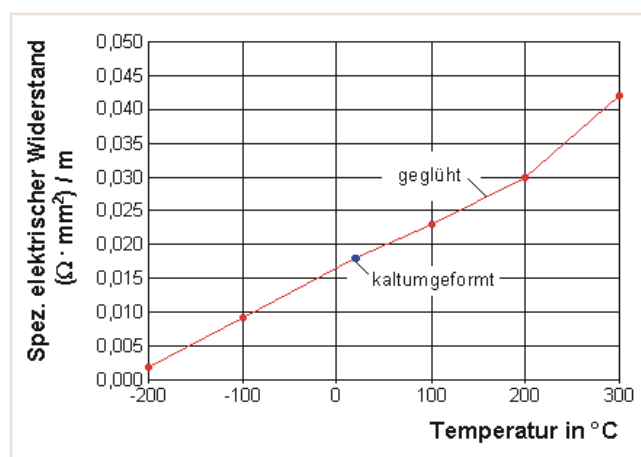
3.5 Wärmeleitfähigkeit

| Temperatur °C | Wärmeleitfähigkeit W/(m·K) |
|------------------|-------------------------------|
| -253 | 1298 |
| -200 | 574 |
| -100 | 435 |
| 20 | 394 |
| 100 | 385 |
| 200 | 381 |
| 300 | 377 |



3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand

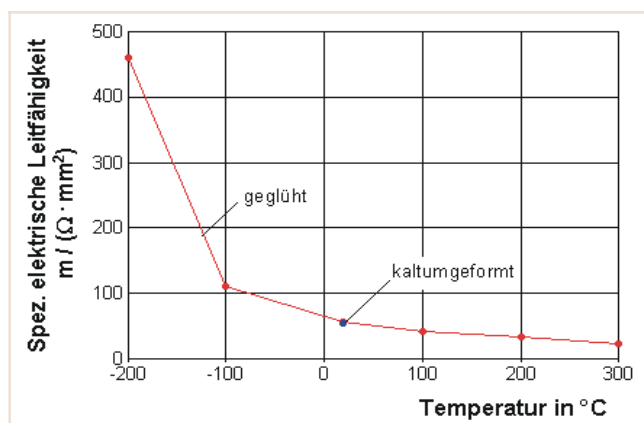
| Temperatur °C | Spez. elektr. Widerstand (Ω·mm²)/m | Zustand |
|------------------|---------------------------------------|---------------|
| -200 | 0,002 | geglüht |
| -100 | 0,009 | |
| 20 | 0,018 | |
| 100 | 0,023 | |
| 200 | 0,03 | |
| 300 | 0,042 | |
| 20 | 0,017 bis 0,018 | kaltumgeformt |



3.6 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

| Temperatur °C | Spez. elektr. Leitfähigkeit MS/m | Zustand |
|------------------|-------------------------------------|---------------|
| -200 | 460 | geglüht |
| -100 | 110 | |
| 20 | 57 | |
| 100 | 43 | |
| 200 | 33 | |
| 300 | 24 | |
| 20 | 55 bis 57 | kaltumgeformt |

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



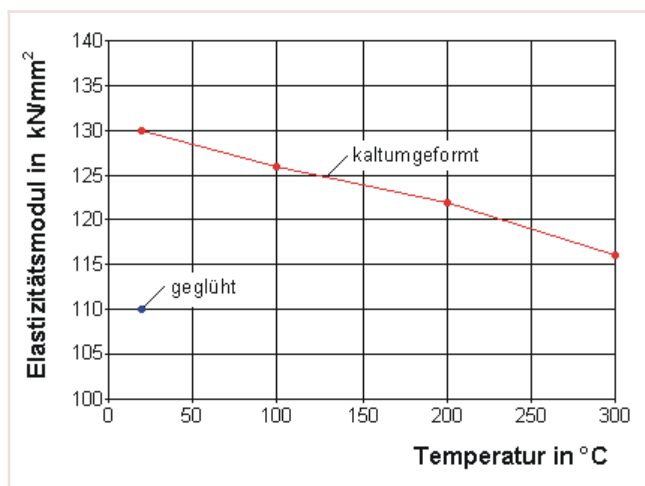
3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

| Temperatur °C | Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands K ⁻¹ | Zustand |
|------------------|--|---------------|
| 20 | 0,00393 | geglüht |
| 20 | 0,00381 | kaltumgeformt |

Gültig von -100 bis 200 °C.

3.9 Elastizitätsmodul

| Temperatur °C | Elastizitätsmodul kN/mm ² | Zustand |
|------------------|---|---------------|
| 20 | 110 | geglüht |
| 20 | 130 | |
| 100 | 126 | kaltumgeformt |
| 200 | 122 | |
| 300 | 116 | |



Anmerkung: 1 kN/mm² entspricht 1 GPa.

3.10 Spezifische magnetische Suszeptibilität – bei 20 °C –

Cu-ETP besitzt weder para- noch ferromagnetische Eigenschaften. Die Suszeptibilität X liegt dann bei $-0,086 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$.

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

3.11 Kristallstruktur / Gefüge

Cu-ETP kristallisiert in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter. Der vorhandene Sauerstoff (Löslichkeitsgrenze bei 0,09 Massen-%) tritt als Kupfer(I)-oxid gebunden auf, das mit Kupfer ein Eutektikum bildet und je nach Herstellung entweder als netzförmig zusammenhängendes Gebilde an Korngrenzen ausgeschieden wird oder verteilt in Form von kugelförmigen Einschlüssen vorliegt.

4. Mechanische Eigenschaften

4.1 Festigkeitswerte bei Raumtemperatur

4.1.1 Bänder, Bleche, Platten – nach DIN EN 13599 –

| Zustand | Dicke (Nennmaß) | | Zugfestigkeit | | 0,2 %-Dehngrenze | | Bruchdehnung | | Härte | |
|---------|-----------------------|-----|-------------------------------------|------|--|-------|---|--------|-------|------|
| | t ¹⁾ mm | | R _m N/mm ² | | R _{p0,2} N/mm ² | | für Dicken von 0,1 bis über 2,5 mm 2,5 mm | | HV | |
| | von | bis | min. | max. | min. | max. | A _{50mm} % | A % | min. | max. |
| M | 10 | 25 | wie gefertigt | | | | | | | |
| H040 | 0,1 | 5 | - | - | - | - | - | - | 40 | 65 |
| R220 | 0,1 | 0,2 | 200 | 260 | - | (140) | 28 | 42 | - | - |
| R220 | über | 0,2 | 220 | 260 | - | (140) | 33 | 42 | - | - |
| H040 | über | 5 | - | - | - | - | - | - | 40 | 65 |
| R200 | über | 5 | 200 | 250 | - | (100) | - | 42 | - | - |
| H065 | 0,1 | 10 | - | - | - | - | - | - | 65 | 95 |
| R240 | 0,1 | 10 | 240 | 300 | (180) | - | 8 | 15 | - | - |
| H090 | 0,1 | 10 | - | - | - | - | - | - | 90 | 110 |
| R290 | 0,1 | 10 | 290 | 360 | (250) | - | 4 | 6 | - | - |
| H110 | 0,1 | 2 | - | - | - | - | - | - | 110 | - |
| R360 | 0,1 | 2 | 360 | - | (320) | - | 2 | - | - | - |

¹⁾ Für Dicken kleiner als 0,1 mm müssen die mechanischen Eigenschaften zwischen Käufer und Lieferant vereinbart werden.
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 Rohre – nach DIN EN 13600 –

| Zustand | Wanddicke (Nennmaß) mm max. | Zugfestigkeit | | 0,2 %-Dehngrenze | | Bruch- dehnung A % | Härte | | | |
|---------|--------------------------------------|--|------|--|------|-----------------------------|-------|------|------|------|
| | | R _m N/mm ² | | R _{p0,2} N/mm ² | | | HB | | HV | |
| | | min. | max. | min. | max. | | min. | max. | min. | max. |
| D | - | kaltgezogen ohne festgelegte mechanische Eigenschaften | | | | | | | | |
| H035 | 20 | - | - | - | - | - | 35 | 60 | 35 | 65 |
| R200 | 20 | 200 | 250 | - | 120 | 40 | - | - | - | - |
| H065 | 10 | - | - | - | - | - | 60 | 90 | 65 | 95 |
| R250 | 10 | 250 | 300 | 150 | - | 15 | - | - | - | - |
| H090 | 5 | - | - | - | - | - | 85 | 105 | 90 | 110 |
| R290 | 5 | 290 | 360 | 250 | - | 6 | - | - | - | - |
| H100 | 3 | - | - | - | - | - | 95 | - | 10 | - |
| R360 | 3 | 360 | - | 320 | - | (3) | - | - | - | - |

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 Stangen und Drähte – nach DIN EN 13601 –

| Zustand | Maße | Zugfestigkeit | 0,2 %-Dehngrenze | Bruchdehnung | | Härte | | | |
|---------------------------|---|---|-------------------|------------------|------|-------|------|------|------|
| | | | | A ₁₀₀ | A | HB | | HV | |
| | a) rund, quadratisch, sechseckig b1) rechteckig, Dicke b2) rechteckig, Breite | R _m | R _{p0,2} | | | | | | |
| | mm | N/mm ² | N/mm ² | % | % | | | | |
| | | min. | | min. | min. | min. | max. | min. | max. |
| D | a) von 2 bis 40 b1) von 0,5 bis 80 b2) von 1 bis 200 | kalt gefertigt ohne festgelegte Eigenschaften | | | | | | | |
| H035 ¹⁾ | a) von 2 bis 80 b1) von 0,5 bis 40 b2) von 1 bis 200 | - | - | - | - | 35 | 65 | 35 | 65 |
| R200 ¹⁾ | a) von 2 bis 80 b1) von 1 bis 40 b2) von 5 bis 200 | 200 | max.120 | 25 | 35 | - | - | - | - |
| H065 | a) von 2 bis 80 b1) von 0,5 bis 40 b2) von 1 bis 200 | - | - | - | - | 65 | 90 | 70 | 95 |
| R250 | a) von 2 bis 10 b1) von 1 bis 10 b2) von 5 bis 200 | 250 | min. 200 | 8 | 12 | - | - | - | - |
| R250 | a) über 10 bis 30 b1) - b2) - | 250 | min. 180 | - | 15 | - | - | - | - |
| R230 | a) über 30 bis 80 b1) über 10 bis 40 b2) über 10 bis 200 | 230 | min. 160 | - | 18 | - | - | - | - |
| H085 | a) von 2 bis 40 b1) von 0,5 bis 20 b2) von 1 bis 120 | - | - | - | - | 85 | 110 | 90 | 115 |
| H075 | a) über 40 bis 80 b1) über 20 bis 40 b2) über 20 bis 160 | - | - | - | - | 75 | 100 | 80 | 105 |
| R300 | a) von 2 bis 20 b1) von 1 bis 10 b2) von 5 bis 120 | 300 | min. 260 | 5 | 8 | - | - | - | - |
| R280 | a) über 20 bis 40 b1) über 10 bis 20 b2) über 10 bis 120 | 280 | min. 240 | - | 10 | - | - | - | - |
| R260 | a) über 40 bis 80 b1) über 20 bis 40 b2) über 20 bis 160 | 260 | min. 220 | - | 12 | - | - | - | - |
| H100 | a) von 2 bis 10 b1) von 0,5 bis 5 b2) von 1 bis 120 | - | - | - | - | 100 | - | 110 | - |
| R350 | a) von 2 bis 10 b1) von 1 bis 5 b2) von 5 bis 120 | 350 | min. 320 | 3 | 5 | - | - | - | - |

¹⁾ weich

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.4 Profile und profilierte Drähte – nach DIN EN 13605 –

| Zustand | Maße | | Zugfestigkeit R_m N/mm ² min. | 0,2 %- Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ² min. | Bruchdehnung ¹⁾ | | Härte | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------------|---|---|----------------------------|----------------|-------|------|------|------|
| | Dicke mm max. | Breite / Höhe mm max. | | | $A_{1,00}$ % min. | A % min. | HB | | HV | |
| | | | | | | | min. | max. | min. | max. |
| D | 50 | 180 | | | wie gezogen | | | | | |
| H035 ²⁾ | 50 | 180 | - | - | - | - | 35 | 65 | 35 | 70 |
| R200 ²⁾ | 50 | 180 | 200 | max. 120 | 25 | 35 | - | - | - | - |
| H065 ³⁾ | 10 | 150 | - | - | - | - | 65 | 95 | 70 | 100 |
| R240 ³⁾ | 10 | 150 | 240 | min. 160 | - | 15 | - | - | - | - |
| H080 ³⁾ | 5 | 100 | - | - | - | - | 80 | 115 | 85 | 120 |
| R280 ³⁾ | 5 | 100 | 280 | min. 240 | - | 8 | - | - | - | - |

¹⁾ Den aufgeführten Werten für die Bruchdehnung liegt eine Ausgangsmesslänge nach DIN EN 10002-1 zu Grunde.

a) eine Messlänge $A \approx 5,65 (S_0)^{-1/2}$ für Dicken gleich oder größer 3 mm, und

b) eine konstante Messlänge A_{100mm} für Dicken kleiner als 3 mm.

²⁾ weich

³⁾ Die Werte dieser Zustände sind nur an bestimmten Stellen der Probe gültig und wenn sie zum Zeitpunkt der Anfrage und des Auftrags zwischen Käufer und Hersteller vereinbart wurden.

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.5 Strangpressprofile

Strangpressprofile aus Cu-ETP sind nach DIN EN nicht genormt.

4.1.6 Schmiedestücke – nicht nach DIN EN 12420 –

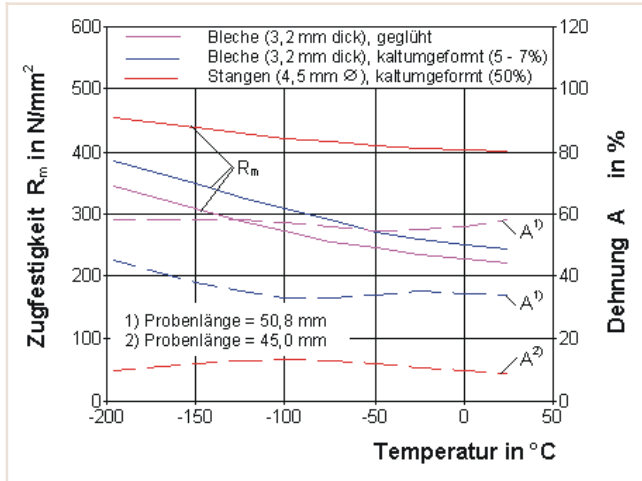
| Zustand | Dicke in Schlagrichtung | | Härte | | Zugfestigkeit R_m N/mm ² min. | 0,2 %- Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ² min. | Bruchdehnung A % min. |
|-------------|--|---------------------------------------|---|------|---|---|--------------------------------|
| | Gesenk- und Freiform-Schmiedestücke bis 80 mm | Freiform-Schmiedestücke über 80 mm | HB | HV | | | |
| | | | min. | min. | | | |
| M | X | X | wie gefertigt, ohne festgelegte mechanische Eigenschaften | | | | |
| H045 | X | X | 45 | 45 | (200) | (40) | (35) |

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.

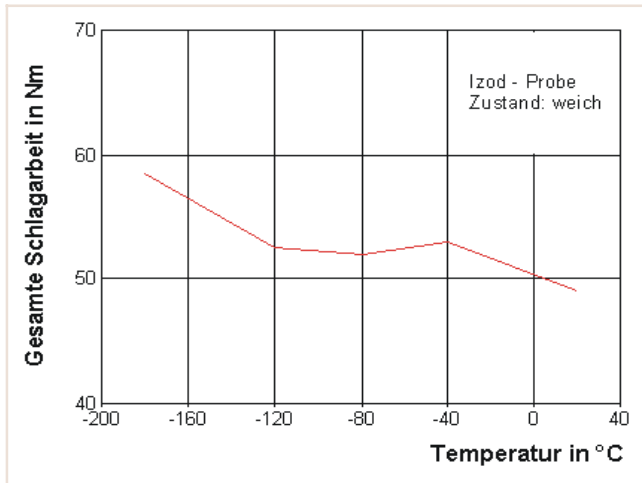
4.2 Tieftemperaturverhalten

4.2.1 Festigkeitswerte



Quelle: [2]

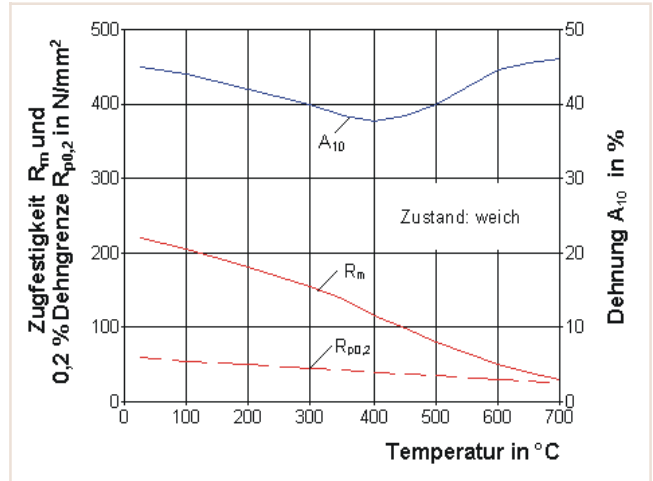
4.2.2 Kerbschlagzähigkeit - Tieftemperatur -



Quelle: [3]

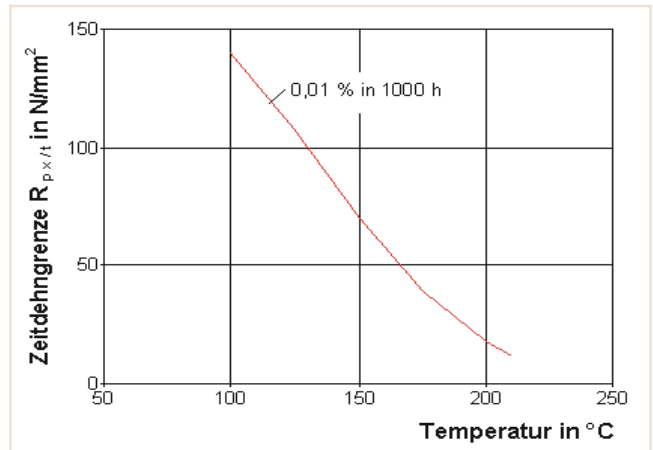
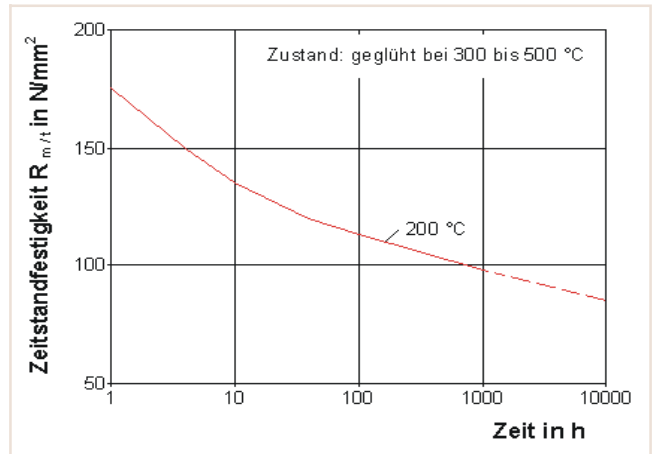
4.3 Hochtemperaturverhalten

4.3.1 Warmfestigkeit



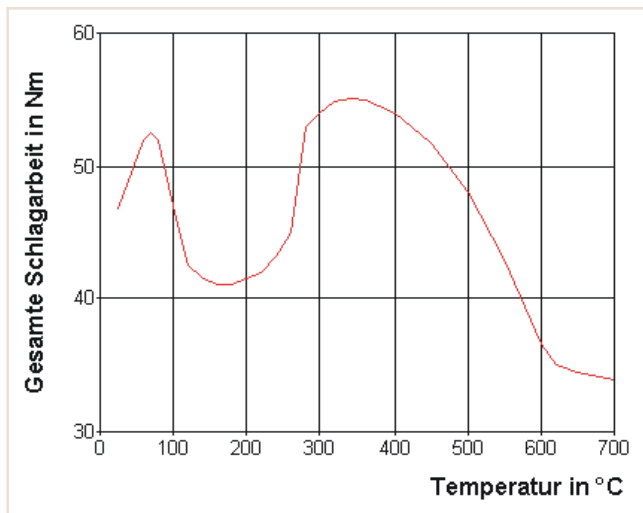
Quelle: [4]

4.3.2 Zeitstandwerte



Quelle Bild 1 und 2: [4]

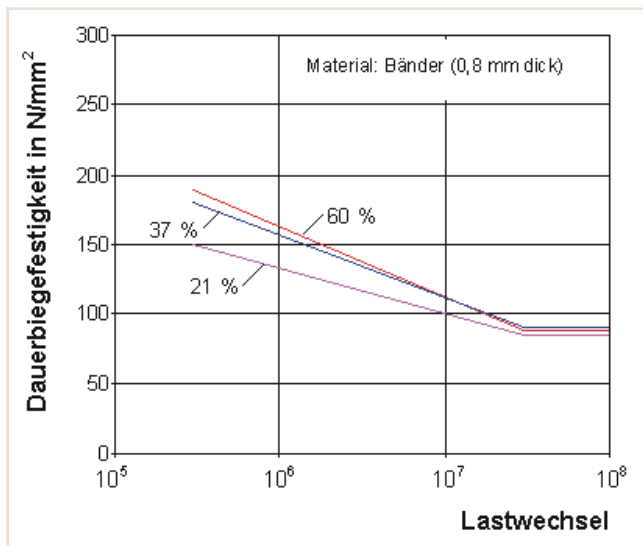
4.3.3 Kerbschlagzähigkeit - Hochtemperatur -



Quelle: [5]

4.4 Dauerschwingfestigkeit

4.4.1 Bänder und Bleche



Quelle: [2]

Für Bänder (0,5 mm dick) sind außerdem folgende Angaben vorhanden [2]:

| Zustand | Lastwechsel | Dauer-schwingfestigkeit N / mm ² |
|-------------------|-----------------|--|
| geglüht | 10 ⁸ | 76 |
| kaltgewalzt, 20 % | 10 ⁸ | 90 |
| kaltgewalzt, 60 % | 10 ⁸ | 97 |

4.4.2 Stangen

| Form | Lastwechsel | Dauerschwing-festigkeit N/mm ² |
|--|---------------------|--|
| Stangen (7,6 mm Ø) geglüht (Korngröße: 0,04 mm) | 3 · 10 ⁸ | 62 |
| Stangen (16 mm Ø) kaltumgeformt 30 % | 1 · 10 ⁸ | 114 |
| Stangen (25,4 mm Ø) kaltumgeformt 35 % | 3 · 10 ⁸ | 117 |
| Stangen (7,6 mm Ø) kaltumgeformt 36 % | 3 · 10 ⁸ | 117 |

Quelle: [2]

4.4.3 Drähte

| Form | Lastwechsel | Dauerschwing-festigkeit N/mm ² |
|--|---------------------|--|
| Stangen (2 mm Ø) kaltumgeformt 37 % | 1 · 10 ⁸ | 107 |

Quelle: [2]

5. Normen

5.1 Bänder und Bleche

- DIN EN 1652** Kupfer und Kupferlegierungen - Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung
- DIN EN 13148** Kupfer und Kupferlegierungen - Feuerverzinnete Bänder
- DIN EN 13599** Kupfer und Kupferlegierungen - Platten, Bleche und Bänder aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik

5.2 Rohre

- DIN EN 13600** Kupfer und Kupferlegierungen - Nahtlose Rohre aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik

5.3 Stangen und Profile

- DIN EN 13601** Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen und Drähte aus Kupfer für die allgemeine Anwendung in der Elektrotechnik
- DIN EN 13605** Kupfer und Kupferlegierungen – Profile und profilierte Drähte aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik

5.4 Drähte

- DIN EN 1977** Kupfer und Kupferlegierungen – Vordraht aus Kupfer
- DIN EN 13601** Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen und Drähte aus Kupfer für die allgemeine Anwendung in der Elektrotechnik
- DIN EN 13602** Kupfer und Kupferlegierungen – Gezogener Runddraht aus Kupfer zur Herstellung elektrischer Leiter
- DIN EN 13605** Kupfer und Kupferlegierungen – Profile und profilierte Drähte aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik

5.5 Schmiedestücke und Schmiedevormaterial

- DIN EN 12165** Kupfer und Kupferlegierungen – Vormaterial für Schmiedestücke
- DIN EN 12420** Kupfer und Kupferlegierungen – Schmiedestücke

5.6 Sonstige Normen

- DIN EN 13603** Kupfer und Kupferlegierungen – Prüfverfahren zur Beurteilung von Schutzüberzügen aus Zinn auf gezogenen Runddrähten aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik
- DIN EN 13604** Kupfer und Kupferlegierungen – Produkte aus hochleitfähigem Kupfer für Elektronenröhren, Halbleiterbauelemente und für die Anwendung in der Vakuumtechnik

6. Werkstoffbezeichnungen

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

| Land | Bezeichnung der Normung | Werkstoffbezeichnung / -nummer |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Europa | EN | Cu-ETP CW004A |
| USA | ASTM (UNS) | C11000 |
| Japan | JIS | C1100 |
| Internationale Normung | ISO | Cu-ETP |

| Vormalige nationale Bezeichnungen | | | |
|-----------------------------------|-----|------------------|------------------|
| Deutschland | DIN | E-Cu57 2.0060 | E-Cu58 2.0065 |
| Frankreich | NF | Cu-a1 | |
| Großbritannien | BS | C101 | |
| Italien | UNI | Cu-ETP | |
| Schweden | SS | 5010 | |
| Schweiz | SNV | Cu-ETP | |
| Spanien | UNE | Cu-ETP C1110 | |

^{*)} 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 | sehr gut |
| Kaltumformgrad zwischen den Glühungen | max. 90 % |
| Warmumformung Temperaturbereich | gut 750 bis 950 °C |

| Glühen | |
|----------------------------------|----------------|
| Weichglühen, Temp-Bereich | 250 bis 500 °C |
| Entspannungsglühen, Temp-Bereich | 150 bis 200 °C |

7.2 Spanbarkeit

Zerspanbarkeitsindex: 20

(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 Cu-ETP der Gruppe III (mäßige bis schwere Spanbarkeit) zugeordnet. Für eine weitere Abstufung innerhalb dieser Gruppe ist der Festigkeitszustand maßgebend, so hat Cu-ETP im Zustand R360 eine relativ bessere Spanbarkeit als im Zustand R200.

Die Spanform ist ungünstig, es treten je nach Spanungsparameter lange Bandspäne und sog. Aufbauschneiden auf; die letzteren lassen sich durch Veränderung des Verhältnisses Vorschub/Schnittgeschwindigkeit vermeiden.

Siehe dazu auch [6].

7.3 Verbindungstechniken

| Schweißen | |
|-----------------------------|------------------------|
| Gasschweißen ^{*)} | nicht empfehlenswert |
| Lichtbogenhandschweißen | nicht empfehlenswert |
| WIG-Schweißen ^{*)} | weniger empfehlenswert |
| MIG-Schweißen ^{*)} | weniger empfehlenswert |
| Widerstandsschweißen | |
| - Punkt- und Nahtschweißen | weniger empfehlenswert |
| - Stumpfschweißen | gut |

| Löten | |
|-------------------------|-------------------------|
| Weichlöten | sehr gut |
| Hartlöten ^{*)} | gut (keine Flammlötung) |

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

^{*)} Zum Schweißen und Hartlöten in reduzierender Atmosphäre nicht geeignet (Wasserstoffkrankheit).

7.4 Oberflächenbehandlung

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

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

| Eignung für Tauchverzinnung | |
|-----------------------------|----------|
| | sehr gut |

8. Korrosionsbeständigkeit

Cu-ETP besitzt eine gute Beständigkeit in natürlicher Atmosphäre. Seine Oberfläche überzieht sich dabei zunächst mit dunklen, später mit grünen festhaftenden schützenden Deckschichten (Patina), die unschädlich sind. Auch gegenüber Trink- und Brauchwasser, wässrigen und alkalischen Lösungen (mit Ausnahme von Lösungen mit Cyaniden, Halogeniden bzw. Ammoniak), reinem Wasserdampf, nicht oxidierenden Säuren (kein gelöster Sauerstoff) und neutralen Salzlösungen ist CU-ETP gut beständig [1].

Es ist aber gegen oxidierende Säuren, feuchtes Ammoniak und halogenhaltige Gase, Schwefelwasserstoff und Seewasser nicht beständig. Das gilt auch in reduzierender Atmosphäre bei höheren Temperaturen. So ist Cu-ETP beim Glühen in wasserstoffhaltiger Atmosphäre oder beim Schweißen und Hartlöten mit offener Flamme durch Versprödung gefährdet. Hierbei kann der Wasserstoff in das glühende Kupfer eindringen, reagiert mit dem vorhandenen Kupfer(I)-oxid unter Bildung von Wasserdampf, dessen Druck das Gefüge aufweitet und die Brüchigkeit (sog. Wasserstoffkrankheit) verursacht [1].

9. Anwendungen

- Wicklungen für elektrische Maschinen und Apparate, wie Motoren, Generatoren, Transformatoren und für andere Instrumente (einschl. lackierte und emaillierte Drähte bzw. Litzen)
- Kabel und Leitungen für Haushalt- und Industrieverdrahtung sowie für den Kraftfahrzeugbau
- Fahr- und Kettendraht
- Schienenverbinder, Speiseleitungen und Schaltstromkreise für elektrische Bahnen, Straßenbahnen und Oberleitungsbusse, Telegraphen- und Telefonkabel, Tiefseekabel, Fernmelde- und Signalstromkreise sowie Zubehör für Radio- und Fernsehapparate
- Sammelschienen, Kontakte, Schalter
- Anschlussklemmen, Kollektorlamellen

- Blitzableiter und Erdungssysteme
- Anoden für Elektroplattieren und Galvanoplastik
- Koaxialleitungen
- Elektroden für elektrische Schweißgeräte, Funkenerosion und Schmelzöfen, Schaltgeräzubehör, Batterieverbindungen
- Hohlleiter, Wärmeübertrager, Rohrspiralen
- Apparate und Vorrichtungen für chemische Zwecke und für die Nahrungsmittelindustrie
- Druckwalzen, Führungsringe, Winddüsen, Kühlformen
- Innenverkleidung für dekorative Zwecke u. a.

10. Liefernachweis

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

11. Literatur

- [1] Kupfer/Vorkommen, Gewinnung, Eigenschaften, Verarbeitung, Verwendung (DKI-Informationsdruck i.4). Deutsches Kupferinstitut, Düsseldorf.
- [2] Copper Data Sheet No. A1, Cu-ETP, Deutsches Kupferinstitut, 1968.
- [3] Kupfer (Fachbuch). Deutsches Kupferinstitut, Berlin/Düsseldorf, 1982.
- [4] H. J. Wallbaum: Kupfer. In Landolt-Börnstein "Zahlenwerte und Funktionen", 2. Teil, Bandteil b, S. 669-724, Springer-Verlag, Berlin, 1964.
- [5] K. Dies: Kupfer und Kupferlegierungen in der Technik. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1967.
- [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 11
Chemische Zusammensetzung 2
Dauerschwingfestigkeit 9
Dichte 2

Elastizitätsmodul 4
Entspannungsglühen 10
Festigkeitswerte
 Bänder und Bleche 5
 bei tiefen Temperaturen 8
 Profile u. prof. Drähte 7
 Rohre 5
 Schmiedestücke 7
 Stangen und Drähte 6
 Strangpressprofile 7
Galvanisierbarkeit 11
Gasschweißen 11
Gefüge 4
Hartlöten 11
Kaltumformung 10
Kerbschlagzähigkeit 8, 9
Kleben 11
Korrosionsbeständigkeit 11
Kristallstruktur 4
Längenausdehnungskoeffizient 2
Lichtbogenhandschweißen 11
Liefernachweis 12
Liquidustemperatur 2
Literatur 12
Löten 11
MIG-Schweißen 11
Nahtschweißen 11
Normen
 Bänder und Bleche 9
 Drähte 10
 Rohre 9
 Schmiedestücke 10
 Sonstige 10
 Stangen und Profile 10
Oberflächenbehandlung 11
Polieren 11
Punktschweißen 11
Schmelztemperatur 2
Schweißen 11
Solidustemperatur 2
Spanbarkeit 11
Spez. elektrische Leitfähigkeit 3
Spez. elektrischer Widerstand 3
Spez. magnetische Suszeptibilität 4
Spez. Wärmekapazität 2
Stumpfschweißen 11
Tauchverzinnung 11
Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands 3
Verzinnung 11
Wärmeleitfähigkeit 3
Warmfestigkeit 8
Warmumformung 10
Weichglühen 10
Weichlöten 11
Werkstoffbezeichnungen 10
Widerstandsschweißen 11
WIG-Schweißen 11
Zeitstandwerte 8