

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

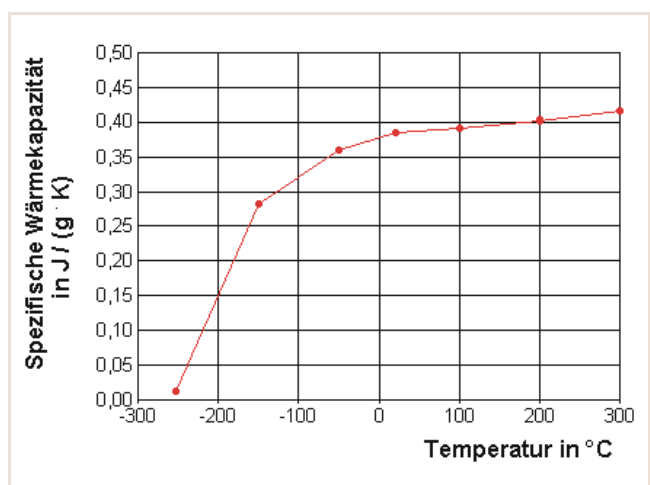
Solidustemperatur	Liquidustemperatur
°C	°C
	1083

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

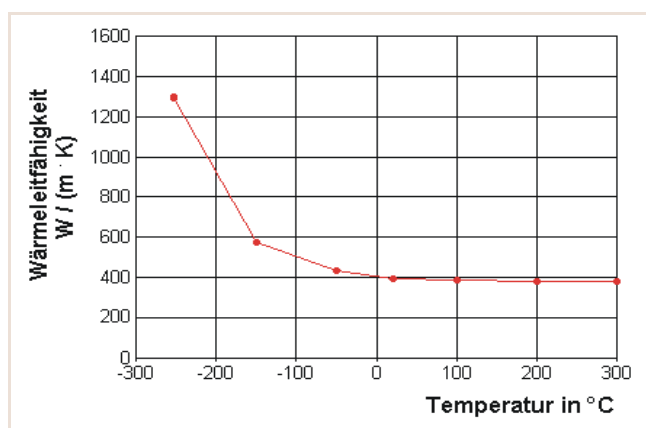
3.4 Spezifische Wärmekapazität

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



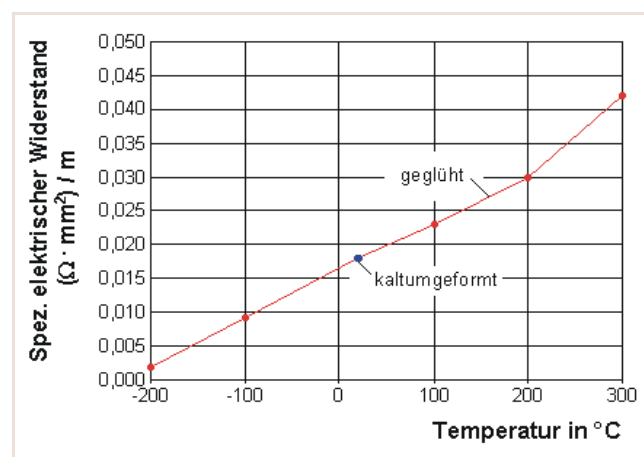
3.5 Wärmeleitfähigkeit

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

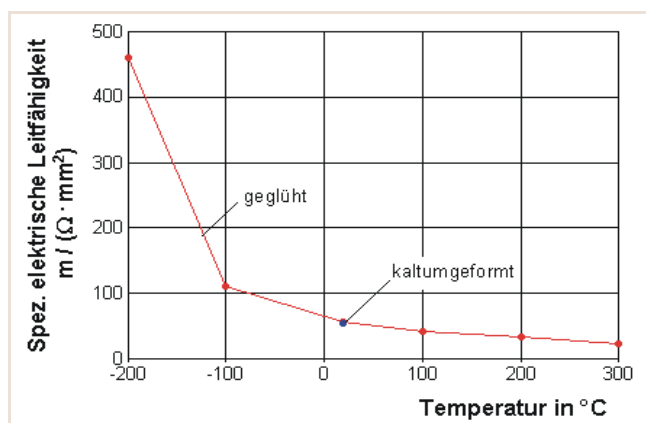
Temperatur °C	Spez. elektr. Widerstand (Ω·mm²)/m	Zustand
-200	0,002	geglüht
-100	0,009	
20	0,018	
100	0,023	
200	0,03	
300	0,042	
20	0,017 bis 0,018	kaltumgeformt



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).



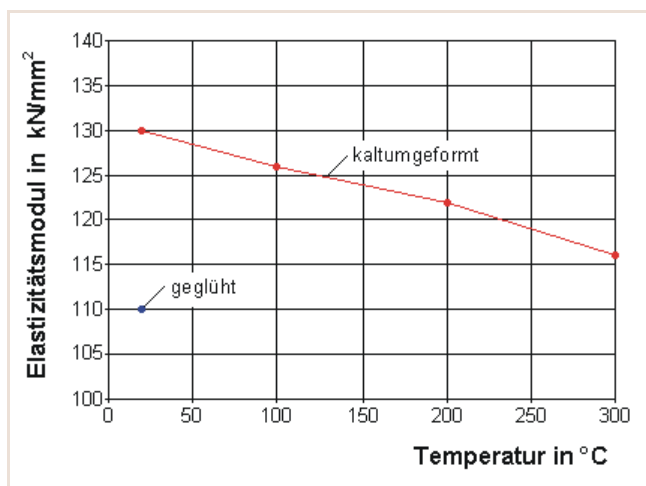
3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

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		Zugfestigkeit		0,2 %-Dehngrenze		Bruchdehnung		Härte	
	(Nennmaß)						für Dicken			
	$t^{1)}$		R_m		$R_{p0,2}$		von 0,1 bis	über	HV	
	mm		N/mm ²		N/mm ²		2,5 mm	2,5 mm		
	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	5	220	260	-	(140)	33	42	-
H040	über	5	10	-	-	-	-	-	40	65
R200	über	5	10	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	Zugfestigkeit		0,2 %-Dehngrenze		Bruchdehnung	Härte					
		(Nennmaß)					A		HB		HV	
		mm		N/mm ²			N/mm ²		%			
		max.	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	Breite / Höhe			A_{100} %	A %	HB		HV	
	mm	mm					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 –

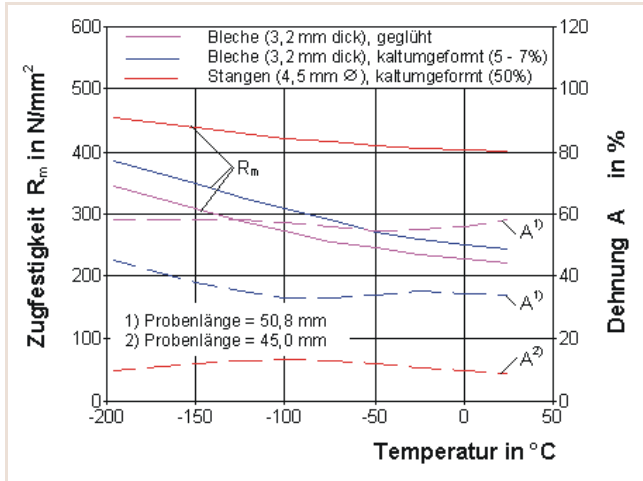
Zustand	Dicke in Schlagrichtung		Härte		Zugfestigkeit R_m N/mm ² min.	0,2 %- Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ² min.	Bruchdehnung A %
	Gesenk- und Freiform-Schmiedestücke	Freiform-Schmiedestücke	HB	HV			
			min.	min.			
M	bis 80 mm	über 80 mm	wie gefertigt, ohne festgelegte mechanische Eigenschaften				
H045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

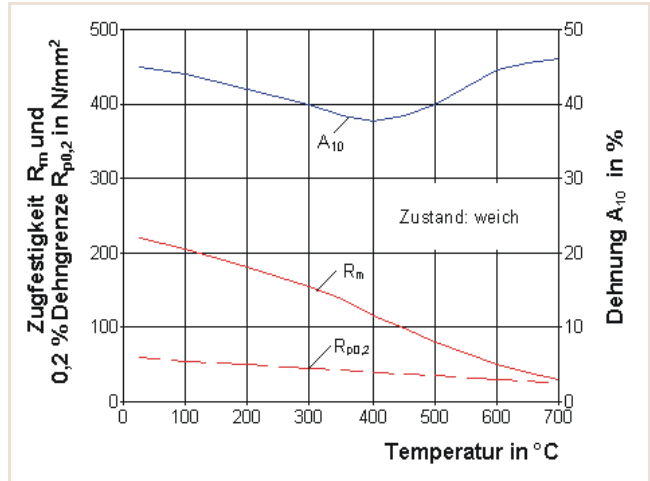
4.2.1 Festigkeitswerte



Quelle: [2]

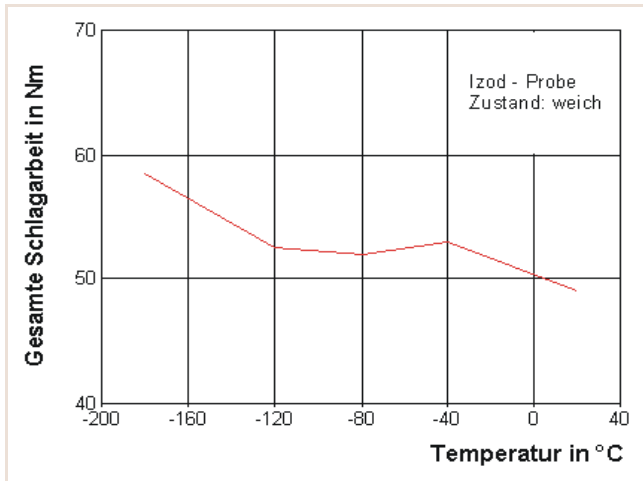
4.3 Hochtemperaturverhalten

4.3.1 Warmfestigkeit



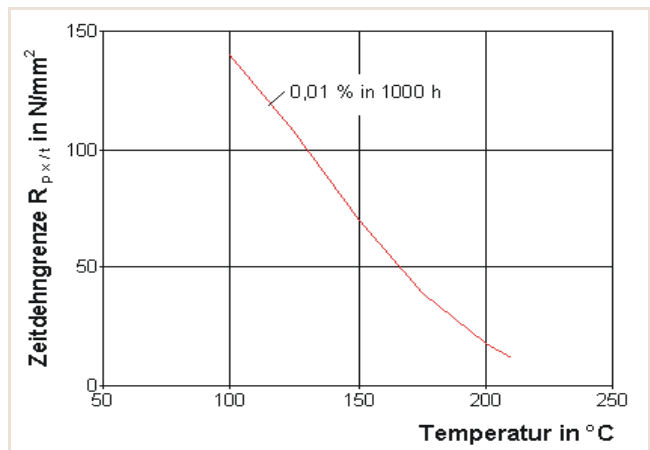
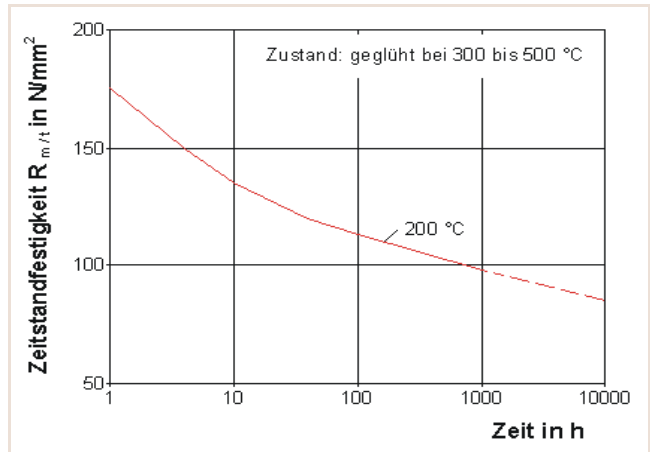
Quelle: [4]

4.2.2 Kerbschlagzähigkeit - Tieftemperatur -



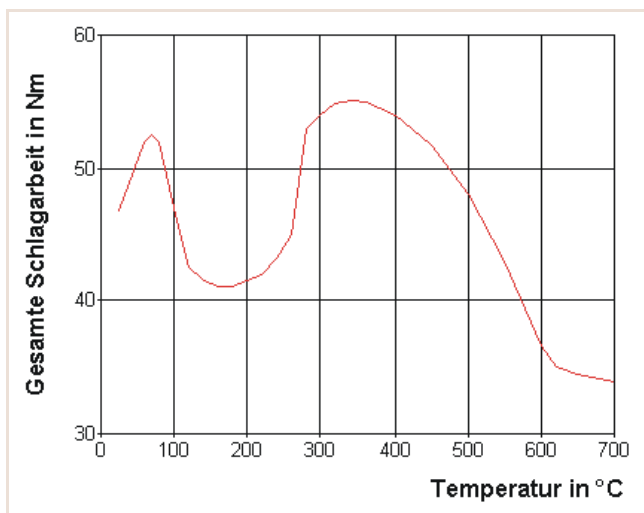
Quelle: [3]

4.3.2 Zeitstandwerte



Quelle Bild 1 und 2: [4]

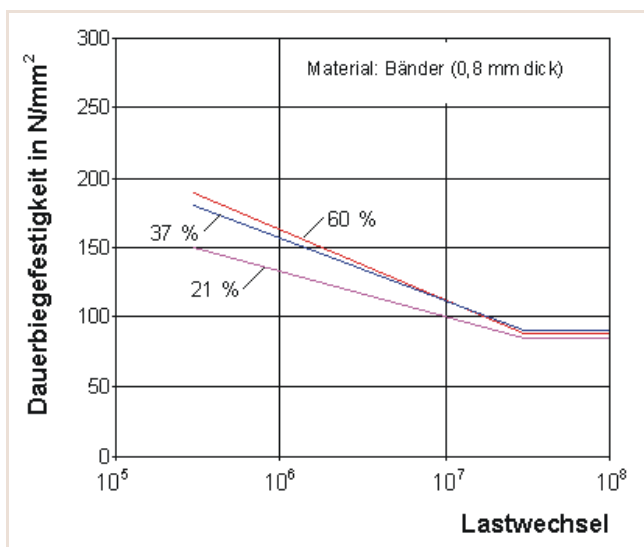
4.3.3 Kerbschlagzähigkeit - Hochtemperatur -



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) ¹⁾

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	

¹⁾ 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(1)-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