

Inhalt

1.	Allgemeine Informationen	2	7.	Bearbeitbarkeit	9
2.	Chemische Zusammensetzung	2	7.1	Umformen und Glühen	9
3.	Physikalische Eigenschaften	2	7.2	Spanbarkeit.....	9
3.1	Dichte	2	7.3	Verbindungstechniken	9
3.2	Solidus- und Liquidustemperatur	2	7.4	Oberflächenbehandlung.....	10
3.3	Längenausdehnungskoeffizient	2	8.	Korrosionsbeständigkeit	10
3.4	Spezifische Wärmekapazität	2	9.	Anwendungen	10
3.5	Wärmeleitfähigkeit.....	2	10.	Liefernachweis	10
3.6	Spezifische elektrische Leitfähigkeit	3	11.	Literatur	10
3.7	Spezifischer elektrischer Widerstand	3	12.	Index	11
3.8	Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands	3			
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.....	7			
4.4	Dauerschwingfestigkeit	8			
5.	Relevante Normen	8			
6.	Werkstoffbezeichnungen	9			

Stand 2005

Hinweis:

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

CuAg0,10P

1. Allgemeine Informationen

Werkstoff-Bezeichnung:

CuAg0,10P

Werkstoff-Nr.:

CW016A

CuAg0,10P ist ein **silberhaltiges, desoxidiertes** Kupfer mit einem niedrigen Restphosphorgehalt, das eine hohe **elektrische Leitfähigkeit** und im Vergleich zu hochleitfähigen Kupfersorten eine höhere **Entfestigungstemperatur** aufweist. Außerdem hat diese Kupfersorte ein verbessertes **Zeitstandverhalten**. Sie ist gut **warm-** und sehr gut **kaltumformbar** und besitzt eine gute **Korrosionsbeständigkeit**. Sie hat eine gute **Schweiß-** und **Hartlötbarkeit** sowie **Wasserstoffbeständigkeit**. CuAg0,10P wird hauptsächlich für **Kommutatorlamellen, Rotorwindungen, Spulen** für induktive Erhitzung und **Schweißelektroden** verwendet [1].

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

Legierungsbestandteile		
Massenanteil in %		
Cu	Ag	P
Rest	0,08 bis 0,12	0,001 bis 0,007

Zulässige Beimengungen bis		
Massenanteil in %		
Bi	O	Sonst. zusammen ²⁾
0,0005	– ¹⁾	0,03

¹⁾ Der Sauerstoffgehalt muss vom Hersteller so eingestellt werden, dass der Werkstoff die Anforderungen zur Wasserstoffbeständigkeit nach DIN EN 1976 erfüllt.

²⁾ Die Summe von sonstigen Elementen (außer Kupfer) ist definiert als die Summe von As, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, O, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Te und Zn.

3. Physikalische Eigenschaften

3.1 Dichte

Temperatur	Dichte
°C	g/cm ³
20	8,93

3.2 Solidus- und Liquidustemperatur

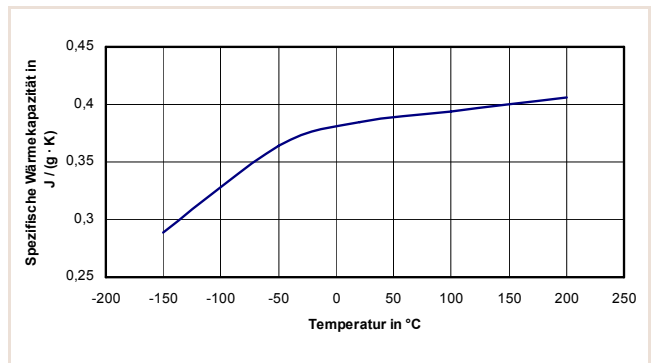
Schmelzbereich bzw. –temperatur (Liquidustemperatur)
°C
1082

3.3 Längenausdehnungskoeffizient

Temperatur	Längenausdehnungskoeffizient
°C	10 ⁻⁶ ·K ⁻¹
von –191 bis 16	14,1
von 20 bis 100	16,8
von 20 bis 300	17,7

3.4 Spezifische Wärmekapazität

Temperatur	Spezifische Wärmekapazität
°C	J/(g·K)
–150	0,289
–50	0,364
20	0,385
100	0,394
200	0,406



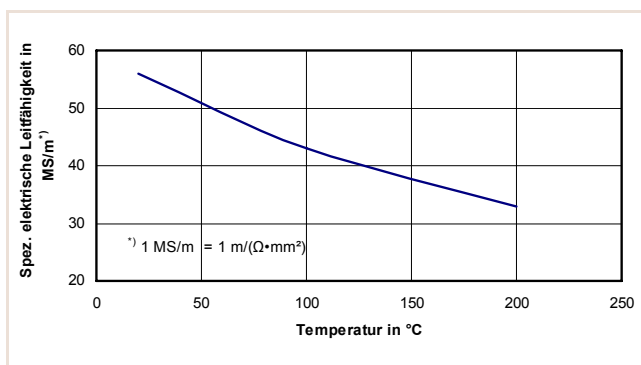
3.5 Wärmeleitfähigkeit

Temperatur	Wärmeleitfähigkeit
°C	W/(m·K)
20	ca.385

3.6 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

Temperatur	Spez. elektr. Leitfähigkeit	Zustand
°C	MS/m	
20	55 bis 57	geglüht
100	43 ¹⁾	
200	33 ¹⁾	

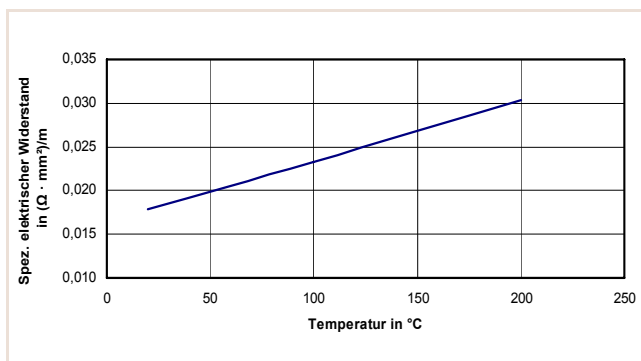
¹⁾ Diese Angaben wurden abgeschätzt.
Anmerkung: 1 MS/m entspricht 1 m/(Ω·mm²).



3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand

Temperatur	Spez. elektr. Widerstand	Zustand
°C	(Ω·mm ²)/m	
20	0,0175 bis 0,0182	geglüht
100	0,0233 ¹⁾	
200	0,0303 ¹⁾	

¹⁾ Diese Angaben wurden abgeschätzt.



3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

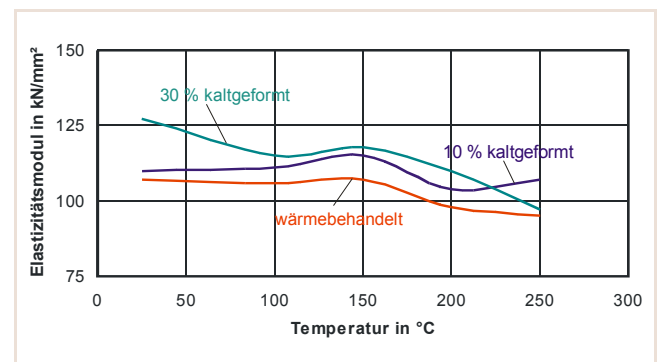
Temperatur	Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands
°C	K ⁻¹
20	0,0038

Gültig von 0 bis 100 °C.

3.9 Elastizitätsmodul

Es sind Daten von Bändern (Proben: 3000 x 32 x 2,5 mm) aus einer vergleichbaren Kupfersorte für unterschiedliche Werkstoffzustände und Temperaturen bekannt [2], die im Folgenden tabellarisch zusammengestellt und graphisch dargestellt wurden.

Temperatur	Elastizitätsmodul	Zustand
°C	kN/mm ²	
20	107	geglüht
100	106	
150	107	
200	98	
250	95	
20	110	10 % kalt umgeformt
100	111	
150	115	
200	104	
250	107	30 % kalt umgeformt
20	127	
100	115	
150	118	
200	110	
250	97	



Anmerkung: 1 kN/mm² entspricht 1 GPa.

3.10 Spezifische magnetische Suszeptibilität – bei 20 °C –

CuAg0,10P ist diamagnetisch und besitzt daher keine para- oder ferromagnetischen Eigenschaften. Die Volumenssuszeptibilität beträgt $-8 \cdot 10^{-7}$.

3.11 Kristallstruktur / Gefüge

CuAg0,10P kristallisiert in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter. Das Gefüge zeigt eine Reihe von Zwillingsbildungen.

4. Mechanische Eigenschaften

Bei CuAg0,10P lassen sich hohe Härte- und Festigkeitswerte nur durch Kaltumformung erreichen.

4.1 Festigkeitswerte bei Raumtemperatur

4.1.1 Platten, Bleche, Bänder und Streifen für die Anwendung in der Elektrotechnik – nach DIN EN 13599 –

Zustand	Dicke (Nennmaß)		Zugfestigkeit		0,2 %-Dehngrenze		Bruchdehnung für Dicken		Härte	
	t ¹⁾ mm		R_m N/mm ²		$R_{p0,2}$ N/mm ²		von 0,1 bis 2,5 mm	über 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	5	220	260	-	(140)	33	42	-	-
H040	0,2	10	-	-	-	-	-	-	40	65
R200	0,2	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 Nahtlose Rohre für die Anwendung in der Elektrotechnik – nach DIN EN 13600 –

Zustand	Wand- dicke (Nennmaß) mm bis	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	-	kalt gezogen, 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	-	100	-	
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 für die allgemeine Anwendung in der Elektrotechnik – nach DIN EN 13601 –

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

¹⁾ Zustand: gegläht.

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.4 Profile und profilierte Drähte für die Anwendung in der Elektrotechnik – nach DIN EN 13605 –

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

¹⁾ Den aufgeführten Werten für die Bruchdehnung liegt eine Ausgangsmesslänge nach DIN EN 10002-1 zu Grunde (eine Messlänge $l_0 = 5,65 \cdot S_0^{1/2}$ für Dicken ≥ 3 mm und eine konstante Messlänge l_0 mit 100 mm für Dicken < 3 mm).

²⁾ Zustand: weich.

³⁾ Diese Werte 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 Vordrähte

Vordrähte aus CuAg0,10P sind in DIN EN 1977 genormt.

4.1.6 Schmiedestücke

Schmiedestücke aus CuAg0,10P sind in DIN EN nicht genormt.

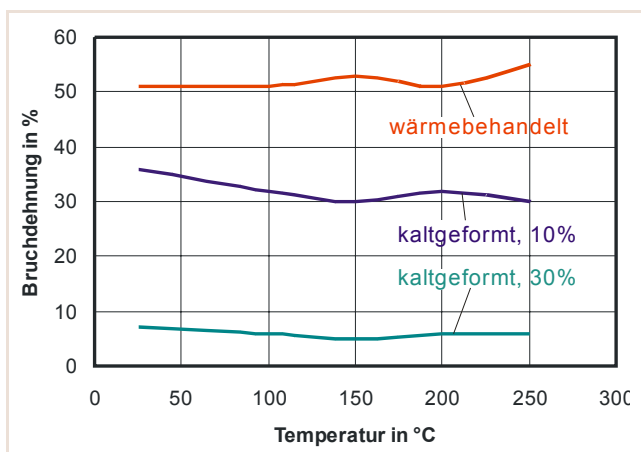
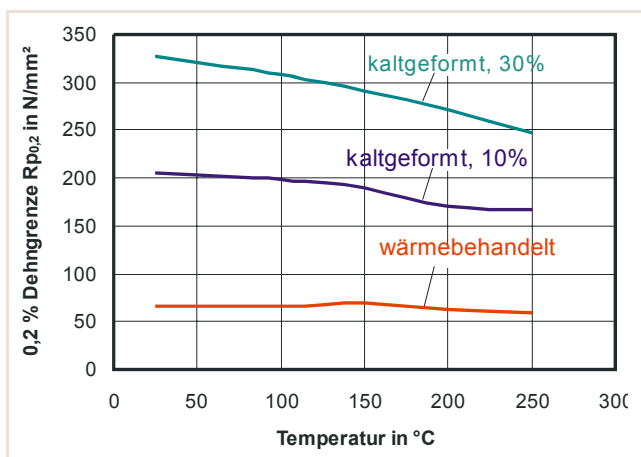
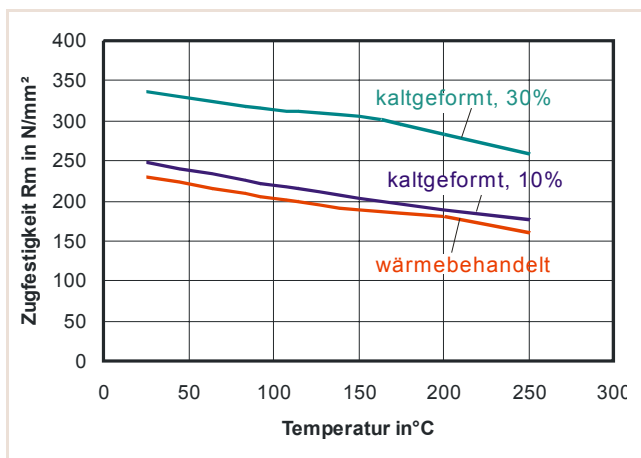
4.2 Tieftemperaturverhalten

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

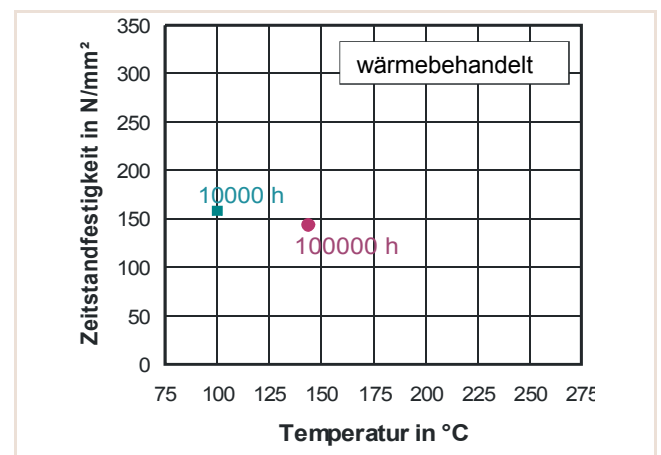
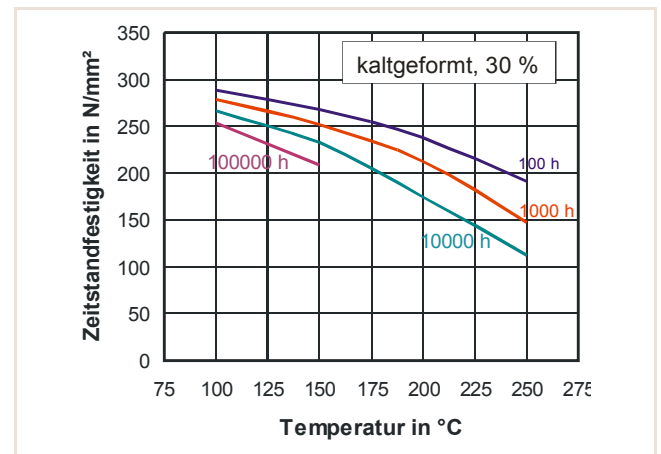
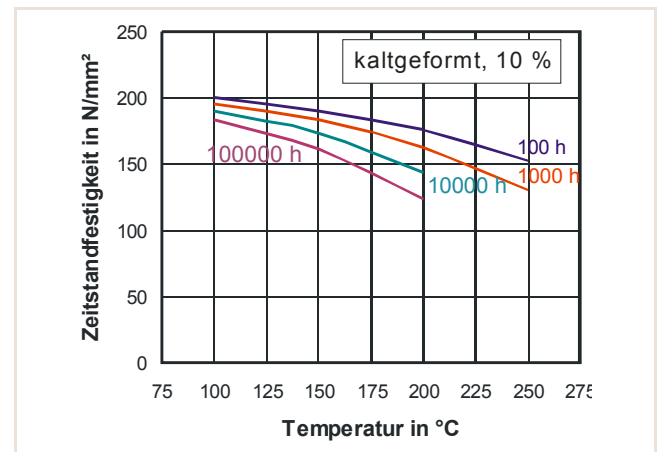
Hierzu wurden die bekannten Daten von Bandmaterial (Proben: 3000 x 32 x 2,5 mm) aus einer vergleichbaren Kupfersorte übernommen [2]. Die Werte der Zugfestigkeit, der 0,2 %-Dehngrenze und der Bruchdehnung für unterschiedliche Umformgrade sind in den nachstehenden Diagrammen in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt.



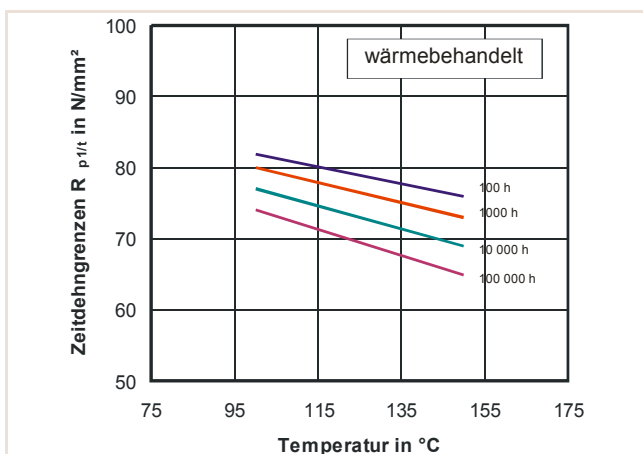
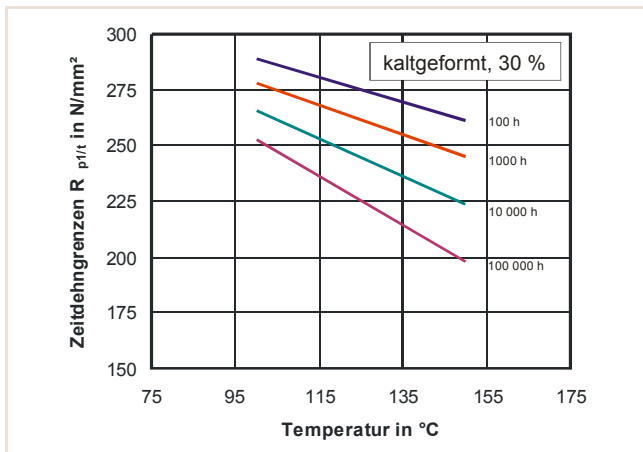
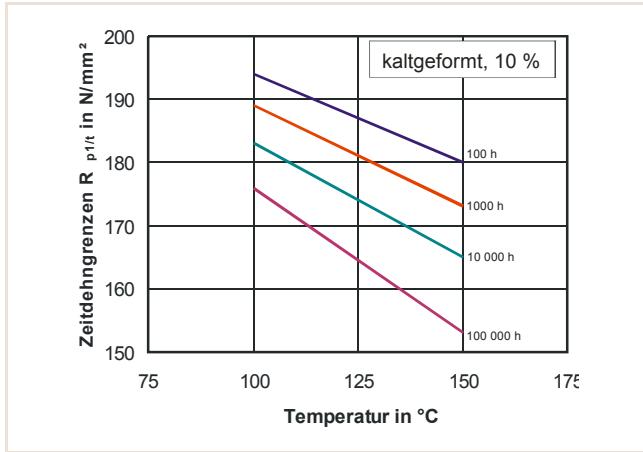
4.3.2 Zeitstandswerte

Für eine vergleichbare Kupfersorte sind verschiedene **Zeitstandfestigkeiten** und **Zeitdehngrenzen** für unterschiedliche Umformgrade bekannt [2], die in den folgenden Diagrammen gegen die Temperatur dargestellt wurden.

Zeitstandfestigkeiten



Zeitdehngrenzen



4.4 Dauerschwingfestigkeit

Für Flacherzeugnisse (1 mm dick) aus einer vergleichbaren Kupfersorte sind folgende Daten bekannt [3].

Zustand	Lastwechsel	Zugfestigkeit	Dauerbiegefestigkeit
	$\times 10^8$	N/mm ²	N/mm ²
halbhart	1	290	90
hart	1	354	90
federhart	1	379	97

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

5. Relevante Normen

- DIN CEN/TS 13388** Kupfer und Kupferlegierungen – Übersicht über die Zusammensetzungen und Produkte
- DIN EN 1976** Kupfer und Kupferlegierungen – Gegossene Rohformen aus Kupfer
- DIN EN 1655** Kupfer und Kupferlegierungen – Konformitätserklärungen
- DIN EN 10204** Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
- DIN EN 10002-1** Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur)
- DIN EN ISO 2624** Kupfer und Kupferlegierungen – Bestimmen der mittleren Korngröße
- DIN EN ISO 2626** Kupfer – Wasserstoffversprödungsversuch
- DIN EN ISO 6506-1** Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Brinell – Teil 1: Prüfverfahren
- DIN EN ISO 7438** Metallische Werkstoffe – Biegeprüfung
- ISO 6507-1** Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Vickers – Teil 1: Prüfverfahren
- IEC 60468** Method of measurement of resistivity of metallic materials
- ISO 1811-2** Copper and copper alloys – Selection and preparation of samples for chemical analysis – Part 2: Sampling of wrought products and castings
- ISO 4746** Oxygen-free copper – Scale adhesion test
- ISO 7801** Metallic materials – Wire – Reverse band test

6. Werkstoffbezeichnungen

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

Land	Bezeichnung der Normung	Werkstoffbezeichnung / -nummer
Europa	EN	CuAg0,10P CW016A
USA	ASTM (UNS)	C10700 C12100
Japan	JIS	-
Internationale Normung	ISO	CuAg0.1(P)

Vormalige nationale Bezeichnungen

Land	Normung	Werkstoffbezeichnung
Deutschland	DIN	CuAg0,1(P) 2.1191
Frankreich	NF	Cu-Ag
Großbritannien	BS	Cu-Ag-OF4
Italien	UNI	CuAg0,1(P)
Schweden	SS	CuAg0,1P
Schweiz	SNV	CuAg0,1P
Spanien	UNE	CuAg0,1(P)

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

7. Bearbeitbarkeit [4 - 6]

7.1 Umformen und Glühen

Umformen	
Kaltumformung	sehr gut
Kaltumformgrad zwischen den Glühungen	max. 95 %
Warmumformung Temperaturbereich	gut 750 bis 950 °C

Glühen	
Weichglühen, Temp-Bereich	375 bis 650 °C
Entspannungsglühen, Temp-Bereich	150 bis 200 °C

CuAg0,10P weist ein hohes Formänderungsvermögen und eine sehr gute Kaltumformbarkeit auf. Diese Legierung ist mit hohen Kaltumformgraden zwischen Glühungen bestens für die spanlose Umformung geeignet. Zur Vermeidung einer Kornvergrößerung sollten bei der Glühung hohe Temperaturen möglichst vermieden werden.

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 CuAg0,10P der Gruppe III (mäßige bis schwere Spanbarkeit) zugeordnet. Bei relativ niedrigen Schnittkräften neigt der Werkstoff zur Aufbauschneidenbildung. Außerdem bilden sich sehr lange und schwierig abzuführende Flachwendel- und Wirrspäne. Zur Erzielung von guten und glatten Oberflächen sind eine scharfe Schneide, gute Spanabfuhr sowie ausreichende Schmierung mit Schneidölen (Reduzierung der Aufbauschneidenbildung) erforderlich. Durch große Spanwinkel, scharfe Schneiden und polierte Oberflächen kann der Aufbauschneidenbildung entgegen gewirkt werden.

7.3 Verbindungstechniken

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

CuAg0,10P ist nach allen gängigen Verfahren einwandfrei schweißbar. Die hohe Wärmeleitfähigkeit bewirkt ein rasches Abwandern der eingebrachten Wärme in die benachbarten Zonen. Zur Erzielung und Aufrechterhaltung des Schmelzflusses wird bei größeren Wanddicken eine Vorwärmung erforderlich. Bei besonderen Anforderungen an die elektrische Leitfähigkeit der Schweißverbindung ist beim Schmelzschweißen ein Schweißzusatz gleichen Typs zu bevorzugen.

Löten	
Weichlöten	sehr gut
Hartlöten	sehr gut

Kleben	
	gut

7.4 Oberflächenbehandlung

Polieren	
mechanisch	sehr gut
elektrolytisch	sehr gut

Galvanisierbarkeit	
	sehr gut

Eignung für Tauchverzinnung	
	sehr gut

8. Korrosionsbeständigkeit

CuAg0,10P weist eine gute Beständigkeit in natürlicher Atmosphäre (auch in Meeresluft) und Industrielatmosphäre auf. Auch gegen Trink- und Brauchwasser, wässrige und alkalische Lösungen (ohne Oxidationsmittel), reinen Wasserdampf, nicht oxidierende Säuren (ohne gelösten Sauerstoff) und neutrale Salzlösungen ist CuAg0,10P beständig. Beim Glühen in wasserstoffhaltiger Atmosphäre tritt keine Werkstoffschädigung ein.

CuAg0,10P ist gegen Spannungsrisskorrosion unempfindlich.

CuAg0,10P ist aber gegen Lösungen, die Cyanide, Halogenide bzw. Ammoniak enthalten, gegen oxidierende Säuren, feuchtes Ammoniak und halogenhaltige Gase, Schwefelwasserstoff und Seewasser nicht beständig.

9. Anwendungen

- Kommutatorlamellen
- Kollektoringe
- Kontakte, Schalter, Anschlüsse
- Rotorwicklungen in Elektromotoren und Generatoren
- Spulen für induktive Erhitzung
- Elektroden für Widerstandsschweißen
- Strom- und Sammelschienen (gelötet oder geschweißt)
- Elektrische Leitungen
- röhrenförmige Leitungen
- Teile chemischer Apparaturen, Anoden
- Kugelschwimmer, Bottiche
- Teile, bei denen Schweißbarkeit verlangt wird
- Ausläufe, Auskleidung
- Abschirmung
- Rinnen, Wandkehlen u.a.

10. Liefernachweis

Technische Lieferbedingungen sind in der betreffenden Produktnorm enthalten. Nachweise von Herstellern und Händlern für Halbzeug aus CuAg0,10P können der Quelle [7] entnommen werden.

11. Literatur

Die Angaben dieses Datenblattes sind der bekannten Literatur entnommen bzw. in Anlehnung an diese extrapoliert bzw. angesetzt worden. Einige dieser Stellen sind nachstehend aufgelistet.

- [1] Niedriglegierte Kupferwerkstoffe – Eigenschaften, Verarbeitung, Verwendung – (DKI-Informationsdruck i.008). Deutsches Kupferinstitut, Düsseldorf, 1977.
- [2] INCRA Monograph XII – The Metallurgy of Copper „A critical survey of available high temperature mechanical property data for copper and copper alloys“ International Copper Research Association, Inc. 708 Third Avenue, New York, NY 10017, Dec. 1983.
- [3] Standards Handbook, Part 2 – Alloy Data, Wrought Copper and Copper Alloy Mill Products, Eighth Edition, 1985. CDA Inc. Greenwich, Connecticut 06836.
- [4] Copper, UNS C12000, UNS C12100. MatWeb – Online Material Data Sheet, 2005.
- [5] Properties of Wrought and Cast Copper Alloys – C12100 (Phosphorus-Deoxidized, Low Residual P). CDA, 2005.
- [6] Material property data sheet – copper alloys C12100. Metal Suppliers Online, LLC, 2005.
- [7] <http://www.kupferinstitut.de>

12. Index

- Allgemeine Informationen 2
- Anwendungen 10
- Chemische Zusammensetzung 2
- Dauerschwingfestigkeit 8
- Dichte 2
- Elastizitätsmodul 3
- Entspannungsglühen 9
- Festigkeitswerte
 - Platten, Bleche, Bänder, Streifen 4
 - Profile, profilierte Drähte 6
 - Rohre 5
 - Schmiedestücke 6
 - Stangen, Drähte 5
 - Vordrähte 6
- Galvanisierbarkeit 10
- Gasschweißen 9
- Gefüge 4
- Hartlöten 9
- Hochtemperaturverhalten 7
- Kaltumformgrad 9
- Kaltumformung 9
- Kleben 9
- Korrosionsbeständigkeit 10
- Kristallstruktur 4
- Längenausdehnungskoeffizient 2
- Laserschweißen 9
- Liefernachweis 10
- Liquidustemperatur 2
- Literatur 10
- Löten 9
- MIG-Schweißen 9
- Normen 8
- Oberflächenbehandlung 10
- Polieren 10
- Schmelztemperatur 2
- Schweißen 9
- Solidustemperatur 2
- Spanbarkeit 9
- Spez. elektrische Leitfähigkeit 3
- Spez. elektrischer Widerstand 3
- Spez. magnetische Suszeptibilität 4
- Spez. Wärmekapazität 2
- Tauchverzinnung 10
- Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands 3
- Tieftemperaturverhalten 6
- Verzinnung 10
- Wärmeleitfähigkeit 2
- Warmfestigkeit 7
- Warmumformung 9
- Weichglühen 9
- Weichlöten 9
- Werkstoffbezeichnungen 9
- Widerstandsschweißen 9
- WIG-Schweißen 9
- Zeitstandwerte 7