

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	4			
3.10	Spezifische magnetische Suszeptibilität.....	4			
3.11	Kristallstruktur / Gefüge	4			
4.	Mechanische Eigenschaften	4			
4.1	Festigkeitswerte bei Raumtemperatur	4			
4.2	Tieftemperaturverhalten.....	7			
4.3	Hochtemperaturverhalten.....	7			
4.4	Dauerschwingfestigkeit	7			
4.5	Federeigenschaften	8			
4.6	Verhalten nach Wärmebehandlung.....	8			
5.	Relevante Normen	8			
6.	Werkstoffbezeichnungen	9			

Stand 2005

Hinweis:

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

CuZn5

1. Allgemeine Informationen

Werkstoff-Bezeichnung:

CuZn5

Werkstoff-Nr.:

CW500L

CuZn5 weist eine sehr hohe **Kaltumformbarkeit** auf und ist besonders geeignet für die Bearbeitung durch Drücken, Prägen, Hämmern, Treiben oder andere Kaltumformungsarbeiten. Diese Legierung hat außerdem höhere Festigkeiten als reines Kupfer. Sie ist gut **schweiß-** sowie sehr gut **lötbar** und besitzt eine gute **Korrosionsbeständigkeit**. Sie gilt als kaum anfällig gegen Spannungsrisskorrosion und Entzinkung. CuZn5 wird hauptsächlich in der **Schmuck-, Metallwaren- und Uhrenindustrie** und in der **Elektrotechnik** für Installationssteile sowie auch für **Dämpferstäbe** verwendet [1, 2].

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

Legierungsbestandteile	
Massenanteil in %	
Cu	Zn
94,0 bis 96,0	Rest

Zulässige Beimengungen bis					
Massenanteil in %					
Al	Fe	Ni	Pb	Sn	Sonst. zus.
0,02	0,05	0,3	0,05	0,1	0,1

3. Physikalische Eigenschaften

3.1 Dichte

Temperatur	Dichte
°C	g/cm ³
20	8,86

3.2 Solidus- und Liquidustemperatur

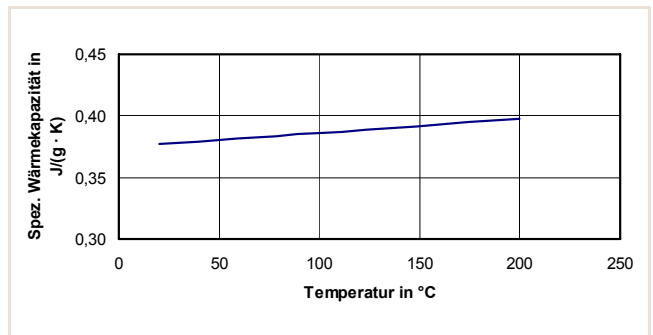
Solidustemperatur	Liquidustemperatur
°C	°C
1050	1065

3.3 Längenausdehnungskoeffizient

Temperatur	Längenausdehnungskoeffizient
°C	10 ⁻⁶ ·K ⁻¹
von 20 bis 100	17,0
von 20 bis 300	18,0

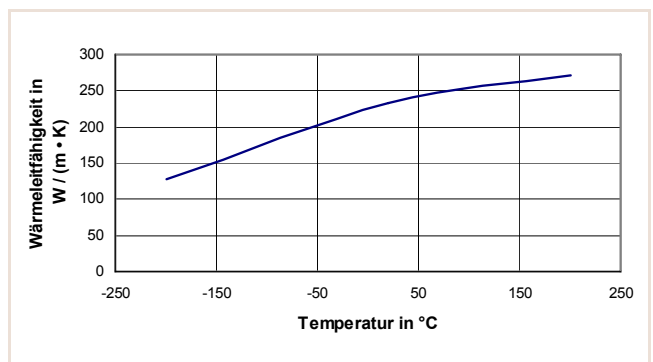
3.4 Spezifische Wärmekapazität

Temperatur	Spezifische Wärmekapazität
°C	J/(g·K)
20	0,377
100	0,386
200	0,398



3.5 Wärmeleitfähigkeit

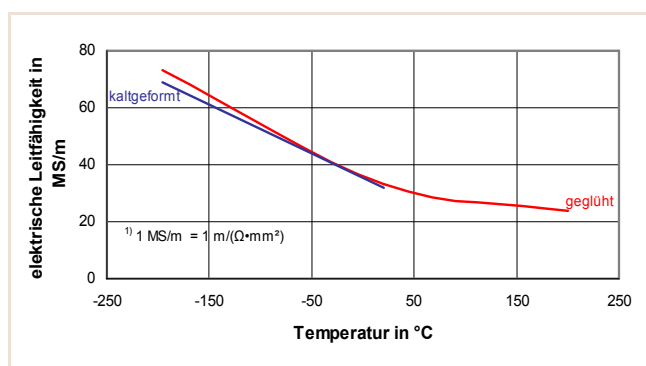
Temperatur	Wärmeleitfähigkeit
°C	W/(m·K)
-200	128
20	234
200	272



3.6 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

Temperatur	Spez. elektr. Leitfähigkeit	Zustand
°C	MS/m	
-196	73	geglüht
20	33	
200	24	
-196	69	kalt verformt
20	32	

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

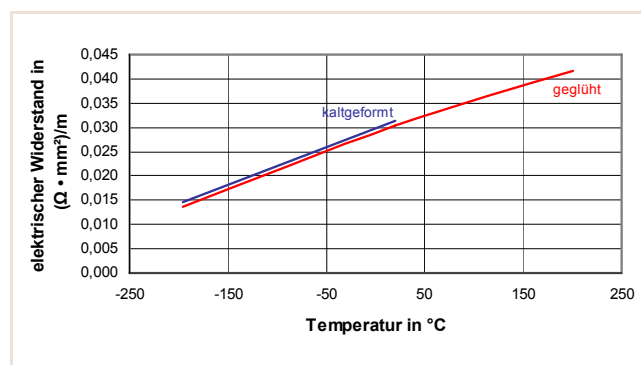


Die elektrische Leitfähigkeit ist vom Werkstoffzustand abhängig und nimmt mit steigendem Kaltumformgrad ab. Sie ist im nachstehenden Diagramm in Abhängigkeit vom Zustand (bei Raumtemperatur) wiedergegeben [3].

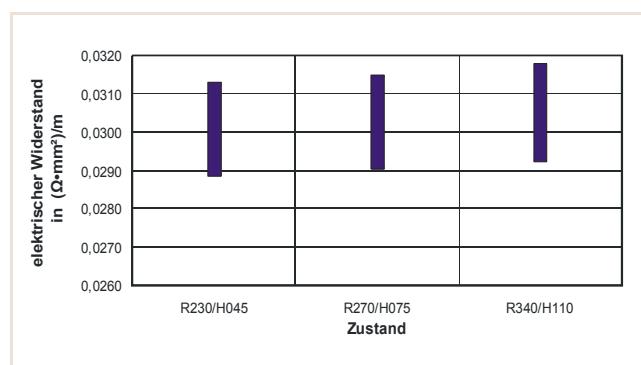


3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand

Temperatur	Spez. elektr. Widerstand	Zustand
°C	($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m	
-196	0,0137	geglüht
20	0,0303	
200	0,0417	
-196	0,0145	kalt verformt
20	0,0313	



Der elektrische Widerstand nimmt mit steigender Kaltumformung zu. Die Abhängigkeiten vom Werkstoffzustand (bei Raumtemperatur) sind im folgenden Diagramm dargestellt [3].



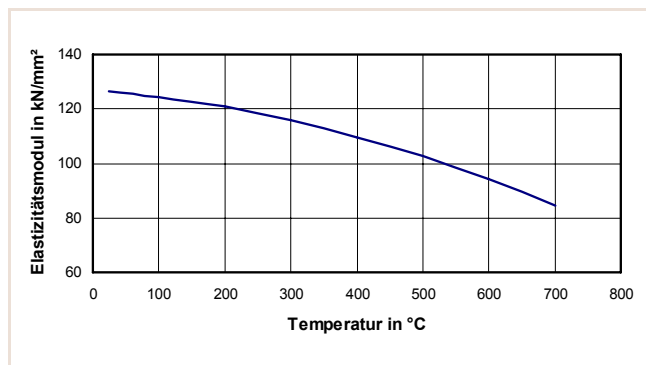
3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

Temperatur	Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands	Zustand
°C	K ⁻¹	
20	0,0023	geglüht
20	0,0022	kalt verformt

Gültig von 0 bis 100 °C.

3.9 Elastizitätsmodul

Die Temperaturabhängigkeit des Elastizitätsmoduls ist bis 700 °C bekannt [4], sie ist im folgenden Diagramm dargestellt.



Anmerkung: 1 kN/mm² entspricht 1 GPa.

4. Mechanische Eigenschaften

Bei CuZn5 lassen sich hohe Härte- und Festigkeitswerte nur durch Kaltumformung erreichen.

4.1 Festigkeitswerte bei Raumtemperatur

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

Zustand	Dicke		Zugfestigkeit		0,2 %- Dehngrenze	Bruchdehnung		Härte	
	(Nennmaß)					für Dicken			
	t mm		R _m N/mm ²		R _{p0,2} N/mm ²	A _{50mm} %	A %	HV	
	von	bis	min.	max.		min.	min.	min.	max.
R230	0,2	5	230	280	(max. 130)	36	45	-	-
H045	0,2	5	-	-	-	-	-	45	75
R270	0,2	5	270	350	(min. 200)	12	19	-	-
H075	0,2	5	-	-	-	-	-	75	110
R340	0,2	5	340	-	(min. 280)	4	8	-	-
H110	0,2	5	-	-	-	-	-	110	-

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.

3.10 Spezifische magnetische Suszeptibilität – bei 20 °C –

CuZn5 ist diamagnetisch, solange kein Eisen in ausgeschiedener Form enthalten ist. Mit steigendem Eisengehalt wird der Werkstoff paramagnetisch. Die Volumenssuszeptibilität kann je nach Eisengehalt von $-8 \cdot 10^{-7}$ bis $1,3 \cdot 10^{-4}$ variieren.

3.11 Kristallstruktur / Gefüge

CuZn5 weist ein einheitliches, aus α -Mischkristallen bestehendes Gefüge (eine homogene Lösung von Zink in Kupfer im festen Zustand) auf und kristallisiert in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter (α -Messing).

4.1.2 Feuerverzinnte Bänder – nach DIN EN 13148 –

Zustand	Dicke (Nennmaß)		Zugfestigkeit		0,2 %- Dehngrenze	Bruch- dehnung	Härte	
	t		R _m		R _{p0,2}	A _{50mm}	HV	
	mm		N/mm ²		N/mm ²	%		
	von	bis	min.	max.		min.	min.	max.
R230	0,2	1,5	230	280	(max. 130)	36	-	-
H045	0,2	1,5	-	-	-	-	45	75
R270	0,2	1,5	270	350	(min. 200)	12	-	-
H075	0,2	1,5	-	-	-	-	75	110
R340	0,2	1,5	340	-	(min. 280)	4	-	-
H110	0,2	1,5	-	-	-	-	110	-

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 Elektrolytisch verzinnte Bänder – nach DIN EN 14436 –

Zustand	Dicke (Nennmaß)		Zugfestigkeit		0,2 %- Dehngrenze	Bruch- dehnung	Härte	
	t		R _m		R _{p0,2}	A _{50mm}	HV	
	mm		N/mm ²		N/mm ²	%		
	von	bis	min.	max.		min.	min.	max.
R230	0,2	1,5	230	280	(max. 130)	36	-	-
H045	0,2	1,5	-	-	-	-	45	75
R270	0,2	1,5	270	350	(min. 200)	12	-	-
H075	0,2	1,5	-	-	-	-	75	110
R340	0,2	1,5	340	-	(min. 280)	4	-	-
H110	0,2	1,5	-	-	-	-	110	-

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 Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung – nach DIN EN 12449 –

Zustand	Wanddicke t mm max.	Zugfestigkeit R _m N/mm ² min.	0,2 %-Dehngrenze		Bruchdehnung A % min.	Härte			
			R _{p0,2} N/mm ²			HV		HB	
			min.	max.		min.	max.	min.	max.
M	20	-	-	-	-	-	-	-	-
R220 ¹⁾	20	220	-	130	40	-	-	-	-
H050 ¹⁾	20	-	-	-	-	50	75	45	70
R260	10	260	190	-	18	-	-	-	-
H075	10	-	-	-	-	75	105	70	100
R320	5	320	260	-	8	-	-	-	-
H095	5	-	-	-	-	95	125	90	120
R440	3	440	410	-	-	-	-	-	-
H120	3	-	-	-	-	120	-	115	-

¹⁾ geglühter Zustand

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.5 Stangen zur allgemeinen Verwendung – nach DIN EN 12163 –

Zustand	Durchmesser oder Schlüsselweite (Nennmaß) mm von bis		Zugfestigkeit R _m N/mm ² min.	0,2 %-Dehngrenze R _{p0,2} N/mm ² ca.	Bruchdehnung ¹⁾			Härte			
					A _{100mm}	A _{11,3}	A	HB		HV	
					% min.	% min.	% min.	min.	max.	min.	max.
M	4	80			wie gefertigt						
R240	4	80	240	(60)	20	25	30	-	-	-	-
H055	4	80	-	-	-	-	-	55	85	60	90
R290	4	40	290	(250)	10	12	15	-	-	-	-
H085	4	40	-	-	-	-	-	85	115	90	120
R350	4	10	350	(310)	-	-	-	-	-	-	-
H100	4	10	-	-	-	-	-	100	-	105	-

¹⁾ Die Proben müssen DIN EN 10002-1 entsprechen, außer dass eine Messlänge von 200 mm nicht zulässig ist.

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 Profile und Drahnte

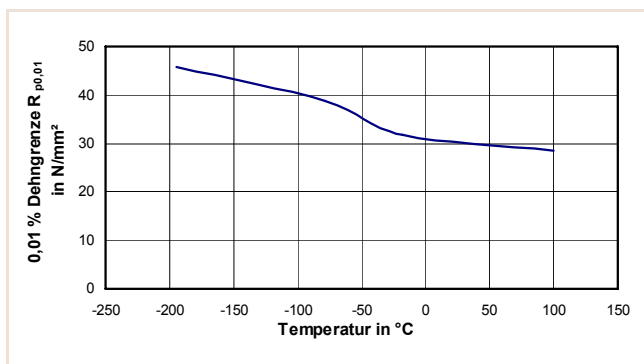
Profile und Drahnte aus CuZn5 sind in DIN EN nicht genormt. Festigkeitseigenschaften sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.

4.1.7 Schmiedestücke

Schmiedestücke aus CuZn5 sind in DIN EN nicht genormt.

4.2 Tieftemperaturverhalten

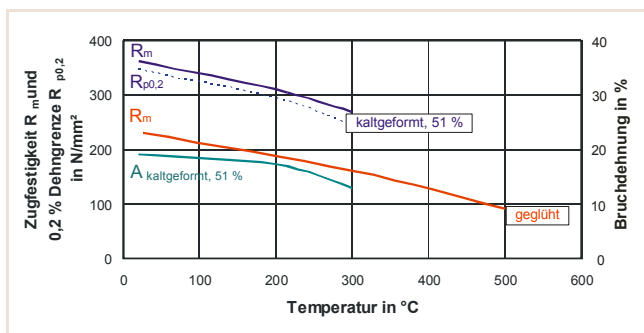
Bei -195 °C werden die Zugfestigkeit vom Stangenmaterial (Korngröße = 0,023 mm) mit 372 N/mm² und die 0,2 %-Dehngrenze mit 94 N/mm² angegeben [5]. Bekannt ist außerdem die Temperaturabhängigkeit [6] der 0,01 %-Dehngrenze (Drahtprobe mit einem Durchmesser von 1 mm, 1 h gechlut bei 400 °C); sie ist im folgenden Diagramm dargestellt.



4.3 Hochtemperaturverhalten

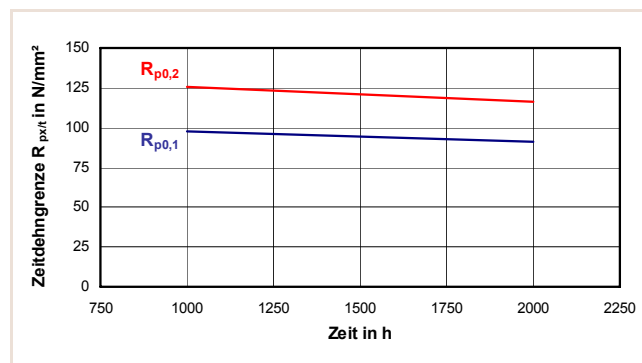
4.3.1 Warmfestigkeit

Hierzu sind Werte der Zugfestigkeit, der 0,2 %-Dehngrenze und der Bruchdehnung vom Stangenmaterial bekannt [5]. Die Temperaturabhängigkeiten sind im nachstehenden Diagramm dargestellt.



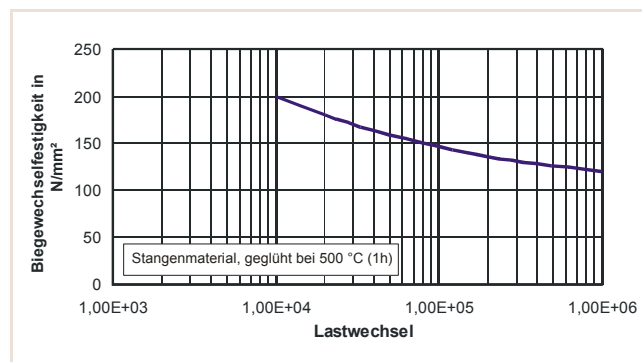
4.3.2 Zeitstandswerte

Es sind für eine Versuchstemperatur von 200 °C und zwei unterschiedliche Zeiten Zeitdehngrenzen bekannt, die am 51 % kalt verformten Stangenmaterial mit einem Durchmesser von 10,5 mm gemessen wurden [5]; sie sind nachstehend dargestellt.



4.4 Dauerschwingfestigkeit

Die bekannten Werte für eine Temperatur von -173 °C [6] sind im folgenden Diagramm dargestellt.



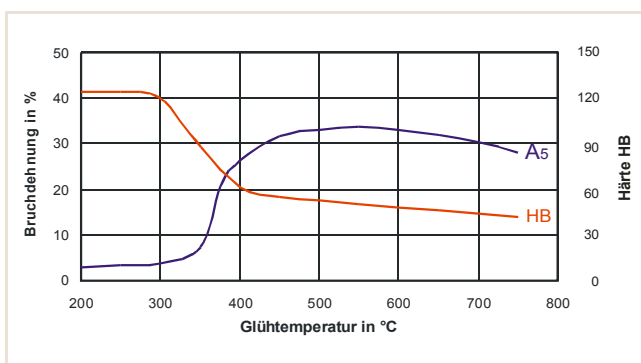
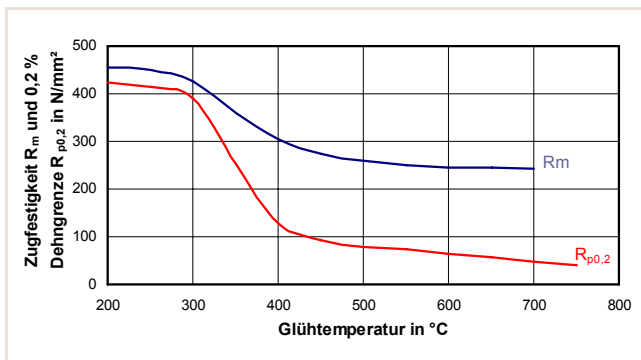
4.5 Federeigenschaften

Werte für den bezogenen Biegeradius r/t [3] bei einer Banddicke von $t \leq 0,5\text{mm}$ sind in der nachstehenden Tabelle für unterschiedliche Werkstoffzustände angegeben.

Zustand	Relativer Biegeradius r/t 90°	
	Biegekante \perp Walzr.	Biegekante \parallel Walzr.
R230 / H045	0	0
R270 / H075	0	0
R340 / H110	0,5	1

4.6 Verhalten nach Wärmebehandlung

Es sind Festigkeitseigenschaften von stranggepressten und anschließend 50 % kalt verformten Proben (Korngröße = 0,015 mm) bekannt [4], die bei unterschiedlichen Temperaturen (bis max. 700 bzw. 750 °C) jeweils 1 h geglüht wurden. In den folgenden Diagrammen sind die Werte in Abhängigkeit von der Behandlungstemperatur dargestellt.



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 10234** Metallische Werkstoffe – Rohr – Aufweitversuch
- DIN EN 10002-1** Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur)
- DIN EN 10003-1** Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Brinell – Teil 1: Prüfverfahren
- DIN EN ISO 2624** Kupfer und Kupferlegierungen – Bestimmen der mittleren Korngröße
- DIN EN ISO 196** Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen – Auffinden von Restspannungen – Quecksilber(I)nitratversuch
- DIN EN ISO 2819** Metallische Überzüge auf metallischen Grundwerkstoffen – Galvanische und chemische Überzüge – Überblick über Methoden der Haftfestigkeitsprüfung
- DIN EN ISO 7438** Metallische Werkstoffe – Biegeprüfung
- DIN EN ISO 6507-1** Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Vickers – Teil 1: Prüfverfahren
- DIN EN ISO 6509** Korrosion von Metallen und Legierungen – Bestimmung der Entzinkungsbeständigkeit von Kupfer-Zink-Legierungen
- IEC 60068-2-20** Environmental testing – Part 2: Test T: – Soldering
- ISO 1811-2** Copper and copper alloys – Selection and preparation of samples for chemical analysis – Part 2: Sampling of wrought products and castings
- ISO 2093** Electroplated coatings of tin – Specification and test methods
- ISO 3497** Metallic coatings – Measurement of coating thickness – X-ray spectrometric methods
- ISO 6507-1** Metallic materials – Hardness test – Vickers test – Part 1: HV 5 to HV 100
- ISO 6507-2** Metallic materials – Hardness test – Vickers test – Part 2: HV 0,2 to less than HV 5
- ISO 6957** Copper alloys – Ammonia test for stress corrosion resistance
- ISO 7587** Electroplated coatings of tin-lead alloys – Specification and test methods
- ISO 7799** Metallic materials – Sheet and strip 3 mm thick or less – Reverse bend test
- ISO 8490** Metallic materials – Sheet and strip – Modified Erichsen cupping test

6. Werkstoffbezeichnungen

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

Land	Bezeichnung der Normung	Werkstoffbezeichnung / -nummer
Europa	EN	CuZn5 CW500L
USA	ASTM (UNS)	C21000
Japan	JIS	C2100
Internationale Normung	ISO	CuZn5

Vormalige nationale Bezeichnungen

Land	Bezeichnung der Normung	Werkstoffbezeichnung / -nummer
Deutschland	DIN	CuZn5 2.0220
Frankreich	NF	CuZn5
Großbritannien	BS	CZ125
Italien	UNI	-
Schweden	SS	-
Schweiz	SNV	CuZn5
Spanien	UNE	CuZn5

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

7. Bearbeitbarkeit [1 - 3, 5]

7.1 Umformen und Glühen

Umformen	
Kaltumformung	sehr gut
Kaltumformgrad zwischen den Glühungen	90 %
Warmumformung Temperaturbereich	mittel bis gut 750 bis 900 °C

Glühen	
Weichglühen, Temp-Bereich	450 bis 600 °C (1-3 h)
Entspannungsglühen, Temp-Bereich	200 bis 300 °C (1-3 h)

CuZn5 weist eine exzellente Kaltumformbarkeit auf. Diese Legierung ist zum Prägen, Drücken, Hämmern, Nieten, Crimpen, Bördeln, Kaltfließpressen oder anderen kalt verformenden Arbeitsschritten sowie zum Emaillieren hervorragend geeignet.

7.2 Spanbarkeit

Zerspanbarkeitsindex: 25-30

(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 CuZn5 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 Aufbau-schneidenbildung) erforderlich.

7.3 Verbindungstechniken

Schweißen	
Gasschweißen	gut
Laserschweißen	mittel
WIG-Schweißen	gut
MIG-Schweißen	mittel bis gut
Widerstandsschweißen - Punkt- und Nahtschweißen - Stumpfschweißen	nicht empfehlenswert gut

Der Zinkausdampfung begegnen alle Schmelzschweißverfahren durch Einschränken des Einbrandes und Vermeiden einer Überhitzung der Schweißschmelze. Beim Gasschweißen wird die Zinkausdampfung durch Oxidbildung der Schweißschmelze eingedämmt. Das MIG-Verfahren erfordert zinkfreie Zusätze. Beim WIG-Verfahren kann eine bessere Schweißqualität durch Einsatz von artgleichen Zusätzen auch ohne abdeckende Oxidhaut erreicht werden.

Löten	
Weichlöten	sehr gut
Hartlöten	sehr gut

Kleben	
	gut

7.4 Oberflächenbehandlung

Polieren	
mechanisch	sehr gut
elektrolytisch	gut bis sehr gut

Galvanisierbarkeit	
	sehr gut

Eignung für Tauchverzinnung	
	sehr gut

8. Korrosionsbeständigkeit

CuZn5 besitzt allgemein eine gute Beständigkeit gegen Land-, See und Industriemosphäre, Wasser, Wasserdampf, verschiedene Salzlösungen, viele organische Flüssigkeiten sowie neutrale und alkalische Verbindungen. CuZn5 ist aber gegen oxidierende Säuren und feuchte Schwefelverbindungen nicht beständig.

Diese Legierung gilt praktisch als nicht anfällig gegen Korrosion in Form der Entzinkung, die unter bestimmten Bedingungen (Wasser mit hohem Cl-Gehalt und niedriger Karbonathärte) auftreten kann. Sie ist außerdem kaum empfindlich gegen Spannungsrisskorrosion, die bei höher zinkhaltigen Legierungen unter äußeren und/oder inneren Zugspannungen bei gleichzeitiger Einwirkung gewisser Angriffsmittel (Ammoniak, Amine, Ammoniumsalze) auftreten kann. Um eine Spannungsrisskorrosion gänzlich auszuschließen, sollte der Werkstoff besser in einem entspannten Zustand eingesetzt werden.

9. Anwendungen

- Installationsteile für die Elektrotechnik
- Rotorenteile, Verbinder
- Basismaterial für Lack- und Emailüberzüge
- Trägermaterial für Goldplattierungen
- Dämpferstäbe
- Metallwaren
- Fassungen für Ornamente
- Schmuck- und Uhrenindustrie
- Teile für Kunstgewerbe
- Münzen, Medaillons, Geschenkartikel,
- Abzeichen, Kostümschmuck, Schnallen, Schmuckplatten
- Kleine Munitionskomponenten
- Geschosshülsen (auf Stahl plattiert)
- Zünder- und Zündsprengkapsel, Zündnadelstützen u.a.

10. Liefernachweis

Technische Lieferbedingungen sind in der betreffenden Produktnorm enthalten. Nachweise von Herstellern und Händlern für Halbzeug aus CuZn5 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] Kupfer-Zink-Legierungen – Messing und Sondermessing (DKI-Informationsdruck i.005). Deutsches Kupferinstitut, Düsseldorf.

[2] Bänder, Bleche, Streifen aus Kupfer-Zink-Legierungen (DKI-Informationsdruck i.022). Deutsches Kupferinstitut, Düsseldorf.

[3] Wieland-M05, CuZn5/C21000, Rolled Products sowie Wieland-M05, Messing (bleifrei), Press-/Ziehprodukte. Wieland-Werke AG, Ulm, 2003 sowie 2005.

[4] K. Dies: Kupfer und Kupferlegierungen in der Technik. Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg / New York, 1967.

[5] Copper Data Sheet No. D1, CuZn5, Deutsches Kupferinstitut, 1970.

[6] Low Temperature Mechanical Properties of Copper and Selected Copper Alloys. National Bureau of Standards Monograph 101, U.S. Department of Commerce Dec. 1967.

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

12. Index

- Allgemeine Informationen 2
- Anwendungen 10
- Biegeverhalten 8
- Chemische Zusammensetzung 2
- Dauerschwingfestigkeit 7
- Dichte 2
- Elastizitätsmodul 4
- Entspannungsglühen 9
- Federeigenschaften 8
- Festigkeitswerte
 - Elektrolytisch verzinnnte Bänder 5
 - Feuerverzinnnte Bänder 5
 - Nahtlose Rundrohre 6
 - Platten, Bleche, Bänder, Streifen, Ronden 4
 - Profile, Drähte 7
 - Schmiedestücke 7
 - Stangen 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 7
- Verzinnung 10
- Wärmebehandlung, Verhalten nach 8
- Wärmeleitfähigkeit 2
- Warmfestigkeit 7
- Warmumformung 9
- Weichglühen 9
- Weichlöten 9
- Werkstoffbezeichnungen 9
- Widerstandsschweißen 9
- WIG-Schweißen 9
- Zeitstandwerte 7