

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	10
3.2 Solidus- und Liquidustemperatur	2	7.3 Verbindungstechniken	10
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	11
3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand	3	11. Literatur	11
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	9		
5.4 Drähte	9		

Stand 2005

Hinweis:

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

CuZn30

1. Allgemeine Informationen

Werkstoff-Bezeichnung:

CuZn30

Werkstoff-Nr.:

CW505L (ehem.: 2.0265)

CuZn30 zeichnet sich, so auch CuZn28 und CuZn33, durch eine hervorragende Kaltumformbarkeit aus, die zusammen mit guten Festigkeitseigenschaften eine optimale Kombination bietet. CuZn30 hat außerdem eine gute Warmumformbarkeit und lässt sich sehr gut weich- und hartlöten.

Wie die beiden genannten Legierungen wird auch CuZn30 als sogenanntes Tiefzieh- bzw. Kartuschenmessing bezeichnet, da sie vorwiegend in der Metallwarenindustrie zur Fertigung von schwierigen Tiefziehteilen herangezogen wird [1,2,3].

2. Chemische Zusammensetzung – nach DIN EN –

Legierungsbestandteile	
Massenanteil in %	
Cu	Zn
69 bis 71	Rest

Zulässige Beimengungen bis					
Massenanteil in %					
Ni	Fe	Pb	Sn	Al	Sonstige zusammen
0,3	0,05	0,05	0,1	0,02	0,1

3. Physikalische Eigenschaften

3.1 Dichte

Temperatur	Dichte
°C	g/cm ³
20	8,55

3.2 Solidus- und Liquidustemperatur

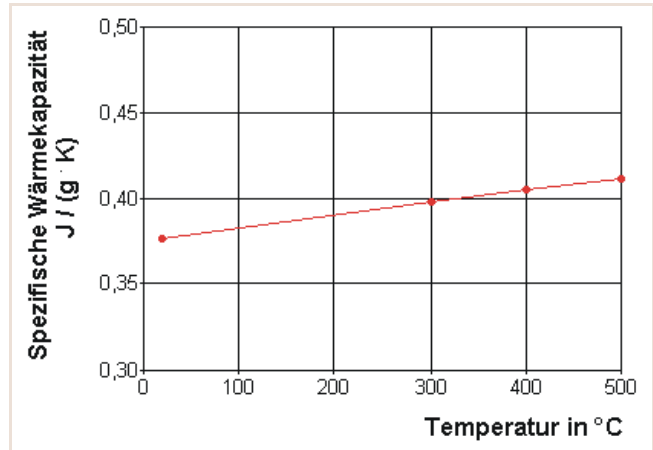
Solidustemperatur	Liquidustemperatur
°C	°C
910	965

3.3 Längenausdehnungskoeffizient

Temperatur	Längenausdehnungskoeffizient
°C	10 ⁻⁶ ·K ⁻¹
von -128 bis 20	9,0
von 20 bis 100	19,0
von 20 bis 300	20,0
bei 50	18,6
bei 100	19,2
bei 150	19,7
bei 200	20,4
bei 250	21,2

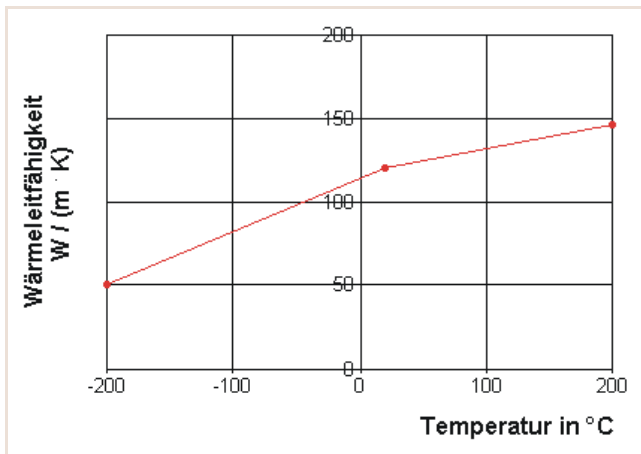
3.4 Spezifische Wärmekapazität

Temperatur	Spezifische Wärmekapazität
°C	J/(g·K)
bei 20	0,377
von 20 bis 300	0,398
von 20 bis 400	0,405
von 20 bis 500	0,412



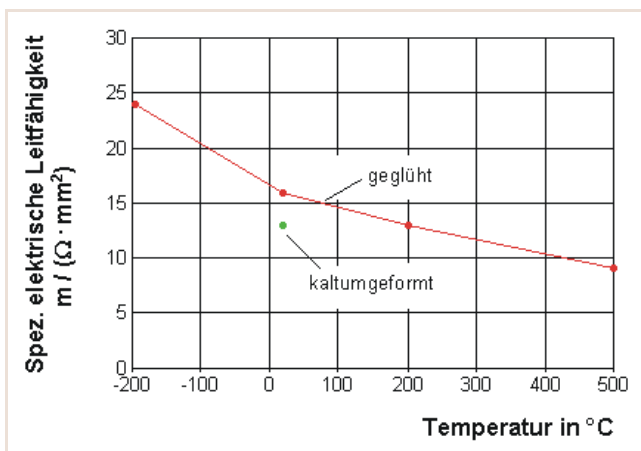
3.5 Wärmeleitfähigkeit

Temperatur °C	Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)
-200	50
20	121
200	147



3.6 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

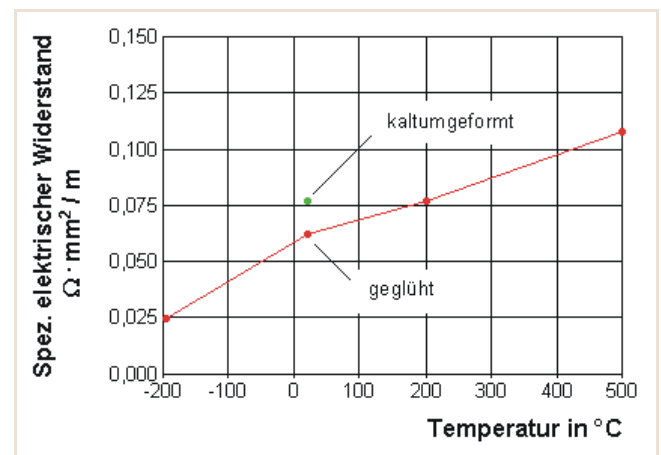
Temperatur °C	Spez. elektr. Leitfähigkeit MS/m	Zustand
-196	24	geglüht
20	16	
200	13	
500	9	
20	13	kaltumgeformt



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

3.7 Spezifischer elektrischer Widerstand

Temperatur °C	Spez. elektr. Widerstand (Ω·mm²)/m	Zustand
-196	0,042	geglüht
20	0,062	
200	0,077	
500	0,108	
20	0,077	kaltumgeformt



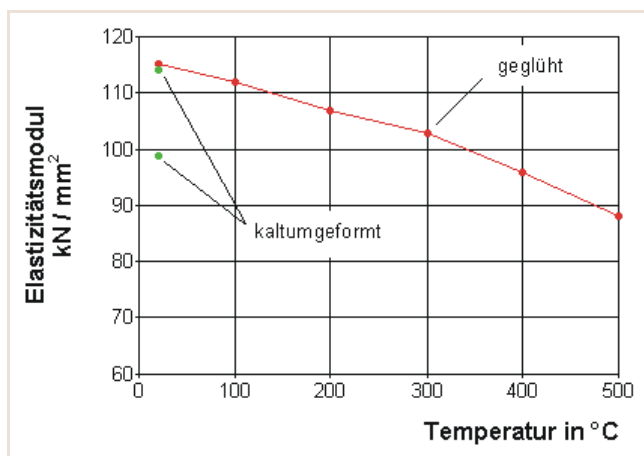
3.8 Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands

Temperatur °C	Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstands K ⁻¹	Zustand
20	0,0015	geglüht
20	0,0012	kaltumgeformt

Gültig von 0 bis 100 °C.

3.9 Elastizitätsmodul

Temperatur °C	Elastizitätsmodul kN/mm ²	Zustand
20	115	geglüht
100	112	
200	107	
300	103	
400	96	
500	88	
20	99 bis 115	kaltumgeformt



Anmerkung: 1 kN/mm² entspricht 1 GPa.

3.10 Spezifische magnetische Suszeptibilität – bei 20 °C –

CuZn30 besitzt weder para- noch ferromagnetische Eigenschaften. Die Suszeptibilität X liegt bei $-0,15 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$.

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

3.11 Kristallstruktur / Gefüge

CuZn30 weist ein einheitliches Gefüge, bestehend aus α -Mischkristallen, eine homogene Lösung von Zink in Kupfer im festen Zustand, auf und kristallisiert in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter (α -Messing).

4. Mechanische Eigenschaften

4.1 Festigkeitswerte bei Raumtemperatur

4.1.1 Bänder und Bleche – nach DIN EN 1652 –

Zustand	Dicke		Zugfestigkeit		0,2 %- Dehn- grenze	Bruchdehnung		Härte		Korngröße		
	(Nennmaß)					für Dicken						
			R_m			$R_{p0,2}$	bis	über	HV		μm	
	mm		N/mm ²				2,5 mm	2,5 mm				
von	bis	min.	max.	N/mm ²	A_{50mm}	A	min.	max.	min.	max.		
R270	0,2	5	270	350	(max. 160)	40	50	-	-	-	-	
H055	0,2	5	-	-	-	-	-	55	90	-	-	
G010	0,2	1	(410)		(210)	(40)	-	-	120	-	15	
G020	0,2	2	(360)		(150)	(40)	-	-	95	15	30	
G030	0,2	2	(340)		(130)	(40)	-	-	90	20	40	
G050	0,2	2	(330)		(110)	(40)	-	-	80	35	70	
G075	0,2	2	(310)		(90)	(50)	-	-	70	50	100	
R350	0,2	5	350	430	(min. 170)	21	33	-	-	-	-	
H095	0,2	5	-	-	-	-	-	95	125	-	-	
R410	0,2	5	410	490	(min. 260)	9	15	-	-	-	-	
H120	0,2	5	-	-	-	-	-	120	155	-	-	
R480	0,2	2	480	-	(min. 430)	-	-	-	-	-	-	
H150	0,2	2	-	-	-	-	-	150	-	-	-	

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.

R270/H055 = weich, ohne Korngrößenangabe; G010/H075 = weich, mit Korngrößenangabe; R350/H095 = halbhart; R410 = hart; R480 = federhart (gemäß Terminologie nach vormaliger DIN 17007).

Bei Bestellung mit R-Zahl sind nur Festigkeit und 0,2%-Dehngrenze und Bruchdehnung für die Abnahme maßgebend.

Bei Bestellung mit H-Zahl ist nur die Härte für die Abnahme maßgebend.

Bei Bestellung mit G-Zahl ist nur die Korngröße für die Abnahme maßgebend.

In DIN EN 1653 ist CuZn30 außerdem als Federband genormt.

4.1.2 Rohre – nach DIN EN 12449 –

Zustand	Wanddicke t mm max.	Zug- festigkeit R _m N/mm ² min.	0,2 %-Dehngrenze		Bruch- Dehnung A % min.	Härte			
			R _{p0,2} N/mm ²			HV		HB	
			min.	max.		min.	max.	min.	max.
M	20	-	-	180	-	-	-	-	-
R280 ¹⁾	20	280	-	-	50	-	-	-	-
H055 ¹⁾	20	-	-	-	-	55	85	50	80
R350	10	350	200	-	25	-	-	-	-
H085	10	-	-	-	-	85	120	80	115
R420	5	420	320	-	10	-	-	-	-
H115	5	-	-	-	-	115	-	110	-

¹⁾ geglühter Zustand

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.1.3 Stangen – nach DIN EN 12163 –

Zustand	Durchmesser, Schlüsselweite		Zug- festigkeit R _m N/mm ² min.	0,2 %- Dehn- grenze R _{p0,2} N/mm ² ungefähr	Bruchdehnung ¹⁾			Härte			
	(Nennmaß) mm				A ₁₀₀ % min.	A _{11,3} % min.	A % min.	HB		HV	
	von	bis						min.	max.	min.	max.
M	4	80	wie gefertigt								
R310	4	80	310	(120)	20	24	27	-	-	-	-
H085	4	80	-	-	-	-	-	85	115	90	120
R370	4	40	370	(320)	6	8	10	-	-	-	-
H115	4	40	-	-	-	-	-	115	145	120	150
R460	4	10	460	(420)	-	-	-	-	-	-	-
H145	4	10	-	-	-	-	-	140	-	150	-

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.

4.1.4 Drähte – nach DIN EN 12166 –

Zustand	Durchmesser (Nennmaß) mm		Zugfestigkeit		0,2 %- Dehn- grenze	Bruchdehnung			Härte		Frühere Zustands- bezeich- nung ¹⁾
			R _m			R _{p0,2}	A ₁₀₀	A _{11,3}	A	HV	
			N/mm ²		N/mm ²		%	%	%	min.	
	min.	max.		ungefähr	min.	min.	min.	min.	max.		
M	alle Maße		wie gefertigt								
R350	von	0,1 bis 0,5	350	450	(160)	(30)	-	-	-	-	weich
R340	über	0,5 bis 1,5	340	440	(150)	35	-	-	-	-	
R310	über	1,5 bis 4,0	310	410	(140)	30	-	-	-	-	
R300	über	4,0 bis 20,0	300	400	(130)	-	45	50	-	-	
H065	von	1,5 bis 20,0	-	-	-	-	-	-	65	115	
R430	von	0,1 bis 0,5	430	530	(240)	(30)	-	-	-	-	achtel- hart
R410	über	0,5 bis 1,5	410	510	(230)	(14)	-	-	-	-	
R380	über	1,5 bis 4,0	380	480	(220)	(18)	-	-	-	-	
H095	von	1,5 bis 4,0	-	-	-	-	-	-	95	135	
R360	über	4,0 bis 20,0	360	460	(210)	-	(22)	(25)	-	-	
H085	über	4,0 bis 20,0	-	-	-	-	-	-	85	130	
R520	von	0,1 bis 0,5	520	620	(340)	-	-	-	-	-	viertel- hart
R500	über	0,5 bis 1,5	500	600	(330)	-	-	-	-	-	
R460	über	1,5 bis 4,0	460	560	(310)	(7)	-	-	-	-	
H125	von	1,5 bis 4,0	-	-	-	-	-	-	125	160	
R440	über	4,0 bis 8,0	440	540	(290)	-	(10)	-	-	-	
H120	über	4,0 bis 8,0	-	-	-	-	-	-	120	155	
R610	von	0,1 bis 0,5	610	710	(500)	-	-	-	-	-	halb- hart
R590	über	0,5 bis 1,5	590	690	(480)	-	-	-	-	-	
R540	über	1,5 bis 4,0	540	640	(440)	(6)	-	-	-	-	
H150	von	1,5 bis 4,0	-	-	-	-	-	-	150	180	
R530	über	4,0 bis 8,0	530	630	(440)	-	-	-	-	-	
H145	über	4,0 bis 8,0	-	-	-	-	-	-	145	175	
R700	von	0,1 bis 0,5	700	800	(680)	-	-	-	-	-	hart
R670	über	0,5 bis 1,5	670	770	(650)	-	-	-	-	-	
R620	über	1,5 bis 4,0	620	720	(600)	-	-	-	-	-	
H170	von	1,5 bis 4,0	-	-	-	-	-	-	170	200	
R800	von	0,1 bis 0,5	800	-	(810)	-	-	-	-	-	feder- hart
R750	über	0,5 bis 1,5	750	-	(760)	-	-	-	-	-	
R700	über	1,5 bis 4,0	700	-	(710)	-	-	-	-	-	
H195	von	1,5 bis 4,0	-	-	-	-	-	-	195	-	

¹⁾ nur zur Information.

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 Strangpressprofile

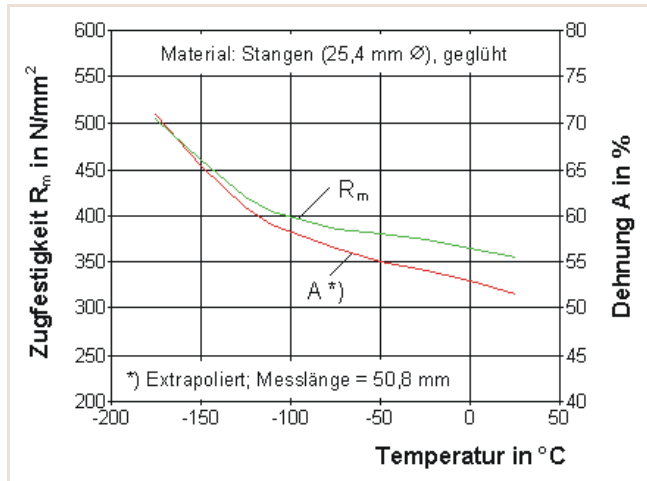
Strangpressprofile aus CuZn30 sind nach DIN EN nicht genormt.

4.1.6 Schmiedestücke

Schmiedestücke aus CuZn30 sind nach DIN EN nicht genormt.

4.2 Tieftemperaturverhalten

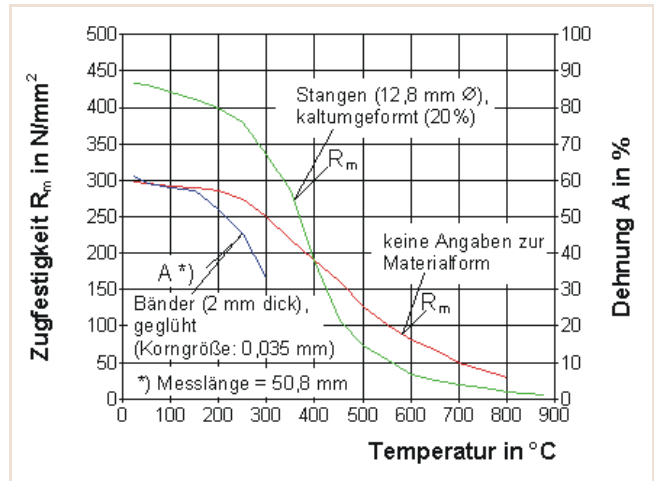
4.2.1 Festigkeitswerte



Quelle: [4]

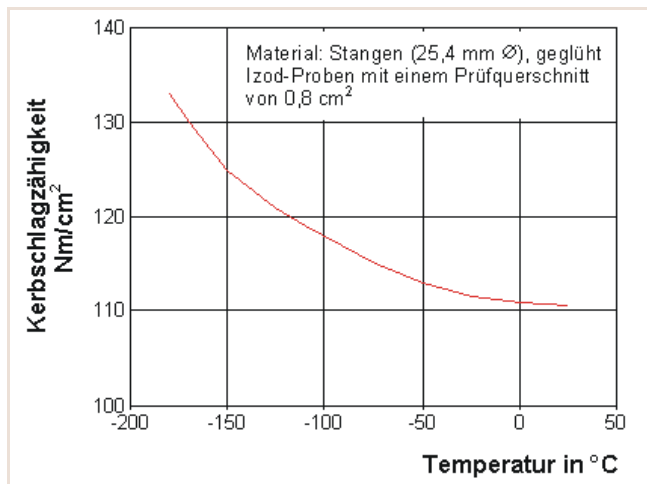
4.3 Hochtemperaturverhalten

4.3.1 Warmfestigkeit



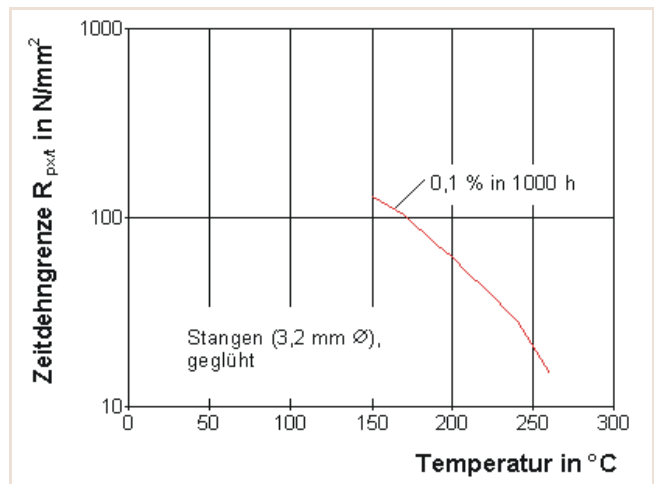
Quelle: [2, 4]

4.2.2 Kerbschlagzähigkeit - Tieftemperatur -



Quelle: [4]

4.3.2 Zeitstandwerte



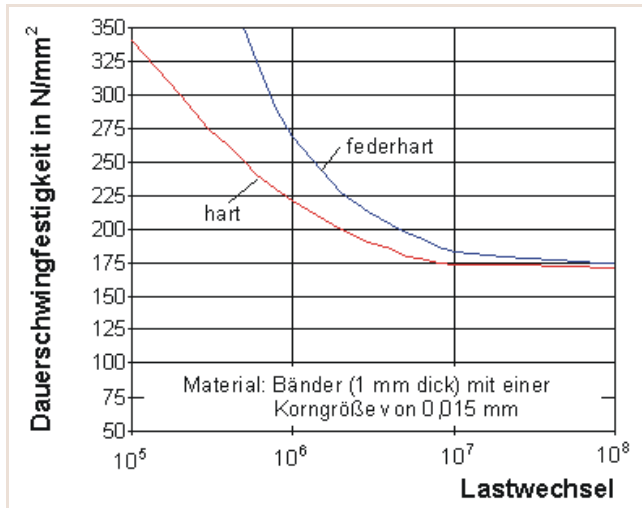
Quelle: [4]

4.3.3 Kerbschlagzähigkeit - Hochtemperatur -

Hierzu sind keine Angaben vorhanden.

4.4 Dauerschwingfestigkeit

4.4.1 Bänder



Quelle: [5]

4.4.2 Bleche

Zustand (Bleche 1 mm dick)	Dauerschwingfestigkeit (10 ⁸ Lastwechsel) N/mm ²
halbhart	147
hart	167
federhart	177
doppelfederhart	196

Quelle: [4]

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.4.3 Stangen

Form	Lastwechsel	Dauerschwingfestigkeit N/mm ²
(Stangen 19 mm Ø)		
geglüht	5 · 10 ⁷	157
kaltumgeformt (27%) und spannungs- freigelegt	5 · 10 ⁷	191
(Stangen 16 mm Ø)		
kaltumgeformt (21%)	10 ⁸	103

Quelle: [4]

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

4.4.4 Drähte

Form (Drähte 1,8 mm Ø)	Dauerschwingfestigkeit (10 ⁸ Lastwechsel) N/mm ²
kaltgezogen, 60 %	132
kaltgezogen, 84 %	152

Quelle: [4]

Anmerkung: 1 N/mm² entspricht 1 MPa.

5. Normen

5.1 Bänder und Bleche

- DIN EN 1652** Kupfer und Kupferlegierungen – Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung
- DIN EN 1654** Kupfer und Kupferlegierungen – Bänder für Federn und Steckverbinder
- DIN EN 13148** Kupfer und Kupferlegierungen – Feuerverzinnete Bänder
- WI: 00133106** Kupfer und Kupferlegierungen – Elektrolytisch verzinnete Bänder

5.2 Rohre

- DIN EN 12449** Kupfer und Kupferlegierungen – Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung

5.3 Stangen

- DIN EN 12163** Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen zur allgemeinen Verwendung

5.4 Drähte

- DIN EN 12166** Kupfer und Kupferlegierungen – Drähte zur allgemeinen Verwendung

6. Werkstoffbezeichnungen

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

Land	Bezeichnung der Normung	Werkstoffbezeichnung / -nummer
Europa	EN	CuZn30 CW505L
USA	ASTM (UNS)	C26000
Japan	JIS	C2600
Internationale Normung	ISO	CuZn30

Vormalige nationale Bezeichnungen		
Deutschland	DIN	CuZn30 2.0265
Frankreich	NF	CuZn30
Großbritannien	BS	CZ 106
Italien	UNI	P-CuZn30
Schweden	SS	5122
Schweiz	SNV	CuZn30
Spanien	UNE	CuZn30 C-6130

^{*)} 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 870 °C

Glühen	
Weichglühen, Temp-Bereich	450 bis 680 °C
Entspannungsglühen, Temp-Bereich	200 bis 300 °C

CuZn30 weist aufgrund der Legierungszusammensetzung und der einheitlichen Gefügeausbildung (α -Mischkristall) eine ausgezeichnete Kaltumformbarkeit auf. Daher ist diese Legierung für die spanlose Umformung durch Tiefziehen, Drücken, Stauchen, Prägen, Biegen, Bördeln, Nieten usw. bestens geeignet.

7.2 Spanbarkeit

Zerspanbarkeitsindex: 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 CuZn30 der Gruppe III (mäßige bis schwere Spanbarkeit) zugeordnet. Für eine weitere Abstufung innerhalb dieser Gruppe ist der Festigkeitszustand maßgebend, so hat CuZn30 im Zustand R 460 eine relativ bessere Spanbarkeit als im Zustand R 310. Die Spanform ist ungünstig, es treten je nach Spanungsparameter lange Bandspäne und sog. Aufbau-schneiden auf.

Siehe dazu auch [6].

7.3 Verbindungstechniken

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

Löten	
Weichlöten	sehr gut
Hartlöten	sehr gut

Kleben	
	gut

Wenn das Schweißen nicht fachmännisch durchgeführt wird, kann eine hohe Zinkausdampfung wegen der niedrigen Verdampfungstemperatur (906 °C) auftreten. Sie behindert die Sicht des Schweißers, verursacht Porosität und beeinträchtigt die Güte der Schweißnaht.

7.4 Oberflächenbehandlung

Polieren	
mechanisch	sehr gut
elektrolytisch / chemisch	gut
Galvanisierbarkeit ¹⁾	
	sehr gut
Eignung für Tauchverzinnung	
	sehr gut

¹⁾ Voraussetzung hierfür ist eine metallisch blanke Oberfläche.

8. Korrosionsbeständigkeit

CuZn30 besitzt eine gute Beständigkeit gegenüber Wasser, Wasserdampf, verschiedenen Salzlösungen, vielen organischen Flüssigkeiten sowie Land-, See- und Industrieatmosphäre. Gegen Säuren und feuchte Schwefelverbindungen ist diese Legierung nicht beständig.

Unter bestimmten Bedingungen (Wässer mit hohem Cl-Gehalt und niedriger Karbonathärte) kann auch eine Korrosion in Form der "Entzinkung" auftreten.

Ferner neigt dieser Werkstoff im kaltverformten Zustand unter äußeren und/oder inneren Zugspannungen bei gleichzeitiger Einwirkung gewisser Angriffsmittel (Ammoniak, Amine, Ammoniumsalze) zur "Spannungsrissskorrosion". Zugspannungen können auch nachträglich durch Einbau bzw. Weiterverarbeitung eingebracht werden.

Durch eine Wärmebehandlung lässt sich eine Spannungsrissskorrosion vermeiden. Bereits Halbzeuge können im entspannten Zustand bezogen werden. Bauteile können einem Entspannungsglühen oder Weichglühen unterzogen werden [7].

9. Anwendungen

- Tiefziehteile aller Art, Blasmusikinstrumente, Patronenhülsen
- Federteile für Steckverbinder, Blattfedern
- Rohre für Kondensatoren und Wärmeaustauscher (Süßwasser)
- Wasserkästen für Kraftfahrzeugkühler
- Automobilkühlerbänder und -blöcke
- Vergaserteile, Reflektoren, Kabelklemmen
- Glühlampensockel und -fassungen
- Teile für Zünd- und Beleuchtungsanlagen
- Metall- und Holzschrauben

- Uhrengehäuse, -rahmen und -sockel
- doublierte Teile (Plattierungen auf Stahl)
- Vorwärmer, Feuerlöschgeräte
- Drahtbürsten und -gewebe
- Drahtgeflecht für Brems- und Kupplungsbeläge
- Türgriffe und -beschläge, Handläufe, Schlösser
- Befestigungselemente, Ketten, Druckknöpfe
- Ösen, Öhre, Nieten, Stifte, Nadeln
- Zifferblätter, Metallschilder und -scheiben u.a.

10. Liefernachweis

Technische Lieferbedingungen sind in der betreffenden Halbzeugnorm enthalten. Nachweise von Herstellern und Händlern für Halbzeug aus CuZn30 können der Quelle [8] entnommen werden.

11. Literatur

[1] Kupfer-Zink-Legierungen (DKI-Informationsdruck i.5). Deutsches Kupferinstitut, 1985.

[2] Rohre aus Kupfer-Zink-Legierungen (DKI-Informationsdruck i.21). Deutsches Kupferinstitut, 1987.

[3] Bänder, Bleche, Streifen aus Kupfer-Zink-Legierungen (DKI-Informationsdruck i.22). Deutsches Kupferinstitut, 1988.

[4] Copper Data Sheet No. D5, CuZn28-CuZn30, Deutsches Kupfer-Institut, 1970.

[5] France, W. D., Trout, D. E. und Mulholland, J. A., Fatigue characteristics of five copper-base strip alloys commonly used for spring applications. Journal of Materials, 4, 1969, 3, S. 633-646.

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

[7] Messing ja – Spannungsrißkorrosion muß nicht sein. Informationsbroschüre, Deutsches Kupferinstitut, 1999.

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

12. Index

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