

## Wärmebehandlung

- ▶ Härten von Kupferwerkstoffen
- ▶ Glühen von Kupfer - Zeiten

## Glühen von Kupfer - Zeiten

Zeiten für Wärmebehandlungen können schlecht allgemein angegeben werden.

Grundsätzlich besteht ein Zusammenhang zwischen Zeit und Temperatur, d.h., ein gleiches Ergebnis lässt sich mit kurzer Zeit und hoher Temperatur (wird in Durchlauföfen genutzt) wie auch mit langer Zeit und niedriger Temperatur erzielen.

Die Zeiten hängen zudem ab:

- Vom Ofen (Temperaturverteilung, Temperaturgleichmäßigkeit);
- Von der Anzahl der Teile im Ofen und der Chargierung;
- Von der Größe bzw. der Masse der einzelnen Teile.

Als Faustregel für die Standardprozesse (diskontinuierlich im Topf-, Hauben- oder Kammerofen) kann gelten:

- Kleine Teile 30-60 Min.;
- Große Teile 1-3 h.

**Alle Zeiten gelten ab dem Zeitpunkt, zu dem die gesamte Charge durchgewärmt ist (!).**

Das Glühen sollte unter Schutzgas erfolgen (bei Kupferwerkstoffen reicht Stickstoff), um ein Verzundern zu vermeiden. Die Abkühlung kann beliebig erfolgen, bei Kupferwerkstoffen gibt es keine Härtungseffekte wie bei Stahl, auch nicht bei schnellem Abkühlen. Schnelles Abkühlen kann ggfs. zum Verzug führen.

### Detaillierte Informationen zu den Legierungen:

Anhaltswerte für die Wärmebehandlung von nicht aushärtbaren Kupferwerkstoffen (alle Angaben in °C; Quellen: DKI-Informationsdrucke)

Werkstoff	Spannungsarmglühen	Weichglühen	Homogenisieren
Kupfer und silberlegiertes Kupfer	100 - 150	400 - 500	(entfällt)
Messing (CuZn)	250 - 300	450 - 600	(entfällt)
Bronze (CuSn), Knetwerkstoffe	200 - 300	475 - 675	ca. 700
Bronze, Gusswerkstoffe	200 - 450	(nicht genutzt)	ca. 650
Neusilber (CuNiZn)	250 - 400	580 - 650	(entfällt)
CuAl-Legierungen (Al-Bronze) *	250 - 300	ca. 600	(entfällt)
CuNi-Legierungen	280 - 500	620 - 900	(entfällt)

\* Bei heterogenen Legierungen zusätzlich gezielte Einstellung von Festigkeiten durch Wärmebehandlungen zwischen 450-950 °C, s. Literatur

Empfohlene Zeiten und Temperaturen für das Weichglühen einiger ausgewählter Werkstoffe auf Kupferbasis (Quelle: DKI-Informationsdruck i.9)

Kurzzeichen	Temperatur [°C]	Zeit [h]	Kurzzeichen	Temperatur [°C]	Zeit [h]
Cu-ETP / Cu-FRHC	300 - 650 <sup>1)</sup>	0,5 - 3	(CuSn6Zn6)	500 - 700 <sup>3)</sup>	0,5 - 3
Cu-OF	425 - 650	0,5 - 3	CuNi18Zn20	600 - 750 <sup>4)</sup>	0,5 - 3
Cu-PHC / Cu-HCP	350 - 650	0,5 - 3	CuNi18Zn27	600 - 750 <sup>4)</sup>	0,5 - 3

Cu-DHP	350 - 650	0,5 - 3	CuNi9Sn2	600 - 700	0,5 - 3
CuZn15	425 - 650	0,5 - 3	CuNi10Fe1Mn	625 - 750	0,5 - 3
CuZn30	450 - 675	0,5 - 3	(CuNi44Mn1)	650 - 850	0,5 - 3
CuZn33	425 - 700	0,5 - 3	CuAg0,10	400 - 650	0,5 - 3
CuZn37	450 - 600 <sup>2)</sup>	0,5 - 3	CuAg0,10P	400 - 650	0,5 - 3
CuZn36Pb3	425 - 600	0,5 - 3	CuFe2P	650 - 700	0,5 - 3
CuZn39Pb2	425 - 600	0,5 - 3	CuSP	425 - 650	0,5 - 3
CuZn39Pb3	425 - 650	0,5 - 3	CuTeP	425 - 650	0,5 - 3
CuZn40Pb2	425 - 650	0,5 - 3	CuZn0,5	425 - 600	0,5 - 3
CuZn31Si1	500 - 600	0,5 - 3	CuBe2	720 - 760	0,5 - 3
CuZn38Mn1Al	500 - 650	0,5 - 3	CuBe2Pb	720 - 760	0,5 - 3
CuZn37Mn3Al2PbSi	500 - 650	0,5 - 3	CuCo2Be	920 - 960	0,5 - 3
CuSn4	500 - 700 <sup>3)</sup>	0,5 - 3	CuNi2Si	725 - 760	0,5 - 3
CuSn6	500 - 700 <sup>3)</sup>	0,5 - 3	CuCr1Zr	600 - 800	0,5 - 3
CuSn8	500 - 700 <sup>3)</sup>	0,5 - 3	CuZr	850 - 965	0,5 - 3

<sup>1)</sup> Beim Glühen in reduzierender Atmosphäre ist die Temperatur unterhalb 450 °C zu halten, um Wasserstoffkrankheit zu vermeiden.

<sup>2)</sup> Es ist wichtig, die angegebene Maximaltemperatur nicht zu überschreiten, um die Kaltformbarkeit des Werkstoffes nicht zu beeinträchtigen.

<sup>3)</sup> Die Legierungen sind beim Glühen rissanfällig und sollten vorher thermisch entspannt werden.

<sup>4)</sup> Die Legierungen sind in oxidierender Atmosphäre zu glühen. Sie sind rissanfällig und sollten vorher thermisch entspannt werden.

( ) Legierungen nicht mehr in EN enthalten

Empfohlene Glühzeiten und Temperaturen für das Spannungsarmglühen ausgewählter Knetwerkstoffe auf Kupferbasis (Quelle: DKI-Informationsdruck i.9)

Kurzzeichen	Temperatur [°C]	Zeit [h]	Kurzzeichen	Temperatur [°C]	Zeit [h]
Cu-ETP / Cu-FRHC	150 - 200 <sup>1)</sup>	1	(CuSn6Zn6)	200 - 300	1
Cu-OF	150 - 200	1	CuNi18Zn20	300 - 400	1
Cu-PHC / Cu-HCP	150 - 200	1	CuNi18Zn27	300 - 400	1
Cu-DHP	150 - 200	1	CuNi9Sn2	250 - 400	1
CuZn15	200 - 300	1	CuNi10Fe1Mn	280 - 450	1
CuZn30	200 - 300	1	(CuNi44Mn1)	300 - 400	1
CuZn33	200 - 300	1	CuAg0,10	250 - 300 <sup>1)</sup>	1
CuZn37	200 - 300	1	CuAg0,10P	250 - 300	1
CuZn36Pb3	200 - 300	1	CuFe2P	200 - 300	1
CuZn39Pb2	200 - 300	1	CuSP	150 - 200	1
CuZn39Pb3	200 - 300	1	CuTeP	150 - 200	1
CuZn40Pb2	200 - 300	1	CuZn0,5	200 - 300	1
CuZn31Si1	250 - 350	1	CuBe2	250 - 300	1
CuZn38Mn1Al	300 - 430	1	CuBe2Pb	250 - 300	1
CuZn37Mn3Al2PbSi	350 - 450	1	CuCo2Be	350 - 420	1
CuSn4	200 - 300	1	CuNi2Si	350 - 450	1

CuSn6	200 - 300	1	CuCr1Zr	300 - 350	1
CuSn8	200 - 300	1	CuZr	350 - 400	1

<sup>1)</sup> Beim Glühen in reduzierender Atmosphäre ist die Temperatur unterhalb 450 °C zu halten, um Wasserstoffkrankheit zu vermeiden.

( ) Legierungen nicht mehr in EN enthalten

Wärmebehandlung für aushärtbare Kupferlegierungen (Quelle: DKI-Informationsdruck i.009)

Werkstoff Legierungsgruppe		Lösungsglühen Homogenisieren [°C]	Zeit [min.]	Aushärtungstemperatur [°C]	Zeit [h]
CuZr	lösungsgeglüht und angelassen	900 - 930	5,5	500 - 550	1 - 4
	lösungsgeglüht, kalt verformt und angelassen	900 - 930	5,5	375 - 470	1 - 4
CuCr1Zr	lösungsgeglüht, kaltverfestigt und angelassen	900 - 1000	1 - 2	400 - 500	1 - 2
CuBe2	lösungsgeglüht und kalt ausgelagert	770 - 800	10,5	315	3
	lösungsgeglüht und kalt verfestigt 1/4 hart			315	2
	lösungsgeglüht und kalt verfestigt 1/2 hart			315	2
	lösungsgeglüht und kalt verfestigt hart			315	2
CuCOBe2	lösungsgeglüht und kalt ausgelagert	910 - 940	10,5	480	3
	lösungsgeglüht und kalt verfestigt 1/2 hart			480	2
	lösungsgeglüht und kalt verfestigt hart			480	2
CuCr1	lösungsgeglüht und angelassen	980 - 1010	10,5	425 - 550	2 - 4
	lösungsgeglüht, kalt verformt und angelassen			425 - 550	2 - 4
CuNi2Si	lösungsgeglüht und gezogen	745 - 800	10,5	455 - 480	1,5
CuCr1-C	(G-CuCrF35) <sup>1)</sup>	1000 - 1010	1	480	3

<sup>1)</sup>Bei Gusswerkstoffen gelten die Zeiten für das Lösungsglühen und für das Anlassen in Stunden (h) je 25 mm Wanddicke.