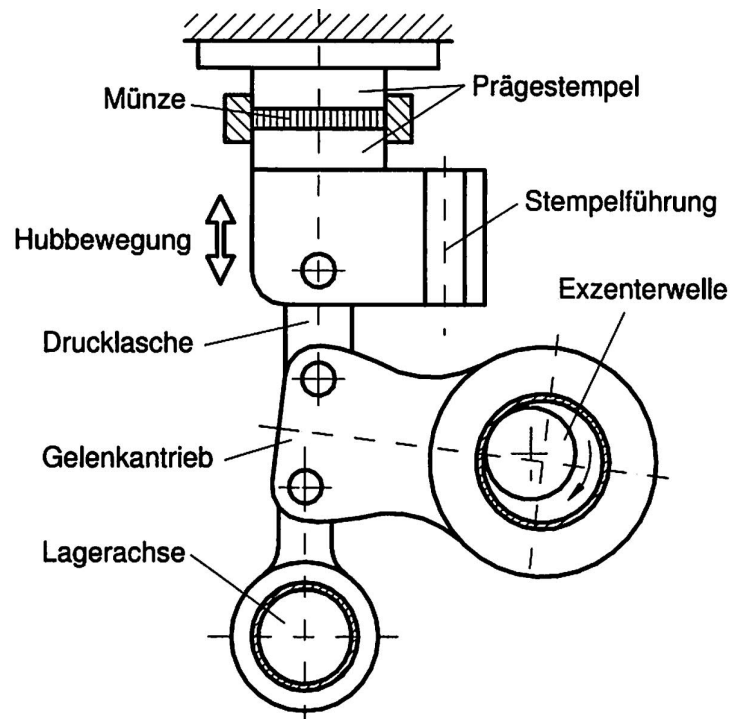




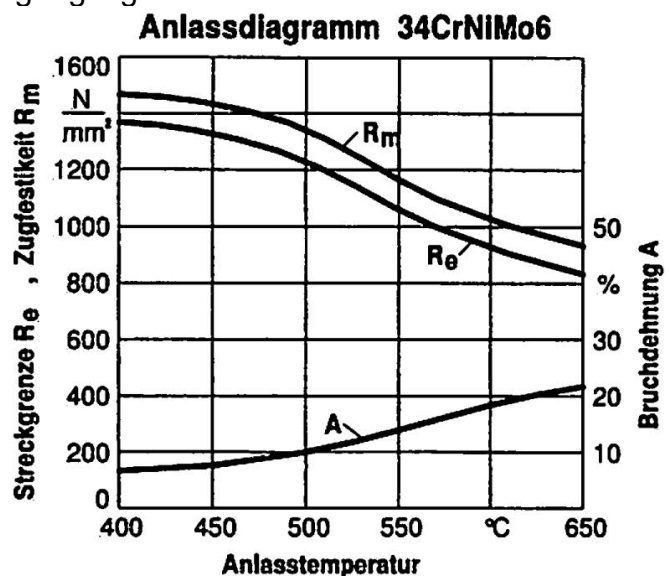
tgt HP 2011/12-2: Münzpresse

Die 1-Euromünze wird mit einer Prägepresse hergestellt. Dabei wird der Rohling zwischen einem feststehenden (oben) und einem beweglichen Prägestempel umgeformt. Durch einen Gelenkantrieb wird eine kleine Hubbewegung des unteren Prägestempels erzeugt.

Prägepresse:



Teilaufgaben:		Punkte
1	Münze	1,0
1.1	Das Außenteil der Münze besteht aus CuZn20Ni5. Entschlüsseln Sie die Werkstoffbezeichnung.	
1.2	Das Innenteil der Münze besteht aus CuNi25 mit einem Kern aus Ni. Das Ni-Plättchen dient zur magnetischen Prüfung der Münze. Beschriften Sie die Linien und Phasenfelder des Zustandsdiagramms auf dem Arbeitsblatt. Zeichnen Sie auf das Arbeitsblatt die Abkühlungskurven von Ni und von CuNi25.	4,0
1.3	Nennen Sie den Legierungstyp des Werkstoffs CuNi25. Begründen Sie, warum sich dieser Werkstoff besonders zur Münzfertigung eignet.	2,0
2	Drucklasche aus 34CrNiMo6 Für die Drucklasche wird eine Streckgrenze von $R_e = 1000 \text{ N/mm}^2$ gefordert. Nennen Sie das geeignete Wärmebehandlungsverfahren und geben Sie die notwendigen Temperaturen an.	3,0





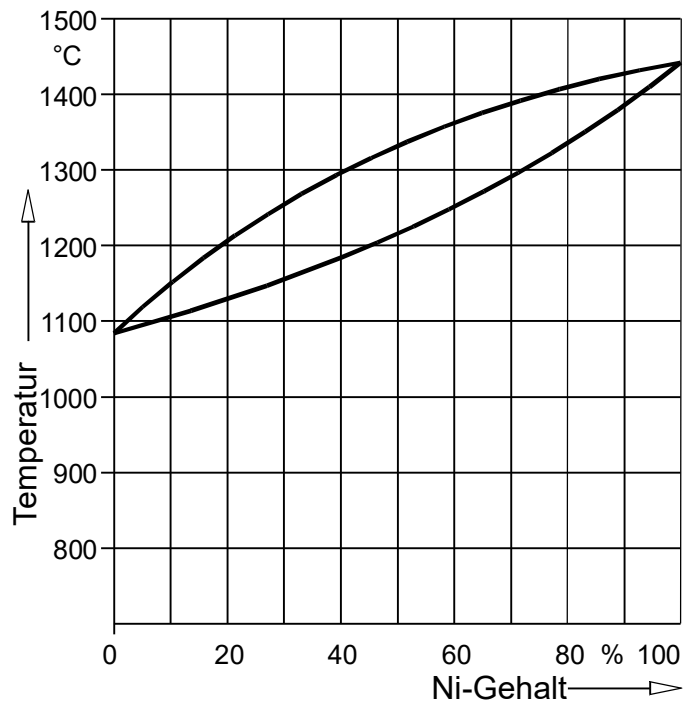
- 3 Exzenterwelle aus C45E
- 3.1 Berechnen Sie die Gefügebestandteile bei Raumtemperatur in Prozent. 2,0
 Skizzieren Sie das Gefüge und benennen Sie die Gefügebestandteile.
- 3.2 Die Exzenterwelle soll eine verschleißfeste Oberfläche erhalten. 4,0
 Benennen und beschreiben Sie ein Verfahren, bei dem dieser Zustand erreicht wird.
 Vergleichen Sie das Gefüge im Kern und in der Randschicht.
- 4 Blockheizkraftwerk (BHKW)
- Die Herstellerfirma der Münzen betreibt ein Blockheizkraftwerk. Der Stirlingmotor des Blockheizkraftwerks arbeitet mit Helium, die Abwärme des Motors wird über einen Wärmetauscher zu Heizzwecken genutzt.
- Daten:
- | | | | | |
|----------------|-------------------|---------------|-----|---------------------|
| Wirkungsgrade: | Stirlingmotor | η_s | $=$ | 30% |
| | Generator | η_G | $=$ | 92% |
| | Wärmetauscher | η_w | $=$ | 80% |
| Stirlingmotor: | untere Temperatur | ϑ_U | $=$ | 50°C |
| | obere Temperatur | ϑ_O | $=$ | 650°C |
| | größtes Volumen | V_1 | $=$ | 200 cm ³ |
| | kleinstes Volumen | V_2 | $=$ | 40 cm ³ |
| | Masse Helium | m | $=$ | 0,3 g |
| Helium: | | R_i | $=$ | 2,077 kJ/(kg-K) |
- 4.1 Stellen Sie das Blockheizkraftwerk in einem Blockschaltbild dar. 4,0
 Tragen Sie die Energieformen in das Blockschaltbild ein.
- 4.2 Berechnen Sie den elektrischen, den thermischen und den Gesamtwirkungsgrad des Blockheizkraftwerks. 3,0
- 4.3 Skizzieren Sie das p,V-Diagramm des Stirlingmotors und nummerieren Sie die Eckpunkte. Geben Sie die jeweiligen Zustandsänderungen an. Kennzeichnen Sie die zu- und abgeführte Wärme, sowie die Nutzarbeit. 3,0
- 4.4 Berechnen Sie die Nutzarbeit W_N des Stirlingmotors. 3,0

$\Sigma=30,0$

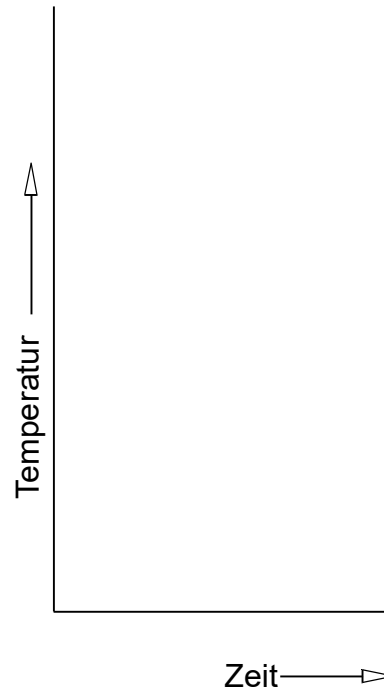


Arbeitsblatt zu Aufgabe 1.2

Zustandsdiagramm Kupfer-Nickel-Legierungen



Abkühlungskurven





Lösungsvorschläge

1 Münze

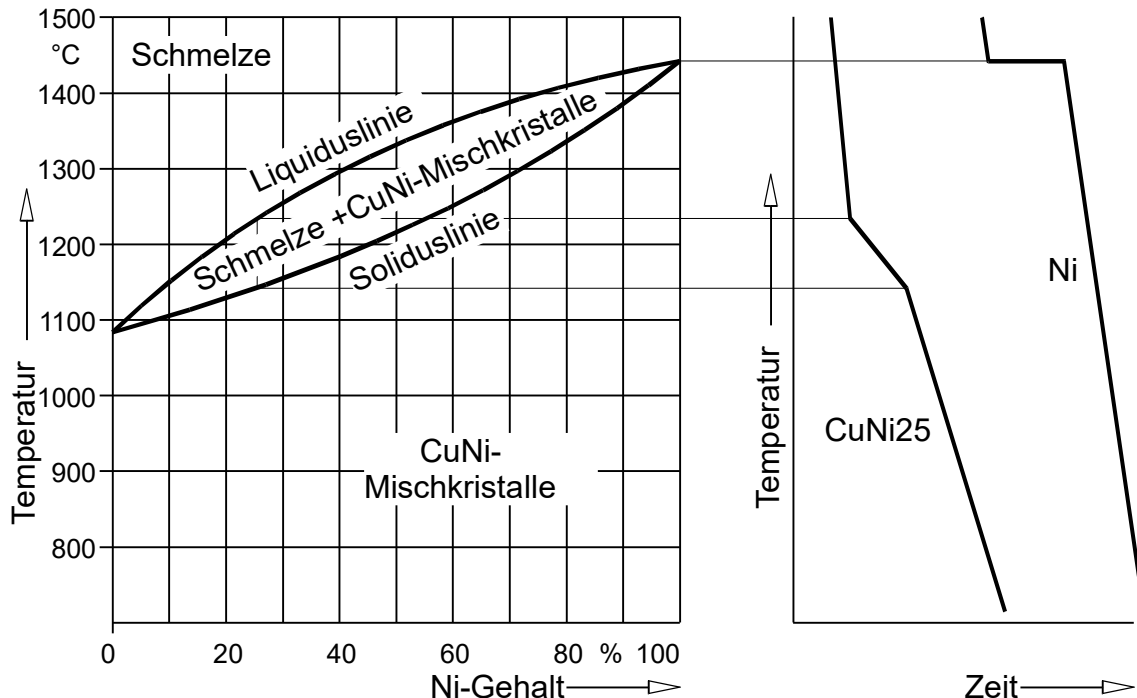
1.1 CuZn20Ni5: Kupferlegierung mit 20% Zink und 5% Nickel

1,0

1.2 Zustandsdiagramm Kupfer-Nickel-Legierungen

Abkühlungskurven

4,0



1.3 Es handelt sich um Legierungstyp Mischkristall.

2,0

Mischkristalle haben ein homogenes Gefüges, auf das sich die Umformarbeit gleichmäßig verteilt. Mischkristalle sind deshalb zum Umformen gut geeignet, z.B. beim Prägen von Münzen, und heißen auch Knetlegierung.

Tabellenbuch Metall, Europa, 44.Auflage, S.173: CuNi-Legierungen sind korrosionsbeständig, polierbar, kalt umformbar und haben silberartiges Aussehen.

2 Das Wärmebehandlungsverfahren zum Erreichen hoher Festigkeit ist Vergüten.

3,0

Härtetemperatur: 830..860°C (34CrNiMo6 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44.Auflage, S.156)

Anlasstemperatur: ca. 570°C (→ Anlassdiagramm)

3

3.1 C45 = Eisen mit 0,45% Kohlenstoff

2,0

Ferrit – Perlit

$$\text{Anteil Ferrit: } \frac{0,8\% - 0,45\%}{0,8\%} = 43,75\%$$

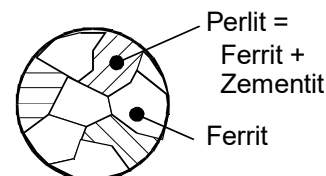
$$\text{Anteil Perlit: } \frac{0,45\% - 0\%}{0,8\%} = 56,25\%$$

oder Ferrit – Zementit

$$\text{Anteil Ferrit: } \frac{6,67\% - 0,45\%}{6,67\%} = 93,25\%$$

$$\text{Anteil Zementit: } \frac{0,45\% - 0\%}{0,6,67\%} = 6,75\%$$

Gefügebestandteile





3.2 Eine verschleißfeste Oberfläche erhält man durch Randschicht- bzw. Oberflächenhärten. Da die Exzenterwelle mit 0,45% C genügend Kohlenstoff zum Härten enthält, ist sie für Flamm- oder Induktionshärten geeignet.

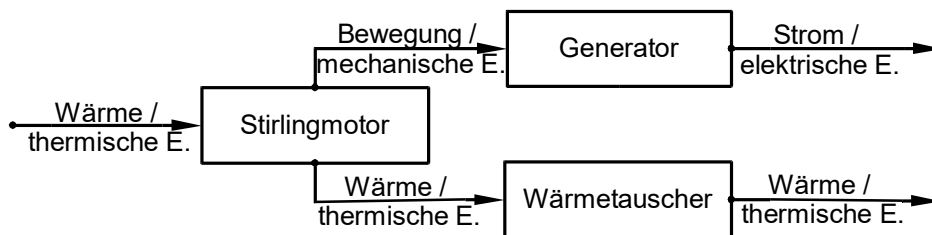
Dabei werden die Oberflächen der Exzenterwelle, die verschleißfest sein sollen, mit einem Gasbrenner oder einer Induktionsspule auf Härtetemperatur erhitzt und anschließend mit einer Wasserbrause abgeschreckt. Zuletzt muss die Exzenterwelle angelassen werden.

Im Kern bleibt das Gefüge zäh (Ferrit + Perlit), in der Randschicht wird es hart und verschleißfest (Martensit).

Die Verschleißfestigkeit der Oberfläche kann man auch erreichen, indem man die Exzenterwelle komplett härtet. Dabei verliert sie aber Zähigkeit im Kern und damit vermutlich auch ihre Funktionsfähigkeit.

4 Blockheizkraftwerk

4.1

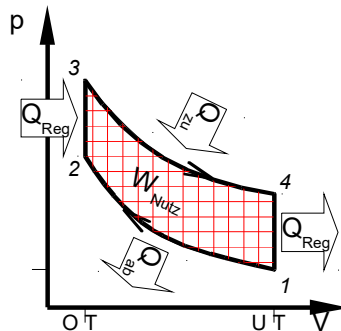


4.2 $\eta_{el} = \eta_S \cdot \eta_G = 30\% \cdot 92\% = 0,30 \cdot 0,92 = 0,276$

$\eta_{th} = (1 - \eta_S) \cdot \eta_W = (1 - 30\%) \cdot 80\% = (1 - 0,30) \cdot 0,80 = 0,56$

$\eta_{ges} = \eta_{el} + \eta_{th} = 0,276 + 0,56 = 0,836$

- 4.3 1-2: isotherm
2-3: isochor
3-4: isotherm
4-1: isochor



4.4 Nutzarbeit W_{Nutz}

$0 = \sum Q + \sum W = \sum Q + W_{Nutz} \rightarrow W_{Nutz} = -Q_{12} - Q_{Reg} - Q_{34} + Q_{Reg} = 322,2 J - 925,6 J = -603,4 J$
mit

$Q_{12} = -W_{12} = - \left(-m \cdot R_i \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \right) = 0,3 g \cdot 2,077 \frac{kJ}{kgK} \cdot (50 + 273) K \cdot \ln \frac{40 cm^3}{200 cm^3} = -323,9 J$

$Q_{34} = -W_{34} = - \left(-m \cdot R_i \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \right) = 0,3 g \cdot 2,077 \frac{kJ}{kgK} \cdot (650 + 273) K \cdot \ln \frac{200 cm^3}{40 cm^3} = 925,6 J$