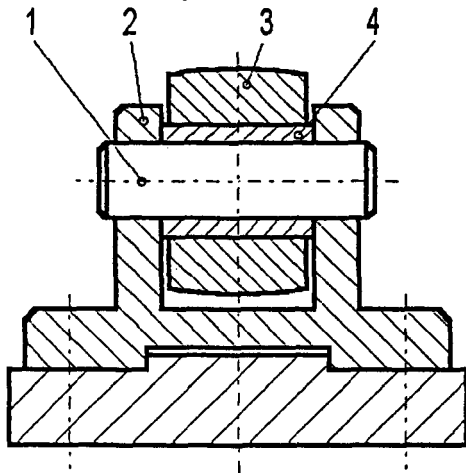
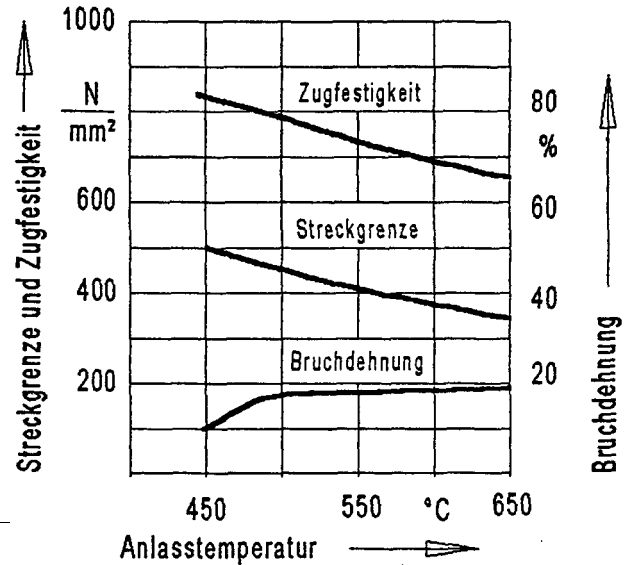


**Rollenbock**

Mehrere Rollenböcke hinter- und nebeneinander angeordnet ergeben eine Rollfläche zum Transport schwerer Gegenstände.



Anlassdiagramm für C45



Position	Bezeichnung	Werkstoff
1	Achse	C45
2	Bock	S275JR (alt: St 44-2)
3	Rolle	C15
4	Buchse	PbSb15

Teilaufgaben:

Punkte

- 1 Aus dem Achsenwerkstoff wurde ein kurzer Proportionalstab mit  $d_0 = 20$  mm gefertigt und anschließend im Zugversuch geprüft. Bei erstmaligem Ende des Kraftanstieges betrug die Kraft 105 kN, die maximale Zugkraft 185 kN. Nach dem Ausmessen der beiden Probenhälften ergab sich eine Verlängerung von 17 mm.
  - 1.1 Berechnen Sie aus diesen Daten die Werkstoffkennwerte  $R_e$ ,  $R_m$  und  $A_5$ . 3,0
  - 1.2 Berechnen Sie den E-Modul, wenn bei einer elastischen Verlängerung von 0,075 mm eine Kraft von 50 kN vorhanden ist. 2,5

- 2 Die Achse erfordert eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm<sup>2</sup>.
- 2.1 Durch welches Wärmebehandlungsverfahren kann die Zugfestigkeit von C45 auf diesen Wert gesteigert werden ? 3,5  
Beschreiben Sie die einzelnen Arbeitsschritte und geben Sie die entsprechenden Temperaturen an
- 2.2 Beschreiben Sie die Vorgänge im Gefüge. 3,0
- 3 Die Rolle aus C15 muss verschleißfest sein. 3,5  
Beschreiben und begründen Sie ein geeignetes Verfahren .
- 4 Die Buchse (Pos.4) besteht aus einer PbSb - Legierung. Die Legierung mit einer Zusammensetzung von 87 % Pb und 13 % Sb weist beim Abkühlen bei 247 °C lediglich einen Haltepunkt auf .
- 4.1 Zeichnen Sie das zugehörige Zustandsschaubild und benennen Sie die Phasenfelder und Linien . 3,5
- 4.2 Zeichnen Sie die Abkühlungskurve für eine Legierung mit 40 % Pb und 60% Sb. Erläutern Sie deren Verlauf. 3,5

---

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

## Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

1

$$1.1 \quad S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot 20^2 \text{ mm}^2}{4} = 314,2 \text{ mm}^2 \quad 3,0$$

$$L_0 = d_0 \cdot 5 = 20 \text{ mm} \cdot 5 = 100 \text{ mm} \quad (\text{aus : kurzer Proportionalstab})$$

$$R_e = \frac{F_e}{S_0} = \frac{105 \text{ kN}}{314,2 \text{ mm}^2} = \frac{334 \text{ N}}{\text{mm}^2} = R_e$$

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} = \frac{185 \text{ kN}}{314,2 \text{ mm}^2} = \frac{589 \text{ N}}{\text{mm}^2} = R_m$$

$$A_5 = \frac{\Delta L_5}{L_0} = \frac{17 \text{ mm}}{100} = 0,17 = 17\% = \Delta L$$

$$1.2 \quad \sigma = \frac{F}{S_0} = \frac{50 \text{ kN}}{314,2 \text{ mm}^2} = 159 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 2,5$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{0,075 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,00075 = 0,075\%$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{159 \text{ N/mm}^2}{0,00075} = \frac{212 \text{ kN}}{\text{mm}^2} = E$$

2

2.1 Die Zugfestigkeit kann erhöht werden durch Vergüten. 3,5

Arbeitsschritte :

- 1) Erwärmen auf Härtetemperatur ca. 820°C (ca. 50° über GSK-Linie)
- 2) Halten der Härtetemperatur
- 3) Abschrecken
- 4) Anlassen auf ca. 585°C (siehe Anlassdiagramm für  $R_m = 700 \text{ N/mm}^2$ )

2.2 1) Beim Erwärmen wandelt sich das ferritisch-perlitische Gefüge in 3,0

Austenit um. Der Kohlenstoff löst sich im Austenit

2) und verteilt sich beim Halten gleichmäßig.

3) Weil beim Abschrecken der Kohlenstoff nicht genügend Zeit hat, um wieder aus dem Gitter zu diffundieren, verwandelt sich Austenit nicht wieder zurück in Ferrit und Perlit, sondern in verspanntes und nadeliges Martensit mit großer Härte, Festigkeit und Sprödigkeit.

4) Beim Anlassen lösen sich die größten Verspannungen und ein Teil des Martensit zerfällt. Dadurch sinken zwar Härte und Festigkeit ein wenig, aber die Zähigkeit steigt.

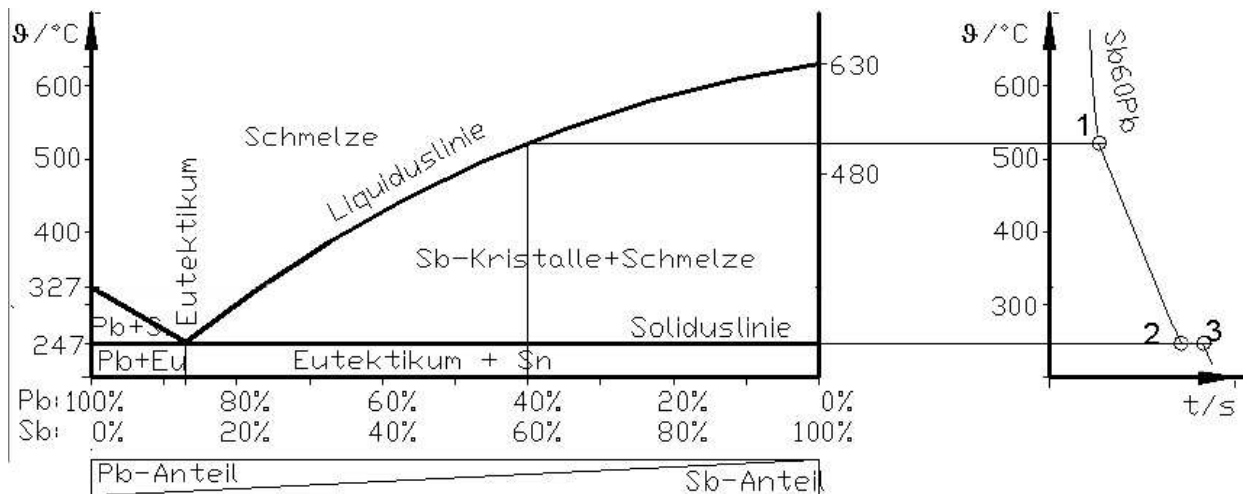
3 Die Verschleißfestigkeit wird erreicht durch Härten der Randschicht, in diesem Fall durch Einsatzhärten. 3,5

Da C15 zu wenig Kohlenstoff zum martensitischen Härten enthält, muss die Rolle in der Randschicht aufgekohlt werden (= „Einsetzen“). Dazu wird die Rolle in eine kohlenstoffhaltige Umgebung gebracht und geglüht, sodass der Kohlenstoff in die Randschicht diffundieren kann. Anschließend wird die Rolle normal gehärtet:

- 1) Erhitzen auf Härtetemperatur bei ca. 880 .. 920 °C
- 2) Halten der Härtetemperatur
- 3) Abschrecken
- 4) Anlassen bei ca. 150 .. 200°C  
(Temperaturangaben aus Tabellenbuch)

4

4.1



3,5

Der eine Haltepunkt (ohne Knickpunkte bedeutet), dass die Schmelze gleichzeitig erstarbt. Dies tritt nur bei reinen Metallen (nicht der Fall) und bei einem Eutektikum auf. Es muss sich also um eine Legierung des Types „im festen Zustand vollkommen unlöslich“ bzw. „Kristallgemisch“ handeln. Die Schmelztemperaturen von Blei und Antimon entnimmt man dem Tabellenbuch.

4.2 Die Abkühlungskurve von Pb40Sb befindet sich im Bild oben rechts. 3,5

Oberhalb des Knickpunktes 1 liegt nur Schmelze vor. Beim Abkühlen beginnt bei Knickpunkt 1 Antimon aus der Schmelze heraus zu kristallisieren, die frei werdende Kristallisationsenergie verlangsamt die Abkühlung. Mit Erreichen des Knickpunktes 2 ist dieser Vorgang abgeschlossen. Jetzt erstarrt die Restschmelze, die nur noch 13% Antimon enthält, gleichzeitig zu Eutektikum. Dabei wird so viel Kristallisationsenergie frei, dass die Temperatur konstant bleibt. Beim Haltepunkt 3 ist die Erstarrung abgeschlossen.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

Σ = 22,5