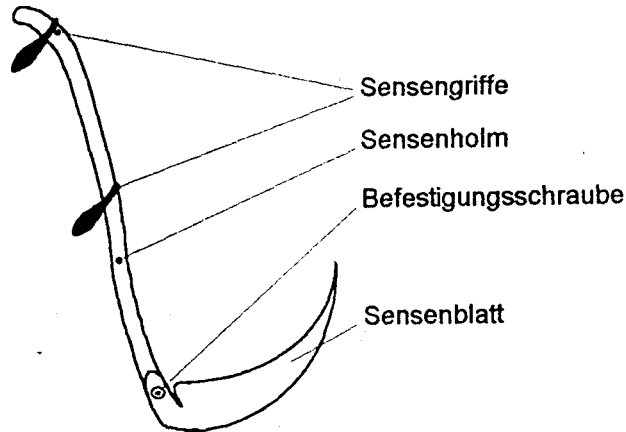


**Sense:**

Werkstoffe:

- Sensenblatt: C60
- Sensenholm: AISi1
- Sensengriffe: AISi12
- Befestigungsschraube: Festigkeitsklasse 5.6

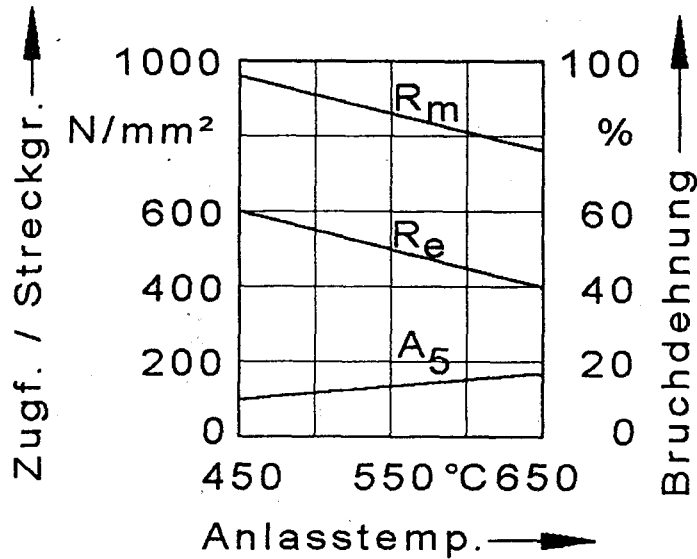


Teilaufgaben:

Punkte

- 1 Für den Sensenholm und für die Sensengriffe werden Legierungen aus Al und Si verwendet. Der Sensenholm wird aus einem gewalzten Rohr gefertigt. Die Griffe werden gegossen. Das Al-Si- Zustandsdiagramm ist auf dem Arbeitsblatt dargestellt.
  - 1.1 Warum wird für die Sensengriffe die Legierung AISi12 gewählt ? 2,0
  - 1.2 Zeichnen Sie auf dem Arbeitsblatt die Abkühlungslinien für die Legierungen AISi1 und AISi12. Benennen Sie die dabei auftretenden Gefüge und begründen Sie die Knick- und Haltepunkte. 4,0
  - 1.3 Skizzieren Sie die Gefüge beider Legierungen bei Raumtemperatur. 3,0
- 2 Die Befestigungsschraube M8 ist aus einem Stahl der Festigkeitsklasse 5.6 gefertigt.
  - 2.1 Skizzieren Sie auf dem Arbeitsblatt das Spannungs-Dehnungs-Schaubild für diesen Werkstoff maßstäblich bezüglich der Werte  $R_e$ ,  $R_m$  und  $A$ . Legen Sie den Maßstab selbst fest. (Hinweis: In neueren Tabellenbüchern ist 5.6 nicht mehr aufgelistet. Verwenden Sie stattdessen 5.8 o.ä. sinngemäß.) 3,0
  - 2.2 Zur Kontrolle wird aus einer Schraube ein kurzer Probestab mit dem Durchmesser 5 mm gefertigt und im Zugversuch geprüft. Wie lang ist dieser Stab nach dem Bruch? Berechnen Sie  $F_{max}$ . 4,0

3 Das Sensenblatt aus C60 wird auf  $R_m = 900 \text{ N/mm}^2$  vergütet.

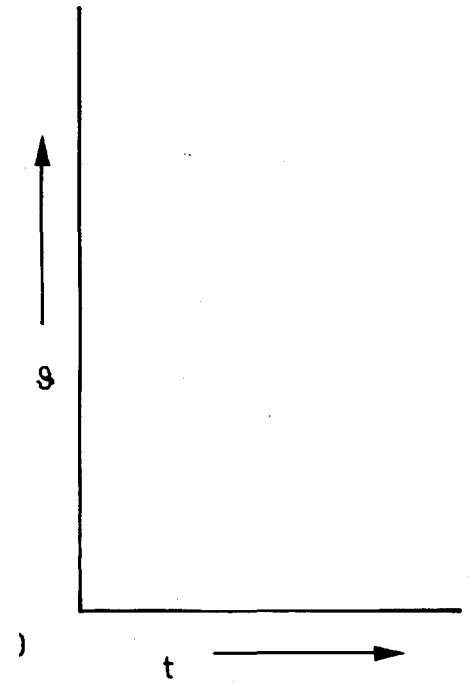
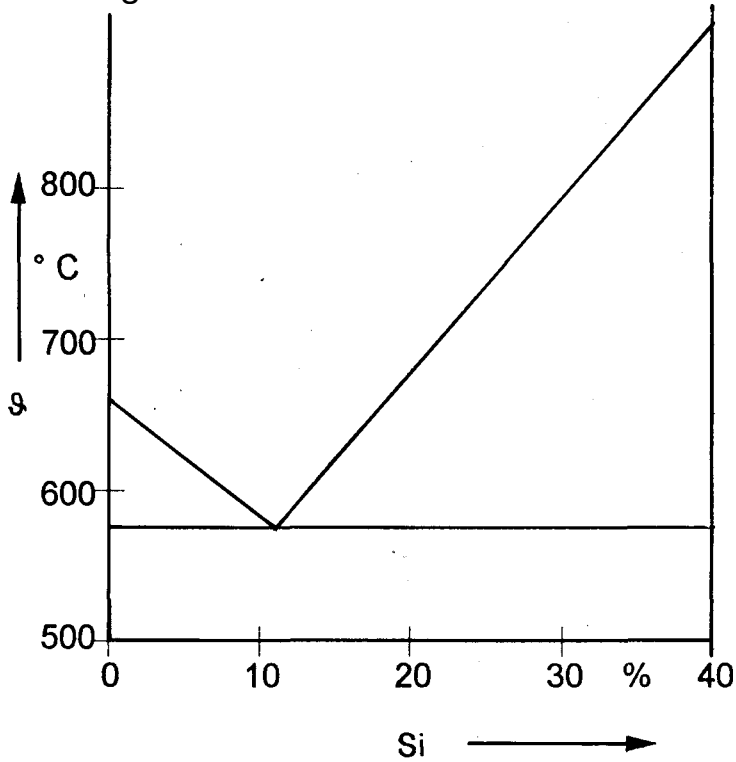


- 3.1 Geben Sie die Härtetemperatur und die Anlasstemperatur für diesen Werkstoff an. 2,0
- 3.2 Skizzieren Sie den Ablauf des Vergütens in einem Zeit-Temperatur-Diagramm mit Angabe der entsprechenden Temperaturen. 2,0
- 3.3 Beschreiben Sie die Gefüge- und Eigenschaftsänderungen, wenn der Werkstoff C60 gehärtet wird (Härtetemperatur ca. 50 K über GS-Linie). Wie würden das Gefüge und seine Eigenschaften aussehen, wenn nur 50 K über die PS-Linie erwärmt und dann abgeschreckt würde ? 3,5

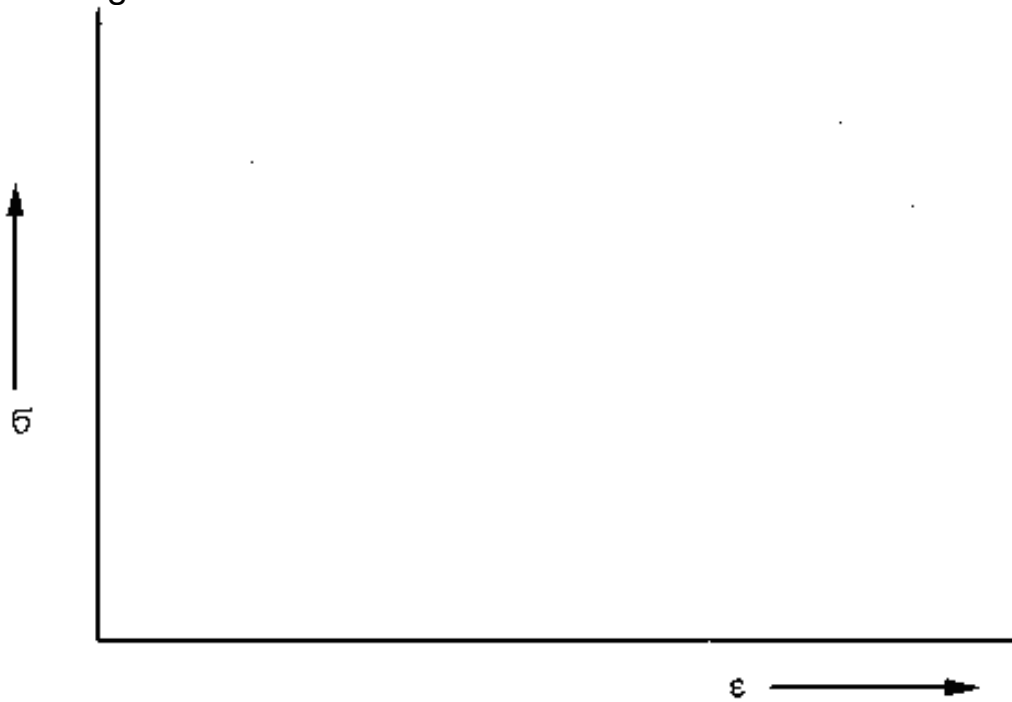
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.  $\Sigma = 22,5$

Arbeitsblatt

Teilaufgabe 1.2



Teilaufgabe 2.1



**Lösungsvorschlag**

Teilaufgaben:

Punkte

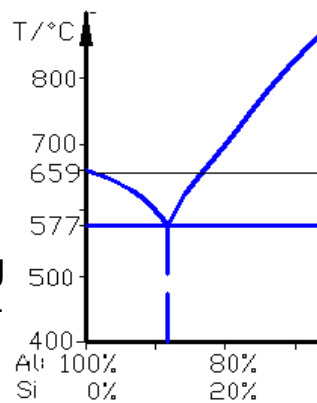
1

- 1.1 Eine Al-Legierung wird verwendet, weil sie leicht und korrosionsbeständig ist. Die Legierung AlSi12 wird verwendet, weil es eine typische Gusslegierung ist mit den folgenden Eigenschaften: 2,0
- eutektische Zusammensetzung
  - feinkörniges Gefüge mit hoher Festigkeit
  - niedrigster Schmelzpunkt des Zweistoffsystems
  - dünnflüssig bis kurz vor dem Erstarren und deshalb fähig, die Gussform gut auszufüllen

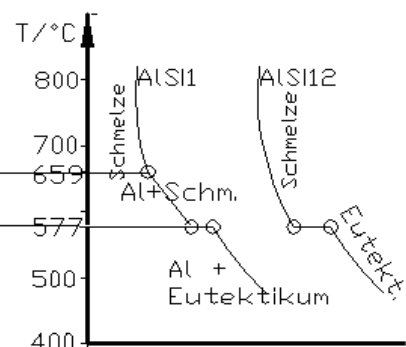
1.2

AlSi1: Mit Erreichen der Liquiduslinie (ca. 660 °C) beginnen sich Al-Kristalle aus der Schmelze heraus zu bilden. Durch die frei werdende Kristallisationsenergie wird die Abkühlung verlangsamt (oberer Knickpunkt). Bei Erreichen der Soliduslinie (ca. 575 °C) erstarrt die restliche Schmelze zum Eutektikum. Dabei wird so viel Energie frei, dass die Temperatur zeitweilig konstant bleibt (Haltepunkt). Sobald dieser Vorgang abgeschlossen ist, fällt die Temperatur wieder ab.

Zustandsdiagramm Al-Si



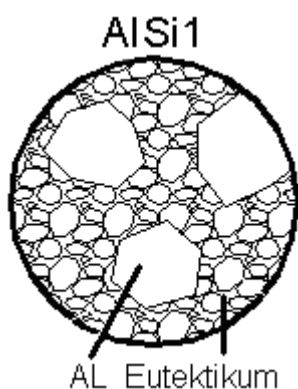
Abkühlkurven



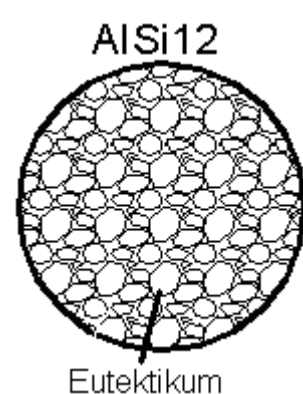
4,0

AlSi12: Bei dieser Zusammensetzung entfällt der Knickpunkt, weil die ganze Schmelze gleichzeitig zu Eutektikum erstarrt.

1.3



links AlSi1: Al-Kristalle eingebettet in Eutektikum  
rechts: AlSi12: reines Eutektikum, bestehend aus feinen Al-Körnern und Si-Körnern.



2,0

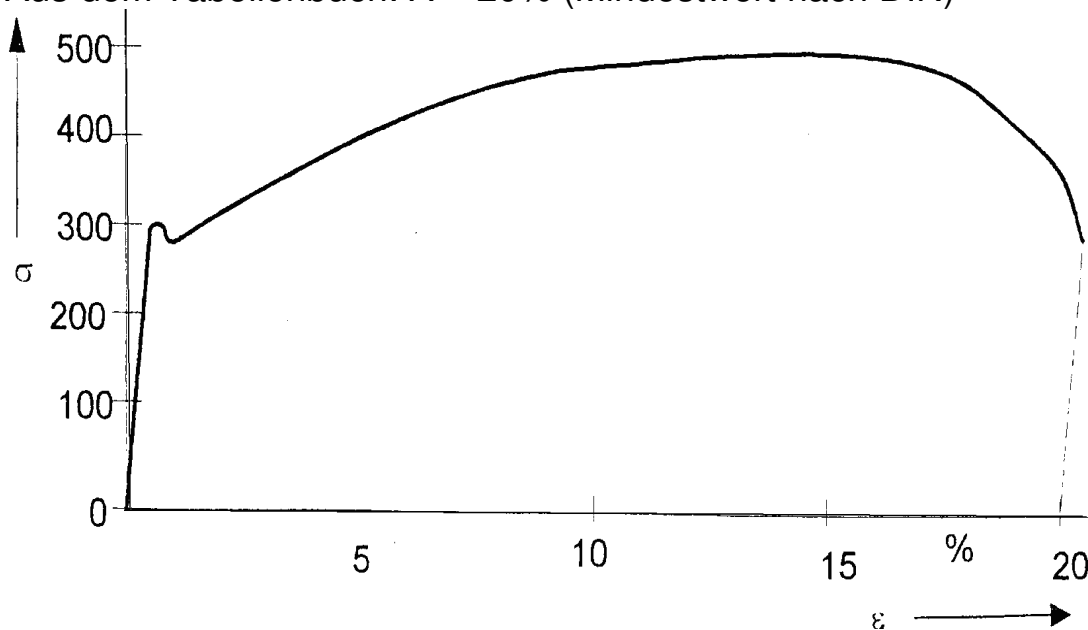
2 Hinweis: In neueren Tabellenbüchern ist die Festigkeitsklasse 5.6 nicht mehr aufgeführt und die Bruchdehnung A nicht zu ermitteln.

2.1 Aus dem Tabellenbuch oder berechnet:

3,0

$$R_m = 500 \text{ N/mm}^2; R_e = 300 \text{ N/mm}^2$$

Aus dem Tabellenbuch: A = 20% (Mindestwert nach DIN)



2.2 Länge nach dem Bruch (der Index 5 in  $A_5$  steht für die Bruchdehnung eines kurzen Proportionalstabes):

4,0

$$L_0 = 5 \cdot d_0 = 5 \cdot 5 \text{ mm} = 25 \text{ mm} \quad \text{für kurzen Proportionalstab}$$

$$A_5 = \frac{L_u - L_0}{L_0} \rightarrow L_u = L_0 + L_0 \cdot A_5 = 25 \text{ mm} + 25 \text{ mm} \cdot 20 \% = 30 \text{ mm}$$

Kraft  $F_{\max}$ :

$$S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \pi \cdot 5^2 \frac{\text{mm}^2}{4} = 19,63 \text{ mm}^2$$

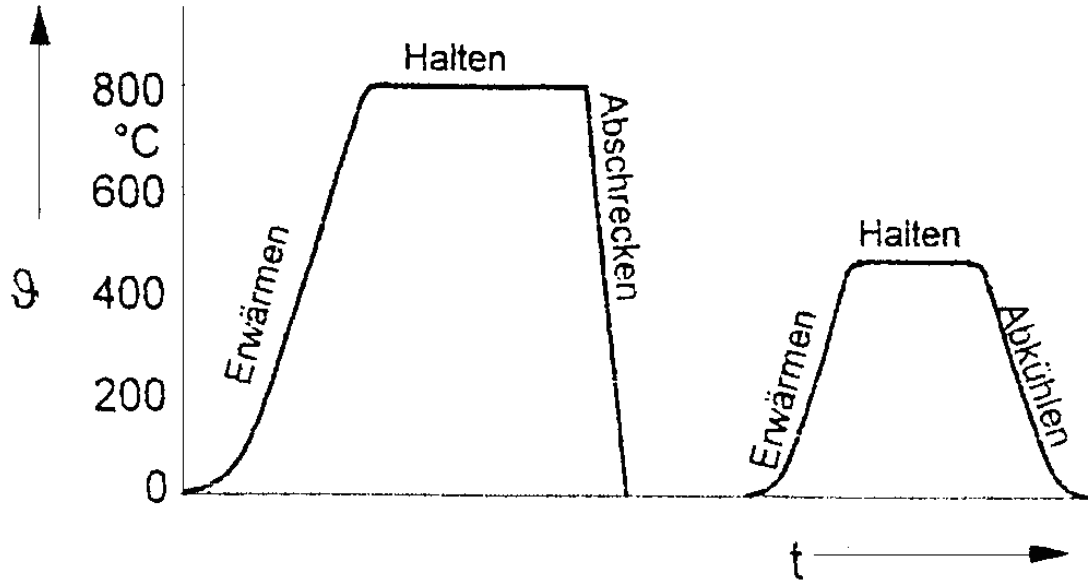
$$F_{\max} = R_{\max} \cdot S_0 = 500 \text{ N/mm}^2 \cdot 19,63 \text{ mm}^2 = 9817,5 \text{ N}$$

3

3.1 Die Härtetemperatur liegt ca. 50 °C über der GSK-Linie ( ca. 800 °C) 2,0  
 oder laut Tabellenbuch bei 800 .. 850 °C.

Die Anlasstemperatur liegt gemäß Anlasstdiagramm bei ca. 510°C

3.2 0 2,0



3.3 50 K über der GS-Linie besteht C60 aus einem kfz-Gitter mit gelöstem und gleichmäßig verteiltem Kohlenstoff C (Austenit: weich, korrosionsbeständig, unmagnetisch). Beim Abschrecken hat C keine Zeit, aus dem entstehenden krz-Gitter zu diffundieren. Es entsteht ein verspanntes Gefüge (Martensit: hart, fest, spröde). 3,5

50 K über der PS-Linie enthält das Gefüge neben Austenit auch Ferrit (weich, korrosionsunbeständig). Das Ferrit ändert sich beim Abschrecken nicht, das Gefüge nach dem Abschrecken ist deshalb insgesamt weicher.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

Σ = 22,5