

Zustandsdiagramme Pb-Sn

Der Zustandsdiagramm (Phasendiagramm) zeigt im Zusammenhang mit T , und C die Phasen und Gefügebestandteile im System. Mit der Zustandsdiagramm einer Legierung kann das Gefüge (Mikrostruktur), Phasen chemische Zusammensetzung und Menge usw. Bestimmt werden. Bei der *Gleichgewichts-Zustandsdiagramme* zur Bildung der Gleichgewicht der Phasen steht genug Zeit zur Verfügung die Abkühlung ist theoretisch unendlich langsam.

- Komponenten
- Freiheitsgrad
- Phase
- Gefügebestandteil
- Abkühlungskurve
- Berechnung der Phasenanteile
- Phasenanteil Abbildungen
- Berechnung der Gefügeanteile
- Gefügeanteil Abbildungen

Folie: 3

- Das thermodynamisches **System** ist ein gut definierte Teil der Raum, was zur Untersuchung gut isoliert ist.
- Das thermodynamisches System besteht aus **Bestandteile**. Der Anzahl der Bestandteile (Komponenten) ist der Anzahl der Atome oder Moleküle die das System aufbauen.
- Der **Freiheitsgrad** ist der Anzahl der Parameter, zustandsbestimmende Größen (P, T, C,...) die verändert werden können ohne, daß es im Zustand oder Phasenverhältnisse der System beeinflusst .

Folie: 4

- Die **Phase** ist ein Teil der materielle System was chemisch und physisch gleiche Struktur hat und Phasengrenze besitzt. Kann in sich selbst physikalisch begrenzt werden.
- **Gefügestruktur** oder Mikrostruktur wird der Mikroskopische Aufnahme von der Legierung benannt. Die Gefügestruktur besteht aus Gefügebestandteile. **Gefügebestandteil** kann einphasig oder mehrphasig sein. Von der Gefügestruktur können wir auf Eigenschaften des Materials folgern.

Folie: 5

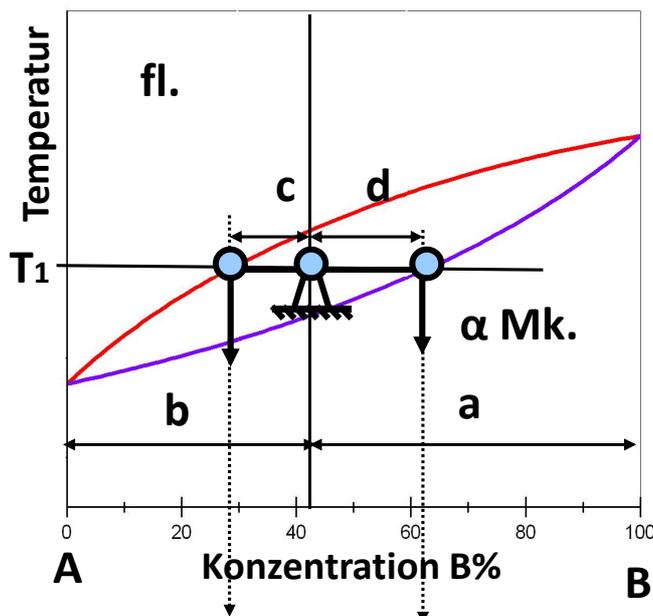
- Gibbsche Phasenregel: $P+F=K+2$ (zwei Komponenten)
- Freie Energie
 - A) Helmholtz: $F=U-TS$
 - B) Gibbsche freie Energie (freie Enthalpie):
 $G=U-TS+pV$, wo U- innere Energie, T- Temperatur, S- Entropie, P- Druck, V- Volumen, H- Enthalpie ist
- Ein Vorgang (Umwandlung) geht spontan vor sich wenn $\Delta G < 0$, es herrscht Gleichgewicht, wenn $\Delta G = 0$, und geht nur bei Energiezufuhr vor sich wenn $\Delta G > 0$.
- Hebelregel (Anteil der Phasen, Gefügebestandteile)

Folie: 6

1. Temperaturveränderung ohne Phasenumwandlung → **exponentielle Kurve**
2. Wenn der Freiheitsgrad=0 → **Abkühlungskurve ist waagerecht**
3. Bei Abkühlung mit Phasenumwandlung (z.B. Abkühlung mit Ausscheidungen) → **Abkühlungskurve ist nicht exponentiell**

Folie: 7

b % - B Komponente a % - A Komponente a+b=100%



Was ist die Menge der flüssige und der α Mischkristall Phase ?

x % – α Mischkristall

(1-x) % – flüssige Phase

Aus der Mischungsregel:

$$b = (b-c)(1-x) + (b+d)x$$

~~$$b = b - c - bx + cx + bx + dx$$~~

$$c = cx + dx$$

flüssige Phase
(b-c)% B
Komponente

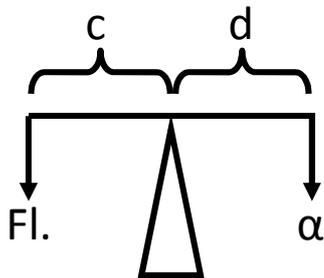
α Mischkristall
(b+d)% B
Komponente

α Mischkristall

$$x_{\alpha} \% = \frac{c}{c+d} 100\%$$

Folie: 8

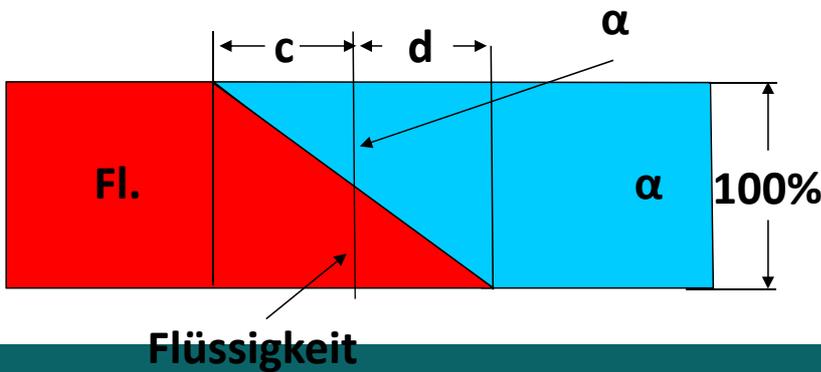
b) Hebelregel



$$Fl. \cdot c = \alpha \cdot d$$

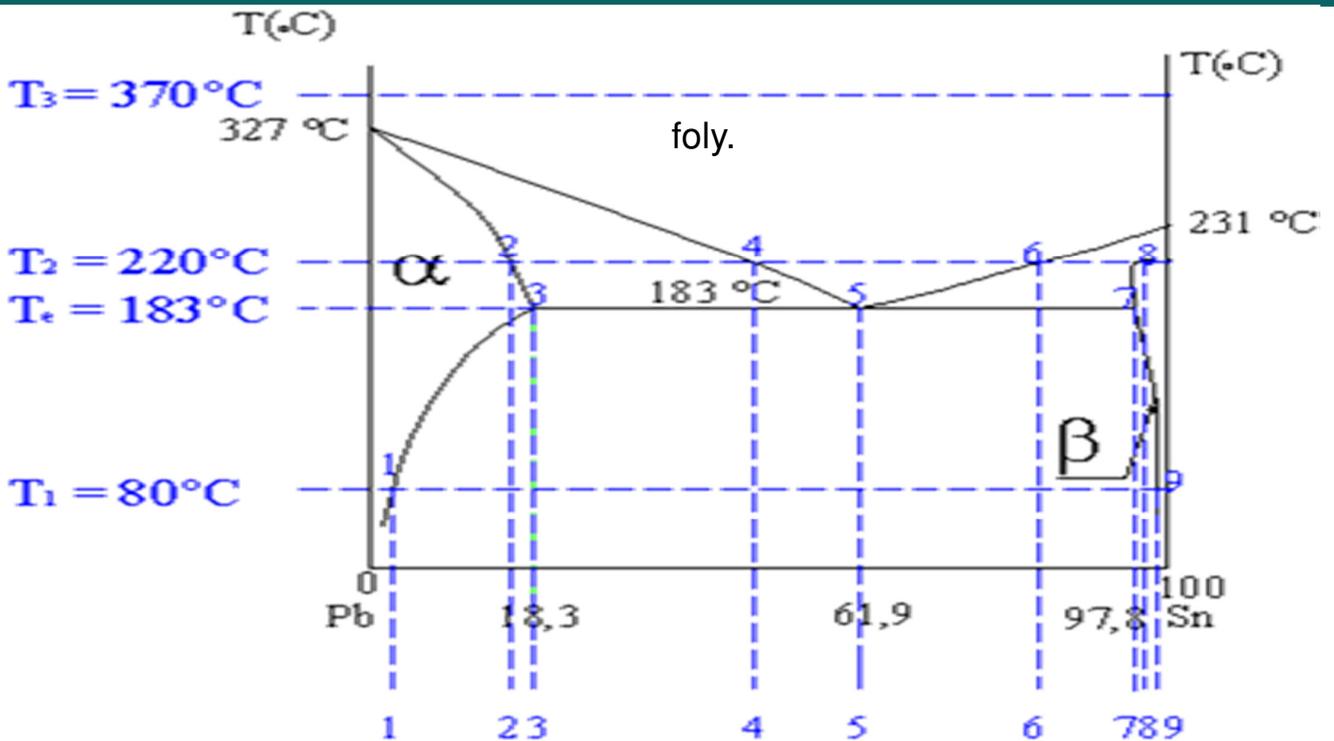
$$1 = fl. + \alpha$$

c) Graphische Lösung (aus der Ähnlichkeit der Dreiecke)

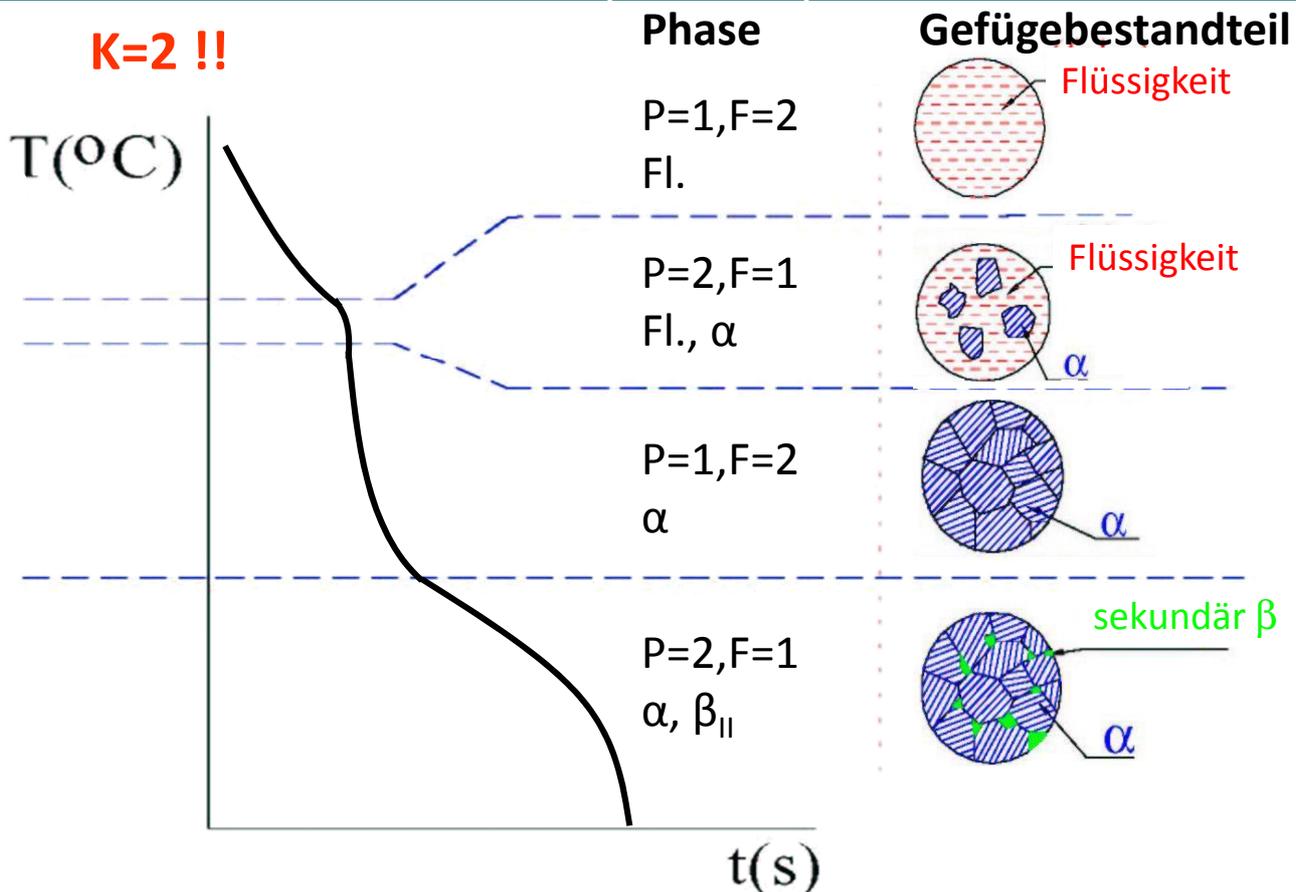
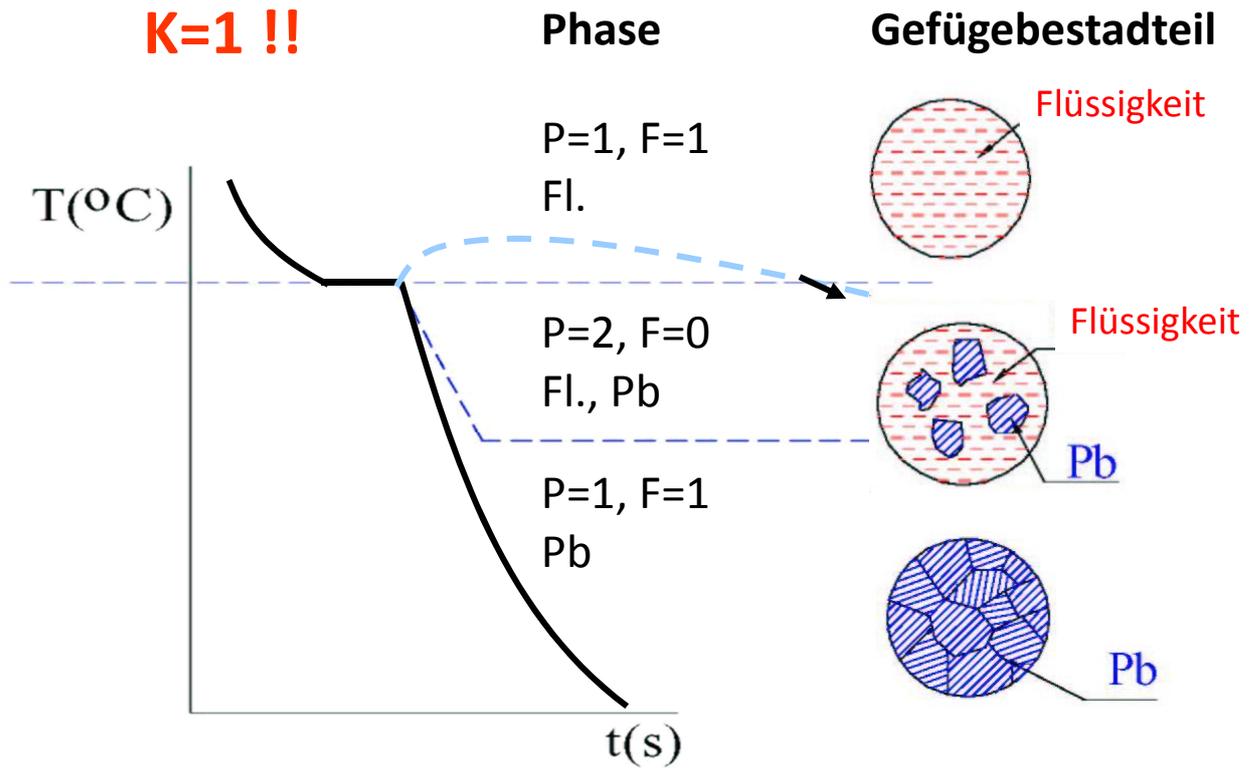


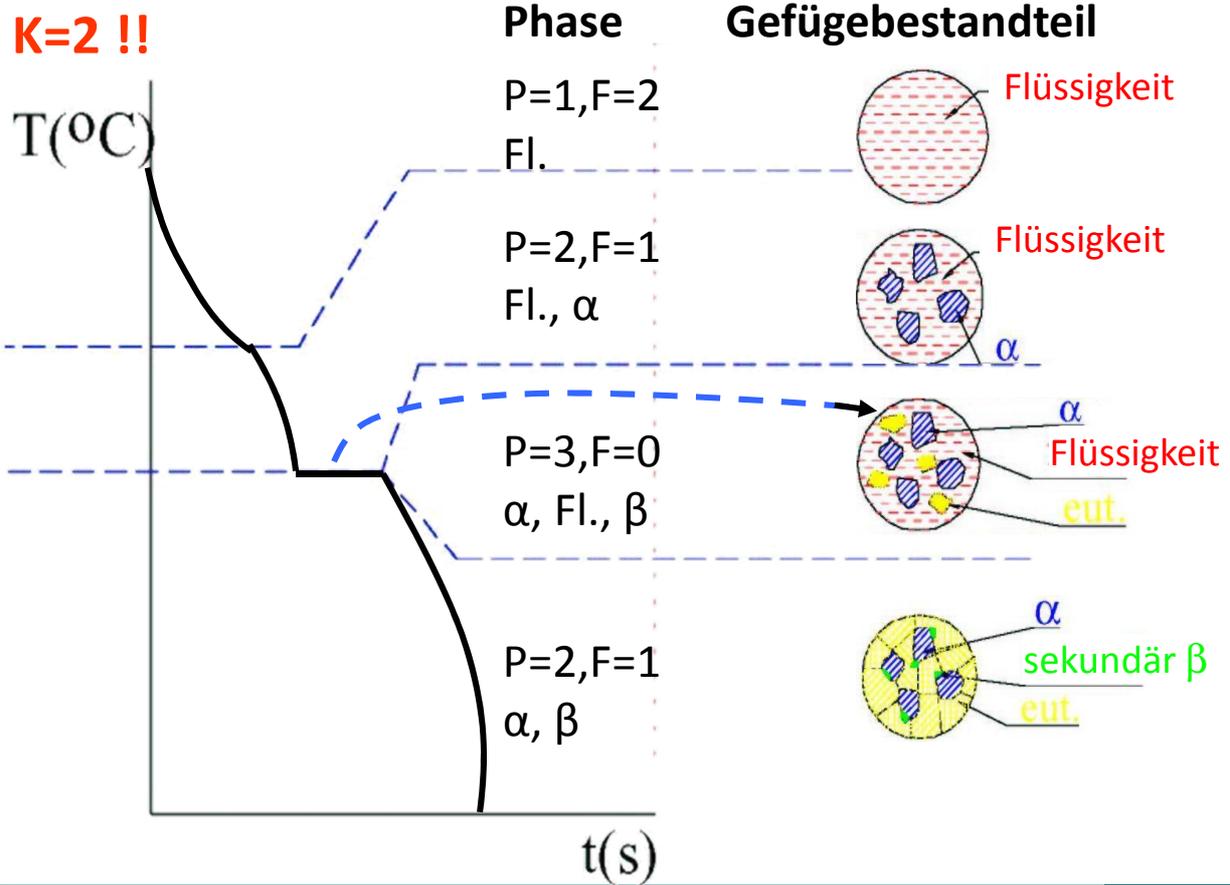
$$\alpha / 100 = c / (c + d)$$

Flüssigkeit

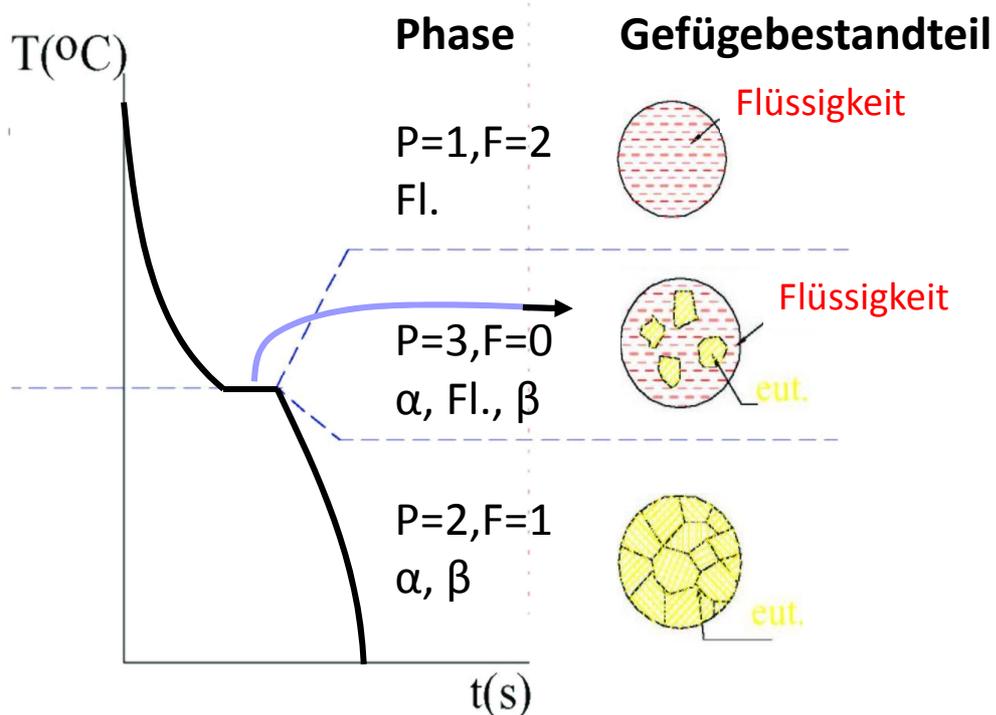


	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sn %	3	16	18,3	47	61,9	91,5	97,8	98	99

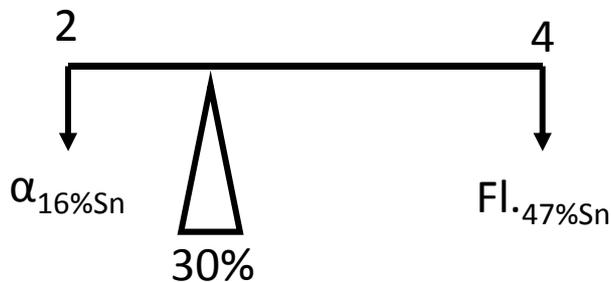




K=2 !!



Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf T_2 Temperatur die Menge der **Gleichgewichtsphasen!**



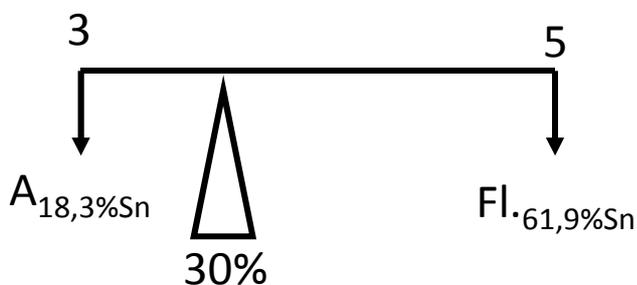
$$\alpha = \frac{47 - 30}{47 - 16} = 0,54839$$

$$Fl. = \frac{30 - 16}{47 - 16} = 0,45161$$

$$\alpha = 54,8\%; Fl. = 45,2\%$$

Folie:15

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf $T_e + \Delta T$ Temperatur die Menge der **Gleichgewichtsphasen!**



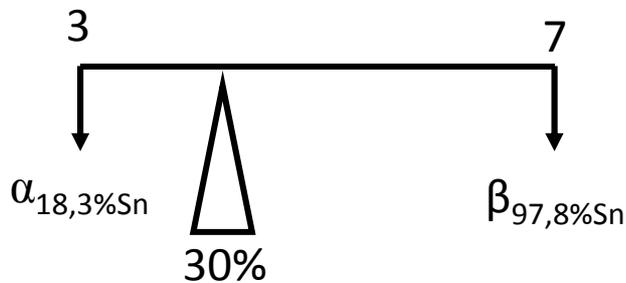
$$\alpha = \frac{61,9 - 30}{61,9 - 18,3} = 0,73165$$

$$Fl. = 1 - 0,731 = 0,269$$

$$\alpha = 73,1\%; Fl. = 26,9\%$$

Folie: 16

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf $T_e - \Delta T$ Temperatur die Menge der **Gleichgewichtsphasen!**



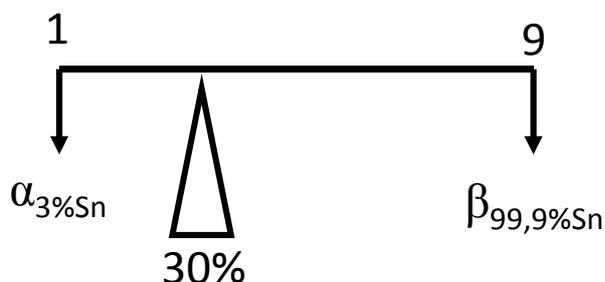
$$\alpha = \frac{97,8 - 30}{97,8 - 18,3} = 0,85283$$

$$\beta = 1 - 0,853 = 0,147$$

$$\alpha = 85,3\%; \beta = 14,7\%$$

Folie: 17

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf T_1 Temperatur die Menge der **Gleichgewichtsphasen!**



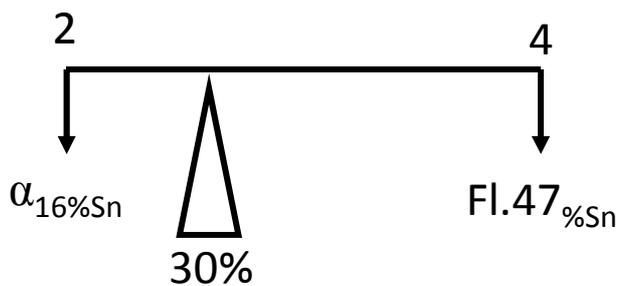
$$\alpha = \frac{99 - 30}{99 - 3} = 0,71875$$

$$\beta = 1 - 0,719 = 0,281$$

$$\alpha = 71,9\%; \beta = 28,1\%$$

Folie: 18

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf T_2 Temperatur die Menge der **Gleichgewichtgefügebestandteile!**



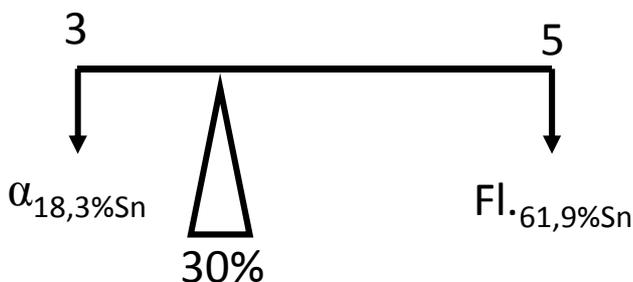
$$\alpha = \frac{47 - 30}{47 - 16} = 0,54839$$

$$Fl. = 1 - 0,548 = 0,452$$

$$\alpha = 54,8\%; Fl. = 45,2\%$$

Folie: 19

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf $T_e + \Delta T$ Temperatur die Menge der **Gleichgewichtgefügebestandteile!**



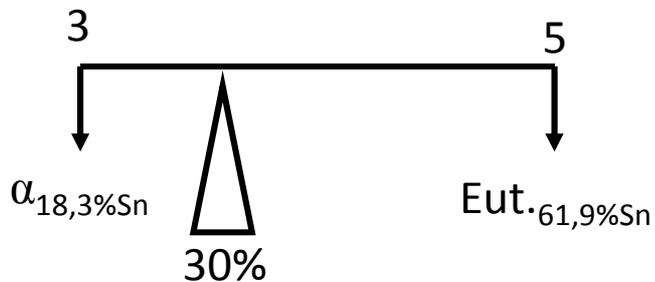
$$\alpha = \frac{61,9 - 30}{61,9 - 18,3} = 0,73165$$

$$Fl. = 1 - 0,731 = 0,269$$

$$\alpha = 73,1\%; Fl. = 26,9\%$$

Folie: 20

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf T_e - ΔT Temperatur die Menge der **Gleichgewichtgefügebestandteile!**



$$\alpha = \frac{61,9 - 30}{61,9 - 18,3} = 0,73165$$

$$\text{Eut.} = 1 - 0,731 = 0,269$$

$$\alpha = 73,1\%; \text{Eut.} = 26,9\%$$

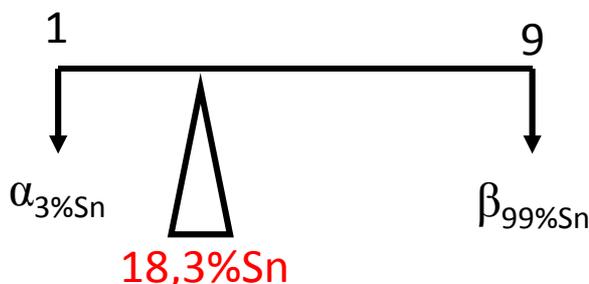
Folie: 21

Bestimmen Sie mit Hilfe der Pb-Sn Zustandsdiagramm bei **30% Sn** Gehalt auf T_1 Temperatur die Menge der **Gleichgewichtgefügebestandteile!**

(3 **Gefügebestandteile**)

(aus der vorige Aufgabe)

$$\text{Eut.} = 0,269$$



$$\alpha = 0,731 \frac{99 - 18,3}{99 - 3} = 0,614$$

$$\text{sec.}\beta = 0,731 \frac{18,3 - 3}{99 - 3} = 0,117$$

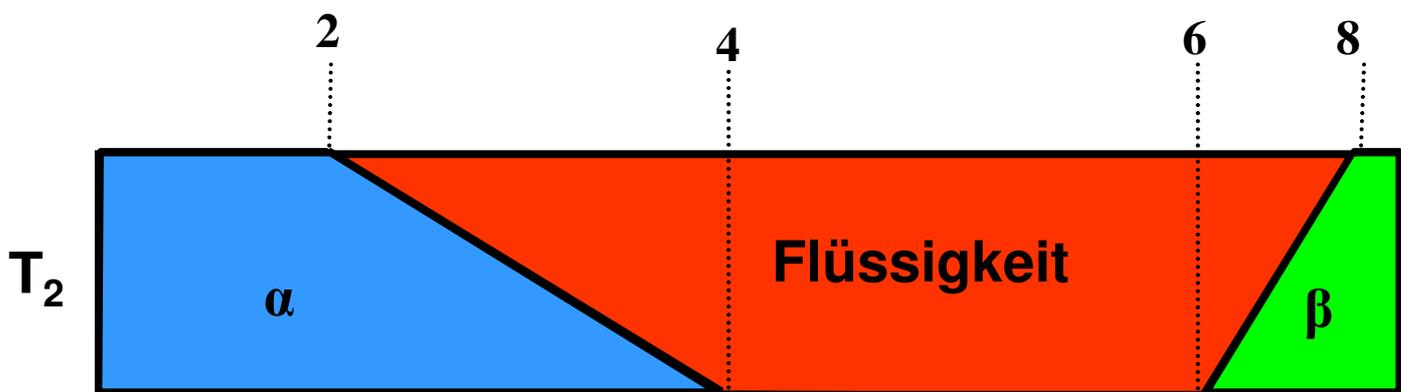
$$\text{Eut.} = 26,9\%; \alpha = 61,4\%; \text{sec.}\beta = 11,7\%$$

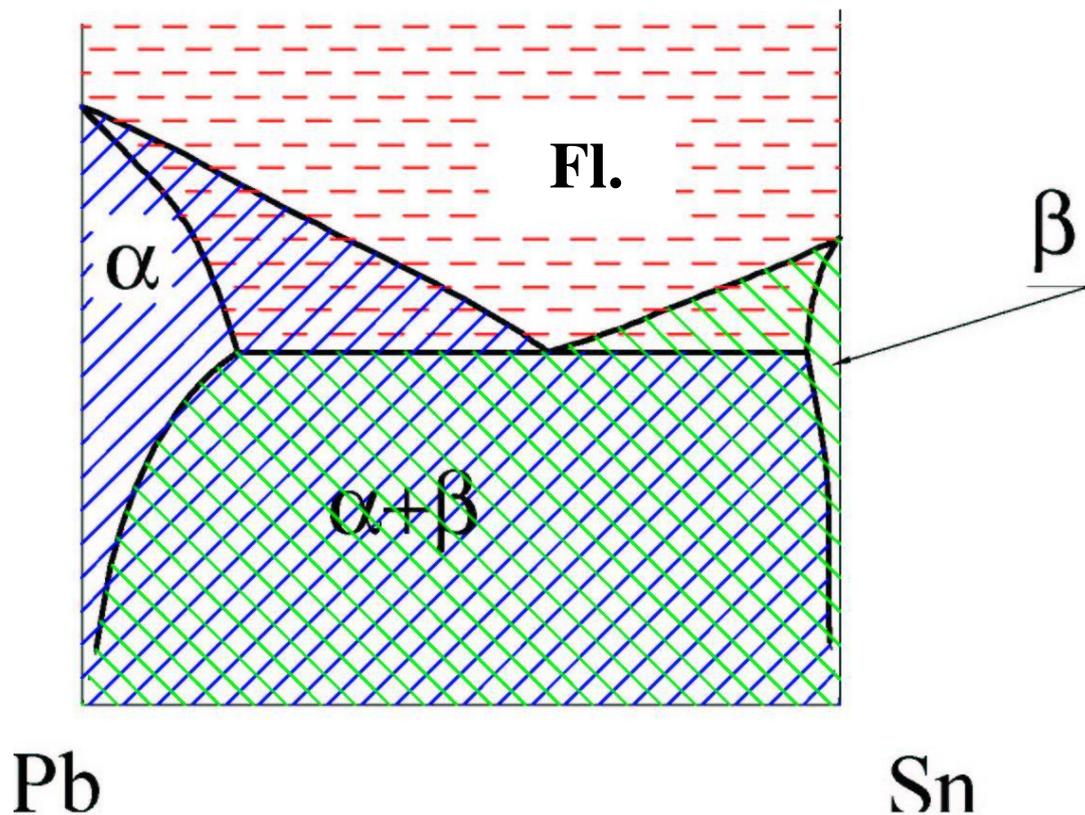
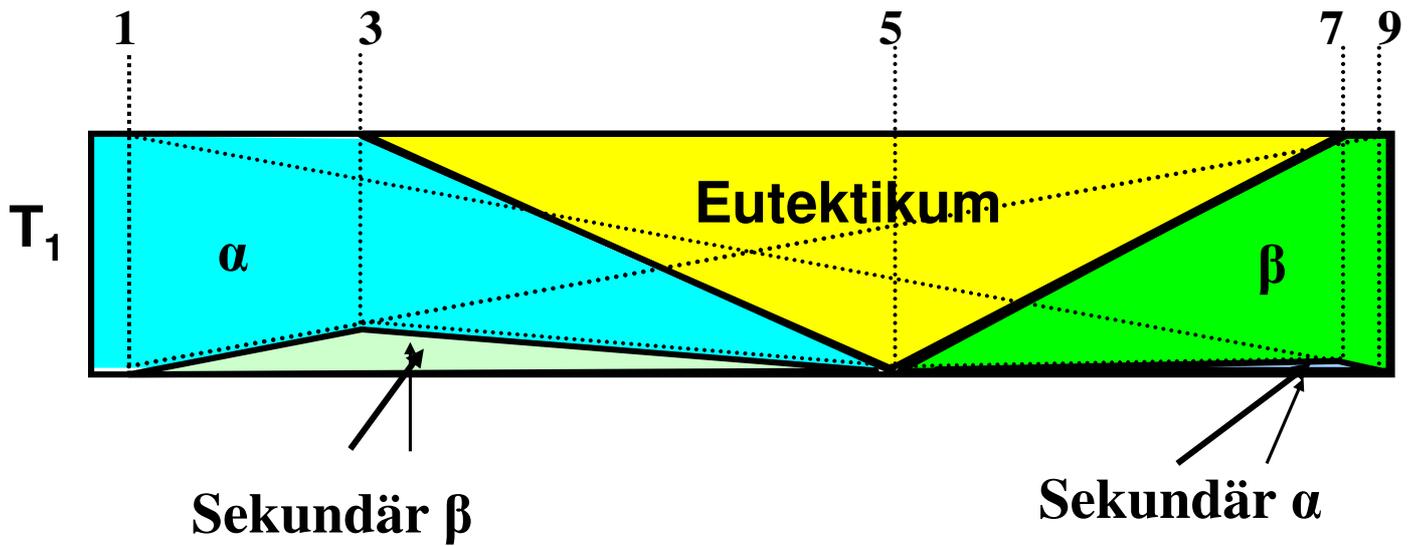
Folie: 22

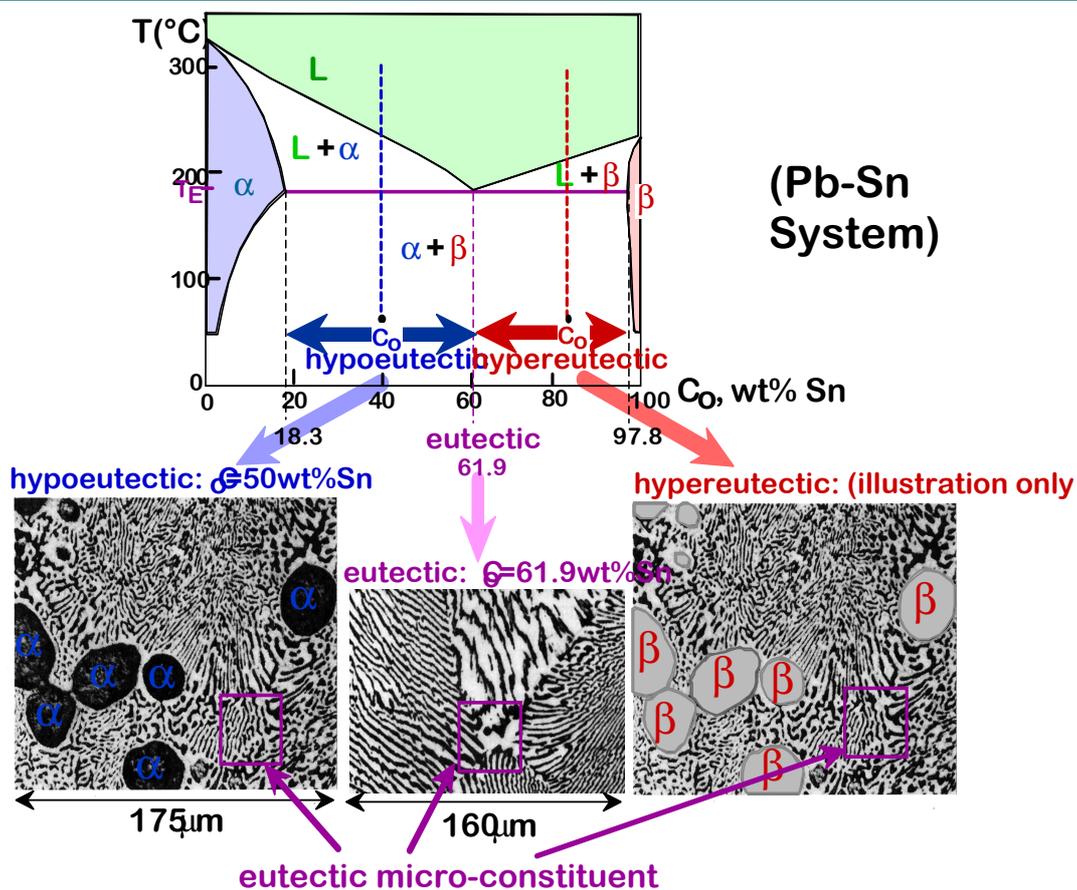
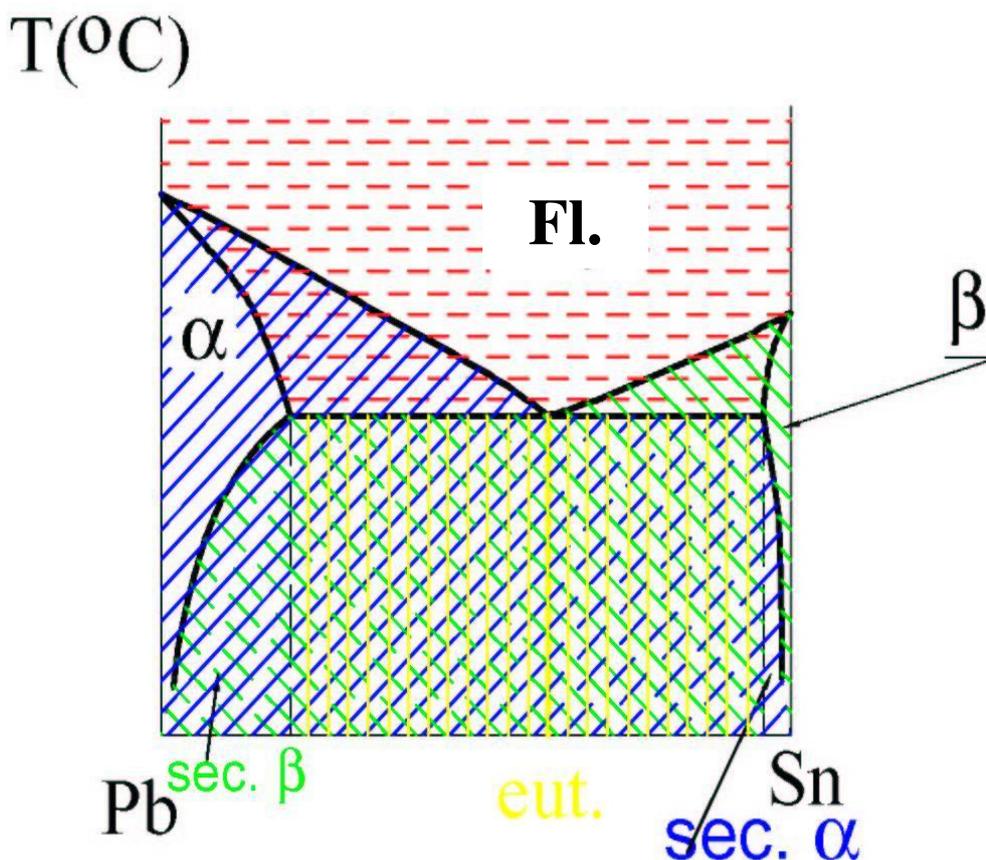
Bestimmen Sie an Hand Mikro(Gefüge)struktur der Zusammensetzung der Legierung. Sie haben während der mikroskopische Messung folgendes gemessen:
 ($T=80^{\circ}\text{C}$) $\text{sec.}\beta=11,7\%$; $\alpha=61,4\%$; $\text{eut.}=26,9\%$

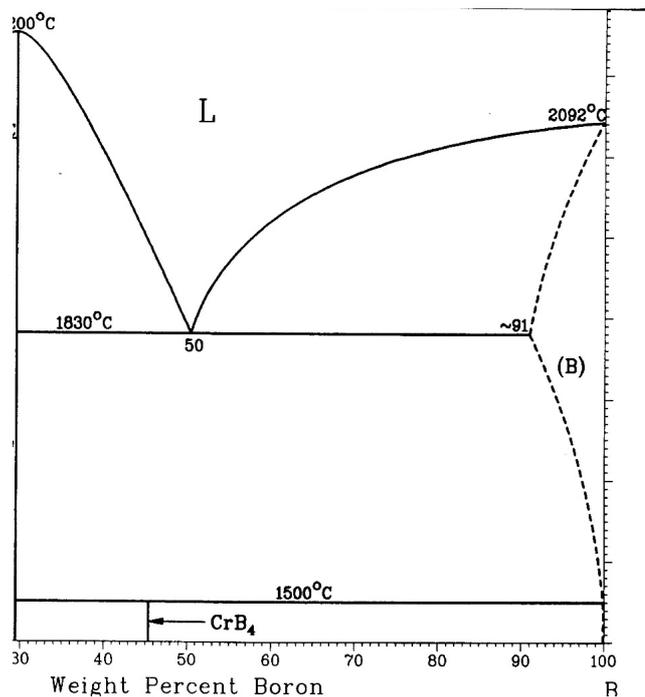
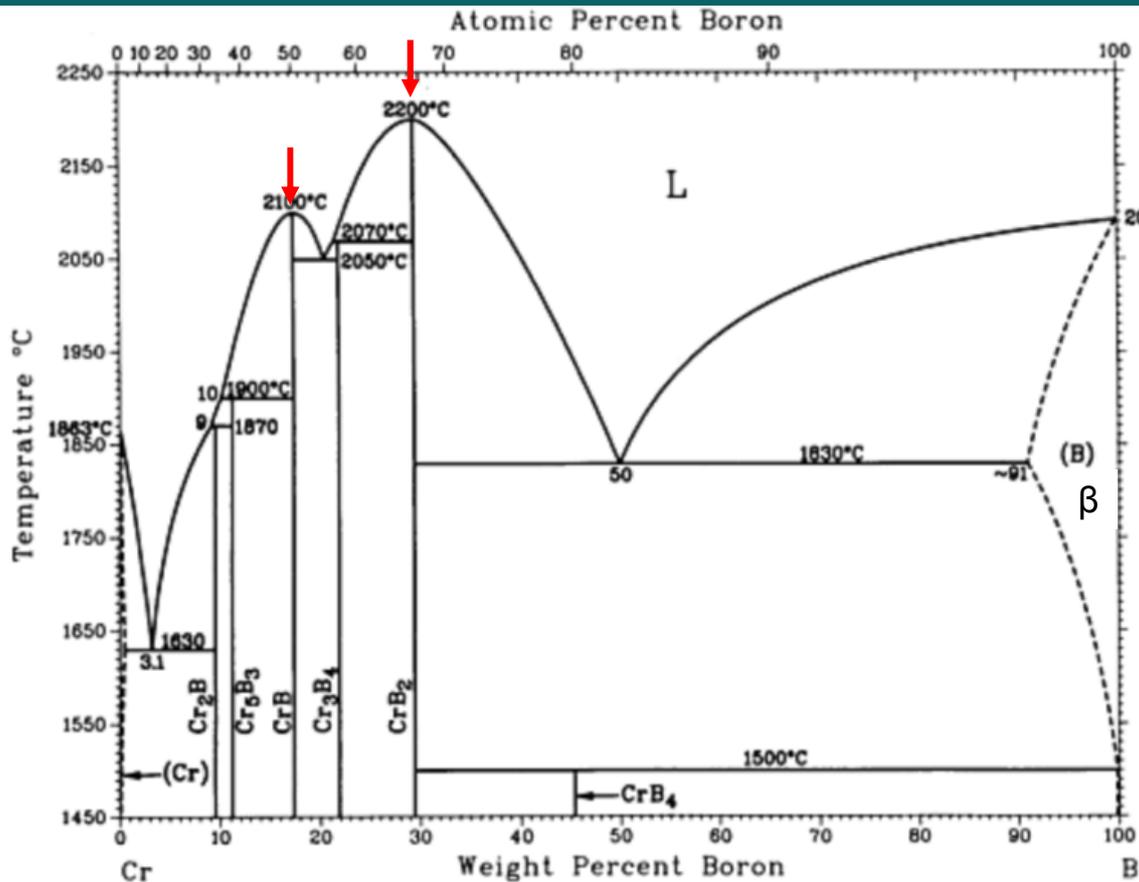
	Menge	Sn Gehalt der Gefügebestandteil	Gesammt. Sn Gehalt
sec. β	11,7		
α	61,4		
Eut.	26,9		

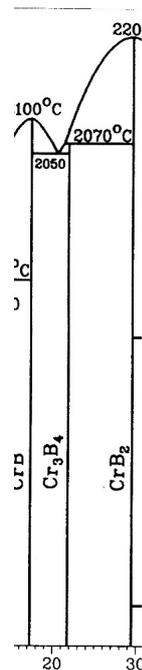
Folie: 23











- Die Aufgaben helfen bei der Vorbereitung zum Prüfung
- Vorgeschlagene Lösungszeit: 1 Woche
- Vorgeschlagene Methode: selbständige Lösung und gemeinsame Überprüfung
- A Konsultation wenn nötig: welding@eik.bme.hu

- 95 %-os Sn tartalomnál rajzolja meg a lehűlési görbét, minden szakaszára írja be a szabadságfokok számát, és jól elkülöníthetően (táblázatos formában) nevezze meg az egyensúlyt tartó fázisokat valamint a szövetelemeket.
- Adja meg a fenti összetételnél az egyensúly tartó fázisok százalékos mennyiségét: T_e+dT , T_e-dT és 80°C -on, rajzolja meg a fázisarányábrákat is.
- Adja meg a fenti összetételnél az egyensúly tartó szövetelemek százalékos mennyiségét: T_e+dT , T_e-dT hőmérsékleten és 80°C -on rajzolja meg a szövetelemarányábrákat is
- 80°C -on az egyensúlyt tartó egyik fázis 20% α , mi a másik fázis és mekkora az ötvözet Sn koncentrációja.
- Rajzolja meg 80°C -on a szabadenergia görbétet.