

## Schmelzen - Erstarren

### 1.) Temperaturverlauf während des Erstarrungsvorganges

**E** Bringe das Stearin im vorliegenden Reagenzglas vorsichtig zum Schmelzen. Stelle die Epruvette ab, gib ein Thermometer hinein und beobachte möglichst genau den Temperaturverlauf bzw. beachte die Computeraufzeichnung während der Einheit:

Zeichne das **T - t - Diagramm** auf die Rückseite und gib möglichst genau den **Erstarrungspunkt** des Stoffes an. Welche Besonderheit fällt dir beim Temperaturverlauf auf ?

.....

### 2.) Abschätzen der Flammentemperatur über Schmelzpunkte

**E/P** Grenze die Temperatur der Kerzenflamme über die Schmelzpunkte der verwendeten Metalle möglichst genau ein.

Mögliche Metalle: Lötzinn, Zinn, Blei, Zink, Aluminium, Kupfer, Konstantan, Nickel, Eisen,

Entnimm die Schmelzpunkte dieser und eventuell anderer verwendeter Metalle den vorliegenden Informationen oder informiere dich im internet.

Die Temperatur der Kerzenflamme liegt zwischen ..... und ..... Grad C

**F** Hat die Flamme überall die gleiche Temperatur ? .....

### 3.) Schmelzwärme $Q_S$ beim "Zinn gießen"

**E** Gib etwa 50 ml Wasser in das Kalorimeter und bestimme seine Masse und Temperatur:

$$m_w = \dots\dots\dots \text{ g} \qquad T_w = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

Bringe das Lötzinn auf dem vorliegenden Löffel vollständig zum Schmelzen, warte bis die Flüssigkeit wieder zu erstarren beginnt ( Bildung einer Haut ) und gieße die Schmelze zügig in das Wasser. Beobachte unter ständigem Umrühren die Temperatur des Wassers und warte, bis sich die Ausgleichstemperatur eingestellt hat :

$$T_A = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$



Siebe anschließend das Wasser ab und bestimme durch Abwiegen aller getrockneten Lötzinnteilchen die Masse  $m_{LZ}$  des Lötzinns.

<u>Gegeben:</u>	Schmelztemperatur des Lötzinns	$T_S = \sim 185 \text{ }^\circ\text{C}$
	Spez. Wärmekapazität Lötzinn	$c_{LZ} = 0,23 \text{ kJ/kgK}$
	Spez. Wärmekapazität von Wasser	$c_W = 4,18 \text{ kJ/kgK}$

**Berechne mit Hilfe der gegebenen Werte, der Messwerte und der Energiebilanz die spez. Schmelzwärme  $Q_S$  des Lötzinns:**

$$\text{Energiebilanz : } m_{LZ} \cdot Q_S + m_{LZ} \cdot c_{LZ} \cdot (T_S - T_A) = m_W \cdot c_W \cdot (T_A - T_W)$$

Erläuterung: Die beim Erstarren des Körpers und bei dessen Abkühlung auf die Ausgleichstemperatur abgegebene Wärme wird vom Wasser bei dessen Erwärmung auf die Ausgleichstemperatur aufgenommen.

Forme nach  $Q_S$  um und berechne den Wert :

$$Q_S = \qquad \qquad \qquad Q_S = \dots\dots\dots \text{ kJ/kg}$$

#### 4.) Lötübungen

**T** Grundsätzlich unterscheidet man zwischen „Hartlöten“ von z.B. Kupferblechen und „Weichlöten“ bei der Verbindung von elektrischen oder elektronischen Bauteilen. Dabei werden unterschiedliche Temperaturen und Lötzinne verwendet, hier soll nur auf das Weichlöten zur Verbindung von elektrischen Bauteilen eingegangen werden. Besonders in der Elektronik werden dabei sogenannte „säurefreie“ Lötzinne verwendet. Diese bestehen üblicherweise aus einer Mischung von 60 % Sn, 38 % Pb und 2 % Cu ( die Cu - Beigabe verhindert, dass die Cu-Spitze des LötKolbens durch flüssiges Zinn im Laufe der Zeit aufgelöst wird ). Die Kurzbezeichnung lautet L-Sn60PbCu2, der Schmelzbereich liegt zwischen 183 °C und 190 °C. In der Mitte des Lötdrahtes befindet sich ein Flußmittel ( in Alkohol gelöste Harze, z.B. Kolophonium, mit Aktivierungszusätzen ), welches bei den verwendeten Temperaturen die Säuren liefert, die die Oberflächen der zu verbindenden Teile reinigt und eine sehr gut leitende Verbindung zwischen Lötzinn und Bauteil möglich macht ( „säurefrei“ ist also eher irreführend, die Säuren sind allerdings bei normaler Temperatur nicht wirksam ). **Besonders wichtig für eine gute Verbindung ist, dass das Lötzinn nicht durch den LötKolben, sondern durch die erhitzten Bauteile zum Schmelzen gebracht wird und dass während der Erstarrungsphase des Lötzinns die Bauteile nicht bewegt werden !**

Der LötKolben sollte außerdem immer eine saubere Spitze haben, was man durch abklopfen oder abstreifen des Restlötzinns auf einem nassen Schwamm am einfachsten erreicht. Eine gute Lötstelle erkennt man daran, dass das Lötzinn zu einer glatten und glänzenden Masse erstarrt und nicht matt und grau wirkt.

Verzinnen (aufbringen von Lötzinn ) der LötKolbenspitze und der zu verbindenden Bauteilanschlüsse vereinfacht den Verbindungsvorgang wesentlich !



Die vom Lötkolben ( meist 15 bis 30 Watt Leistung ) auf die Bauteile übertragene Wärmeenergie ist zum Teil sehr groß und kann diese auch zerstören !!  
 Versuche also immer möglichst kurze Kontaktzeiten zu erreichen und schütze empfindliche Bauteile ( Elektronik ) durch Ableitung der Wärme mit einer Flachzange !

### Einfache Lötübungen

**Beachte bei den folgenden Experimenten die Verbrennungsgefahr durch heiße Bauteile und achte darauf, weder andere Schüler noch die Verbindungsleitung des Lötkolbens zu gefährden !**

- E** Verbinde zwei Widerstände, miss den Gesamtwiderstand und vergleiche mit der Summe der Einzelwiderstände, die du anhand des Ringcodes mit Hilfe der vorliegenden Tabelle ermittelst.

Wert laut Tabelle :  $R_1 = \dots\dots\dots \Omega$      $R_2 = \dots\dots\dots \Omega$      $R_{\text{Ges}} = \dots\dots\dots \Omega$

Messung :  $R_1 = \dots\dots\dots \Omega$      $R_2 = \dots\dots\dots \Omega$      $R_{\text{Ges}} = \dots\dots\dots \Omega$

Versuche anschließend, an die Verbindungsstelle der beiden Widerstände einen dritten Widerstand anzulöten.

- E** Baue ein Tetraeder aus den dir vorliegenden gleichen Widerständen und miss die Widerstände zwischen zwei beliebigen Anschlußpunkten. Wie viele Möglichkeiten gibt es und wie groß sind die Werte ?  
 Fertige dazu eine Skizze des Tetraeders an, bezeichne die 4 Eckpunkte ( mit Buchstaben oder Ziffern ) und gib die Widerstände zwischen den jeweiligen Anschlußstellen mit geeigneten Bezeichnungen an :

Einzelwiderstände  $R = \dots\dots\dots \Omega$

**2 Zusatzpunkte für "Ersatzschaltbild" auf der Rückseite !**

Falls Zeit bleibt, versuche einen Widerstandswürfel zu löten!



**Zusatzinformationen ad 2.)****Schmelzpunkte:**

<b>Metall</b>	<b>Schmelzpunkt</b>
Lötzinn	183° – 190°
Zinn	232°
Blei	328°
Zink	420°
Magnesium	649°
Aluminium	660°
Kupfer	1083°
Konstantan	1280°
Nickel	1455°
Eisen	1535°

**Hinweise:**

Bleidrähte im Fischereihandel erhältlich

Aluminium: überzieht sich sofort mit Aluoxid, Schmelzpunkt 2000°, am Abknicken ist allerdings Schmelzen des Alus innen erkennbar, geeignet sowohl Alufolienstreifen als auch Alu-Drähte aus der Ummantelung von Koaxialkabel

Konstantan: Legierung (Thyssen-Krupp) 33% Cu, 44% Ni, 1% Mn (Mangan)

Kupfer: Nur dünne Drähte verwenden, da sonst Ableitung der Wärme zu stark!

Dünne Drähte erleichtern das Einkleben im Protokoll (mit typischen Schmelztropfen !!)

Thermofühler herkömmlicher Temperaturmessgeräte leiten Wärme stark ab und zeigen daher niedrigere Temperatur !!

Im Baumarkt Brenner mit 1800°C erhältlich !!



### Gebräuchliche Lotlegierungen

Die nachfolgende Tabelle führt einige übliche Lotlegierungen auf :

Legierung	Solidustemperatur	Liquidustemperatur	Bemerkungen
Sn42Bi58	138	138	eutektisch
Sn43Pb43Bi14	144	163	
Sn62Pb36Ag2	179	179	eutektisch
Sn63Pb37	183	183	eutektisch
Sn60Pb40	183	191	
Sn96,5Ag3,0Cu0,5	217	219	
Sn96Ag4(Sn96,3Ag3,7)	221	221	eutektisch
Sn95Ag5	221	245	
Sn100	232	232	
Sn95Sb5	232	240	
Sn89Sb10,5Cu0,5	242	263	
Sn10Pb88Ag2	268	290	
Sn10Pb90	275	302	
Au80Sn20	280	280	eutektisch, für Chip-Bonden
Sn5Pb92,5Ag2,5	287	296	
Sn5Pb95	308	312	

Wärmekapazität:  $\sim 230 \text{ J /kg K}$

