

Master-/ Diplomprüfung

Vertiefungsfach I "Werkstofftechnik der Stähle"

Vertiefungsfach I "Werkstoffwissenschaften Stahl"

am 25.02.2014

Name:

Matrikelnummer:

Unterschrift:

Aufgabe	Maximal erreichbare Punkte:	Erreichte Punkte:	Einsicht: (nur neue Teilpunkte angeben, nicht neue Gesamtpunktzahl pro Aufgabe)
1	5		
2	3		
3	5.5		
4	4.5		
5	5		
6	3.5		
7	4		
8	3		
9	8		
10	5		
11	5		
12	6,5		
13	4		
14	2		
15	2,5		
16	2		
17	1,5		
Summe	70		

Zum Bestehen der Klausur müssen mindestens 44% der Punkte erreicht werden.

Bitte ankreuzen:

Geplante Teilnahme an mündlicher Prüfung, da Voraussetzung, der Klausur „Werkstoffdesign der Metalle“ bestanden, erfüllt

Ja
 Nein

Aufgabe 1 **Thermische Eigenschaften** **5.0 Punkte**

Bei der thermomechanischen Behandlung wird der Einfluss von Mikrolegierungselementen auf verschiedene metallkundliche Phänomene genutzt.

- a) Welche Phänomene werden in welcher Art und Weise durch die Mikrolegierungselemente beeinflusst (2 Punkte)?
- b) Erläutern Sie in Stichworten, auf welchen Mechanismen die wesentliche Festigkeitssteigerung bei
- Nb-mikrolegierten
 - V-mikrolegierten

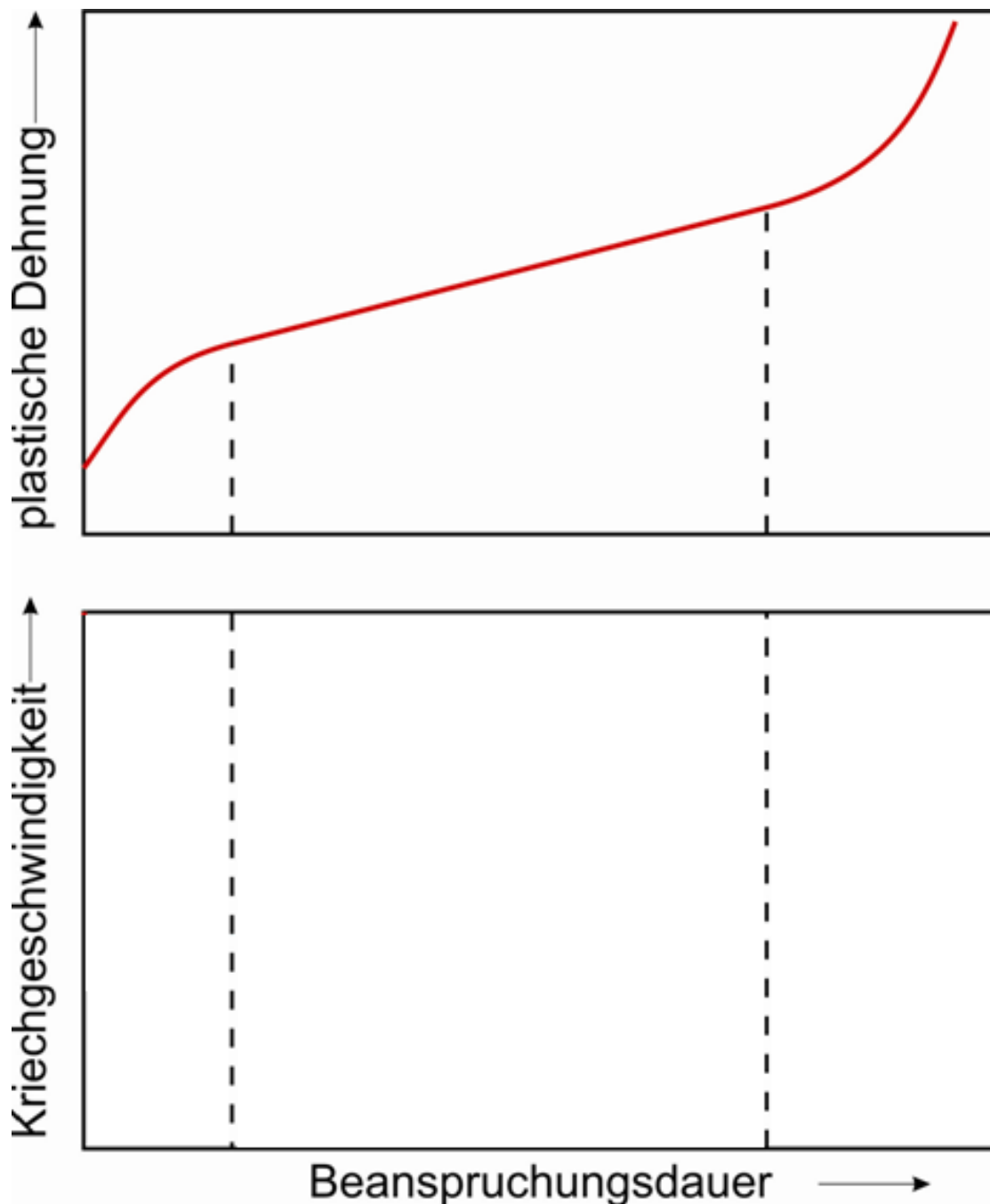
Stählen beruht, bei welchen Prozessschritten sich diese Mikrolegierungselemente ausscheiden und wie die Zähigkeit dadurch beeinflusst wird (3 Punkte).

Aufgabe 2 **Technische Wärmebehandlungen TMB** **3 Punkte**

Zeichnen Sie schematisch die Entwicklung der Korngröße über der Austenitisierdauer für mikrolegierte Stähle für drei verschiedene Austenisiertemperaturen: 950°C, 1050°C und 1150°C und erklären Sie diese (3 Punkte).

Aufgabe 3**Hochtemperatureigenschaften****5.5 Punkte**

- a) In welche drei Bereiche wird eine Kriechkurve eingeteilt. Nutzen Sie den oberen Abschnitt des Diagramms zur Kennzeichnung der drei Bereiche, kennzeichnen Sie die stationäre Kriechrate und den Bruch (1.5 Punkte).
- b) Skizzieren Sie die Kriechrate in den unteren Abschnitts des Diagramms. Geben Sie zusätzlich für den stationären Kriechbereich das Norton-Gesetz (Spannungsabhängigkeit der Kriechrate) an (1.5 Punkte).



- c) Eine niedrige Stapelfehlerenergie und ein niedriger Selbstdiffusionskoeffizient führen zu einem hohen Kriechwiderstand. Welches Gefüge (kfz oder krz) würden Sie für den Einsatz bei hohen Temperaturen bevorzugt verwenden? Erklären Sie zusätzlich die Ursache, warum eine erhöhte Stapelfehlerenergie zu einem geringen Kriechwiderstand führt (1 Punkt).

- d) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle (1,5 Punkte).

Tabelle 1

Einflussfaktor auf den Kriechwiderstand	Kriechwiderstand ...
Hohe SFE	... wird verringert
Niedriger Selbstdiffusionskoeffizient	... wird erhöht
Feinkörniges Gefüge	
Hoher Schubmodul	
Nicht schneidbare Ausscheidungen	

Aufgabe 4**Gefügeeinstellung****4.5 Punkte**

- a) Nennen Sie die drei typischen mechanisch-technologischen Kenngrößen (Festigkeit und Zähigkeit), die von der Korngröße erheblich beeinflusst werden, und tragen Sie diese in die aufgeführte Tabelle ein (3 Punkte).
- b) Tragen Sie ebenfalls in die Tabelle den Einfluss eines kleineren Korns auf die zugehörigen Kenngrößen ein (1,5 Punkte).

mechanisch-technologische Kenngröße	kleines Korn
1.	
2.	
3.	

Aufgabe 5**Zugversuch****5.0 Punkte**

Im wahre Spannung-wahre Dehnung-Diagramm kann dem Lastmaximum kein markanter Punkt zugeordnet werden, der den Beginn der Einschnürung charakterisiert. Mit Hilfe des Considère-Kriteriums lässt sich die Gleichmaßdehnung ermitteln.

- a) Leiten Sie eine Gleichung für das Considère-Kriterium her, mit der sich die Gleichmaßdehnung bestimmen lässt (3 Punkte).
- b) Stellen Sie das Considère-Kriterium grafisch dar (2 Punkte).

Aufgabe 6**Blechprüfung****3.5 Punkte**

a) Definieren Sie den Begriff „senkrechte Anisotropie“ anhand der Gleichung für den r -Wert. Beschreiben Sie die experimentelle Bestimmung der mittleren Anisotropie r_m und geben Sie die Formel zur Berechnung der planaren Anisotropie Δr an (2,5 Punkte).

b) Welcher Werkstoff ist für das Tiefziehen besser geeignet?

Werkstoff 1 mit

- $r < 1$

Werkstoff 2 mit

- $r > 1$.

Geben Sie eine kurze Begründung (1 Punkt)!

Aufgabe 7**Werkstoffprüfung****4 Punkte**

Der Zugversuch ist das Standard-Prüfverfahren zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften von Metallen.

- a) Erklären Sie den qualitativen Unterschied zwischen einer konventionellen Spannung – Dehnung - Kurve und einer wahre Spannung - wahre Dehnung - Kurve (2 Punkte).
- b) Skizzieren Sie eine konventionelle Spannung – Dehnung - Kurve und markieren Sie den Bereich, für den wahre Spannung und wahre Dehnung aus der konventionellen Kurve rechnerisch ermittelt werden können. Begründen Sie die Wahl des Bereichs (2 Punkte).

Aufgabe 8**Werkstoffprüfung****3 Punkte**

Beschreiben Sie die grundsätzlichen Unterschiede in der Vorgehensweise zwischen den Härteprüfverfahren nach Rockwell, Vickers und Brinell (3 Punkte).

Aufgabe 9**Bruchmechanismen****8 Punkte**

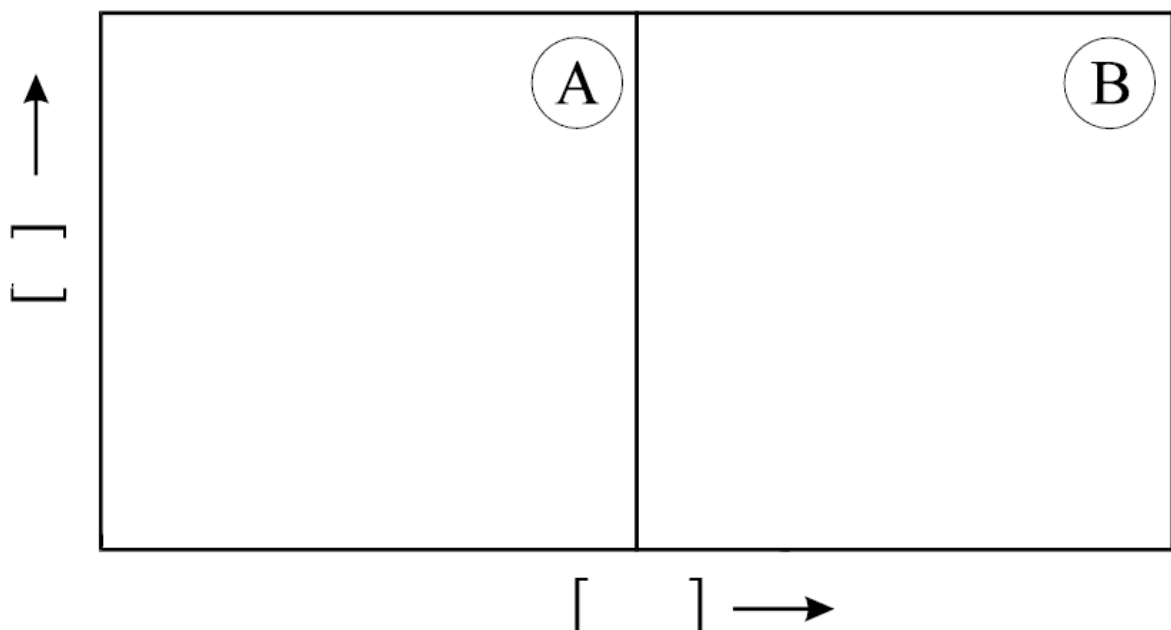
- a) Definieren Sie die Begriffe Spröd-, Spalt-, Zäh- und Gleitbruch (4 Punkt).
- b) Erläutern Sie anhand der Vorgänge beim Spalt- und Gleitbruch die im REM ersichtlichen Bruchflächenunterschiede (3 Punkte).
- c) Nennen Sie die beiden grundsätzlichen Typen des Bruchverlaufes beim Spaltbruch (1 Punkte).

Aufgabe 10**Bruchmechanik****5 Punkte**

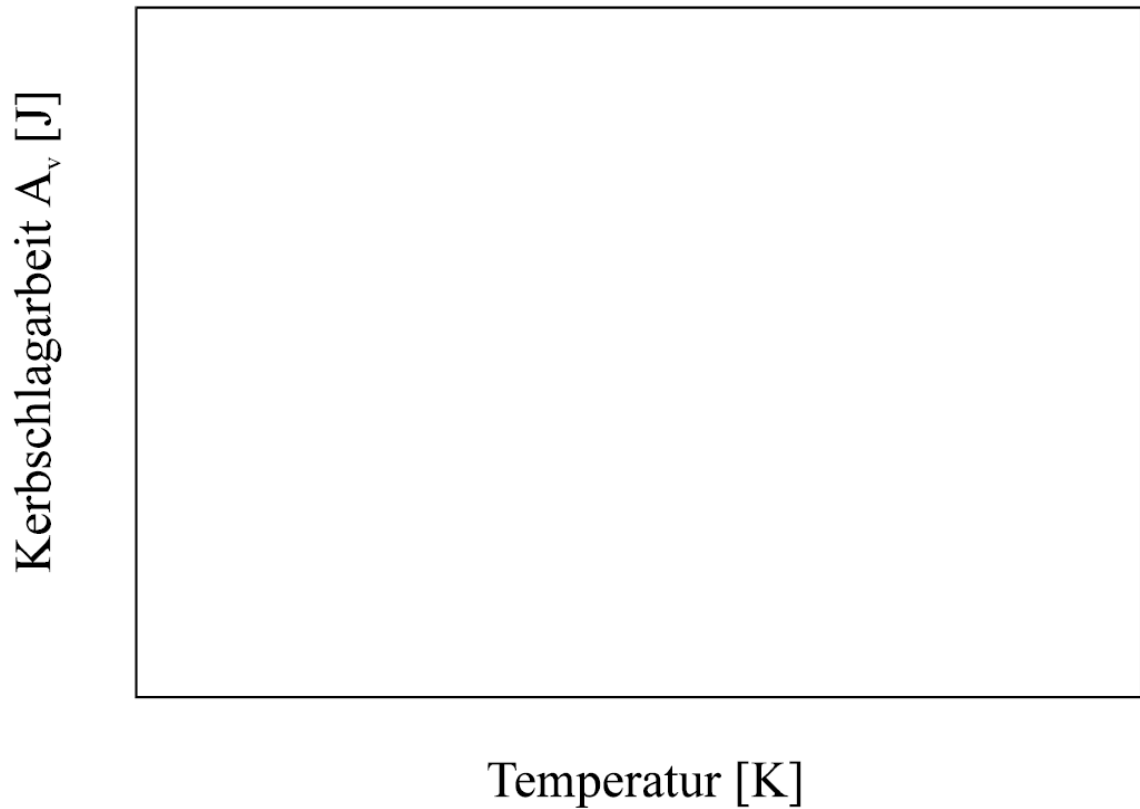
- a) Erläutern Sie die beiden bruchmechanischen Kennwerte Spannungsintensitätsfaktor und Bruchzähigkeit (2 Punkte).
- b) Welches idealisierte Werkstoffverhalten wird bei der Bestimmung der Bruchzähigkeit K_{IC} angenommen (0,5 Punkte)?
- c) Geben Sie zwei Kenngrößen der Bruchmechanik an, die für jedes Werkstoffverhalten gelten. Nennen Sie Randbedingungen und Formeln (2,5 Punkte).

Aufgabe 11 Kerbschlagbiegeversuch (KSBV) 5 Punkte

- a) Zeichnen Sie in das Teilbild A die Messwerte eines instrumentierten Kerbschlagbiegeversuches für einen Werkstoff, der vollständig nach dem Gleitbruchmechanismus versagt, und beschriften Sie die Achsen (mit Einheiten) (2 Punkte).
- b) Zeichnen Sie in das Teilbild B die Messdaten einer Probe die sowohl Spalt- als auch Gleitbruchanteile aufweist (1 Punkt).



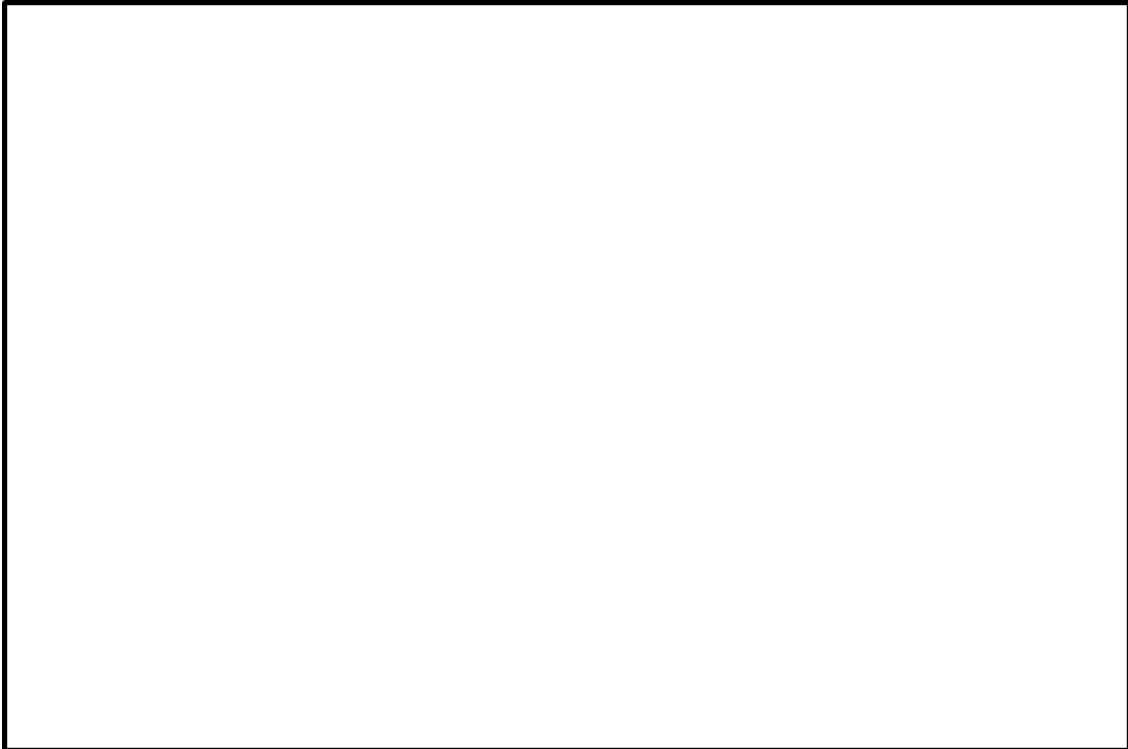
- c) Zeichnen Sie in das angegebene Diagramm den Verlauf einer Charpy-V, Charpy-U und einer ungekerbten Schlagbiegeprobe (1,5 Punkte).



- d) Welche dieser drei Probenformen eignet sich für sehr spröde Werkstoffe (0,5 Punkte)?

Aufgabe 12**Dauerfestigkeit****6,5 Punkte**

- a) Zeichnen Sie den typischen Verlauf einer Wöhlerkurve für Stahl in das angegebene Diagramm und beschriften Sie die Achsen (2 Punkte).
- b) Kennzeichnen Sie in demselben Diagramm die drei typischen Bereiche (1,5 Punkte).

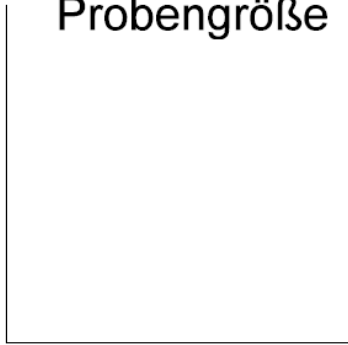


- c) Zeichnen Sie schematisch zwei Extreme der einzelnen Einflussgrößen Zugfestigkeit, Größe der Proben, Temperatur, Kerbwirkung, Korrosion und Kugelstrahlbehandlung in das jeweilige Diagramm ein (z.B. mit/ohne Korrosion, hohe/niedrige Temperatur) und markieren Sie diese eindeutig (3 Punkte).

Zugfestigkeit



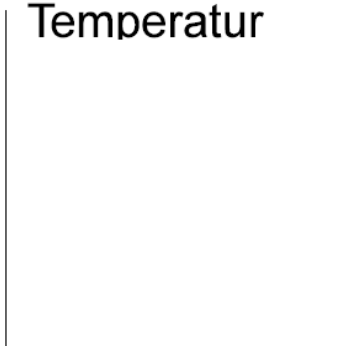
Probengröße



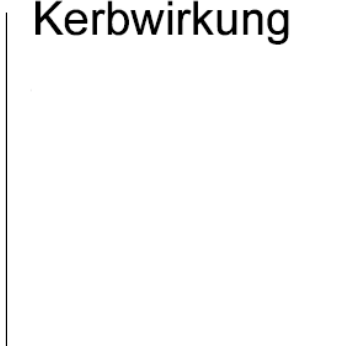
Kugelstrahlen



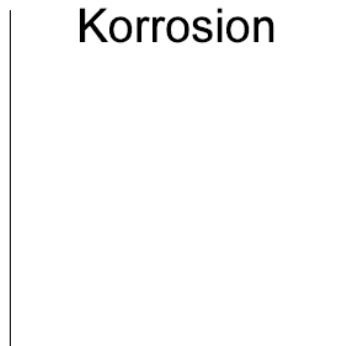
Temperatur



Kerbwirkung



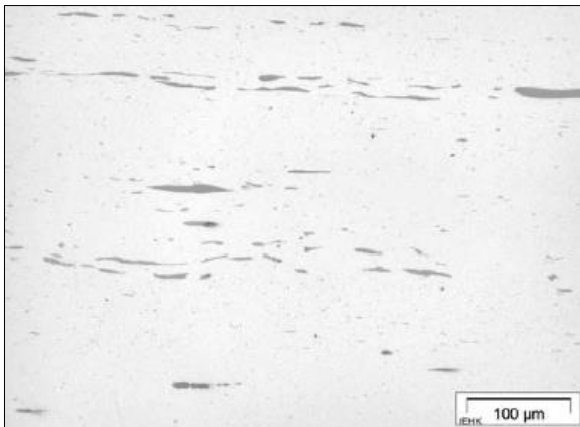
Korrosion



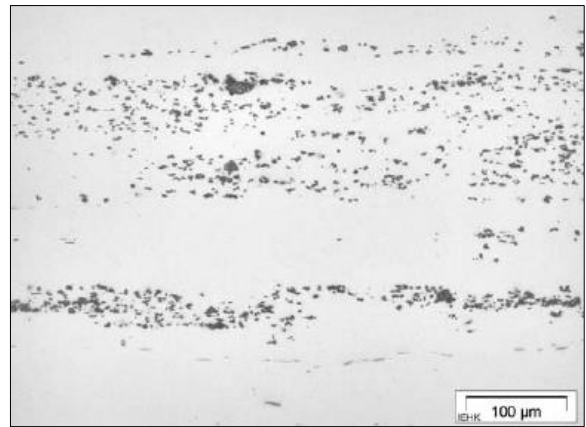
Aufgabe 13**Metallographie****4.0 Punkte**

- a) Mit Hilfe der Metallographie können wichtige Erkenntnisse über nichtmetallische Einschlüsse in Stählen gewonnen werden.

Die Abbildungen a und b in **Anlage 1** zeigen verschiedene Arten von nichtmetallischen Einschlüssen in einem Stahl nach dem Kaltwalzen, es handelt sich hierbei um Mangansulfide und Aluminiumoxide. Ordnen Sie die beiden genannten Einschlusstypen den entsprechenden Abbildungen zu und begründen Sie ihre Entscheidung (kurz) (2 Punkte)!

Anlage 1:

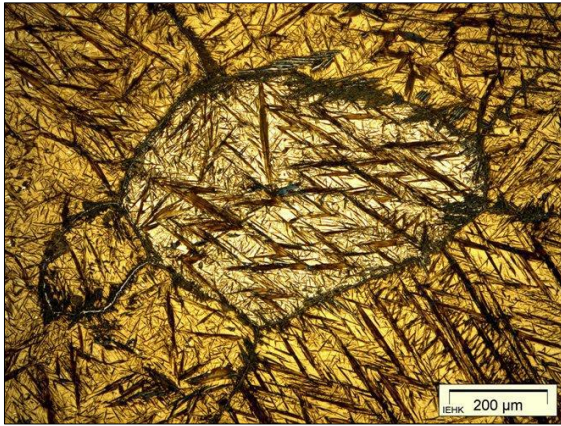
a



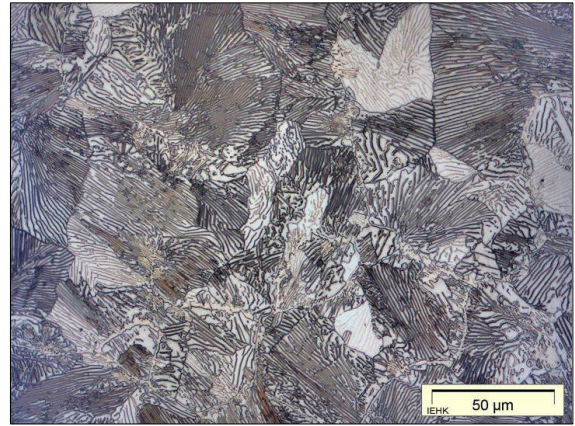
b

- b) Anlage 2 zeigt zwei metallografische Schliffe. Bitte benennen Sie die vorliegenden Gefüge. Können Sie aus dem Gefügebild b den C-Gehalt des Stahls abschätzen? Bitte erläutern Sie Ihre Antwort (2 Punkte).

Anlage 2:



a



b

Aufgabe 14**Versetzungsbewegung****2.0 Punkte**

Beschreiben Sie den Portevin-Le-Chatelier Effekt und erläutern Sie seine Ursachen. Unter welchen Umständen tritt dieser Effekt auf (*2 Punkte*)?

Aufgabe 15**Stirnabschreckversuch****2.5 Punkte**

- a) Der Jominy – Versuch dient zur Charakterisierung der Härtebarkeit. Bitte beschreiben Sie in Stichpunkten die Versuchsdurchführung mit Angabe der Probengeometrie und der anschließenden Auswertung (2 Punkte).
- b) Geben Sie an, wie sich die Elemente Cr, Mn und Mo auf die Einhärtbarkeit des Stahls auswirken (0.5 Punkte).

Aufgabe 16**Dilatometer****2.0 Punkte**

Dilatometer werden zur Bestimmung von Umwandlungstemperaturen verwendet. Erläutern Sie das Messprinzip des Dilatometers (2 Punkte).

Aufgabe 17**Rohstoff****1.5 Punkte**

Skizzieren Sie die Welt-Rohstahlerzeugung von 1900 bis 2010 und erläutern Sie den Kurvenverlauf (1,5 Punkte).

