

Übungsklausur. Zeit: 90 Minuten

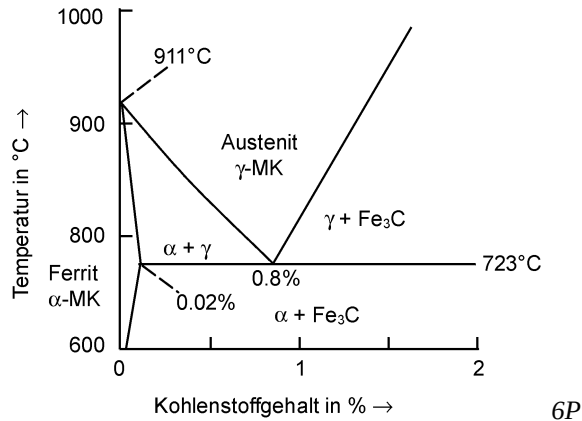
1. Durch welche Maßnahmen kann bei der Erstarrung ein feinkörniges Gefüge entstehen; (a, b)? *2P*
2. Welchen Einfluss haben Versetzungen auf die Verformbarkeit von Metallen? *3P*
3. a) Welcher Unterschied besteht zwischen der Kaltumformung eines Einkristalls und der eines vielkristallinen Werkstoffes? *4P*
b) Wie wirken sich Gitterfehler auf den Gleit- und Trennwiderstand im Kristall aus? *2P*
4. Nennen Sie drei technische Anwendungen der Kaltverfestigung. *3P*
5. a) Was bedeutet Rekristallisation? *2P*
b) Unter welchen Voraussetzungen findet eine Rekristallisation statt? *3P*
c) Wie hängt die Rekristallisationsgeschwindigkeit von der Temperatur ab (Begründung)? *2P*
d) Was für eine technische Bedeutung hat die Antwort unter c)? *1P*
6. Beurteilen Sie das grundsätzliche Verhalten von homogenen Mischkristallegierungen
a) Kaltverformen *2P*, b) Gießen *2P*, c) Zerspanen *2P* (Begründungen).
d) Folgern Sie daraus die vorwiegend angewandten Arbeitsgänge in der Fertigung bis zum Werkstück. *2P*
7. a) Skizzieren Sie die Ecke des metastabilen EKD mit $T < 1000^\circ \text{C}$ und C-Gehalt unter 2 % (Stahlecke). *2P*
b) Bezeichnen Sie die Phasenfelder. *2P*
c) Markieren Sie wichtige Temperaturen und Zusammensetzungen. *2P*
8. a) Nennen Sie die zwei Arten von Härtespannungen. *2P*
b) Welche Ursachen haben Härtespannungen? Wie entstehen sie? *4P*
c) Welche Auswirkungen haben Härtespannungen auf das Werkstück? Welche Folgen ergeben sich daraus für den Fertigungsablauf? *2P*
9. Muss für das Warmauslagern einer Al-Legierung eine bestimmte Temperatur und Zeit eingehalten werden oder sind diese oberhalb einer bestimmten Temperaturschwelle beliebig (Begründung)? *4P*
10. a) Für welchen Bereich der Härtemessung (Werkstoff, Abmessung) ist das Brinellverfahren nicht geeignet (Begründungen)? *4P*
b) Für welche Art von Werkstoffen ist das Brinellverfahren das Einzige, welches reproduzierbare Werte liefert? *2P*

- c) Welche wichtige Anwendung hat das Brinellverfahren *neben* der Messung der Härte?
1P

- zu 1.** a) Schnelle Abkühlung senkt die Wachstumsgeschwindigkeit der Keime. $\Rightarrow$ Mehr Keime bilden sich, bis die Erstarrung abgeschlossen ist. *1P*
b) Zusatz von Fremdkeimen (Impfstoffen). *1P*
- zu 2.** Die Existenz von beweglichen Versetzungen ist Voraussetzung für die plastische Verformbarkeit der Metalle. Eine erhöhte Versetzungsdichte führt dazu, dass sich die Versetzungen in ihrer Bewegung gegenseitig behindern: Die Verformbarkeit sinkt. *3P*
- zu 3.** a) Da es keine Korngrenzen gibt, können Versetzungen große Wege ohne Behinderung zurücklegen. Dadurch verfestigt ein Einkristall bei der Kaltverformung zunächst kaum. Erst wenn sich genügend Versetzungen während der Kaltverformung gebildet haben, behindern sich diese gegenseitig, und es kommt zur Kaltverfestigung. *2P*
Bei Vielkristallen müssen die einzelnen Kristalle bei der Kaltverformung zusammenhalten. Außerdem behindern die Korngrenzen die Versetzungsbewegung. Deshalb beginnt die plastische Verformung bei höheren Spannungen als beim Einkristall. Außerdem kommt es im Regelfall sofort zur Verfestigung. *2P*
b) Der Gleitwiderstand wird größer, während der Trennwiderstand sinkt. *2P*
- zu 4.** Kaltgeformte Schrauben aus unlegierten Stählen erreichen z.T. die Festigkeit solcher aus niedrig legierten, vergüteten Stählen. *1P*
Prägepolieren von Bohrungen: Durchstoßen einer polierten Kugel mit Übermaß. Austenitische Stähle zeigen starke Kaltverfestigung. *1P*
Austenitischer CrNi-Stahl lässt sich nur mit scharfen Werkzeugen bearbeiten (bohren), bei stumpfen Werkzeugen wird mit höherer Vorschubkraft gearbeitet, die Kaltverformung und -verfestigung zur Folge hat: dadurch kann sich das Werkzeug bis zur Rotglut und damit zum Härteverlust erhitzen. *1P*
Kaltgezogene Stangen für die Automatenbearbeitung haben gegenüber dem weichen Zustand einen kürzeren Span. *1P*
- zu 5.** a) Umkristallisation des Verformungsgefüges in ein neues Gefüge mit anderer Korngröße und Kornform. Dabei kommt es zu einem deutlichen Abbau der Versetzungsdichte und somit zur Festigkeitsabnahme auf die Festigkeit des unverformten Zustandes. *2P*
b) Es muss eine Mindestverformung vorausgegangen sein (kritischer Verformungsgrad etwa 5 ... 8 %), die Temperatur muss oberhalb der Rekristallisationsschwelle gehalten werden und es muss eine ausreichende Zeit zur Verfügung stehen. *3P*
c) Je höher die Temperatur ist, desto höher ist die Rekristallisationsgeschwindigkeit. Zur Neubildung der Kristalle müssen die Atome submikroskopische Platzwechsel ausführen. Das geht umso leichter, je stärker die Atome schwingen, d.h. bei höherer Temperatur (thermisch aktivierter Prozess). *2P*
d) Langzeitbeanspruchung bei Temperaturen in der Nähe der Rekristallisationsschwelle können bei kaltverformten Metallen nach sehr langen Zeiten zu Festigkeitsverlust führen. *1P*
- zu 6.** a) Alle Kristalle des homogenen Gefüges nehmen an der plastischen Verformung teil, deswegen sind relativ große Kaltverformungsgrade möglich. *2P* Bei Legierungen auf Kupfer und Silberbasis kann sogar noch die Verformbarkeit zunehmen, da Zwillingsbildung als zweiter Verformungsmechanismus wirksam wird (Messing bis 30 % Zn). *1Extra-P*

- b) Die Legierungen haben einen Erstarrungsbereich, d.h. an kalten Formwänden wachsen Kristalle, welche die Formfüllung behindern; größeres Schwindmaß und Kristallseigerungen. 2P
- c) Das homogene Gefüge ergibt wegen der hohen Kaltformbarkeit Fließspan und eine raue Oberfläche. 2P
- d) Mischkristalllegierungen werden überwiegend als Knetlegierungen verwendet.
Gussblock → Warmumformen → Halbzeug → Kaltumformen/Fügen → Fertigteil. 2P

zu 7.



zu 8. a) Wärmespannungen und Umwandlungsspannungen. 2P

- b) Wärmespannungen entstehen durch behindertes Schrumpfen. Bereits erkaltete Bereiche hindern die noch heißeren am Zusammenziehen, diese sind nach der Abkühlung „länger“, stehen damit unter Zugspannungen. 2P
Umwandlungsspannungen: Bei der Umwandlung ändert sich das Volumen (Übergang kfz → krz) und lokal auch die Form der Kristallite („Martensitnadel“). Dies kann während der Umwandlung zu Spannungen kommen. 2P
- c) Härtenspannungen können zu Verzug führen, der dann Nacharbeiten erfordert, wie z.B. Richten oder ein größeres Aufmaß zum Schleifen. Im ungünstigsten Fall können Risse auftreten, die zu Ausschuss führen. 2P

zu 9. Für den Diffusionsvorgang beim Ausscheidungsprozess sind Zeit und Temperatur maßgebend.

Temperatur zu niedrig: → lange Auslagerzeit erforderlich, bis die max. Festigkeit erreicht ist. 1P

Temperatur zu hoch: sehr kurze Auslagerzeit erforderlich. Festigkeit erreicht nicht den Höchstwert. Geringe Überzeitung lässt Festigkeit schnell abfallen. 2P

Folgerung: Temperatur und Zeit für das Auslagern müssen genau eingehalten werden. 1P

zu 10. a) Für Stoffe mit einer Härte über 450 HBW. Hierbei wird infolge der Abplattung der Kugel (elastische Verformung) ein größerer Eindruck erzeugt, damit ein weicherer Werkstoff vorgetäuscht. Zusätzlich ist das Ausmessen der flachen, kleinen Kalotte mit größeren Messfehlern behaftet. 2P

Für dünne Randschichten oder dünne Folien, weil der relativ große Kugeleindruck auch die darunterliegenden Schichten mit prüft. 2P

- b) Für Werkstoffe mit heterogenem Gefüge mit Phasen von stark unterschiedlicher Größe und Härte (Grauguss, Lagermetalle). Die 10 mm-Kugel trifft mit Wahrscheinlichkeit alle Phasen, es wird ein Mittelwert gemessen. *2P*
- c) Zur Kontrolle der Zugfestigkeit von Stählen bis zu max. $1500 \text{ N/mm}^2 = 430 \text{ HBW}$ nach $R_m \approx 3,5 \text{ HBW N/mm}^2$. *1P*

Aufgabensammlung Werkstoffkunde

Fragen - Antworten

Weißbach, W.; Dahms, M.

2016, XVI, 204 S. 62 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-14473-9