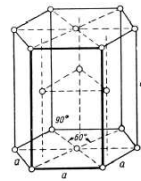
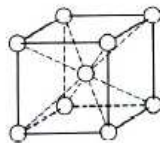
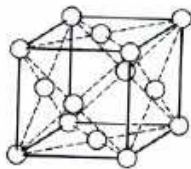


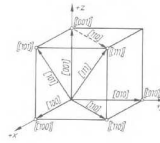
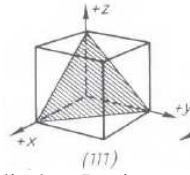
Fragen Kapitel 2

1. Was versteht man unter der Struktur von Werkstoffen?
Geometrische Anordnung der Bausteine: Atome, Ionen, Moleküle im Volumenelement
2. Welche Eigenschaften werden durch den Atomkern bestimmt, welche durch Valenzelektronen?
*Atomkern bestimmt die Dichte des Stoffe (Massenkonzentration im Kern)
Valenzelektronen bestimmen chemische Eigenschaften und Reaktionen eines Elements (Atomradius, Metallcharakter, Elektronennegativität, Elektronenaffinität, Ionisierungsenergie)*
3. Wodurch sind Übergangsmetalle gekennzeichnet?
Sie bilden gefärbte Verbindungen, können sehr viele verschiedene Oxidationszustände einnehmen, sind gute Katalysatoren, bilden Komplexe
4. Nennen Sie die Hauptvalenzbindungen und geben Sie jeweils ein Beispiel an! Wodurch unterscheiden sich die Bindungen?
*Ionenbindung (NaCl) – 2 ungleiche Atome reagieren, Aufnahme bzw. Abgabe von Elektronen, ungerichtete Bindung, elektrostatische Anziehung (Coulombsche Kräfte), schlechte Leiter (el. + Wärme) – Isolator außer Schmelze, schlecht formbar (Bruch an Spaltfläche), Lichtdurchlässig, Elektronenfehlordnung, $\Delta EN > 1,7$
Kovalente Bindung (Atombindung) (Cl_2 , Diamant) – Elektronen werden gemeinsam genutzt, gerichtete Bindung, Isolator oder Halbleiter, Makromoleküle (Kettenmoleküle) in Polymeren, erreichen Edelgaskonfiguration, $\Delta EN < 1,7$
Metallische Bindung (Al, Cu) – gemeinsam genutzte Valenzelektronen, ungerichtete Bindung, gute el. und wärmeleitfähig, freie e-, dichte Anordnung im Raumgitter, plastisch verformbar, umgeben von Elektronengas -> Edelgas*
5. Bei welchen Werkstoffen treten Nebervalenzbindungen auf?
Bindung zwischen Polymerketten (CO_2 , CCl_4), schwache Bindung, Van-der-Waals-Bindung, Isolator; Polymerwerkstoffe, Keramische Werkstoffe
6. Welche typischen Eigenschaften haben Metalle, Keramiken, Polymere?
*Metalle: umformbar, spanbar, gießbar, elektrisch leitend, härtbar
Polymere: fest, leicht verarbeitbar zu dünnen Folien, el.-isolierend, feuchtigkeitsabweisend und –resistent
Keramiken: hart, (durchsichtig), hoher Schmelzpt., therm. Isolierend, relativ inert gegenüber Metallschmelzen*
7. Wie kann man den amorphen Zustand beschreiben?
Eingefrorene Schmelze, keine zeitl. Veränderung, nur Nahordnungsbereiche, energiereicher als krist. Zustand
8. Unter welchen Bedingungen entstehen metallische Gläser?
Durch schnelles Abschrecken einer Schmelze oder eines Gases, Aufbau ähnlich wie amorph (Keimbildung↓)
9. Weshalb nimmt das Volumen fester Stoffe mit steigender Temperatur zu?
Atom schwingen stärker, brauchen mehr Platz -> Ausdehnung
10. Wodurch unterscheiden sich die Strukturen von Metallen, Flüssigkeiten und Gläsern?
*Metalle: geordnete Kristallstruktur, Atome haben feste Gitterplätze, kristallin
Flüssigkeiten: regellose Verteilung der Bestandteile, kurzzeitige Bindungen, wechseln ständig Plätze
Gläser: sind verhinderte Kristalle, nur Nahordnungsbereiche - teilw. regellose Struktur (amorph)*
11. Was ist eine Elementarzelle?
Kleinste Einheit eines Raumgitters, Struktur/ Anordnung der Atome
12. Zeichnen Sie die 3 typischen Kristallgitter, in denen die meisten Metalle kristallisieren und geben Sie jeweils 3 Vertreter an!
*Kubisch-flächen-zentriert (γ Fe [910 bis 1390 °C], Ag, Au, Al) – $8 \times 1/8 + 1$ Atome/EZ
Kubisch-raum-zentriert (α Fe [bis 910°C], W, Mo) – $8 \times 1/8 + 6 \times 1/2$ Atome/EZ
Hexagonal-dichteste Packung (Co, Mg, Zn) – 6 Atome/EZ*



13. Welche Kristallgitter sind dichtest gepackt?
Kfz und hdp -> 0,74, krz nur 0,68
14. Was ist Polymorphie? Geben Sie ein Beispiel für die technische Nutzung an!
*Gitterumwandlung im festen Zustand -> Änderung von Werkstoffeigenschaften
Beispiel: Härten von WS, Abschrecken -> Spannungen im Gitter (Diffusion für Gitterumwandlung wird verhindert)*
15. Zeichnen Sie in einem kubischen Gitter die (111)-Ebene ein! Was bedeutet [100] (in kubisches Gitter eintragen)?

[100] steht für die Richtung



16. Welche metallischen Legierungsstrukturen gibt es?

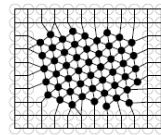
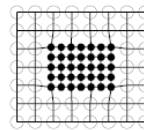
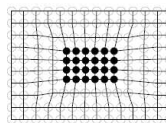
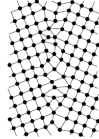
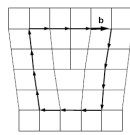
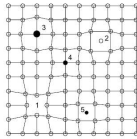
Einlagerungsmischkristall, Austauschmischkristall, Überstruktur (verhinderte Ordnung)

17. Nennen und skizzieren Sie 0-, 1-, 2-dimensionale Gitterbaufehler!

0: Punktförmig – z.B. Leerstellen, Zwischengitteratome, unterschiedl. große Atome – nehmen bei Erwärmung zu

1: linienförmig – durch Umformung, Kristallisation

2: polykristallines Gefüge – Großwinkel-, Kleinwinkel-, Zwillingskorngrenzen, Stapelfehler – Phasengrenzen (kohärent, teilweise kohärent, inkohärent)



18. Wodurch werden die Strukturen polymerer Werkstoffe gekennzeichnet?

Struktur polymerer Werkstoffe ist gekennzeichnet durch:

Konstitution: hemisches Aufbauprinzip, Typen und Anordnung von Kettenatomen, symmetrische Grundbausteine (PA, PE), unsymmetrische regelmäßige Grundbausteine (Kopf-Schwanz-Anlagerung), fadenförmige oder verzweigte Makromoleküle

Konfiguration: räumliche Anordnung von Atomgruppen (ataktisch - unregelmäßig, syndiotaktisch - regelmäßig alternierend, isotaktisch - einseitig)

Konformation: räumliche Anordnung bzw. Zuordnung an bzw. in der Kette

19. Was versteht man unter einem Gefüge?

Bestandteil des Werkstoffes, mikroskopische Anordnung d. verschied. zusammengewachsenen Gefügebestandteile (Kristallite, Poren, amorphe Bereiche)

20. Was sind Körner oder Kristallite?

Körner sind Gefügebestandteile, die aus der gleichen Zusammensetzung bestehen (Phase)

21. Wie geht man bei der metallographischen Untersuchung vor? Nennen Sie die wesentlichen Arbeitsschritte bis zur Entwicklung des Gefüges!

Gezielte Probenentnahme (gezielt oder systematisch, Umformung beachten) – Trennen (Ohne Verformung und thermischen Einfluss), Probengröße – Einbetten (warm und kalt) z.B. in Harz – Einklammern in Metallklammern – Schleifen (SiC-Papier, nass, grob -> fein) und Polieren (Tücher [Vlies], Tonerde od. Diamantsuspension als Poliermittel) – Ätzen (Gefügeentwicklung – KG-Ätzen od. KF-Ätzen)

22. Welche Aussagen lassen sich aus dem Gefüge ableiten?

Geschichte des Gefüges (Bearbeitung d. Gefüges)

Bewertung: qualitativ (Form, Größe, Richtung!, Ausscheidungen, Mengen d. Gefügebestandteile, Verteilung, Wärmebehandlungszustand); quantitativ (Zahlenmäßige Aussage über Gefügeparam., Korngrößen)

Eigenschaften sind ableitbar (chem. Zusammensetzung, Behandlungszustand)

23. In welchem Gleichgewichtszustand werden Werkstoffe verwendet?

Werkstoffe werden sowohl im Gleichgewichts- als auch im Ungleichgewichtszustand verwendet

24. Wodurch wird in der Technik im Wesentlichen ein Ungleichgewichtszustand herbeigeführt? Nennen Sie Beispiele für Ungleichgewichtszustände in der Praxis!

Durch Härten wird Ungleichgewichtszustand im Werkstoff eingestellt (Unterdrückte Diffus. Beim Abkühlen)

25. Was verstehen Sie unter den Begriffen: Werkstoff, Phase, Komponente, System?

Werkstoff: stoffliches System

Phase: Bestandteile, aus denen das Syst. aufgebaut ist -> bzgl. chem. Zusammensetzung, Struktur, phys. Eigenschaften

Komponente: Stoffe, aus denen Phase aufgebaut ist (Atome, Moleküle)

System: Kombination und Menge von Phasen und Komponenten (z.B. Mehrstoffsystem = Legierung, 1 Komponente = Einstoffsystem, 1 Phase + mehrere Komponenten = MK)

26. Was ist ein Mischkristall? Was ist ein Kristallgemisch?

Ein Mischkristall ist eine Zusammensetzung aus mind. zwei verschied. chem. Elementen (durch Einlagerung od. Substitution), ein Kristallgemisch ist ein Gemisch aus mind. zwei Kristalltypen. (z.B. bei teilweißer od. nicht Mischbarkeit im festen Zustand)

27. Welchen Verlauf hat das Temperatur-Zeit-Diagramm beim Abkühlen eines reinen geschmolzenen Metalls bis auf Raumtemperatur? Wie heißt die Unstetigkeitsstelle im Abkühlungsverlauf und weshalb tritt sie auf?

Die Kurve verläuft exponential bis zur Raumtemperatur, die Unstetigkeitsstelle ist eine horizontal auch Haltepunkt genannt. Grund: Wärme wird beim Erstarren freigesetzt und Schmelze kühlt nicht weiter ab (Latente Wärme)

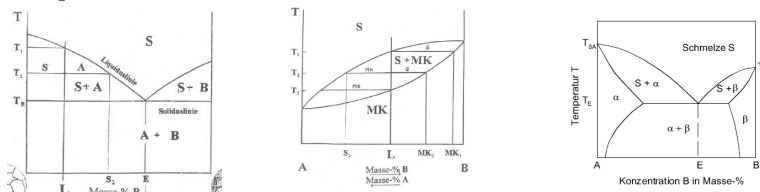
28. Weshalb treten im Abkühlungsverlauf einer Legierung zwei Knickpunkte auf?

Knickpunkte zeigen Anfang und Ende d. Umwandlung an (Anfang und Ende beim Erstarren von Komponenten)

29. Unter welchen Bedingungen entstehen feinkörnige Gefüge beim Erstarren einer Schmelze?

Dann, wenn ideale Unterkühlung der Schmelze erzielt wird und Keimbildung sehr hoch ist

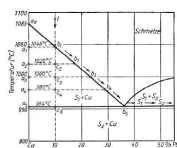
30. Skizzieren Sie die Zustandsdiagramme für Systeme mit völliger Mischbarkeit, Nichtmischbarkeit und teilweiser Mischbarkeit der Komponenten im festen Zustand!



31. Was ist ein Eutektikum?

Eutektikum ist die Stelle wo beide Komponenten sofort erstarren -> $S \leftrightarrow A + B$ bzw. $S \leftrightarrow \alpha + \beta$

32. Zeichnen Sie in ein eutektisches Zustandsdiagramm eine Legierungszusammensetzung ein und erläutern Sie unter Anwendung der Hebelbeziehungen den Abkühlungsverlauf von der Schmelze bis zur Raumtemperatur! Welche Zusammensetzung hat die Schmelze bei Erreichen der eutektischen Temperatur (im Diagramm eintragen!)?



Anwendung der Hebelbeziehung:

Es wird die Legierung L (90 % Cu und 10 % Pb) betrachtet. Kühlt man diese Legierung ab, scheiden sich bei 1046 °C reine Kupferkristalle (Punkt b1) aus. Die Schmelze S1 verarmt an Kupfer bzw. reichert sich mit Blei an. Je weiter die Temperatur abnimmt, umso mehr Blei verbleibt in der Schmelze. Bei 1020 °C beispielsweise beträgt der Bleigehalt der Restschmelze bereits 18 % (Punkt b2). Die Menge an ausgeschiedenen Kupferkristallen ergibt sich nach der Hebelbeziehung:

$a = c_2 - a_2 = 10 - 0$ und $b = b_2 - c_2 = 18 - 10 = 8$ zu $m_{Cu} = b/(a + b) \times 100 \% = 8/(10 + 8) \times 100 \% = 44,5 \%$ Kupfer und die Menge an Restschmelze S1 zu

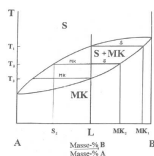
$ms_1 = a/(a + b) \times 100 \% = 10/(10 + 8) \times 100 \% = 55,5 \%$ S1 oder natürlich $S_1 = 100 \% - 44,5 \% Cu = 55,5 \%$

33. Wie lautet die eutektische Reaktion und welche Bedingungen müssen erfüllt sein?

$S \leftrightarrow A + B$ bzw. $S \leftrightarrow \alpha + \beta$, bei konstanten Druck und konstanter Temperatur

34. Erklären Sie die Abkühlung an Hand der Hebelbeziehung im Zustandsdiagramm mit völliger Mischbarkeit der Komponenten im flüssigen und festen Zustand!

Die Schmelze wird abgekühlt, bei T1 scheidet sich ein Mischkristall mit der Zusammensetzung MK1 aus. Die Schmelze verarmt somit an B-Atomen, bei weiteren Abkühlen, nimmt der A-Gehalt im ausgeschiedenen Mischkristall zu. Bei der Temperatur T3 entsteht schließlich die Legierungszusammensetzung.



35. Was sind Zonenkristalle und wodurch entstehen sie?

Zonenkristalle entstehen wenn keine Gleichgewichtsabkühlung stattfindet, es werden unterschiedliche Kristalle beim Abkühlen erzeugt

1. Wie sind Normalspannung und Schubspannung definiert?
*Die Normalspannung ist die Spannung, die senkrecht zur Querschnittsfläche wirkt
 Die Schubspannung ist die Spannung, die tangential zur Querschnittsfläche wirkt*
 2. In welchem Dehnungsbereich gilt das Hooke'sche Gesetz, wie lautet es?
Im Bereich der Elastischen Dehnung $\sigma = E \cdot \epsilon$
 3. Was versteht man unter dem E-Modul?
Beschreibt den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers bei linear elastischem Verhalten, Proportionalitätsfaktor / $E \uparrow = \text{Festigkeit} \uparrow$
 4. Beschreiben Sie die Vorgänge bei elastischer Verformung eines kristallinen Werkstoffs!
*Bei Krafteinwirkung werden die Abstände der Atome gegeneinander verändert, Vorgang ist reversible
 Anelastisch: Hysterese -> Energieverlust bei Be- und Entlastung*
 5. Was sind Gleitebenen, Gleitrichtungen, Gleitsysteme?
*Ebenen: Ebenen zwischen Atomlagen mit dichtester Packung und großem Schichtabstand
 Richtungen: Richtung dichtester Atompäckung und somit die Richtung, in die das Gleiten der Atomschichten mit relativ kleinstem Energieaufwand möglich ist
 Gleitsystem ist ein Begriff aus der Kristallmechanik Er beschreibt mittels Gleitebene und Gleitrichtung die Verformung von Metallen.*
-
6. Welche Gleitrichtungen und Gleitebenen gibt es im kfz-Gitter?
*4 Gleitebenen / 3 Richtungen -> 24 Gleitsysteme
 Richtung: $[11'0, 1'10, 01'1, 1'01, 101', 011']$ Ebene $[111]$
 (HdP: 2 Ebenen, 3 Richtungen -> 6 Gleitsysteme)*
 7. Welche Bedeutung haben Versetzungen für die plastische Verformung?
Bewegung von Versetzungen => Plastische Verformung, erleichtern die Verformung [1000 mal kleiner als theoretisch], Gründe dafür sind Gitterbaufehler
 8. Beschreiben Sie die Vorgänge bei plastischer Verformung eines kristallinen Werkstoffs!
*Wirkung von Schubspannung -> Überwinden der Peierls-Spannung -> Bewegung der Versetzung auf Gleitebenen 45° zur Kraftangriffsrichtung
 Versetzung bewegt sich bis Hindernis (Korn-, Phasengrenzen -> Spannungsfeld, Bildung neuer Versetzungen, alle Kristalle werden mit einbezogen, Aufstau von Versetzungen -> Verformbarkeit wird schlechter (WS verfestigt) -> Ausbildung von Rissen*
 9. Welche Möglichkeiten gibt es, die Festigkeit metallischer Werkstoffe zu erhöhen (Härtungsmechanismen)?
*-Mischkristallhärtung (Leg.-Atome verzerren Gitter -> Erschweren Versetzungsbew., Zähigkeit ↓, Begrenzt durch Löslichkeit der LE)
 -Versetzungshärtung (Erzeugung hoher Versetzungsdichte, gegenseitige Behinderung -> Verfestigung)
 -Teilchenhärtung (Einlagern kleiner Teilchen, Teilchengröße Begrenzt)
 -Korngrenzenhärtung (Kornfeinung -> Festigkeit + Zähigkeit ↑, kurze Laufwege von Versetzungen)
 -> meist Kombi aus allen*
 10. Wie ändert sich durch Anwendung der Mechanismen die Zähigkeit des Werkstoffs?
*-Mischkristallhärtung Zähigkeit nimmt ab, Festigkeit zu
 -Versetzungshärtung Verfestigung und Versprödung, Zähigkeit nimmt ab
 -Teilchenhärtung Zähigkeit nimmt ab, Festigkeit zu
 -Korngrenzenhärtung erhöht Zähigkeit und Festigkeit*
 11. Erklären Sie die Vorgänge, die zu einer ausgeprägten Streckgrenze führen!
*Versetzungsfreie Kristalle, Erschwerung der Versetzungsbewegung durch 0,1,2,3 dimensionale Gitterbaufehler
 -> leichtes Kaltwalzen*
 12. Was versteht man unter zäher bzw. spröder Bruch?
*Zähbruch: Energieaufnahme
 Sprödbbruch: Energieabgabe, Streckgrenze wird nicht erreicht, keine plast. Dehnung*
 13. Wodurch werden Brüche hervorgerufen?
*-Ermüdung
 -Überbeanspruchung (Beanspruchungsgeschw.)
 -Überhitzung (Kriechbruch), Unterkühlung Temp. sinkt -> spröde
 -Plastische Verformung*
 14. Wodurch wird sprödes Verhalten eines Werkstoffs bzw. Bauteils hervorgerufen?

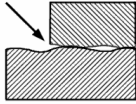
hohe Beanspruchungsgeschw., tiefe Temp., mehrachsiger Spannungszustand, grobes Korn, Kerben, Lunker, Alterung, Kaltverformung, Korrosion

15. Wie wirkt eine erhöhte Beanspruchungsgeschwindigkeit auf die Festigkeit und die Zähigkeit eines Werkstoffs und welche Wirkung haben spröde eingelagerte Phasen und feinkörniges Gefüge?
-Hohe Geschw: Fest nimmt zu, Zähigkeit ab
-Feines Gefüge: Zähigkeit nimmt zu, Festigkeit zu
-eingelagerte spröde Phase: Zähigkeit sinkt, Festigkeit steigt
16. Was versteht man unter der Spaltbruchspannung?
=kritische Zugspannung bei der örtlich ein Spaltbruch entstehen kann
17. Wie ist die Übergangstemperatur allgemein definiert?
=Grenze zwischen sprödem Bruch und duktilem Werkstoffverhalten
18. Welche Wirkung hat die Erhöhung der Streckgrenze auf die Übergangstemperatur?
T_Ü wird zur höheren Temperatur verschoben -> Sprödbereich wird vergrößert
19. Weshalb nimmt die Festigkeit mit steigender Temperatur ab?
Atome werden zum stärkeren Schwingen angeregt → Abnahme der Fernordnung
20. Weshalb ist eine bestimmte Temperatur für einen Werkstoff hoch, für einen anderen tief?
Schmelztemp. unterschiedlich, chem u. physikal. Eigenschaften unterschiedlich sind
21. Was versteht man unter Erholung und Rekristallisation?
-Erholung: Umordnen von Versetzungen, geringe Entfestigung, Bildung von Subkörnern, gestreckte Körner bleiben erhalten
-Rekristallisation: (0,3...0,5 T_Ü) Abbau von Gitterfehlern durch Neubildung des Gef. → Festigkeitsabnahme (Vermindern der Verspannungen), Keimbildung und Wachstum
22. Durch welche Parameter wird die Korngröße beim Rekristallisationsglühen beeinflusst und welche Bedingungen muss man einhalten, damit ein feinkörniges Gefüge entsteht?
Verformungsgrad
Glühtemp., Verformungsgrad, Glühdauer -> maßgebend für Korngröße
-Tr darf nicht viel überschritten werden, kurze Glühdauer -> feinkörniges Gefüge
23. Weshalb wird ein feinkörniges Gefüge angestrebt?
Erreichen von zähem WS mit hoher Festigkeit
24. Nennen Sie allgemeine Kriterien für einen Hochtemperaturwerkstoff!
Strukturelle Belastbarkeit nahe T_s, Oxidationsbeständigkeit, hoher Schmelzpunkt, Gefüge (MK), Zusammensetzung, intermetallische Phasen (Teilchenhärtung), Oxide, Legieren (Kriechen verhindern)
25. Durch welche Maßnahmen kann die Warmfestigkeit eines Werkstoffes erhöht werden?
Grobes Gefüge (Korngrenzgleiten vermeiden) -> Grobkornglühen, LE (bei Fe: Cr, Mo, V), Teilchenhärtung (Ausscheidungen: Carbide, Nitride)
26. Welchen Einfluss haben Kerben auf die statische Festigkeit und Zähigkeit?
Mehrachsiger Spannungszustand, Stat. Festigkeit (auf Querschnitt der Kerbene bezogen) wird erhöht, Zähigkeit nimmt ab
27. Welche Stadien des Ermüdungsvorganges unterscheidet man?
Ausbildung einer Ermüdungsstruktur, Bildung von Anrissen, Ausbreitung eines Risses
28. Weshalb wird bei zyklischer Beanspruchung der Werkstoff bereits unterhalb der Streckgrenze geschädigt?
Ermüdungsstruktur bildet sich aus, reale WS sind nie optimal—haben immer Kerben → Anrissbildung
29. Woran erkennt man mit bloßem Auge einen Ermüdungsbruch (Dauerbruch)?
Bruchfläche besteht aus 2 Bereichen: Dauerbruchfläche (rel. glatt, matt glänzend) -> Rastbruchlinien erkennbar; Rest- und Dauerbruch (stark zerklüftet, körniges Aussehen)
30. Was sind Schwingungstreifen? Kann man sie mit bloßem Auge erkennen?
Sind nicht sichtbar; sind Erhöhungen und Vertiefungen die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verlaufen -> entstehen durch Abgleitung auf zwei Gleitsystemen
31. Welchen Einfluss haben Eigenspannungen auf die Ermüdungsfestigkeit?
Druck im OF-Bereich: größere Ermüdungsfestigkeit
Zug im OF-Bereich : kleinere Ermüdungsfestigkeit
32. Welche praktischen Maßnahmen können zur Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit (Zeit bzw. Dauerfestigkeit) genutzt werden?
-Einbringen von Druckeigenspannungen in der OF-Zone (durch Kugelstrahlen)
-Erhöhung der Streckgrenze in der Randzone (OF-Behandlung: Einsatzhärten, Nitrieren, Borieren)
-> Schwingfestigkeit wird bis 100% oder besser erhöht
33. Was versteht man unter Verschleiß?

ist die unerwünschte Veränderung der Oberfläche von Körpern durch Lostrennen kleiner Teilchen infolge mechanischer Ursachen, z.B. Reibung, bei aufeinander gleitenden Oberflächen, Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers -> immer verbunden mit Materialverlust

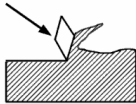
34. Erklären Sie kurz die Verschleißmechanismen und geben Sie jeweils allgemeine Lösungsmöglichkeiten für einen geeigneten Werkstoffeinsatz an!

Adhäsion: Ausbildung und Trennung von Grenzflächen (z. B.: Kaltverschweißen), elast. Und plast. Verformung der Kontaktstellen, Materialübertrag im Gegen- und Grundkörper -> lokales Schweißen, abhängig vom Verschleißpartner (chem., phys., mech. Eigenschaften)



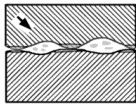
Lösung: artfremde WS-Paarung (Metall, Keramik, ...), heterogenes Gefüge, hoher kovalenter Bindungsanteil, Aufbringen von OF-Schichten mit geringer Adhäsionsneigung

Abrasion: Materialabtrag durch ritzende Beanspruchung (Mikrospanen, Mikroplügen, Mikroermüden, Mikrobrechen) -> Kratzer, Mulden, Wellen



Lösung: hohe Härte (härter als Abrasiv), gummielastische Werkstoffe

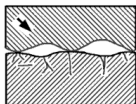
Tribochemische Reaktion: Entstehung von Reaktionsprodukten durch tribologische Beanspruchung bei chemischer Reaktion (z. B. Hotspots) -> es entstehen Reaktionsschichten, Entfernung reaktionsträger Schichten, Vergrößerung der reaktionsfähigen Oberfläche, Temp. ↑ durch Reibung, Beschleunigung d. Transportes von Reaktionsteilnehmern



-> nicht immer unerwünscht -> Schutzschicht gegen adhäsiver Verschleiß

Lösung: Materialien verbinden, die nicht mit einander reagieren

Oberflächenzerrüttung: Ermüdung und Rissbildung im Oberflächenbereich durch tribologische Wechselbeanspruchungen, die zu Materialtrennung führen (Risse, Grübchen, Löcher), Rissausbreitung unter OF (parallel) -> mit großer Geschw. -> durch Versetzungsanhäufung -> Rissbildung



Lösung: WS mit höherer Härte + Zähigkeit (Kompromis), hohe Festigkeit, homogener WS,

feinkörnig hart, Schmierung, keine Kerben, geringe OF-Rauigkeit

35. Weshalb ist der Verschleiß nicht durch eine Werkstoffkenngröße zu messen?

Verschleiß hängt nicht nur vom WS ab sondern von Verschleißbedingungen (Systemeigenschaft)

36. Was versteht man unter Korrosion?

Physikochemische Wechselwirkung zwischen Metall und Umgebung - führt zu Veränderung des Metalls – kann zu Beeinträchtigung der Funktion führen

37. Was ist die Ursache der Korrosion?

Abnahme der freien Enthalpie bei Oxidation → energetisch günstiger -> Korrosion läuft immer freiwillig ab

38. Geben Sie ein Beispiel für chemische Korrosion an!

Metall+Sauerstoff→Zunder; Hochtemperaturkorrosion von Cu (schwarzer Oxidbelag)

39. Was ist elektrochemische Korrosion?

Bildung von Korrosionselementen bei unterschiedlichen Metallen

Ein Metall geht in Lösung (Voraussetzung: Elektrolyt, z.B.: Wasser), Metall bestrebt in Lsg. zu gehen, e⁻ Überschuss im Metall -> Lösungsdruck, Osmotischer Druck (Me^{z+} + ze⁻ -> Me), Ausbildung eines Potentials (Gleichgewicht)

40. Welche anodische und kathodische Reaktionen laufen bei den beiden Korrosionstypen ab?

Elektrochemische Reaktionen:

Anodische Metallauflösung: Me -> Me^{z+} + ze⁻

Kathodische Metallabscheidung: Me^{z+} + ze⁻ -> Me

Kathodische Wasserstoffabscheidung: 2H⁺ + 2e⁻ -> H₂

Kathodische Hydroxylionenbildung: 1/2 O₂ + 2e⁻ + H₂O -> 2OH⁻

Chemische Reaktion:

M + O -> M²⁺ + O²⁻ (Fe -> FeO -> Fe₃O₄ -> Fe₂O₃ + O₂)

Anode: Me -> Me^{z+} + ze⁻ Kathode: O₂ + 2e⁻ + H₂O -> 2OH⁻

41. Weshalb ist die unter Standardbedingungen aufgestellte Spannungsreihe in der Praxis oft nicht zutreffend?

Große Temp./Druck-Schwankungen in der Realität, abhängig vom Elektrolyt, Korrosionsverhalten auch abhängig von Passivität

42. Weshalb korrodiert Kupfer nicht unter Wasserstoffentwicklung?

Da die Stromdichtekurve von Kupfer höher liegt (edel) als die von Wasserstoff, kann Cu nicht in Lsg. gehen

43. Was versteht man unter einem Korrosionselement? Nennen Sie Beispiele aus der Praxis!

-> *elektronen leitende Kopplung metallischer Komponenten im Sinne kurzgeschlossenes galvanisches Element -> Voraussetzung: Elektrolyt*
Korn-Korngrenze, Belüftete-Nichtbelüftete Bereiche, Kristallgemische, Verbindung Metalle unterschiedlicher Potentiale (rostender/ nicht rostender Stahl, Fitting aus Messing und verzinkten Trinkwasserstahlrohr), verformte/ nicht verformte Bereiche, Temp.-unterschiede, Auslagerung von Korrosionsprodukten

44. Weshalb korrodiert (rostet) ein Stahl mit mindestens 13 % Cr-Gehalt nicht unter normalen Umweltbedingungen?

Cr ist ein passivierende Metall -> bei 13% Cr -> übertrag der Passivität auf Stahl -> nicht rostender Stahl

45. Wodurch wird Lochfraßkorrosion ausgelöst? Wie kann man in der Praxis Lochfraßkorrosion verhindern?

*-Verdrängung von Sauerstoff aus der Oxidschicht (Passivschicht) durch Chlorid-/ Bromidionen
->Zerstörung der schützenden der Passivschicht*

-Gegenmaßnahme: Legieren Mo

46. Nennen Sie Möglichkeiten für passiven und aktiven Korrosionsschutz!

Passiv: -Metallische Überzüge (Schmelztauchverfahren, Galvanische Verfahren, chem. Verfahren, Metallspritzen)

-Anorg. Nichtmetallische Beschichtung (Emaillieren/ Brünieren)

-Org. Beschichtung (Streichen/ Tauchen)

Aktiv: WS-abhängig -Varrieren der Leg.Elemente

-Ausscheidung an Korngrenzen vermeiden (richtige Wärmebehandlung)

-niedrige OF-Rauhigkeit

-konstruktive Gestaltung (keine Mulden/ Spalten, ...)

-Korrosionsgerechte Lagerung

medium-abhängig -niedriger Sauerstoffgehalt, keine Chloridionen

-Zusatz von Inhibitoren (Hemmstoffen: z.B.: Carbonate)

-Zusatz von Stabilisatoren

systemabhängig -Temp. absenken meist günstig

-Opferanode

-Passivierung

47. Nennen Sie Gebiete der Werkstoffprüfung! Welche Ziele sollen durch Werkstoffprüfung erreicht werden?

-Werkstoffdiagnostik (Stoffliche Zusammensetzung, Aufbau, Gefüge)

-Eigenschaftscharakterisierung (Festigkeitsprüfung, thermische Eigenschaften, Korrosion, Verschleiß)

-Qualitätsprüfung (Fertigungsprüfung, Werkstofffehler, WS-Eigenschaften überprüfen)

-Zuverlässigkeits-/ Schadensanalyse

Ziele: Ermitteln von Verhalten und Werkstoffkenngrößen von normierten, Werkstoffproben oder fertigen Bauteilen (Bauteilprüfung) unter mechanischen, thermischen oder chemischen Beanspruchungen

48. Welche Werkstoffkenngrößen werden beim Zugversuch ermittelt?

Streckgrenze, Dehngrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung, Einschnürung, E-Modul, Arbeitsvermögen, Reißfestigkeit, Reißdehnung

49. Welche Kenngrößen werden für die Bemessung von Bauteilen benutzt?

Zugfestigkeit, Streckgrenzegrenze, E-Modul

50. Welche Aussage liefert die Bruchdehnung eines Werkstoffes für die Praxis?

=Materialkennwert, der die prozentuale Verlängerung im Augenblick des Bruches, bezogen auf die Anfangsmesslänge, angibt, charakterisiert die Verformungsfähigkeit eines Werkstoffes. (spröde od. fest abhängig von der Dehnung); z.B.: für Strangpressen,...

51. Für welche Werkstoffe ist jeweils die Werkstoffprüfung durch Zugversuch, Druckversuch oder Biegeversuch geeignet?

Zugv. Allgemeine Anwendung, Ausnahme: sehr spröde WS

Druckv. Baustoffe, Holz, Gestein, Gusseisen

Biegev. Kunststoffe, Glas Keramik, spröde Metallische WS, z.B.: gesinterte Hartmetalle

52. Durch welchen Versuch wird die Warmfestigkeit eines Werkstoffes ermittelt? Wie geht man vor, welche Kennwerte und Diagramme werden ermittelt?

=Kerbschlagbiegeversuch

Vorgehen Zerschlagen einer gekerbten Probe -> Berechnen der Kerbschlagarbeit durch gemessene Pendelhöhe des Hammers, bestimmen der Bruchart und Anteile von spröden und zähen Bruchabshnitten

Kenngrößen: Übergangstemperatur

Kerbschlagbiegearbeit

Diagramme: Temp-KSBarbeit

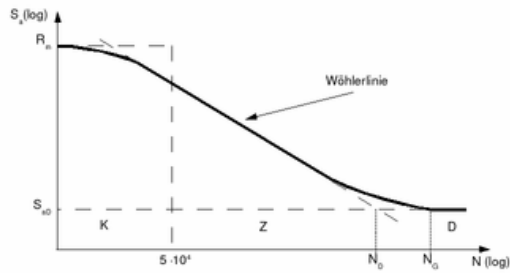
53. Erklären Sie den Wöhlerversuch! Welche Aussagen lassen sich für die praktische Anwendung der ermittelten Festigkeitswerte ableiten?

-6 – 10 Proben, bis Bruch oder nach best. Zeit

-Sinusförmige Beanspruchung des WS solange bis Riss, Bruch oder Grenzschwingspielzahl erreicht ist, anlegen von unterschiedlichen Amplitudenspannungen

-Diagramm: Nennspannungsamplitude-Grenzschwingspielzahl

→Dauer/Zeitfestigkeit (Kurzzeitfestigkeit/Zeitfestigkeit/Dauerfestigkeit)



54. Durch welche Prüfung kann das Umformverhalten eines Werkstoffs charakterisiert werden?

Umformverhalten ermittelt durch: Tiefungsversuch nach Erichsen, Näpfchenziehversuch, Faltversuche, Stauchversuche

1. Welche Phasen treten im Fe-Fe₃C-Diagramm auf?
α-MK (Ferrit), γ-MK (Austenit), δ-MK (δ-Ferrit), Fe₃C, sowie die Gemische aus den Phasen
2. Wie lauten die Gefügenamen für diese Phasen?
Ferrit (α), Austenit (γ), Zementit (Fe₃C), Perlit (α + Fe₃C), Ledeburid 1 (γ + Fe₃C), Ledeburid 2 (γ + Fe₃C + Fe₃C)
3. Erläutern Sie an Hand der Hebelbeziehungen die langsame Abkühlung eines Stahles mit 0,5 % C aus dem γ-Gebiet bis auf Raumtemperatur! Wie ändert sich der C-Gehalt im γ-Mischkristall? Unter welchen Bedingungen kommt es zur Perlitbildung? Welches Gefüge entsteht?
*Bei ca. 1490°C beginnt die Ausscheidung von Austenit aus der Schmelze. Bei etwa 1450°C ist dieser Prozess abgeschlossen. Die Schmelze wurde komplett in Austenit umgewandelt. Bei etwa 750°C fängt der Austenit an, sich in Ferrit um. Der Prozess ist bei 723°C abgeschlossen. Da Ferrit unter 723°C maximal 0,02 % Kohlenstoff lösen kann, reichert sich der Kohlenstoff gemäß der Linie G-O-S dem Austenit an (C-Gehalt im γ-MK nimmt zu). Bei 723°C besitzt der Austenit einen Kohlenstoffgehalt von 0,8% und wandelt sich in Perlit um. Es liegt nun ein Gefüge aus Ferrit und Perlit vor.
Hebelbeziehung: $(a+b)/100 = a/m_a = b/m_b$*
4. Was ist Martensit?
Martensit ist ein metastabiles Gefüge, das beim diffusionslosen Abkühlen eines Ausgangsgefüges entsteht.
5. Wodurch ist die Martensitbildung gekennzeichnet? Unter welchen Bedingungen entsteht Martensit (Vorgänge in der Martensitstufe)?
Martensit ist das diffusionslose Umklappen des Kfz des Austenits in ein tetragonales raumzentriertes α-Mischkristall. Da der α-MK wesentlich weniger C lösen kann, wird der überschüssige C zwangsgelöst (MK-Härtung). Weiterhin bilden sich Martensitnadeln und -platten (Feinkörnigkeit) und eine große Anzahl an Gitterbaufehlern (Versetzungshärten). Voraussetzung für die Bildung ist eine schnelle Abkühlung. Ab der Abkühlgeschwindigkeit v_u beginnt die Martensitbildung, ab v_o bildet sich ausschließlich Martensit.
6. Was versteht man unter der kritischen Abkühlgeschwindigkeit?
Spaltet sich in untere und obere auf. Zwischen beiden können auch Perlit, Bainit und Martensit nebeneinander liegen. Die krit. Abkühlgeschw. Beschreibt, ab wann sich zum ersten Mal Martensit bildet.
7. Was versteht man unter M_s- und M_f-Temperatur; A₁- und A₃-Temperatur?
M_s... Starttemp. Der Martensitbildung, M_f... Martensitbildung beendet, A₁ und A₂ sind Umwandlungspunkte des Gefüges (bei schnelleren Abkühlen fallen sie zusammen), A₁... Ferritbildung, A₂... Umwandlung Kfz zur K_z
8. Nennen Sie die Härtungsmechanismen, die bei der Martensithärtung wirksam sind!
s.o. / Feinkornhärten (Martensitnadeln), Versetzungshärten (Gitterbaufehler), Mischkristallhärtung (Zwangslösen von C in α)
9. Wovon ist die Härte des Martensits hauptsächlich abhängig?
Abhängig vom Kohlenstoffgehalt im Gefüge (max. bei ca. 0,75% C, darüber bleibt Restaustenit im Gefüge, der sich schlecht auf die Härte auswirkt)
10. Weshalb kann die Umwandlung in der Perlitstufe nur bei Temperaturen oberhalb von ca. 450 °C erfolgen?
Da bis zu dieser Temperatur maximal eine Diffusion von Fe, C und LE stattfinden kann -> Keimbildung und -wachstum
11. Bis zu welchen Temperaturen müssen unlegierte Stähle für das Härten erwärmt werden (Härtetemperatur)? Was ist bei über-eutektoidischen Stählen zu beachten?
Unlegierte Stähle: 30 bis 50K über A₃, bei über-eutektoidischen Stählen nur 30 bis 50K über A₁, da bei höheren Temperaturen zu viel C gelöst wird -> Abnahme der Härte
12. Welche Arten von ZTU-Diagrammen gibt es? Wie sind diese zu lesen?
*Kontinuierliches ZTU: ist nur entlang der eingetragenen Linien zu lesen (Abschätzen dazwischen nicht zulässig)
Isothermisches ZTU: es wird bis zu einer Temperatur abgekühlt, bei dieser Temperatur wird das Diagramm gelesen und zwar von links nach rechts auf einer horizontalen*
13. Was kann man aus ZTU-Diagrammen entnehmen? Unter welchen Bedingungen gelten sie?
Es sind die Umwandlungen des Gefüges abzulesen, die zu erreichende Härte, Anfang und Ende der Umwandlung. Sie gelten jeweils nur für die angegebene chemische Zusammensetzung der Leg. und Austenitisierungsbedingung
14. Wie wird die Härte eines Stahles festgestellt?
Die Härte lässt sich über den Stirnabschreckversuch ermitteln
15. Was versteht man unter Aufhärtung und Einhärtung?

Aufhärten: maximal mögl. Härte an der OF, die die Leg. erreichen kann, abhängig von der gelösten C-Menge im Austenit

Einhärtbarkeit: Härte in einer bestimmten Tiefe -> Verhalten der Härte mit zunehmender WS-Tiefe

16. Wodurch werden die Aufhärtung und die Eindhärtung beeinflusst?

Aufhärtung: abhängig von der gelösten C-Menge im Austenit

Eindhärtung: abhängig von den gelösten LE im Austenit, wie z.B. Mn, Cr, V, Mo, Ni

17. Wie tief härten unlegierte Stähle etwa ein?

Unlegierte Stähle haben nur eine sehr geringe Eindhärtbarkeit, bereits nach geringen Abstand zur OF sinkt die Härte stark

18. Weshalb müssen Stähle nach dem Abschrecken von Härtetemperatur möglichst sofort angelassen werden?

Um möglichst die Gefahr der Härterissbildung zu umgehen, außerdem wird durch das Anlassen eine größere Zähigkeit der WS eingestellt ohne dass sich die Härte großartig verändert.

19. Welche Vorgänge laufen beim Anlassen in der 1. bis 3. Anlassenstufe ab und wie ändern sich die Eigenschaften des Stahls?

1. Stufe (ab 100°C): Ausscheidung von ϵ -Carbiden (Fe_2C), Umwandlung des tetragonalem Martensit in kubischen Martensit -> keine wesentl. Härteabnahme

2. Stufe (ab 200/280°C): Zerfall des Restaustenits -> nach Mechanismen der Zwischenstufe (Bainit,...)

3. Stufe (ab 300/350°C): Umwandlung von Fe_2C in Fe_3C , Zementitteilchen wachsen, Temp. \uparrow - Härte \downarrow -> Irreversible Anlasssprüdigkeit bei 300°C durch Restaustenitzerfall

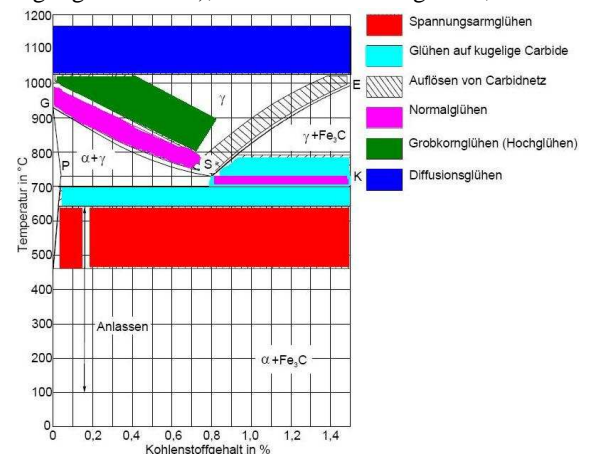
20. Nennen Sie für folgende Glühverfahren jeweils: Ziel, Durchführung, Veränderungen im Gefüge und Anwendungsbeispiel: Normalglühen, Weichglühen (Glühen auf kugelige Carbide), Rekristallisationsglühen, Spannungsarmglühen!

Normalglühen: beseitigen des Gefügeungleichgewichtes und feinkörniges äquiaxiales Gefüge (gute Kombi aus Härte und Zähigkeit); untereutectoide Stähle: 30-50K über A_3 , übereut. St.: knapp oberhalb von A_1 , schnelles Aufheizen + kurzes Halten + schnelles Abkühlen -> feines Gefüge; nach Gießen, Härten und Schmieden

Weichglühen: einfachere u. wirtschaftl. Zerspan- u. Umformbarkeit; untereut. St.: dicht unterhalb von A_{c1} , übereut. St.: pendelnd um A_{c1} oder oberhalb A_{c1} ; entsteht Gleichgewichtsgefüge aus ferritischer Matrix mit eingelagerten Carbidkörnchen (Festigkeit \downarrow)

Rekristallisationsglühen: hervorgehende Kaltverfestigung rückgängigmachen -> Duktilität wieder herstellen; unterhalb von A_1 , abhängig vom Verformungsgrad und gewünschte Korngröße; nach Kaltwalzen

Spannungsarmglühen: Eigenspannung soll entfernt werden; Temp. so, dass über höchsten Gebrauchstemp., aber max. dicht unterhalb A_1 ; nach Schweißen, Härten, Fräsen, Drehen



21. Wie wird das Vergüten durchgeführt? Welche Eigenschaften sollen eingestellt werden?

Härten und nachfolgenden Anlassen auf eine Temp. zw. 450 und 680°C (3. Anlassenstufe); Ziel: Hohe Festigkeit und zugleich hohe Zähigkeit über gesamten Querschnitt des WS

22. Was ist zu beachten, wenn eine Welle mit Durchmesser > 20 mm durchvergütet werden soll und dabei eine hohe Festigkeit erreicht werden muss?

Es muss ein tief Eindhärtender Stahl (legierte Stähle) benutzt werden, die Anlasstemperatur sollte niedrig gewählt werden, da sonst die Festigkeit verloren geht.

23. Was ist Ausscheidungshärten? Welche Legierungen können ausgehärtet werden (allgemeine Voraussetzung angeben!)?

Ziel: Erhöhen der Härte und Festigkeit der Leg.

Voraussetzungen: Leg. muss bei erhöhter Temp. MK bilden und Löslichkeit der Elemente muss bei T \downarrow sinken

24. Erläutern Sie die einzelnen Schritte beim Aushärten!

1: Lösungsglühen – homogener MK, Temp. dicht unterhalb eutektischer Temp. (wenn T zu niedrig -> zu wenig LE in Lösung; T zu hoch anschnmelzen)

2: Abschrecken: übersättigter MK (MK-Härten), Abschrecken in Wasser und Wasserdampf; noch keine Härteerhöhung vorhanden -> Auslagern

3. Auslagern: Kaltauslagern: bei RT (Bsp.: $t = 96h$ bei AlCuMg-Leg.), Warmauslagern: bei erhöhter Temp. (Dauer und Temp. abhängig von Leg.); es bilden sich Zwischenzustände (metastabile Phasen) Ausscheidungen aus dem MK, dadurch steigt R_m , $R_{p0,2}$, Härte, aber Dehnung↓

25. Welche Fehler sind zu vermeiden?

Zu lange Auslagerzeit / zu hohe Auslagertemperatur führen wieder zur Abnahme von R_m , $R_{p0,2}$, Härte

26. Was bedeuteten die Bezeichnungen: T3 und T6?

T3: kaltausgelagert; T6: warmausgelagert auf höchste Festigkeit

1. Wie ist der Begriff Stahl definiert?
Stahl ist eine Eisen-Kohlenstofflegierung bis 2%, größter Masseanteil ist Fe, in Ausnahmefällen kann C-Gehalt größer 2% sein, Legierungselemente sind möglich
2. Welche Wirkung hat Kohlenstoff im Stahl?
Erhöht die Festigkeit im geglühten Zustand; ist entscheidend für die Steigerung der Härte und Festigkeit beim Härten; erschwert die Umformung; verschlechtert die Schweißbarkeit
3. Weshalb werden bestimmten Stählen Legierungselemente zugegeben und wie beeinflussen sie die Stahleigenschaften? Beispiele angeben!
*LE stellen best. Gebrauchseigenschaften sicher (z.B.: Korrosionsbeständigkeit); beeinflussen Härte d. Stahls; erhöhen die Festigkeit über MK-Härtung; erhöhen Festigkeit über Ausscheidungshärtung; verändern Verarbeitungseigenschaften d. Stähle
Bsp.: Mo, Ni, Cr; MK-Härtung (Mn, Si); Ausscheidungshärten (Ti, V, Nb)*
4. Nennen Sie die Gefügebestandteile von geglühtem unlegierten Stahl bei Raumtemperatur, wenn der Kohlenstoffgehalt stetig ansteigt!
0% C: α -MK – Ferrit; bei steigendem C-Anteil: α -MK + = Ferrit + Zementit = Perlit; bei 0,8%C: eutektoidische Zusammensetzung – Perlit (Ferrit + Zementit); darüber: Übereutektoid – Perlit + Sekundärzementit + Ledeburid, darunter: untereutektoid
5. Wie ändern sich mit zunehmendem C-Gehalt Härte, Festigkeit und Zähigkeit von unlegiertem Stahl?
Mit zunehmendem C-Gehalt nimmt die Festigkeit und die Härte zunächst zu, ab einem best. Kohlenstoffgehalt nimmt die Festigkeit jedoch wieder ab (siehe Martensitbildung), die Zähigkeit nimmt mit höherem C-Gehalt ab, der Werkstoff wird spröder
6. Welche Eigenschaften von Stahl werden durch Begleitelemente wie P und S beeinflusst? Welche Folgen ergeben sich für die Verarbeitung und hinsichtlich eines Werkstoffeinsatzes bei tiefen Temperaturen?
*Phosphor: Seigerungen -> Zelligkeit, macht den Stahl spröde, Festigkeit steigt, Zerspanbarkeit wird besser bei weichen Stählen, Korrosionsbeständig nimmt zu, Sprödbruch -> $T_{ü}$ zu höherer Temp.
Schwefel: bildet Seigerungen, T_s nimmt ab, Sprödigkeit nimmt zu, bessere Spanbarkeit, Sprödbruchverhalten bei tiefen Temperaturen*
7. Nennen Sie Möglichkeiten zur Erhöhung der Festigkeit von Stahl! Welche festigkeitssteigernden Mechanismen kommen zur Anwendung? Nennen Sie jeweils ein Beispiel für die praktische Umsetzung!
Mischkristallhärtung (Legieren mit Mn, Si), Feinkornhärtung (mit Al legieren, AlN – Ausscheidungen), Versetzungshärten, Ausscheidungshärten, Umwandlungshärten, C-Gehalt erhöhen (Aufkohlen), Wärmebehandlung (Vergüten, Härten, ...), Umformen
8. Wodurch sind die Allgemeinen Baustähle gekennzeichnet? Wonach erfolgt die Stahlauswahl für eine bestimmte Anwendung? Geben Sie die Bedeutung der Gütegruppen an (was unterscheidet die einzelnen Gütegruppen?)!
*Nicht für Wärmebehandlung beim Verbraucher geeignet (außer Spannungsarmglühen); hauptsächlich warmgeform eingesetzt; immer unlegiert + Begleitelemente: Mn, Si, Al; gekennzeichnet durch Streckgrenze bei RT f. kleinste Abmessungen sowie Gütegruppen, Kerbschlagarbeitswerte bei best. Temp. Festigkeit abhängig von Bauteilgröße
Auswahl erfolgt durch: Festigkeits- und Verarbeitungseigenschaften, Schweißbarkeit abhängig von Gütegruppe
Gütegruppen: Gütegruppen eingeteilt nach gewährleisteter Kerbschlagarbeit bei unterschiedlichen Temperaturen (je höher Gütegruppe desto tiefer die Temperaturen)*
9. Weshalb unterscheidet man in Stähle für den allgemeinen Stahlbau (S) und Stähle für den Maschinenbau (E)?
Maschinenbau-St. (E): nicht schweißbar; allgemeiner Stahlbau (S): schweißbar -> für Schweißkonstruktionen
10. Weshalb kann in der Wärmeeinflusszone beim Schmelzschweißen grobes Korn entstehen? Wie kann durch die Stahlzusammensetzung Grobkorn vermieden werden?
*Beim Erwärmen wird eine hohe Temp. erreicht und rel. lange gehalten -> führt zu groben Korn -> groben Umwandlungsgefüge
Behinderung durch Legieren mit Al (Bildung von Al-Nitriden)*
11. Welche Gefügeänderungen können beim Schmelzschweißen in der WEZ beim schnellen Abkühlen auftreten und welche Folgen können dadurch bei Belastung auftreten?
*WEZ -> schnelles Abkühlen (Selbstabschrecken) -> Martensitbildung (hoher C-Gehalt -> spröder Martensit)
Kaltrisse, Sprödbruch -> es kommt zum schnellen Bruch*
12. Welche Maßnahmen sind beim Schweißen erforderlich, damit es nicht zur Bildung von Kaltrissen kommt (werkstoffseitig, Vor- bzw. Nachbehandlung)?

- Gegenmaßnahmen: Begrenzung C-Gehalt auf 0,22% (rel. zäher Martensit), Vorwärmen (Temp.: Berechnen der Kohlenstoffäquivalentes von LE), nachträgliches Glühen*
13. Welche Möglichkeiten der Festigkeitssteigerung werden bei den höherfesten schweißgeeigneten Baustählen in der Praxis umgesetzt (3)?
MK-Härtung (leg. mit Mn, Si); Feinkornhärtung (beruhigen des Stahls mit Al, Bildung von Al-Nitrid -> behindern des Kornwachstums bei hohen Temp., St. bleibt feinkörnig); Ausscheidungshärten (mit Ti, Nb, V: Bildung feiner Carbide, Nitride und Carbonitride)
14. Bei der Auslegung von statisch belasteten Bauteilen ist die Berechnungsgrundlage der Werkstoffkennwert Streckgrenze bzw. 0,2-% Dehngrenze. Was müssen Sie beachten, wenn für eine Konstruktion zunächst ein Stahl mit geringer Festigkeit und später im Sinne des Leichtbaus ein Stahl mit höherer Festigkeit verwendet werden soll?
Beul- und Knickverhalten beachten (Konstruktive Maßnahmen treffen zur erhöhen der Widerstandsmomentes), Stähle werden mit zunehmender Festigkeit Kerbempfindlicher + geringere Zähigkeitsreserven, zunehmender C-Gehalt verschlechtert Schweißbeignung (Vorwärmen oder/und Glühen nach Schweißen),
15. Weshalb nimmt die Kerbempfindlichkeit mit zunehmender Festigkeit zu? Was bedeutet diese Tatsache für die konstruktive Gestaltung von Bauteilen?
*Kerbempfindlichkeit steigt mit zunehmender Festigkeit, da geringere Zähigkeitsreserven vorhanden sind, steigt die Sprödbruchgefahr
 Konsequenz: konstruktive Kerben, bei hochfesten Materialien besonders vermeiden*
16. Weshalb werden für bestimmte Bauteile Einsatzstähle verwendet?
Für Bauteile die einer hohen Belastung ausgesetzt sind, z.B.: durch Verschleiß (Bsp.: Zahnräder, Kolbenbolzen, Hebel, Messwerkzeuge); Einsatzstähle: Oberflächenhärte ↑, Verschleißfestigkeit ↑, Kern geringe Festigkeit -> bleibt hohe Zähigkeit erhalten
17. Wie werden diese Stähle wärmebehandelt?
1. Aufkohlen der Werkstücke mit C (Kohlenstoffatmosphäre), 2. Härten, 3. Anlassen bei niedrigen Temp.
18. Weshalb wird das Vergüten von Stahl durchgeführt, welche Eigenschaften sollen erzielt werden? Welche C-Gehalte haben die Vergütungsstähle (ca. von bis)?
*Man will Stähle mit hoher Festigkeit und Zähigkeit, da mech. stark beansprucht; feines Gefüge. Gefordert: ausreichende Zähigkeit gegen sprödes Versagen. Werden gehärtet und bei hohen Temp. angelassen.
 Von 0,22 bis 0,6% C-Gehalt*
19. Weshalb müssen die Bauteile durchvergütet werden?
Dadurch erhält man gleichmäßige Eigenschaften (Härte, Festigkeit) über den gesamten Querschnitt.
20. Weshalb kann man für größere Querschnitte keine unlegierten Stähle verwenden?
Da unleg. Stähle eine sehr geringe/bis keine Einhärtbarkeit besitzen, nur hohe Aufhärbarkeit (zu weicherer Kern)
21. Welche Kriterien sind bei der Stahlauswahl von Vergütungsstählen anzuwenden?
Härte hängt vom C-Gehalt ab (großer Querschnitt -> viel C gewährleisten für vergüten), LE können Zähigkeit verbessern, bei gleich bleibender Festigkeit (Cr, Mo, Ni) -> viel fester als unleg. Stähle
22. Durch welche Legierungselemente wird die Korrosionsbeständigkeit von Stahl bedeutend erhöht (mind. 2 angeben)? Worauf beruht diese Beständigkeit?
Mind. 13% Cr, Ni, Mg, Al; LE übertragen ihre Passivität auf den Stahl -> Passivschicht auf dem Stahl
23. Nennen Sie typische Eigenschaften korrosionsbeständiger ferritischer und austenitischer Stähle!
*Ferritischer Stahl: mind. 13% Cr (<0,1% C), krz-Gitter, keine Umwandlung in γ -Phase möglich (Umwandlungsfrei), nicht härtbar, Ausscheidungen von Carbiden + intermetallischen Phasen -> Versprödung -> hinzuleg. von Ti, Ni + Wärmebehandlung
 Austenitischer Stahl: (V2A – 18% Cr, 8% Ni), keine Gitterumwandlung, nicht härtbar, paramagnetisch, Wärmebehandlung: Lösungsglühen bei 1000°C -> Ausscheidung sollen in Lsg. gehen, Korros. Beständigkeit durch Cr, Ni, Mo, Ti, Mn, N, ...)*
24. Welches Graue Gusseisen würden Sie für ein auf Zug belastetes Gussstück auswählen! Begründen Sie die Auswahl!
Gusseisen mit Kugelgraphit -> beste Verteilung des Kohlenstoffs, höhere Festigkeit (insbesondere für zykl. Beanspruchung) und höhere Plastizität als Gusseisen mit Lamellengraphit, aber geringeres Dämpfungsvermögen
25. Weshalb müssen bei Gussstücken aus Gusseisen mit Lamellengraphit die Wandstärken besonders beachtet werden?
Gefügeausbildung hängt von der Wandstärke ab, Festigkeit und Härte sinkt mit zunehmender Wanddicke (Bildung grobes Gefüge), mindest Wandstärke beachten

26. Nennen Sie typische Eigenschaften, die für die Verwendung von Gusseisen maßgebend sind!

Gusseisen mit Lamellen Graphit: gute Gieß- und Bearbeitbarkeit, gute Gleit- und Verschleißigenschaften (Zahnräder/ Bremstrommel), günstige Festigkeitseigenschaften bei hohen Temp. (Kolben, -block vom Verbrennungsmotor), hohe Hitze- und Zunderbeständigkeit, gutes Korrosionsverhalten, gutes Dämpfungsvermögen

Gusseisen mit Kugelgraphit: höher Festigkeit und Plastizität, aber geringeres Dämpfungsvermögen

27. Nennen Sie typische Eigenschaften von Aluminiumwerkstoffen! Welche Eigenschaften sind für die Verarbeitung wichtig?

Hohe spez. Festigkeit einiger Leg., sehr gute Korrosionsbeständigkeit (Oxidschicht), hohe Wärme- und el. Leitfähigkeit, sehr gute Warmumformbarkeit (Strangpressen), gut gießbar, Umweltverträglich (recyclbar), ausreichend Verfügbar, hohe Anzahl von Aluminiumwerkstoffen

Umformbarkeit: rel. weich, geringes E-Modul

28. Wie wird die Festigkeit bei Al-Werkstoffen eingestellt? Geben Sie die Härtungsmechanismen an und die jeweilige praktische Umsetzung!

Kokillengießen/Druckgießen -> feines Korn -> hohe Festigkeit -> Feinkornhärten

Veredelung von Al-Leg. -> feines Gefüge -> durch Natrium, Antimon, Strontium -> MK-Härten

Geringe Wanddicke -> schnelles Abkühlen

29. Weshalb kann die geringere Dichte von Al gegenüber Stahl nicht 1 : 1 in eine Masseinsparung umgesetzt werden?

Da Al $\frac{1}{3}$ des E-Moduls von St. besitzt (elast. Dehnung, Biegung, Verdrehung 3 mal so groß bei Al), 3 mal so großer Querschnitt benötigt bei gl. Last, größere Abmaße -> Widerstandsmoment erhöhen

30. Unter welcher allgemeinen Bedingung ist der Einsatz von Al gegenüber Stahl im Sinne des Leichtbaus möglich?

Bei vorherrschender freier Baugröße, z.B.: Vergrößern des Trägers (höheres Widerstandsmoment) -> Masseinsparung ca. 50%