

- Wie sind die Kristallitgrößen verteilt?
- Welche fünf Gefüge-Grundtypen gibt es, wodurch zeichnen sie sich aus?
- Was ist ein unter- / über- / eutektisches Stahlgefüge?
- Welche Grundtypen chemischer Bindung gibt es, wie kommen sie zustande?
- Bei welchen Festkörpern kommen welche Bindungstypen vor?
- Auf welche Kristallstrukturen beschränken sich Metalle fast nur?
- Was zeichnet bcc / fcc / hcp aus, welche Metalle besitzen eine solche Struktur?
- Wie sind Keramiken aufgebaut, welche Kristallstrukturen zeigen sie?
- Welche Kristallbaufehler gibt es und wie beeinflussen sie Werkstoffeigenschaften?
- Was sind 0, 1, 2-dimensionale Baufehler?
- Welche Punktfehler gibt es (4 Typen)?
- Wie entstehen Punktfehler (2 Möglichkeiten)?
- Welches thermodynamische Potential beschreibt die Fehlstellenbildung?
- Wie hängt die Leerstellen-Konzentration von der Temperatur ab?
- Warum kommen Zwischengitteratome im thermodynamischen Gleichgewicht fast nicht vor?
- Wie können Leerstellen erzeugt und nachgewiesen werden?
- Welche Versetzungsgrundtypen gibt es, wie werden sie charakterisiert, wo enden Versetzungen, was bewirken sie im Kristallgitter?
- Was sind die Bewegungsarten von Versetzungen, wie wird die Versetzungsdichte angegeben?
- Welche Grundtypen von Korngrenzen gibt es, wie wird ihre Dichte angegeben?
- Was sind symmetrische / unsymmetrische Kleinwinkelkorngrenzen?
- Ab welchem Winkel treten Großwinkelkorngrenzen auf, was zeichnet sie aus?
- Was wird durch die Dichte von Koinzidenzpunkten bestimmt und wie ist sie definiert?
- Was ist eine Zwillingsgrenze und was zeichnet sie aus?
- Wie können Korngrenzen hinsichtlich ihrer Energetischen Stabilität elegant dargestellt werden?

- Wie viele Polyedertypen gibt es und was zeichnet eine niederenergetische Korngrenze aus?
- Was wird durch Korngrenzen alles beeinflusst?
- Wie können Phasengrenzflächen strukturiert sein?
- Welches Gleichgewicht herrscht am Schmelzpunkt, was ist die Gibbs'sche Phasenregel, was ermöglicht sie?
- Wie schaut Phasendiagramm mit vollständiger Löslichkeit aus?
- Wie schaut Phasendiagramm mit begrenzter Löslichkeit aus?
- Wie schaut Phasendiagramm mit Peritektikum aus?
- Wie schaut Phasendiagramm mit Minimum in Soliduslinie aus (häufig verbunden mit Mischungslücke)?
- Wie schaut Phasendiagramm mit Eutektikum aus?
- Wie schaut Phasendiagramm mit intermetallischer Phase aus?
- Was versteht man unter kongruentem / inkongruentem Schmelzen einer intermetallischen Verbindung?
- Wie funktioniert das Hebelgesetz?
- Wie nennt man eine eutektische / peritektische Umwandlung im festen Zustand?
- Wie kann das Verschwinden der Mischungslücke bei höheren Temperaturen thermodynamisch erklärt werden?
- Durch welche Modelle berechnen sich Entropie und Enthalpie?
- Wie können die Grenzen der Koexistenzbereiche erklärt werden?
- Welche Mischkristalle gibt es?
- Wie sind alpha- und gamma-Eisen strukturiert?
- Was sind die Voraussetzungen für gute Löslichkeiten (3 Hume-Rothery-Regeln)?
- Was kennzeichnet intermetallische Phasen hinsichtlich der Stöchiometrie und wie werden sie deswegen noch genannt?
- Was sind die Arten von intermetallischen Phasen?
- Wie kann beim Geordneten Substitutionsmischkristall die Struktur gedeutet werden?

- Welche Fernordnung besteht beim geordneten Substitutionsmischkristall, wovon hängt sie ab?
- Was ist ein Ordnungs-Unordnungs-Phasenübergang?
- Was bewirkt die Ordnungstendenz in intermetallischen Phasen?
- Was sind Phasen hoher Raumfüllung, wie können sie realisiert werden, was zeichnet sie aus?
- Was ist das Merkmal von Hume-Rothery-Phasen, was passiert, wenn bei ihnen die Impulsverteilung die erste Brillouin-Zone erreicht?
- Was sind Zintl-Phasen, wie verhalten sie sich?
- Welche Eigenschaften hat der Spannungstensor (3 Eigenschaften)?
- Wie schaut das erweiterte Hooke'sche Gesetz aus?
- Wie schaut das Spannungs-Dehnungs-Diagramm aus, was sind wahre, was nominelle Spannung?
- Wie ergibt sich die Fließgrenze theoretisch und praktisch?
- Wann bewegt sich eine Versetzung, was sind die bevorzugten Gleitebenen?
- Wann sind Stoffe nach diesem Modell hart und spröde?
- Was ist ein spröd-duktil-Übergang in diesem Modell?
- Wie kann bei hohem Verformungsgrad und niedriger Temperatur eine Verformung noch zustande kommen?
- Was ist der Schmid-Faktor, was Einfach- und Mehrfachgleitung?
- Unterschiede zwischen bcc und fcc/hdp bei zuginduzierten Schubspannungen?
- Wie tragen Stufen- und Schraubenversetzungen zum Spannungstensor bei?
- Was bewirken die Spannungsfelder der Versetzungen?
- Was passiert bei übereinanderliegenden Versetzungen energiebegünstigt?
- Was ist Passierspannung, was Schneidspannung?
- Wie tragen Schneid-, Passier- und Peierlsspannung bei fcc/hdp und bcc- zur krit. Schubspannung bei?
- Verfestigungskurve: 3 Bereiche: Was bewirkt im Easy-Glide-Bereich die Spannungszunahme (1 Grund)?

- Warum ist Verfestigungskoeffizient im Bereich II größer (2 Gründe)?
- Warum ist er im Bereich III wieder kleiner (3 Gründe)?
- Was bestimmt Festigkeitsunterschied zwischen Ag und Al (aufgesp. Schraubenvers.)?
- Warum ist bei vielen Nachbarkristalliten Verformbarkeit bei Wirkung einer Spannung in bestimmter Richtung eingeschränkt?
- Warum ist bei kleineren Körnern die Festigkeit gesteigert (Stau)?
- Wann sind vielkristalline Materialien nur duktil (Unterschied kubisch – hexagonal)?
- Erkläre Gitterparameter – Schubmodul – Suzuki – Effekte beim Einbringen von metallischen Fremdatomen zur Mischkristallhärtung?
- Wie hängt krit. Schubspannung von met. Fremdatomkonzentration ab?
- Was bewirken nichtmetallische Fremdatome (z.B. Oxide) - Orowan?
- Dritte Härtungsmöglichkeit: Abkühlen eines übersättigten Mischkristalls – Wie wirken (semi-) kohärente Grenzflächen und welcher zweite Effekt führt zur Härtesteigerung?
- Wie kann außer durch Versetzungsbew. und Zwillingsbildung noch plast. Verformung zustande kommen?
- Was ist Selbstdiffusion und wo tritt sie bevorzugt auf?
- Was sind die zwei Diffusionskriechmechanismen?
- Gesetz für die Spannung bei Diffusionsverformung?
- Welchen plast. Verformungsmechanismus (= Kriechmechanismus) gibt es bei Keramiken nicht?
- Was kennzeichnet Superplastizität (4 Merkmale) und wann tritt sie auf (zwei Voraussetzungen) und was trägt sie?
- Was ist Anelastizität und wie wird sie erklärt und was entsteht bei Wechsellast?
- Beim viskosen Fließen mit zeitlich-linearer Dehnung unter kooperativer Atom- / Molekülbewegung: bei welchen Werkstoffen tritt das auf?
- Leite Diffusionsgleichung aus 1./2. Fick'schen Gesetz her?
- Nach Verformung bei Temperaturanstieg: Erholung – Rekristallisation – Kornwachstum: Was passiert in den einzelnen Phasen bei ansteigender Temperatur?
- Was ist statische, was ist dynamische Erholung?

- Was passiert thermische aktiviert mit den Versetzungen bei der Erholung?
- Welche makroskopische Eigenschaft nimmt mit der Versetzungsdichte zu?
- Bei Metall mit geringer Stapelfehlerenergie: was können aufgespaltene Versetzungen hier nicht im Vergleich zu denen bei z.B. Al?
- Rekristallisation: Warum findet sie überhaupt statt, welche Größe begünstigt sie (was wird abgebaut), wie erfolgt sie?
- Welchen Druck bewirkt die Zunahme an G bei der Korngrenzenbewegung?
- Was zeichnet neue Körner im Vergleich zu den alten aus?
- Wo gibt es Inkubation – bei Rekrist. oder Erholung – und was ist das und warum gibt's das?
- Was beeinflusst Feinheit des Rekristallisationsgefüge (3 Einflüsse)?
- Aus welcher Differenz ergibt sich Korngrenzengeschwindigkeit?
- In welche Richtung wandert eine Korngrenze?
- Oft ist es erwünscht, die Korngrenzenbeweglichkeit bei der Rekristallisation einzuschränken (Erhaltung der Feinkörnigkeit) – wie kann das geschehen (2 Möglichkeiten)?
- Was ist eine Textur, wie wird sie erzeugt (Fasertextur, Walztextur)?
- Bei Kornwachstum: welches Bestreben erzeugt einen Druck, wohin wirkt dieser?
- Bei lautet das Wachstumsgesetz für Körner (ideal – real)?
- Wie kann Kornwachstum wiederum gehemmt werden (Zener-Druck: Analogon zum Orowan-Mechanismus)?
- Wie schaut Bilanz der Massenzunahme bei großen/kleinen Körnern aus?
- Was versteht man unter Koaleszenz?
- Wie entwickelt sich die Korngrößenverteilung beim Kornwachstum?
- Wie schaut anomales Kornwachstum aus (fein-grob-Übergang)?
- Gibt's eine Ordnung in Schmelzen, nimmt Dichte beim Kristallisieren immer zu?
- Was ist treibende Kraft für's Erstarren, was gilt am Schmelzpunkt, wie schaut die Schmelzentropie aus (Richardsche Regel)?
- Wie entstehen Kristallisationskeime in Schmelze?

- Wie verhält sich Keimbildung unter / über dem Schmelzpunkt, wie berechnet sich die theoretische Keimbildungsrate bei Unterkühlung?
- Warum sind experimentelle (heterogene) Keimbildungsraten viel höher als theoretische – Auswirkung auf Unterkühlungsmöglichkeit?
- Wann liegt nur eine stabile Erstarrungsfront vor?
- Welche Größe an der Erstarrungsfront bestimmt Morphologie der Körner?
- Wenn  $T_{sol} > T_{liq}$ , z.B. beim Abgießen in kalte Kokillen: Was passiert an Erstarrungsfront?
- Wie erklärt der Konzentrationsabfall über die konstitutionelle Unterkühlung die Dendritenbildung?
- Was versteht man unter gerichteter Erstarrung und wie entsteht sie in diesem Zusammenhang?
- Welche beiden Kenngrößen bestimmten im Kompromiss die Periodizität des Gefüges, wann entsteht ein feinlamellares Gefüge?
- Was ist unterhalb der Glasatemperatur eingefroren?
- Wie erzeugt man amorphe Legierungen (melt-spin) und wodurch zeichnen sie sich aus?
- Bei welchem Legierungsverhältnis liegt besonders gute Glasbildung vor und wie wird das Gitter in diesem Fall aufgebaut?
- Allotrope Umwandlung: Umw. der Gitterstruktur im festen Zustand: z.B. alpha-Eisen aus beta-bcc-Eisen begünstigt durch Magn. Ordnung: verlaufen solche Umwandlungen mit oder ohne Konzentrationsänderungen?
- Wenn mit Konzentrationsänderung: Diffusion erforderlich: Ausscheidungen treten über Keimbildung auf, es kommt zur spinodalen Entmischung: Was ist das?
- Betrachte Mischungsenthalpien  $H_{ab}$ ,  $H_{aa}$ ,  $H_{bb}$ : wann begünstigen sie eine Entmischung?
- Wie schaut die Gefügestruktur nach spinodaler Entmischung aus (Schlagwort)?
- Verzerrungen durch Dichteunterschiede zwischen Keim und Matrix spielen Rolle beim Keinwachstum: welche Form nehmen die Keime unter Inkaufnahme einer Zunahme der Grenzflächenenergie nicht mehr an (Grenzflächenenergie versus Verzerrungsenergie)?
- Ist Grenzfläche Korn-Ausscheidung bei stark unterschiedlicher Gitterstruktur noch kohärent?

- Bei niederen Temperaturen können aus den Ausscheidungen mit inkohärenter Grenzfläche in allotroper Umwandlung feinverteilte metastabile niederenergetische Ausscheidungen entstehen (Guinier-Preston-Zonen): Was bringen diese für Al-Legierungen?
- Ablauf eines allotropen Festigkeitssteigerungsprozesses: durch Glühen und Abschrecken übersättigten Mischkristall erzeugen – durch zweistufiges Anlassen Zwischenphase herausholen – Entstehen von Ausscheidungen (große wachsen auf Kosten der kleinen): Welche Legierungen werden so verfestigt?
- Nach solcher Behandlung: mit der Zeit Überalterung: was passiert da?
- Allotropes Analogon zur eutektischen Erstarrung: Eutektoide Entmischung: Was passiert da, b.B. bei Entstehung von Ferrit +  $\alpha$ -Fe + Fe<sub>3</sub>C aus  $\gamma$ -Fe?
- Weitere allotrope Umwandlung: Martensitbildung: klassisches Stahlhärten durch Schnellabschrecken: wann tritt das auf (im Hinblick auf Diffusionsgeschwindigkeit)?
- Wie wandelt sich fcc-Austenit in Martensit um?
- Wie bringt Martensitbildung eine Steigerung der Härte / Festigkeit (4 Gründe)?
- Wie hängt Martensitanteil von der Abschrecktemperatur ab?
- Was passiert mit Martensit beim neuerlichen Anlassen?
- Welche Gitterbewegung ist häufig mit Martensitbildung verbunden?
- Wie kann in diesem Zusammenhang der Shape-memory-effekt verstanden werden?
- Wo liegt die Grenze zwischen Stahl und Gusseisen, wie erstarrt Gusseisen?
- Welche 5 Fakten bestimmen die Stahleigenschaften?
- Härbarkeit eines Stahles: Maß für Erzeugbarkeit von Martensit. wo liegt die untere Kohlenstoff-Konzentrationsgrenze für Härbarkeit durch Martensiterzeugung?
- Welche 4 Klassifikationsmöglichkeiten für Stähle gibt es?
- Welche Diffusions-Härtungsmöglichkeit für Stähle gibt es neben der Martensitbildung und welche chem. Elemente gehören dazu?
- Wie drückt sich im sigma-epsilon-Diagramm die Zähigkeit aus?
- Wie können Stähle nach ihrer Zusammensetzung, dem Gefüge und der Verwendung eingeteilt werden?

- Was passiert, wenn man den Härtungsmartensit bei 200-600 °C anlässt, welche Eigenschaften besitzt die entstehende dispersionsgehärtete Struktur im Gegensatz zum Ausgangsmartensit?
- Wie können nichtrostende Stähle realisiert werden (Mindest-%-Anteil an Oberfläche)?
- Wie kann man das Austenitgebiet hinsichtlich Temperatur ausdehnen?
- Wie erreicht man weichmagnetische Stähle mit hohem el. Widerstand (Trafo-Bleche)?
- Was sind temperatur-, 1000°C-kriechfeste und korrosionsbeständige Superlegierungen mit hohem Fremdmetall-Prozentanteilen?
- Welche bemerkenswerte Eigenschaft besitzen solche Legierungen mit Ni<sub>3</sub>Al – Ausscheidung?
- Welche Vorteile besitzen Titan-Legierungen (2 Vorteile)?
- Was ist die meistverwendetste Titan-Legierung?
- Welche Vorteile besitzen Al-Legierungen (4 Vorteile)?
- Wie erfolgt bei Al die Ausscheidungshärtung im Gegensatz zu z.B. Fe?
- Welche chem. Bindungsarten kommen in Keramiken vor?
- Was sind allgemeine Eigenschaften von Keramiken (3 Eigenschaften)?
- Was ist die klassische Keramik-Herstellungsart?
- Wie können Keramiken grob strukturell eingeteilt werden (3 Möglichkeiten)?
- Wie können Keramiken chemisch eingeteilt werden (5 Möglichkeiten)?
- In welcher Struktur kann SiO<sub>2</sub> vorliegen, was ist sein Strukturelement, was sind die Kristallmodifikationen?
- Was zeichnet die Herstellung von amorphen SiO<sub>2</sub> im Vergleich zur Herstellung von amorphen Metallen aus, wie ändern sich Entropie / Enthalpie / Volumen beim Glasübergang?
- Welche Strukturänderung bringt der Netzwerkmodifizierer Na<sub>2</sub>O im Glas, wie ändert es die Eigenschaften?
- Was passiert beim Sintern, warum passiert es und wie schaut das geometrisch aus?
- Wie kann das Sintern beschleunigt werden?



- Was sind die Nachteile von Keramiken (3 Nachteile, ein Nachteil speziell hinsichtlich Peierls-Spannung, einer speziell hinsichtlich Statistik - Verteilung)?
- Wie wird der Sprödbruch nach Griffith erklärt?
- Wie nimmt Keramik-Bruchspannung mit Risslänge ab?
- Wie wird bei Hochleistungskeramiken eine höhere Festigkeit erzielt (4 Möglichkeiten + Mikrorisswolke)?
- Was sind die zwei Hauptverwendungszweck-Einteilungen für Keramiken?
- Was sind Polymere, wie lauten deren Hauptmerkmale (2 Merkmale)?
- Was sind Thermoplaste, wie schaut deren Struktur aus?
- Was sind Duroplaste, wie schaut deren Struktur aus?
- Was sind Elastomere, wie schaut deren Struktur aus?
- Welche Polymerisationsmechanismen gibt es, wie funktionieren sie, was ist der Polymerisationsgrad?
- Wie erklärt sich Zusammenhalt von Thermoplasten (2 Komponenten)?
- Was sind die drei Temperaturbereiche von Polymeren, wie verhalten sie sich darin?
- Was ist Teilkristallizität, wann setzt sie aus?
- Was ist Viskoelastizität, worauf beruht sie?
- Wie verhalten sich Polymere bei niedrigen Temperaturen und großen Dehnungsgeschwindigkeiten (und bei umgekehrten Verhältnissen)?
- Wie kann die (Kriech-)Festigkeit und die Schmelztemperatur von Polymeren erhöht werden (4 Möglichkeiten)?
- Aufzeichnen eines Eutektikum Diagramms, Phasenübergrenzen aus  $G = H - TS$  ableiten (Tangentenregel erklären)
- Hebelgesetz
- Mischungsphasen
- Zusammenhang der Mischungs-Enthalpie mit dem chemischen Potential (qualitativ)
- Ostwald-Reifung: ungefährender Vorgang
- Wachstum, Verformung und Ausheilung
- Mechanismen der Festigkeitssteigerung: Fremdatome, Verformung

- Versetzungen: Entstehung, Beschreibung und Wanderung
- Kristallstrukturen des Eisens: Martensit und Austenit (Memory-Materialien), Perlit und Ferrit erwähnen
- Magnetismus: Hysterese, Antiferromagnetismus, Ferromagnetismus
- Keramiken: ungefähre Beschreibung (Zirkonhärtung)
- Kriechprozesse: an Korngrenzen, in Körnern (abhängig von der Temperatur)
- Unterschied: Kornwachstum (Spinodale Entmischung, Phasengrenzflächen: Beschichtung von Kristallen (kohärent, semikohärent, inkohärent), Eutektische Erstarrung: (in Schichten), Amorphe Materialien)
- Entmischungsprozesse (Eutektoid, Spinodal)
- Korngrenzen: Dreh-, Kipp-, Kleinwinkel-, Großwinkel-, Zwillingsbildung
- Anelastizität
- Intermetallische Phasen (Laves, Hume-Rothery, Zintl)
- Mischen zweier Komponenten; entstehende Strukturen:?
- Verformung über Diffusion (Nabarro, Coble)