

# Metallographie

## Einführung in die Metallographie:

- Metallkundliche Untersuchungsmethode
- Optische Untersuchung einer Metallprobe mit dem Ziel einer qualitativen und quantitativen Beschreibung des Gefüges
- Unterscheidung in makroskopische, mikroskopische & elektronenmikroskopische Betrachtungen

## Schliffherstellung:

- Wichtig: fachgerechte Herstellung des Schliffes
- Probenentnahme
  - Muss Untersuchungszweck angepasst sein (Quer-, Längs- & Flachschliff)
  - Gefüge darf nicht verändert werden
  - Probenerwärmung durch Kühlmittel gering halten
- Einfassen – Einbetten der Proben
  - Zur besseren Handhabung und/oder zum Randschutz werden die Proben eingefasst
- Schleifen
  - Zur Sichtbarmachung des Gefüges ist eine polierte Oberfläche Voraussetzung
  - Eventuell verformte Schicht wird abgetragen
  - Von Hand mit Schleifpapier (180, 240, 320, & 400)
  - Jeweils 90° gedreht um Rillen des vorherigen Papiers zu entfernen
- Polieren
  - Beseitigen von Schleifriefen
  - Auf Samt- oder Wolltücher aufgetragene Materialien
  - Neuerdings fast ausschließlich Diamantpaste
  - Nach dem Polieren sind nichtmetallische Einschlüsse, Poren, Risse & Lunker schon zu erkennen
- Ätzen
  - Zur Gefügeentwicklung notwendig
  - Der chemische Angriff des Ätzmittels hängt von der chemischen Zusammensetzung und Orientierung der Gefügebestandteile ab
  - Reflexionsverhalten wird so verändert, dass Unterscheidung möglich wird
  - Die für verschiedene Werkstoffe geeignete Ätzmittel & -zeit wurden empirisch ermittelt
  - Um zu starkes Angreifen der Oberfläche zu verhindern wird es mit Alkohol, Glycerin oder Glykol verdünnt
  - Ätzarten
    - Korngrenzenätzung
      - Gebräuchlichste Ätzung
      - Mit alkoholverdünnte Säuren kurz geätzt
    - Kornflächenätzung
      - Nur Angriff der Kornflächen durch Ätzmittel
      - Mischungen von Ätzmitteln
    - Kristallfigurenätzung
      - Sehr stark Ätzmittel (konzentrierte Säuren)
  - Farbätzen

- Einzelne Gefügebestandteile werden zusätzlich mit einer Haut überzogen
- Durch Mehrfachreflexion bei der Beleuchtung ergeben sich die Farben
- Die Dicke der Haut ist von den Gefügebestandteilen abhängig
  - ↳ unterschiedliche Färbung

### Makroskopische Betrachtung

- Erfolgt bei **2- bis 50-facher Vergrößerung**
- Makroätzungen
  - Ätzung nach Fry
    - Ätzmittel um Kaltverformungen, durch Biegen, Strecken, Pressen, ... entstanden, sichtbar zu machen
  - Ätzung nach Oberhoffer
    - Ätzmittel um Phosphatanreicherungen, und dadurch den Faserverlauf, sichtbar zu machen
  - Ätzung nach Heyn
    - Ätzmittel um P-S-Seigerungen sichtbar zu machen
  - Ätzung nach Baumann
    - Zum Festhalten von Schwefelseigerungen auf photographischem Papier

### Mikroskopische Betrachtung

- Erfolgt bei **50- bis 1500-facher Vergrößerung**
- Feingefügebau, Anordnung der Kristalle, ihre Verteilung, Orientierung & Struktur

### Korngrößenbestimmung

- Metalle sind polykristallin (aus vielen Kristallen bestehend)
- Kristalle stoßen unter verschiedenen Netzebenenwinkeln zusammen
  - ↳ Störung des ansonsten geregelten Gitteraufbaus im Bereich der Korngrenzen
- Verhältnis von geregeltem Gitter (Korninneres) und unregelmäßigem Gitter (Korngrenzbereich) hängt von der Größe der Kristalle ab
- Der Schliff gibt keine Aussage über Korngrößen
  - ↳ Durchschnittsgröße (mittlerer Flächeninhalt oder mittlerer Durchmesser)  
Von Vergrößerung abhängig (mehr kleine Körner werden erfasst)
- Korngrößenrichtlinien
  - Um zeitraubende Gefügemessungen zu vermeiden ⇒ Vergleich mit ähnlichen Gefügevorbildern
  - ASTM ⇒ Vergleich mit schematischen Bildern bei 100-facher Vergrößerung
- Richtreihen über nichtmetallische Einschlüsse
  - Verschiedene Richtreihen, die es gestatten, Menge und Verteilung der nichtmetallischen Einschlüsse zahlenmäßig festzulegen
  - Plastische Einschlüsse
    - Sulfide, manche Silikate
  - Spröde Einschlüsse
    - Oxide, kompliziert zusammengesetzte Silikate

### Kaltverformungen

- Plastische Deformation der verformungsfähigen metallischen Werkstoffe verursacht eine Werkstoffgefügeänderung

- Körner werden bei Druck-/Zugbeanspruchung gestaucht/gestreckt
- Gefügeänderungen erst ab Verformungsgrad von 15% erkennbar
- Kaltverformung  $\Rightarrow$  plastische Deformation unterhalb der Rekristallisationstemperatur
  - $\hookrightarrow$  Erhöhung der Härte, Streckgrenze & Festigkeit
  - $\hookrightarrow$  Verringerung der Dehnung, Einschnürung & Kerbschlagzähigkeit

### Kristallerholung und Rekristallisation

- Kaltverformtes Material ist in einem Zwangszustand
- Mit steigender Temperatur vermindern sich die Folgen der Kaltverformung (können ganz aufgehoben werden)
- Weitgehende Beseitigung des Zwangszustandes *ohne* Neubildung des Gefüges und *ohne* Verschiebung der Korngrenzen heißt **Kristallerholung**
- Die Temperatur der Kristallerholung liegt tiefer als die Rekristallisationstemperatur
- Im Schlibbild ist die Kristallerholung nicht zu erkennen
  
- Wenn ein völlig neues, ganz entspanntes Gefüge gebildet wird, liegt **Rekristallisation** vor
  
- Phasen sind chemisch homogen
- Ein Gefüge kann aus mehreren Phasen bestehen