

# *Statische Rekristallisation bei Metallen*

Eric Schmidt, Julian Kühn



# *Gliederung*

1. Was ist (statische) Rekristallisation?
2. Primäre Rekristallisation
3. Kornvergrößerung
4. Sekundäre Rekristallisation
5. Tertiäre Rekristallisation
6. Anwendungen (Warum macht man das?)
7. Quellen



# 1. Was ist (statische) Rekristallisation?

- „Unter Rekristallisation versteht man die Gefügeneubildung bei der Wärmebehandlung verformter Metalle. Sie vollzieht sich durch Entstehung und Bewegung von GWK unter Beseitigung der Verformungsstruktur...“ [Gottstein s. 304]

# 1. Was ist (statische) Rekristallisation?

Unter dem Sammelbegriff *Rekristallisation* werden drei Vorgänge zusammengefasst: die primäre, die sekundäre und die tertiäre Rekristallisation. Die Triebkraft der Rekristallisation ist in allen Fällen eine Erniedrigung der freien Enthalpie des verformten Materials.

[<http://www.uni-stuttgart.de/imtk/lehrstuhl2/Scripte/Pr-ku.pdf>]

Statisch: extra Prozessschritt nach der Umformung

---

---

## 2. Primäre Rekristallisation

- Gefügeneubildung: Bildung und Wanderung v. GWKG( $>15^\circ$ )
  - Keimbildung und -wachstum (Inkubationszeit)
  - Treibende Kraft: Verringerung der Versetzungsdichte
  - Bevorzugt niedrige Stapelfehlerenergie  $\rightarrow$  viele Stapelfehler & keine Versetzungsbewegung
- 
-

## 2. Primäre Rekristallisation

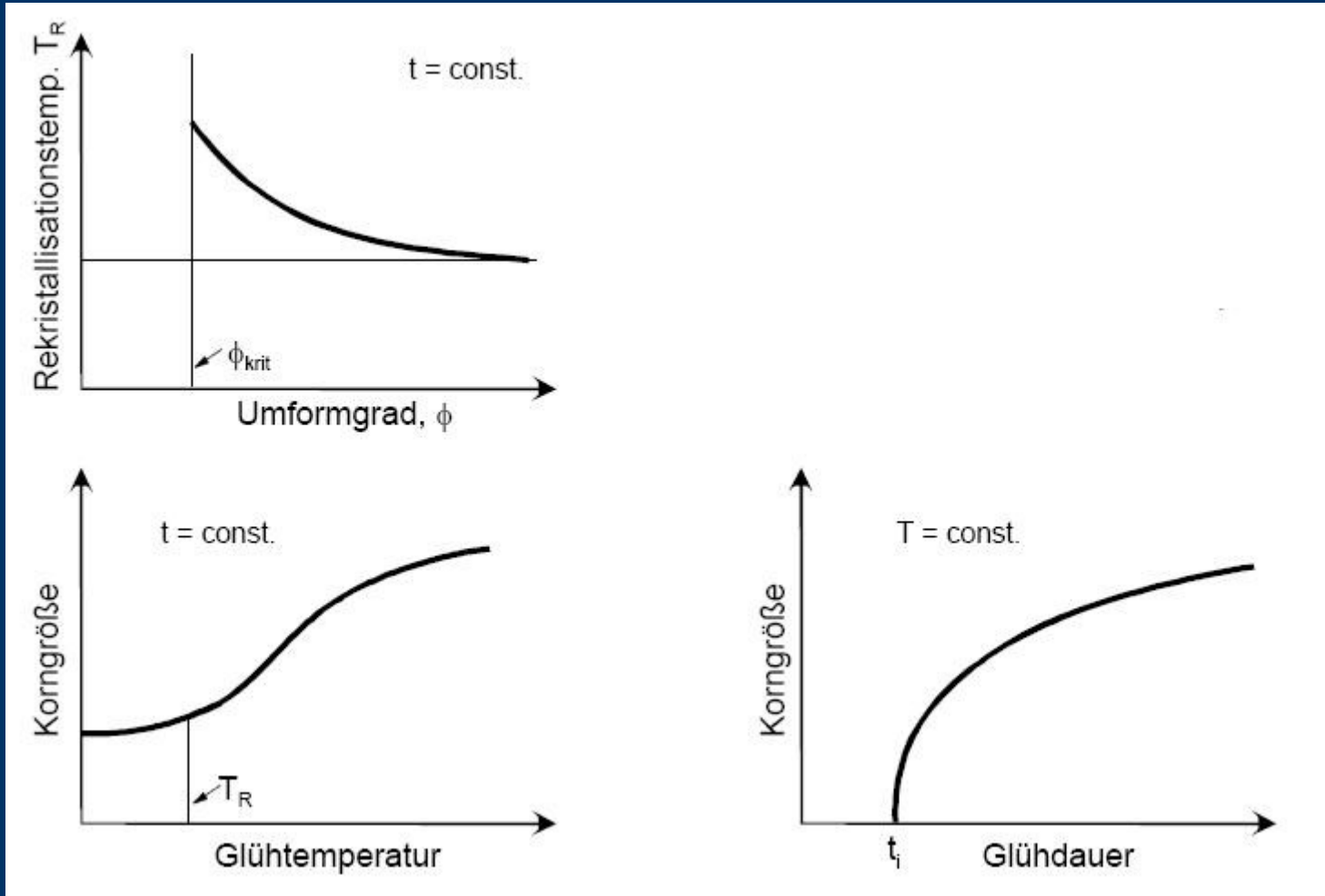
Stabilitätskriterien:

- Kritische Keimgröße (thermodyn. Instabilität):  
Keimbildung bevorzugt in Bereichen hoher Versetzungsdichte)
- Versetzungsverteilung  $\rightarrow$  Bewegungsrichtung (mech. Instabilität)
- Beweglichkeit der Korngrenze (Kinematische Instabilität)  $v = B * (P - P_{\text{rück}})$ ,  $P \sim$  Versetzungsdichte

## 2. Primäre Rekristallisation

- Gefügebestimmend: Verhältnis Keimbildungsgeschwindigkeit/Keimwachstumsgeschwindigkeit
  - Faustregel für Korngröße: Erhöhung des Umformgrades (-), Erhöhung der Glühtemperatur (+)
  - Rekristallisation tritt ein ab: kritischem Umformgrad & Rekristallisationstemperatur (abh. vom Umformgrad, Korngröße d. Verformten Gefüges, Reinheit)
  - Tamman-Bocvar-Regel:  $T_{\text{rek}} = a * T_{\text{S}}$
- 
-

## 2. Primäre Rekrystallisation



Aus Quelle 5 Seite 6

### *3. Kornvergrößerung*

- Bei fortgesetzter Glühung nimmt die Korngröße weiter zu
- Treibende Kraft: Verringerung der Korngrenzenenergie durch Verringerung der Korngrenzfläche
- Unterscheidung zwischen stetiger und unstetiger Kornvergrößerung



### 3. Kornvergrößerung

- Stetige Kornvergrößerung:
  - Gleichgewichtskonfiguration durch  $120^\circ$  Winkel zwischen Korngrenzen bestimmt
  - Aber: viele unterschiedlich geformte und unterschiedlich große Körner im (p. r.) Gefüge
    - > Durch Wachstum der Körner im (primär) rekristallisierten Gefüge wird versucht die GG Konfiguration zu erreichen
    - > Körner mit konkaver Korngrenze wachsen auf Kosten der Körner mit konvexer Korngrenze
    - > Es bilden sich große Körner auf Kosten der kleineren
- 
-

## 4. *Sekundäre Rekristallisation*

- Auch durch Kornvergrößerung gekennzeichnet
- Aber: einzelne Körner weisen ein begünstigtes Wachstum auf
  - > Es bilden sich einige wenige (sehr) große Körner
- => un stetige Kornvergrößerung

# 4. Sekundäre Rekrystallisation

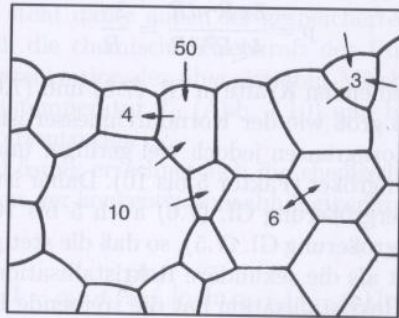
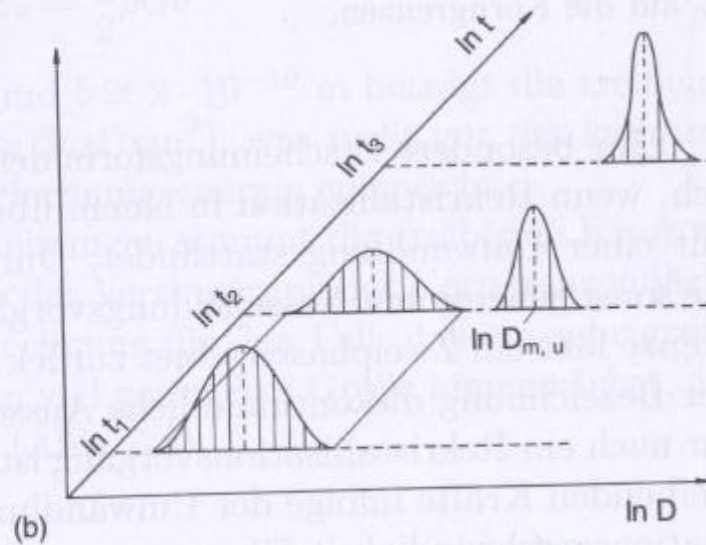
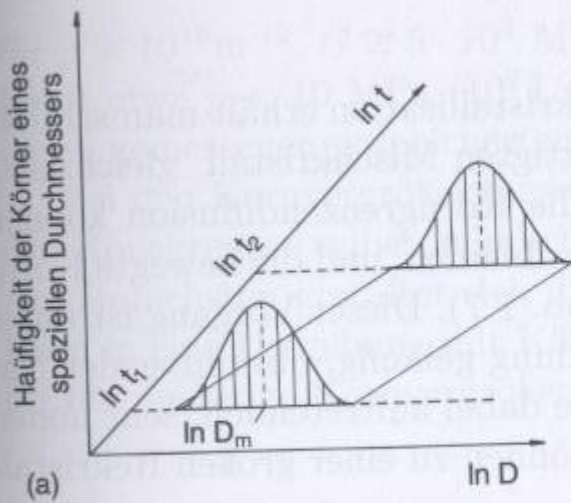


Abbildung 7.8. Schematische Darstellung eines primär rekrystallisierten Gefüges mit unterschiedlich großen Körnern. Die Zahlen geben die Anzahl der nächsten Nachbarn eines Kornes an. (Korn 50 wächst sekundär, 10 wächst stetig, 3 schrumpft).

Gottstein S. 307



Gottstein S. 309

Abbildung 7.6. Änderung der Korngrößenverteilung mit der Zeit bei (a) stetiger und (b) unstetiger Kornvergrößerung (schematisch).

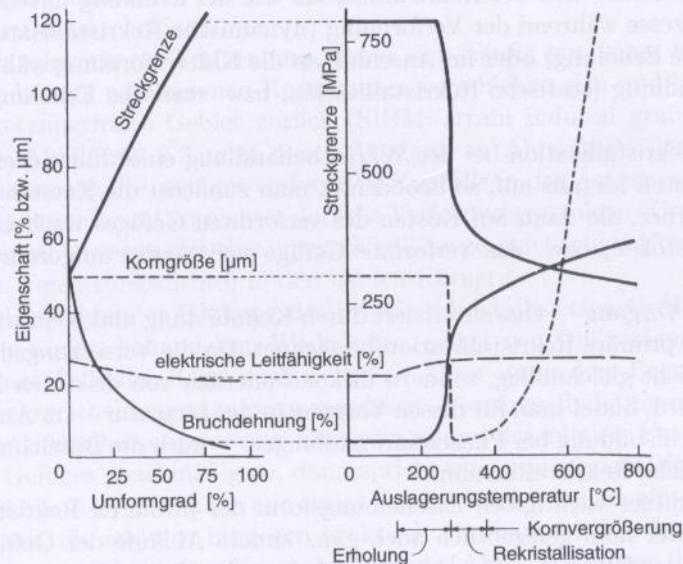
## ***5. Tertiäre Rekristallisation***

- Körner wachsen auf Dicke des Werkstücks an (dünne Bleche, Drähte)
- Treibende Kraft: Reduzierung der freien Oberflächenenergie



# 6. Anwendungen

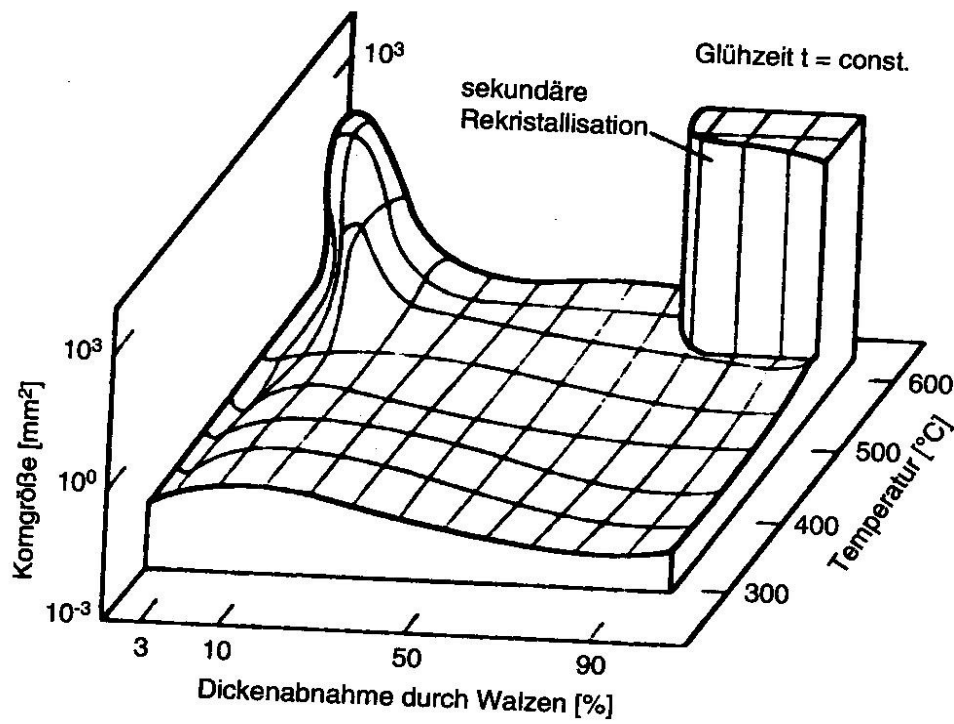
- Erhöhen der Verformbarkeit bzw. verändern der Eigenschaften des Umgeformten Werkstücks
- Bilden eines feinkörnigen Gefüges
- Bilden eines Grobkörnigen Gefüges



Gottstein S. 303

Abbildung 7.1. Die Effekte der Kaltverformung und des Glühens auf die Eigenschaften einer Cu-35%Zn Legierung.

# 6. Anwendungen



Bildung 7.39. Rekristallisationsdiagramm von Reinstaluminium (nach [7.18]).

# 7. Quellen

1. Gottstein S. 303ff
2. Bergmann S. 117ff
3. Metalle S.154ff
4. Skript
5. <http://www.uni-stuttgart.de/imtk/lehrstuhl2/Scripte/Pr-ku.pdf> 2.07.09  
12:00

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

