

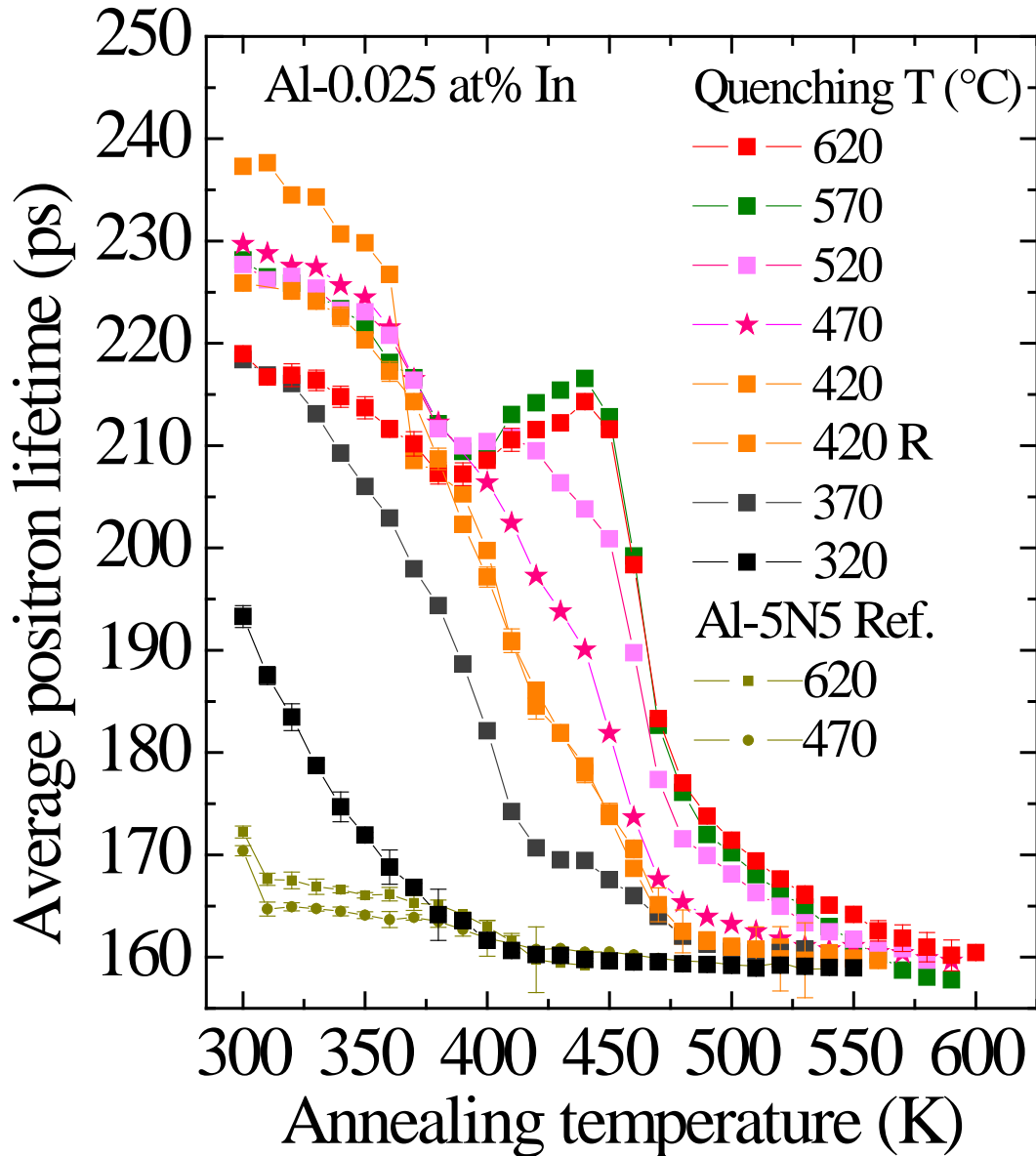
# Thermische Leerstellen in stark verdünnten Al-Legierungen

Mohamed Elsayed und Reinhard Krause-Rehberg  
Institut für Physik, Martin-Luther Universität Halle

- Einfluss der Abschrecktemperatur in Al-0,025 at% In
- T-Abhängigkeit LD-Messung in Al-0,025 at% In
- Cu Ausscheidungen in Al-4Cu Legierung
- LD-Messungen in Al-0,025 at% (Sn, Sb)

## Al-0,025 at% In

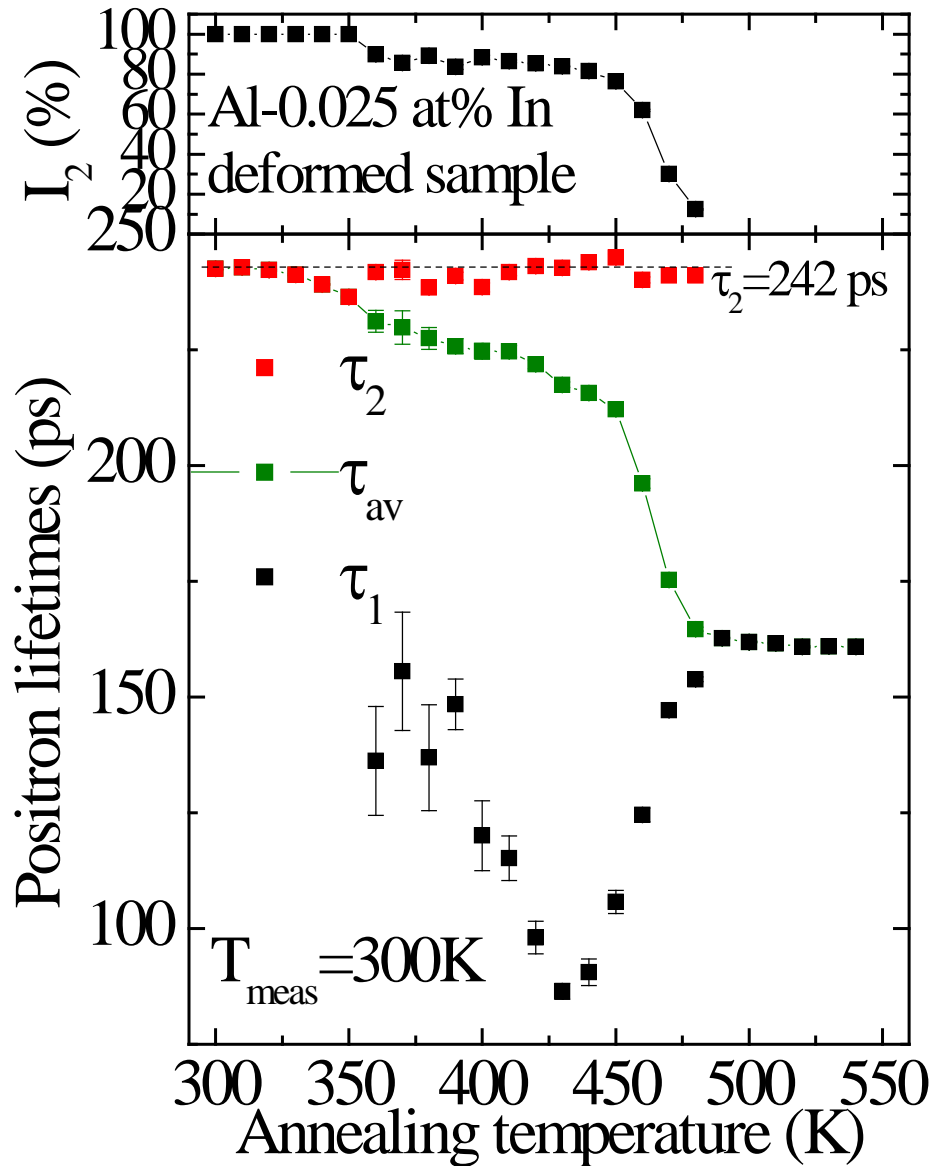
### Einfluss der Abschrecktemperatur



- 2h bei (320-620) °C getempert, abgeschreckt in Ice Wasser.
- $\tau_{av}$  erhöht sich bis 470 °C, dann verringert sie sich.
- Ab 520 °C,  $\tau_{av}$  verringert sie sich bis 400 K, dann erhöht sie sich bis 440 K, danach verringert sie sich final.
- TEM zeigt die Existenz der Versetzungen.
- @ 300K,  $\tau_2$  ist  $\sim 247 \pm 2$  ps für alle Proben (Leerstellenkomplex & Versetzungen).
- Al Ref. Probe zeigt  $\tau_{av} = 170$  ps ( $\ll \tau_{av}$  von der abgeschreckten Proben).

# Al-0,025 at% In

## Einfluss der Abschrecktemperatur



Deformierte Probe zeigt  
Einfang Sättigung.

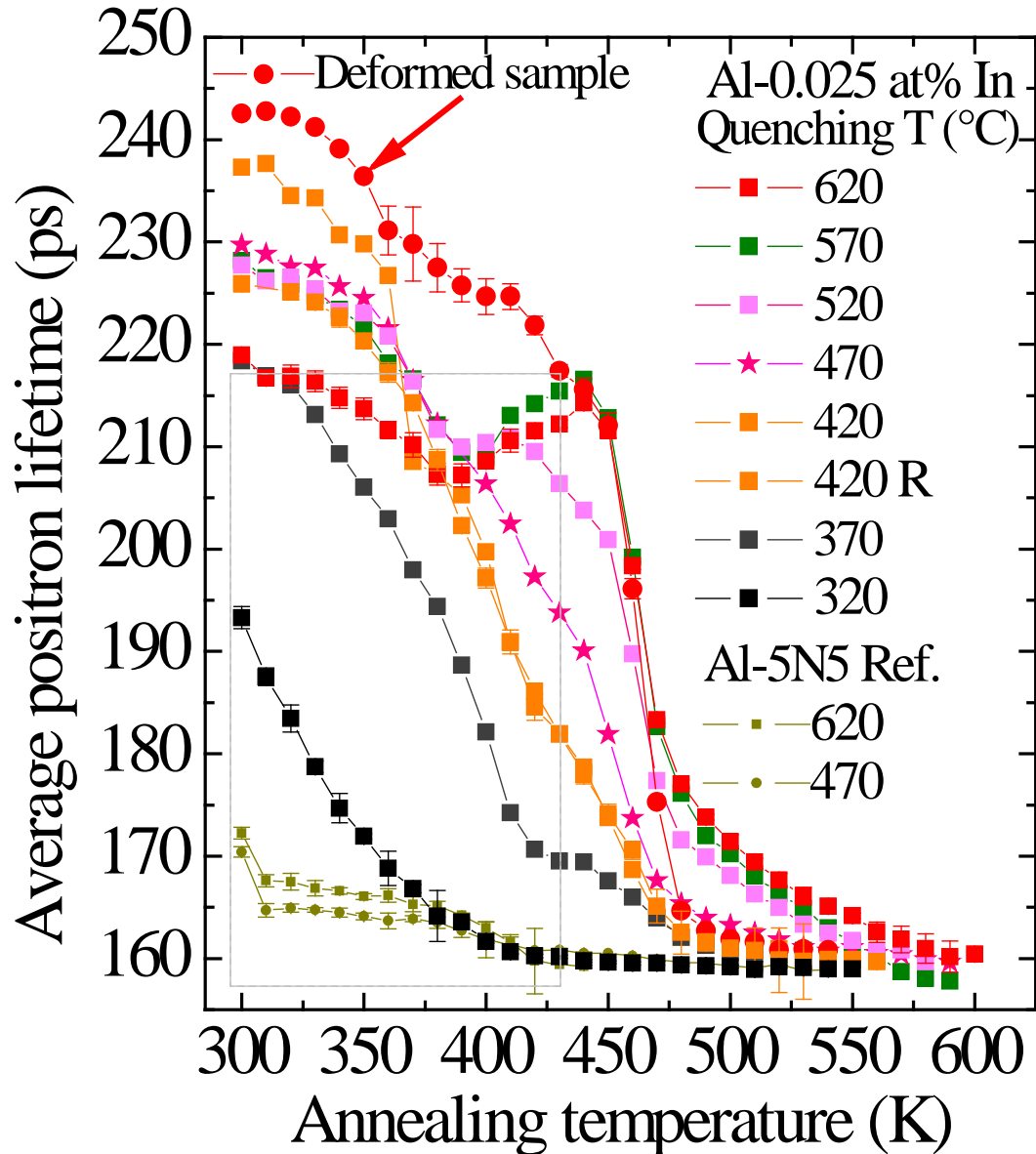
Probe wurde bei RT gemessen.

$\tau_2$  ist  $242 \pm 3$  ps (Versetzungen).

Nach dem Ausheilen @ 500 K  
zeigt die Probe  $\tau_{av} \sim \tau_b$ .

# Al-0,025 at% In

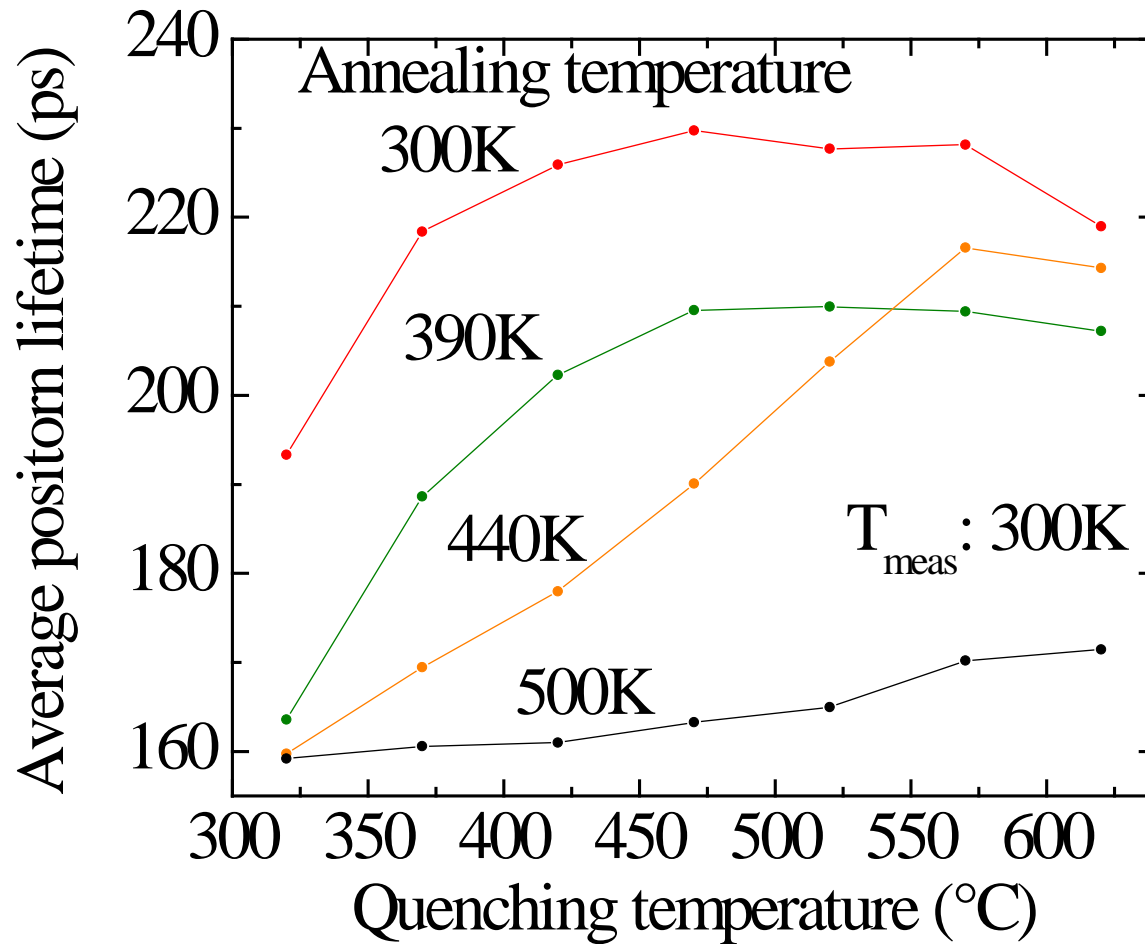
## Einfluss der Abschrecktemperatur



- Deformierte Probe zeigt maximal  $\tau_{av}$ .
- $\tau_{av}$  für deformierte Probe ist ähnlich wie die abgeschreckten bei 520-620 °C im Bereich 430 - 480 K.

# Al-0,025 at% In

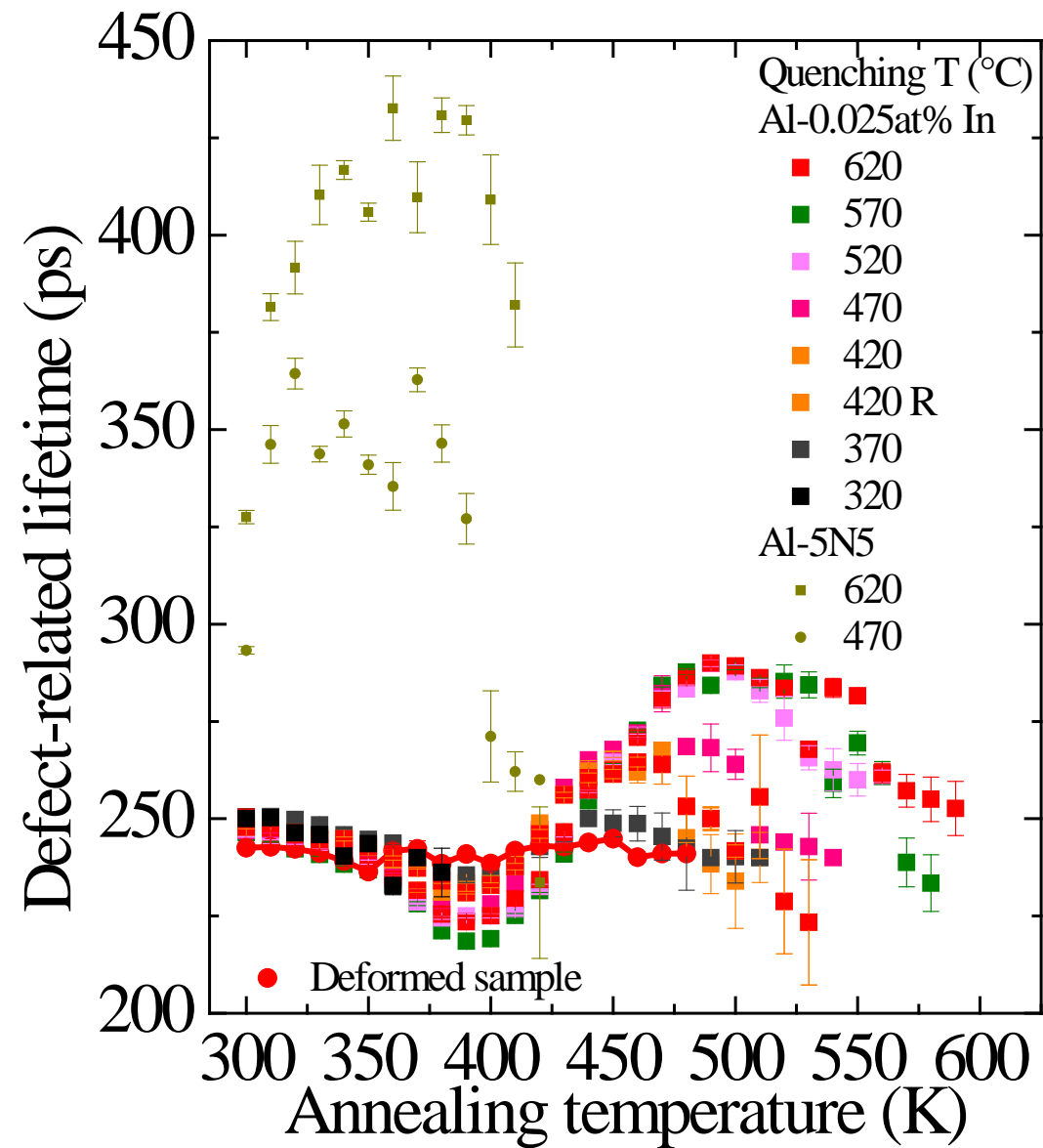
## Einfluss der Abschrecktemperatur



Bis Ausheiltemperatur von 390 K:  $\tau_{\text{av}}$  erhöht sich bis 470  $^{\circ}\text{C}$ , dann verringert sie sich.

Warum?

Ab Ausheiltemperatur von 440 K:  $\tau_{\text{av}}$  erhöht sich.



Die deformierte Probe zeigt  $\tau_2$  von  $\sim 242 \pm 3$  ps (Versetzungen).

Die abgeschreckten Proben:

- $\tau_1 < \tau_b$
- @ 300K,  $\tau_2$  ist  $\sim 247 \pm 2$  ps für alle Proben (Leerstellenkomplex & Versetzungen).
- @ 400K,  $\tau_2$  ist minimal!
- @  $T > 400$ K,  $\tau_2$  ist noch 250 ps für die abgeschreckten Proben bei 320, 370 °C.

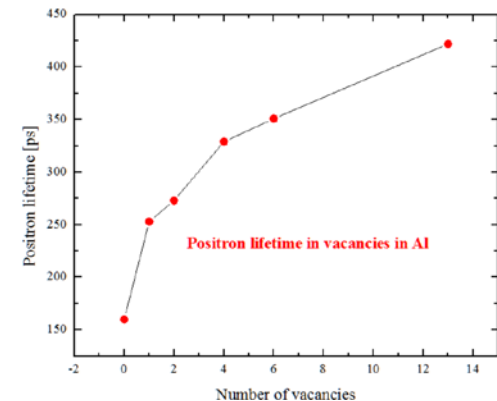
Die andere Proben zeigen  $\tau_2 \sim 280 \pm 10$

(Doppelleerstellen) Oder In-Ausscheidungen enthalten Leerstellen

Al-Ref Probe: Vacancy cluster

abgeschreckt @ 470  $\rightarrow$  360 ps (6 Leerstellen)

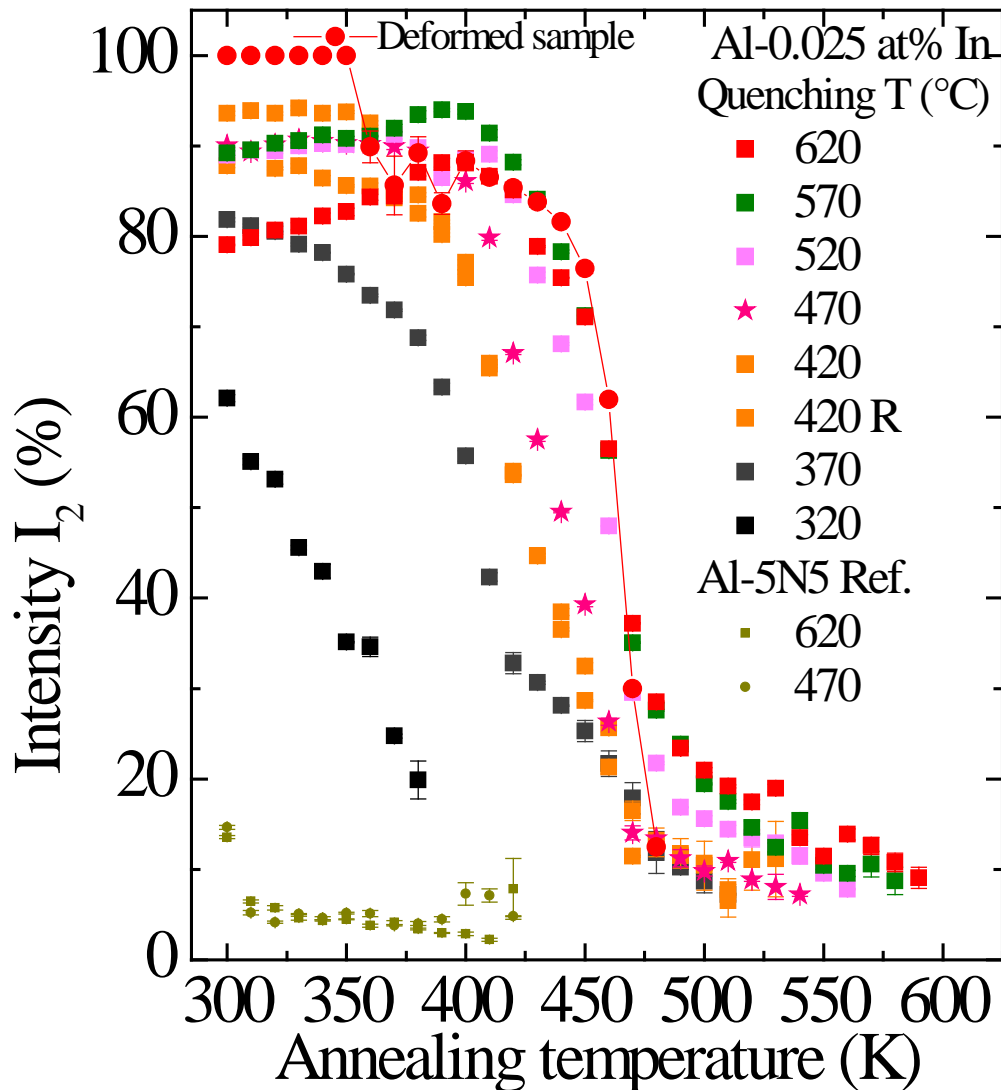
abgeschreckt @ 620  $\rightarrow$  430 ps (14 Leerstellen)



J. Phys. F: Met. Phys. 13 (1983) 333–346. Printed in Great Britain

## Al-0,025 at% In

### Einfluss der Abschrecktemperatur



Die deformierte Probe zeigt  $I_2 = 100\%$  (Sättigungseinfang).

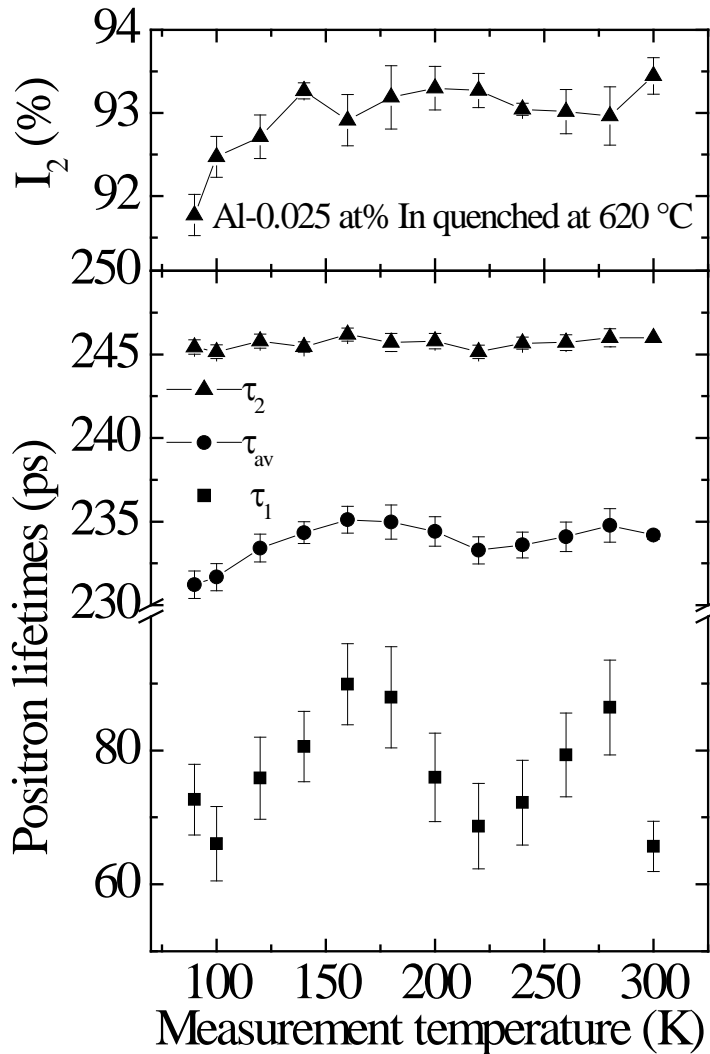
$I_2$  erhöht sich, wenn die Abschrecktemperatur bis  $420\text{ °C}$  erhöht wird, dann nimmt sie ab.

Das Vakanz-Signal verschwindet eher für kleine Abschrecktemperaturen.

Referenz Probe:

$I_2$  ist  $< 15\%$  und sie nimmt sehr schnell ab.

## Al-0,025 at% In T-Abhängigkeit LD-Messung



- $\tau_1 < \tau_b$
- $\tau_2$  ist konstant (246 ps)
- $\tau_{av}$  (und auch  $I_2$ ) verringert sich @  $T < 150$  K



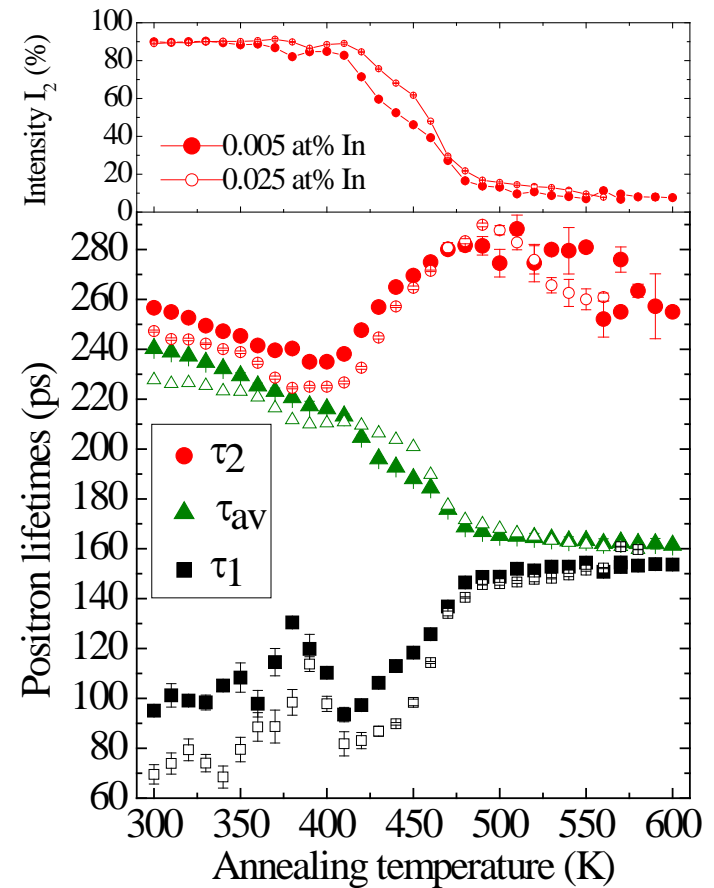
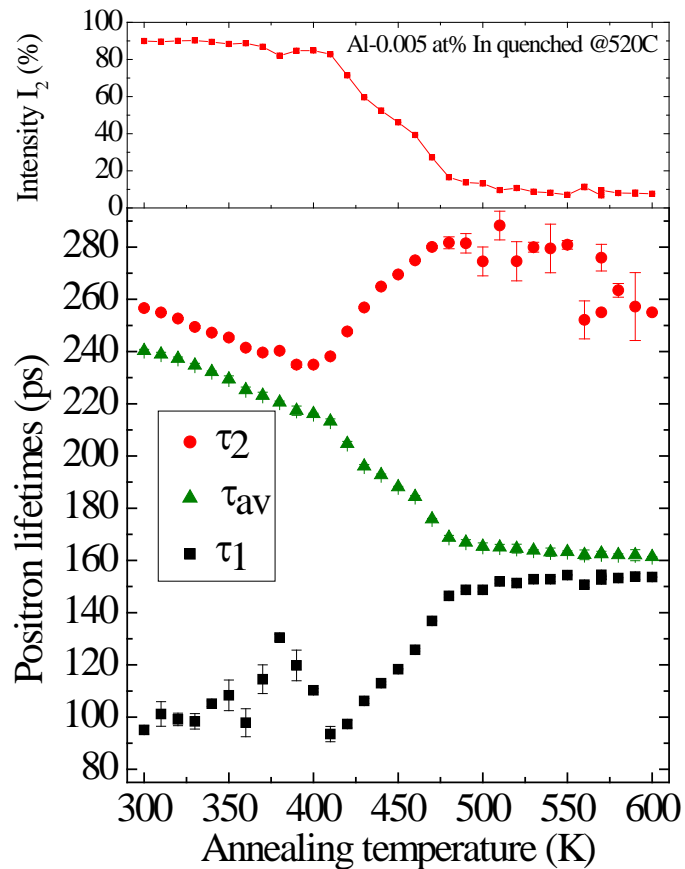
Flache Fallen – Versetzungen?

T-Abhängigkeit LD-Messung bis 30 K wird gemacht, die Konzentration der flache Fallen zu bestimmen.

Evtl. Messung der Positronen-Diffusionsweglänge mit Beam.

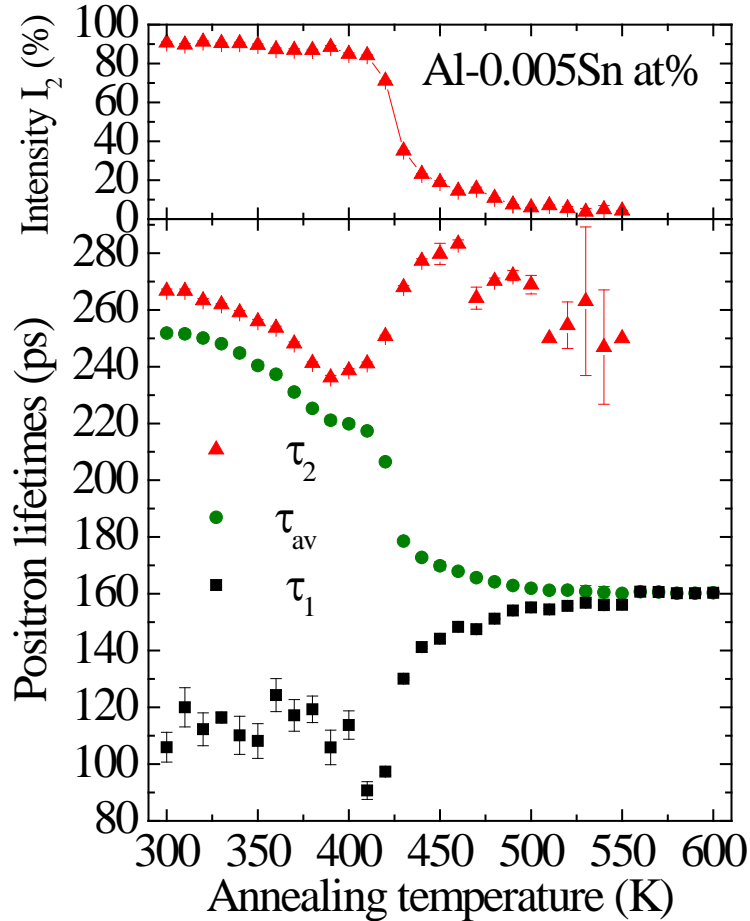


## Verschiedene Konzentrationen von In



- Gleiches Verhältnis für alle LDs und ihren Intensitäten
- $\tau_2 \sim 256$  ps 0,005 at% In  $>$   $\tau_2 \sim 246$  ps (0,025 at% In) ???
- Das erhöht  $\tau_{av}$ .
- Evtl. Oberflächen-Einfluss? – Es sollte geätzt werden.

## Al-0.005 at% Sn @ 520 °C

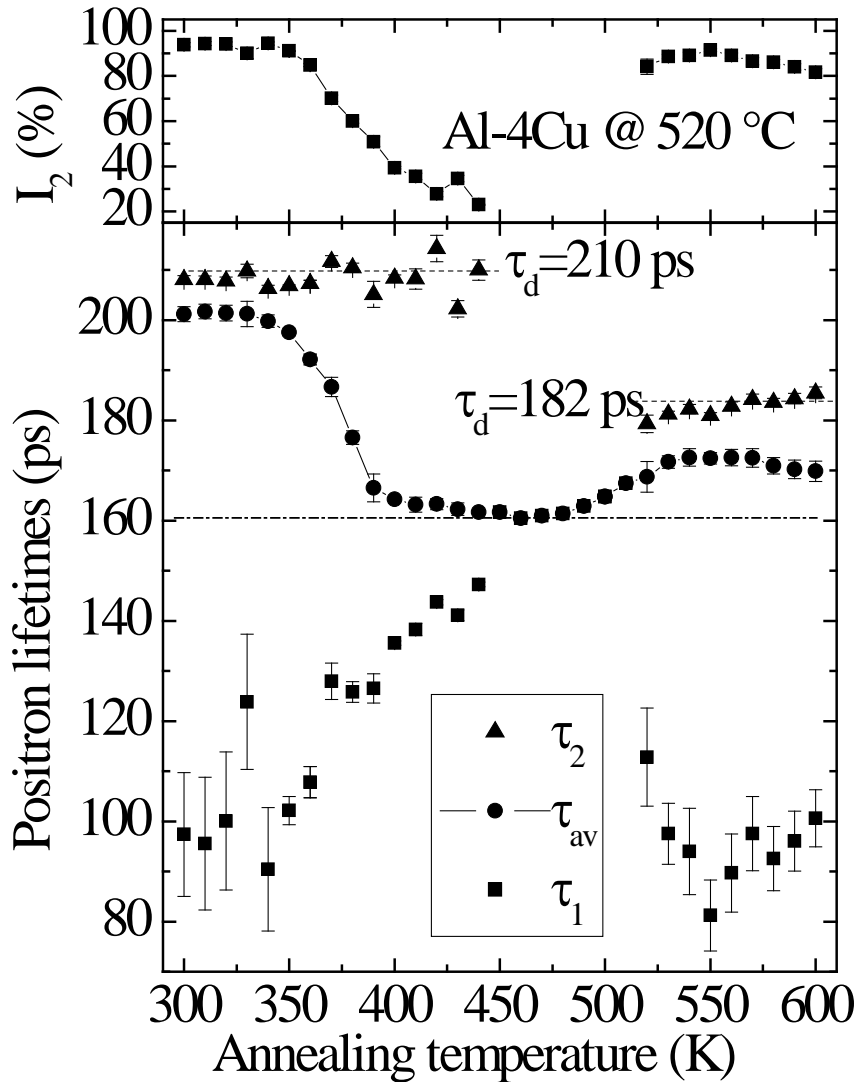


- $\tau_1 < \tau_b$
- @ 300K,  $\tau_2 \sim 266$  ps (V-Sn Komplexe & Versetzungen)
- @ 400K,  $\tau_2$  ist minimal (235 ps) Einfachleerstellen
- @  $T > 400$ K,  $\tau_2$  erhöht sich bis  $\sim 280$  ps (Doppelleerstellen)

Al-0.025 at% Sn

Zeigt  $\tau_3 = 3.5$  ns (0,25 %)  $\longrightarrow$   
Oberflächen-Einfluss? – sollte geätzt werden.

# Al-4Cu Legierung



-  $\tau_2 = 210$  ps < Leerstellen (235-250 ps)  
 → Cu Ausscheidungen

-  $I_2 > 90$  % → hohe Konzentration

-  $\tau_1 < \tau_b$

- Die Ausscheidungen verschwinden bei 450 K.

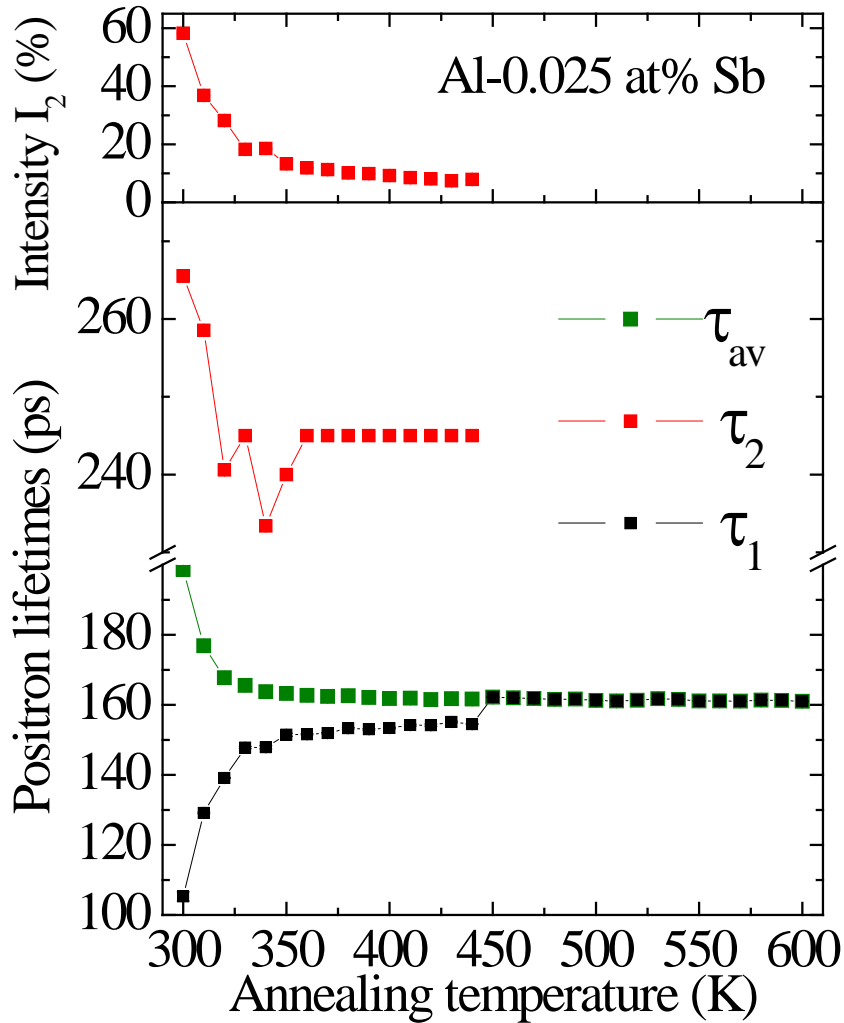
- Bei  $T = 450$ -500 K ist  $\tau_{av} = \tau_b$ .

- Bei  $T > 500$  K,  $\tau_{av} > 170$  ps

$\tau_2 = 182$  ps ( $I_2 > 80\%$ ) ??

**Ausscheidungen wieder!**

## Al-0.025 at% Sb @ 520 °C



- $\tau_1 < \tau_b$
- @ 300K,  $\tau_2 \sim 266$  ps (V-Sb Komplexe)  
 $I_2 = 60\%$
- $\tau_2$  (auch  $I_2$ ) verringert sich, wenn die Ausheiltemperatur erhöht wird
- $\tau_{av}$  verringert sich ganz stark, wenn die Ausheiltemperatur sich erhöht
- $\tau_{av} \sim 200$  ps @ 300 K
- $\tau_{av} \sim 165$  ps @ 350 K

Der Komplex ist nicht thermisch stabil.

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*