

NEPOMUC

NEutron induced POSitron Source MUnich

Positronen in der Materialforschung

Christoph Hugenschmidt

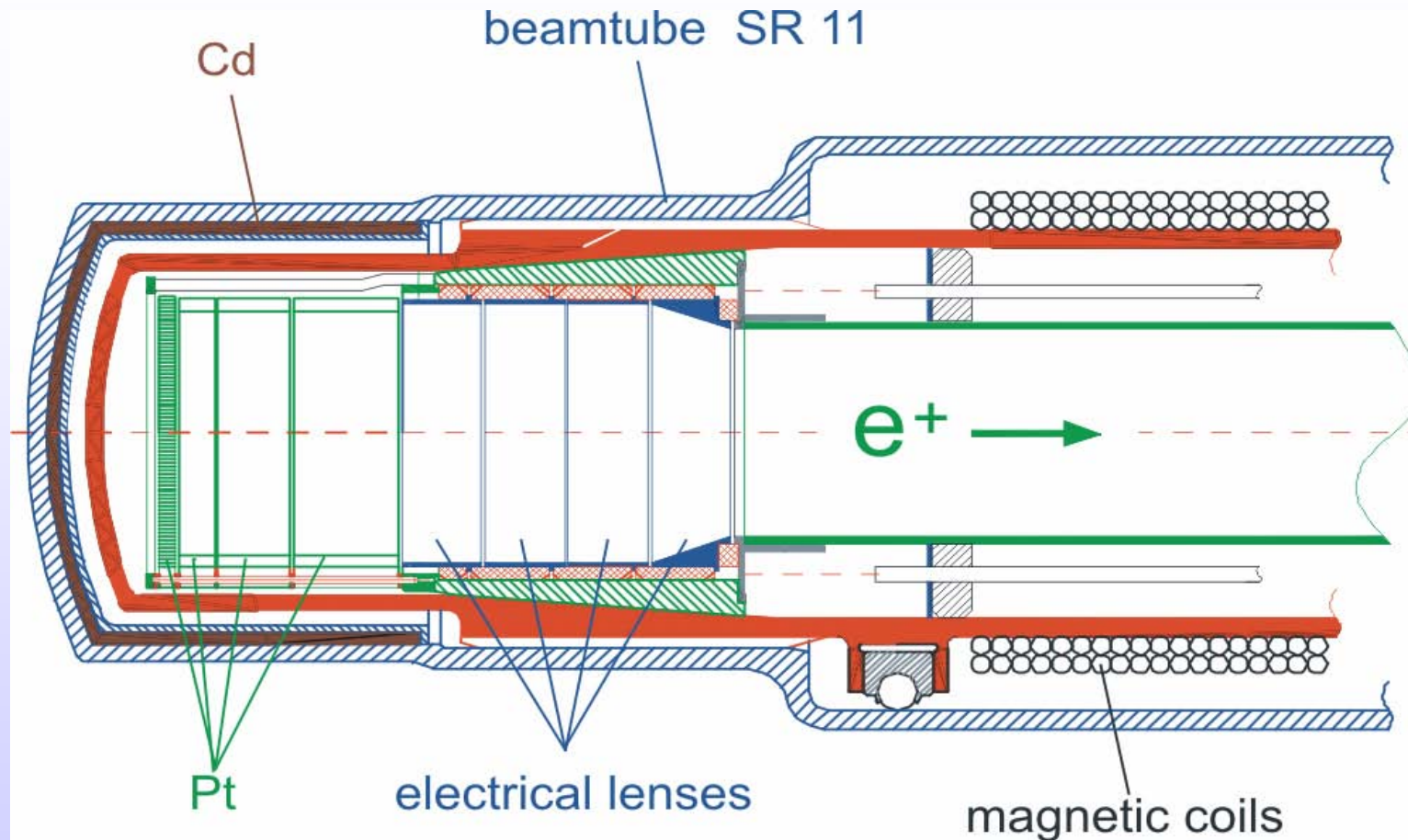
Technische Universität München

Übersicht

- ✘ **NEPOMUC** - Die Positronenquelle am FRM II
- ✘ **e^+** als Sondenteilchen in Materie
- ✘ **Anwendungen in der Materialforschung**
 - im **Volumen**
 - an der **Oberfläche**
- ✘ **Fazit**

NEPOMUC

NEutron induced POSitron Source MUNich



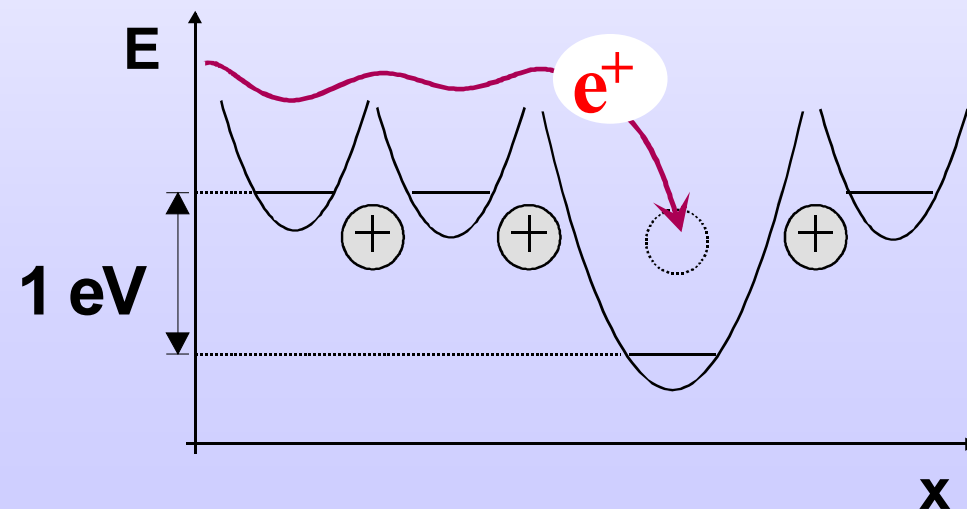
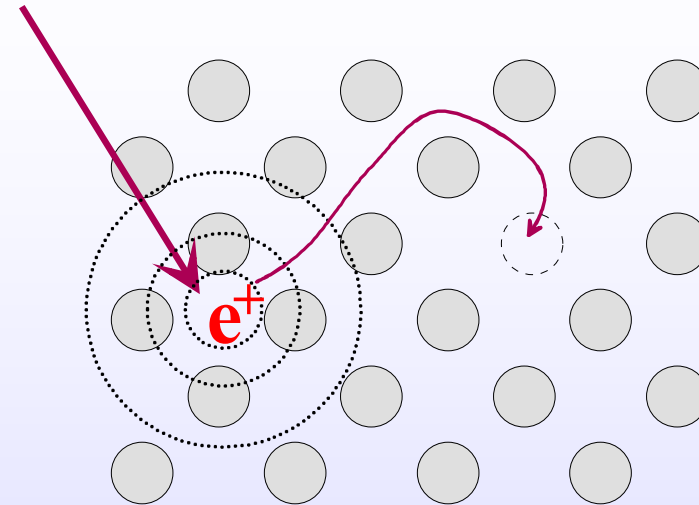
➤ e^+ - Intensität (monoenergetisch !):

$10^9 \text{ .. } 10^{10} e^+/s$

Das Positron als Mikrosonde

- e^+ → „Punktteilchen“, geringe Masse
- Einfang an **Gitterfehlern**
 - ✗ **hoch sensitiv:** $10^{-7}/\text{Atom}$!
- Eindringtiefe bestimmt durch Energie
 - **Volumen**
 - **Oberfläche**

**Zerstörungsfreie
Untersuchung von Defekten
auf atomarer Skala !**

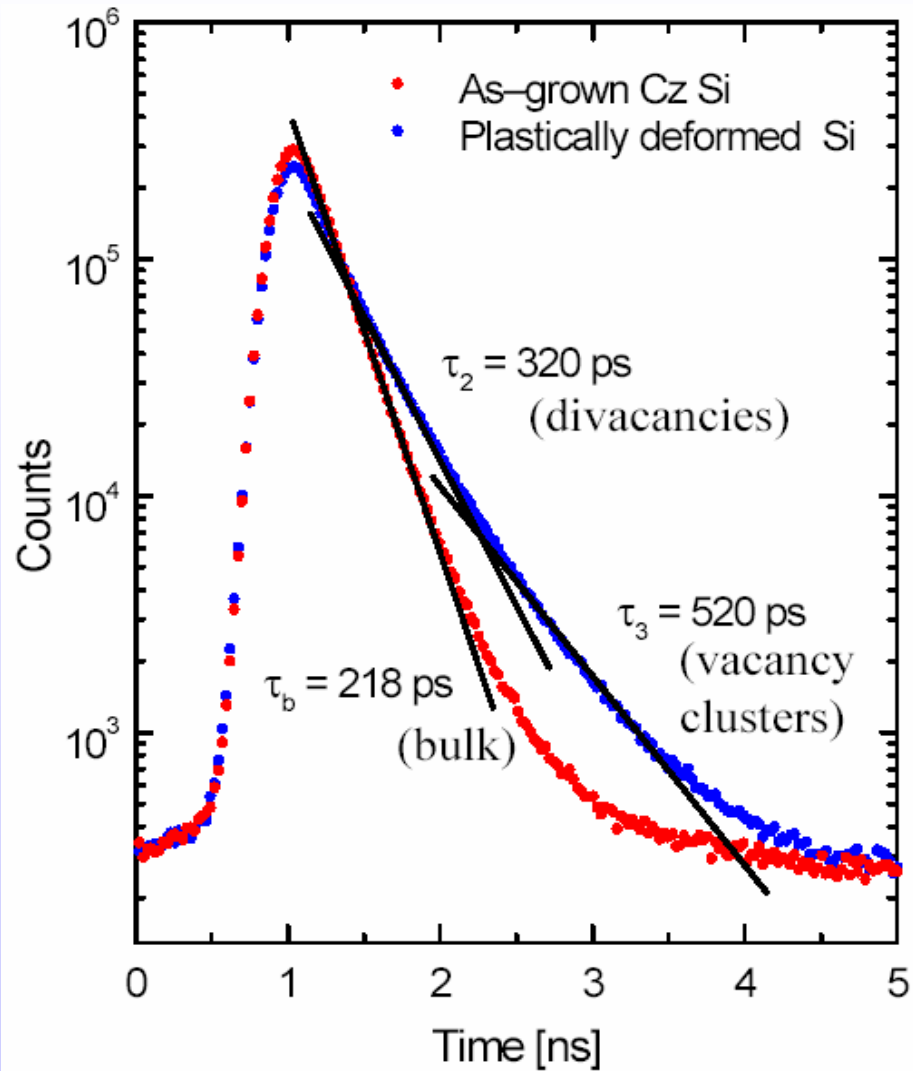


Fehler auf atomarer Ebene → makroskopische Eigenschaften

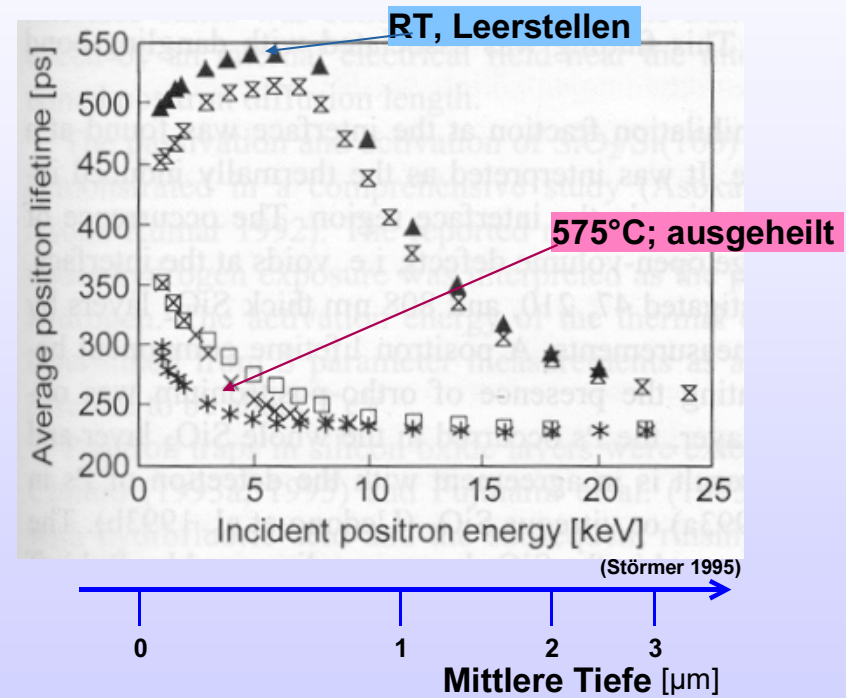
Fragestellungen aus der Materialforschung

- Defektfreie **Halbleitereinkristalle**
- **Leichtmetalllegierungen** der Automobil- und Flugzeugindustrie
- **Korrosionsschutzschichten**, ausscheidungsgehärtete Stähle
- Porosität von **Polymeren**
- **Defektbildung und Ausheilung** nach mechanischer oder thermischer Beanspruchung
- Entstehung von **Mikrorissen** bei plastischer Deformation
- **Chemische Umgebung (!)** von Fehlstellen → **Materialversprödung**

Plastisch deformiertes Si

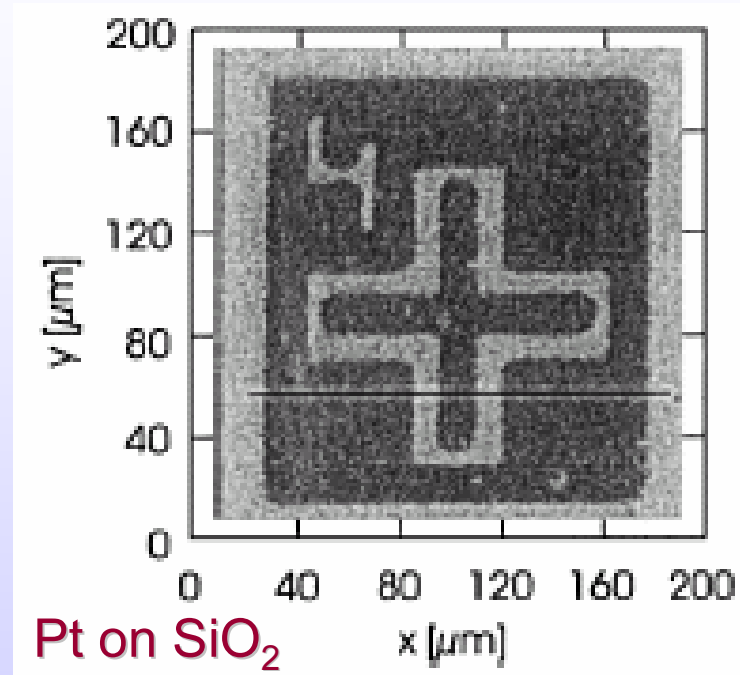


Leerstellenkonzentration

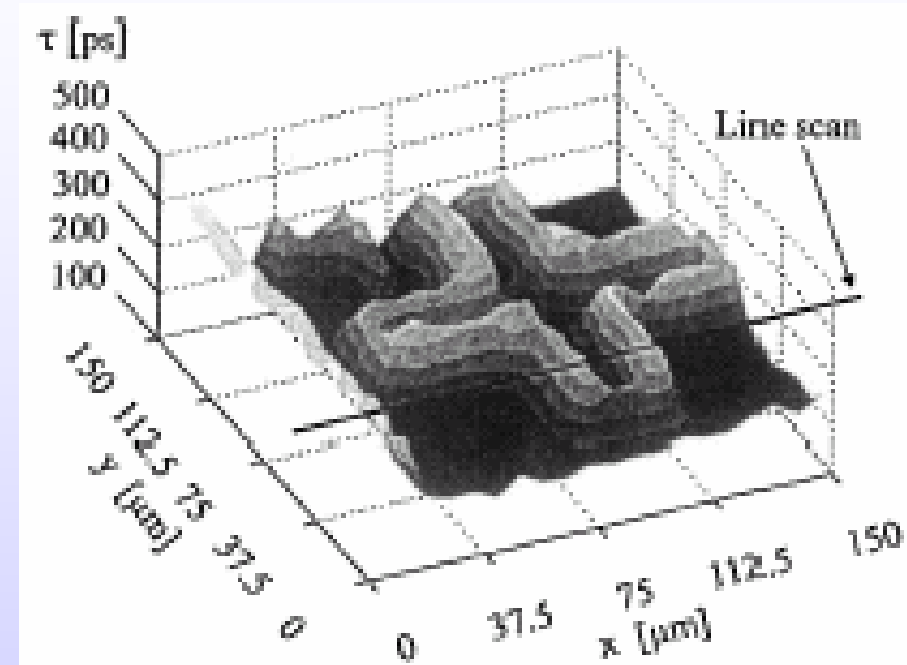


Krause-Rehberg, Springer 1999

SPM - Scanning Positron Microscope



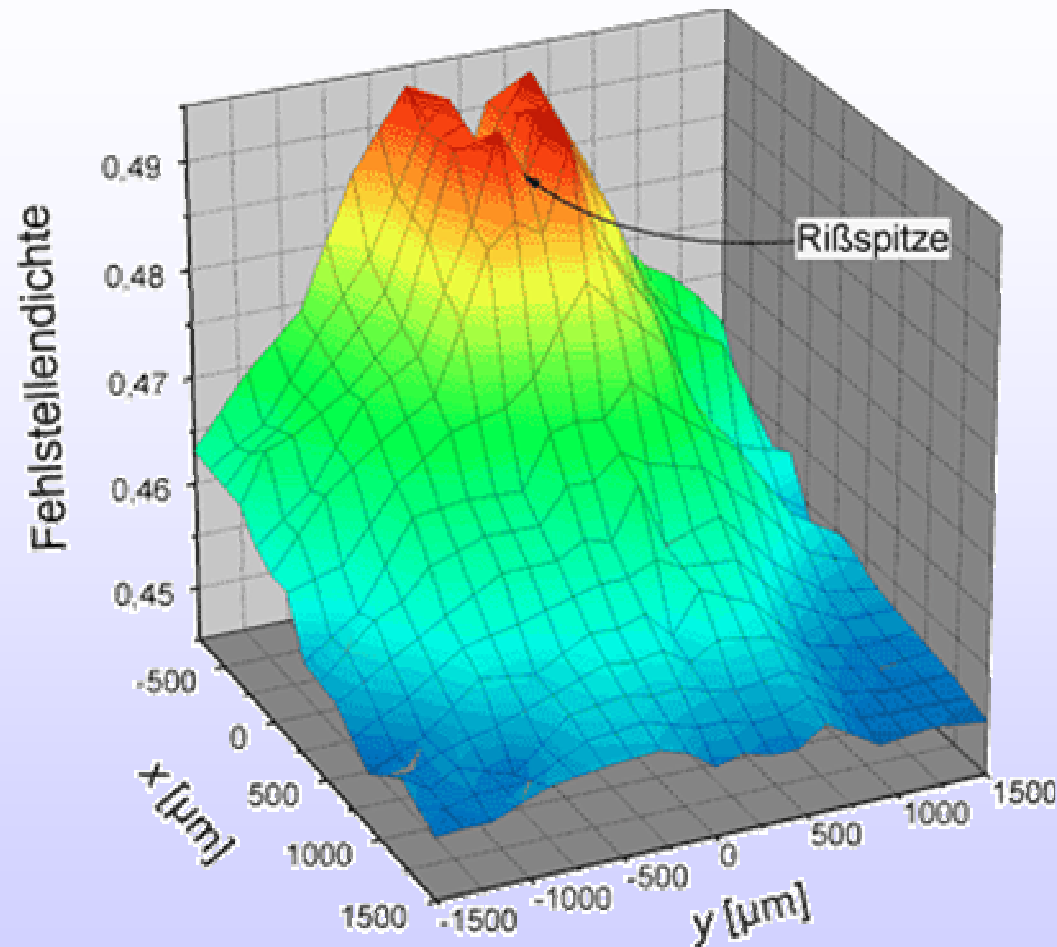
REM: $E_{e^-} = 8 \text{ keV}$



SPM: $E_{e^+} = 8 \text{ keV}$

Triftshäuser et al. PRL 87, 6, 2001

Ortsaufgelöste Messung an Edelstahl



Plastische Zone vor einer Ermüdungsriss Spitze

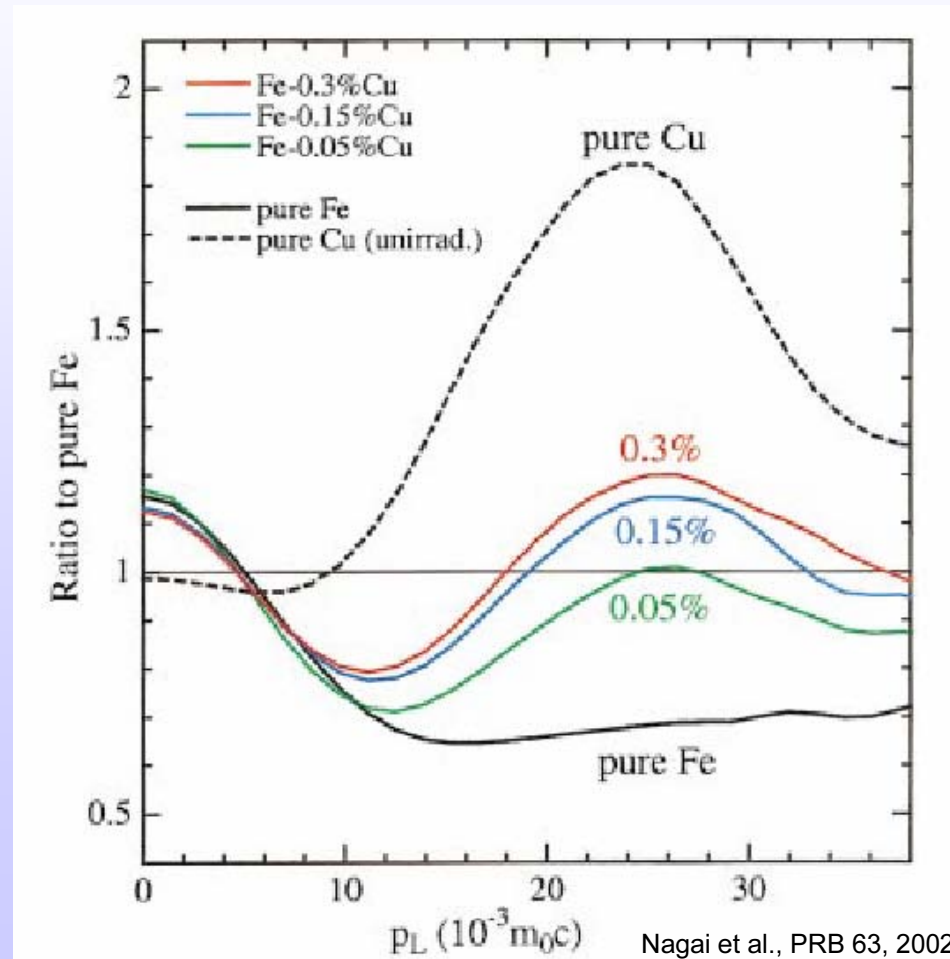
Positronenmikrosonde, HISKP Bonn, K. Maier et al. 1997

Stahl: Strahlungsinduzierte Defekte

Chemische Umgebung von Defekten:

Strahleninduzierte Kupferaggregation in Eisen

→ Versprödung von Reaktordruckbehälterstahl



Oberflächen

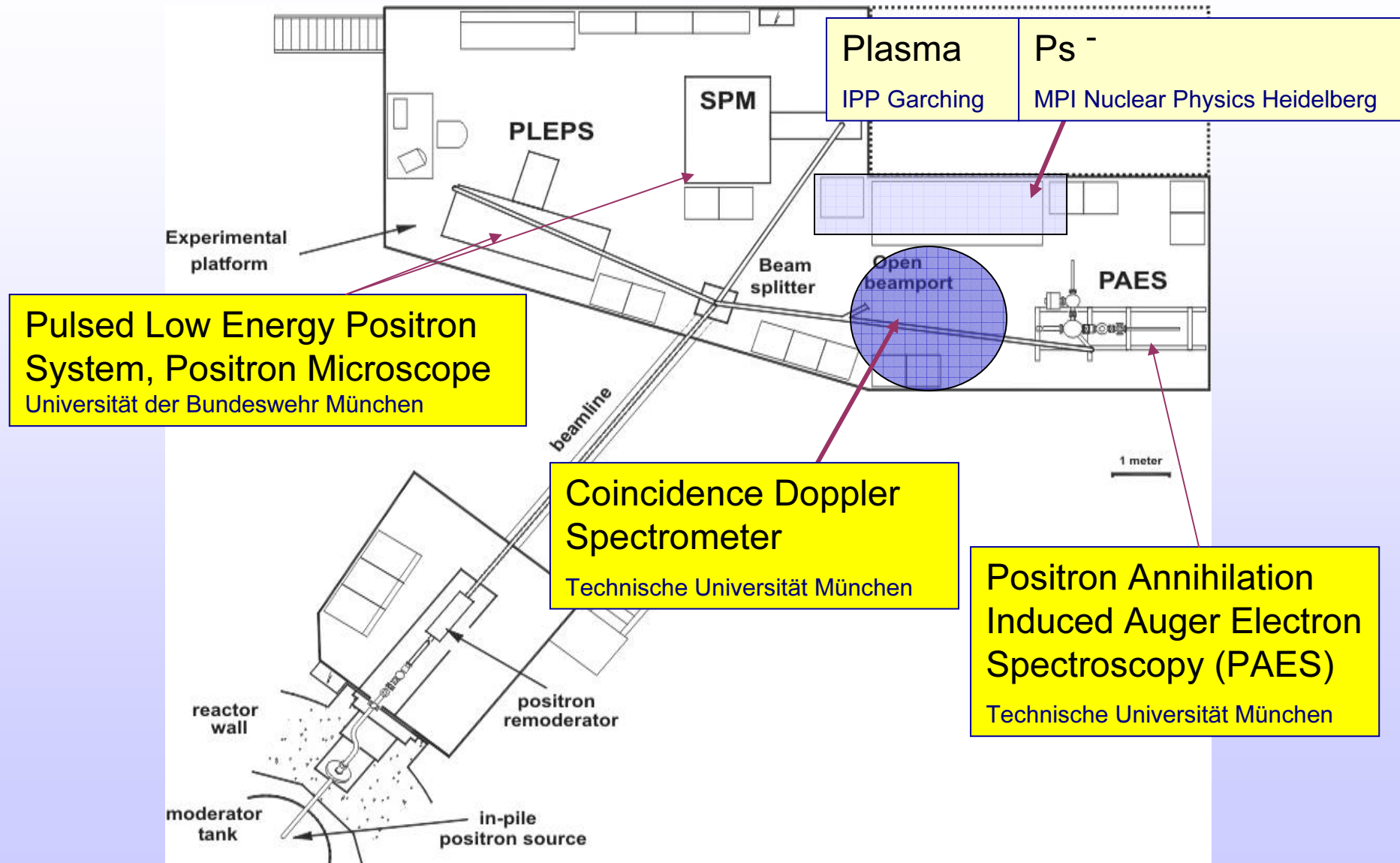
✘ Positronen

- **extrem oberflächensensitiv → oberste Atomlage!**
- **zerstörungsfreie Elementanalyse von Adatomen**

✘ Fragestellungen aus der Oberflächenphysik und Materialforschung

- **Katalyse** an Oberflächen
- **Legierungsbildung** an der Oberfläche
- **Funktionale Oberflächen** wie z.B. in Brennstoffzellen

NEPOMUC und Instrumente FRM-II



Fazit

- ✘ Positron als **zerstörungsfreie Sonde** ideal geeignet für Fragestellungen aus der Materialforschung
 - Aufspüren von **Fehlstellen**
 - Charakterisierung der **chemischen Umgebung** von Fehlstellen
 - Hochsensitive Untersuchung von **Oberflächen**
- ✘ $10^9 - 10^{10}$ e⁺/s an **NEPOMUC**