

PETRA III - Aus Sicht der Nutzer

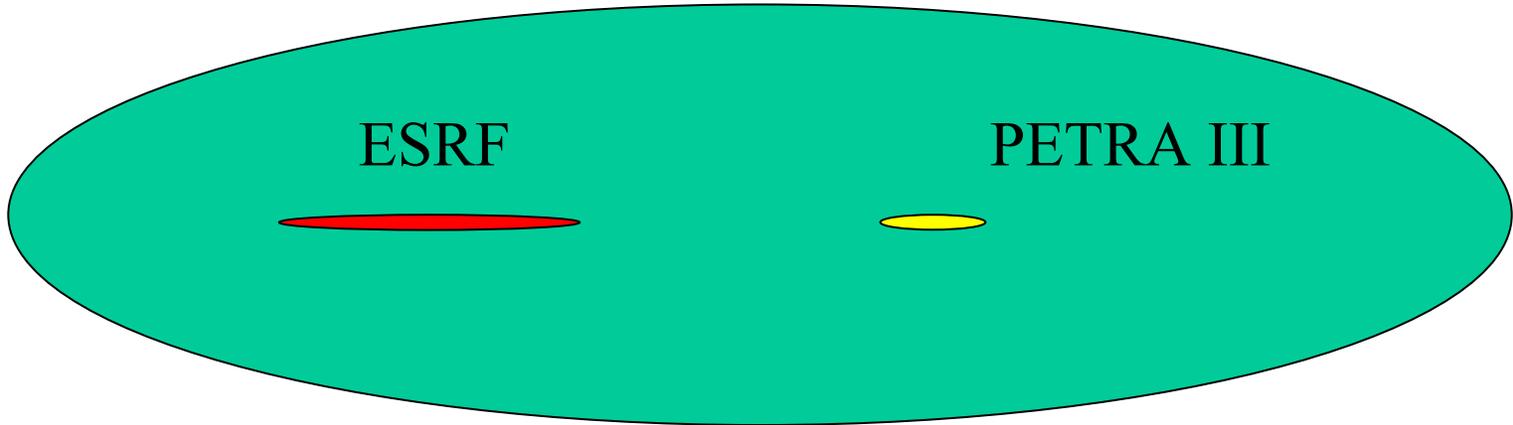
Ralf Röhlsberger

DESY, Hamburg

- PETRA III als (Röntgen) Lichtquelle
- Der Röntgenblick: Messmethoden
- Anwendungen
 - Bausteine des Lebens: Biomoleküle
 - Vielschichtig: Verborgene Grenzflächen
 - Tiefer Einblick: Mikro- und Nanomikroskopie in 3D

Vergleich der Quellgrößen

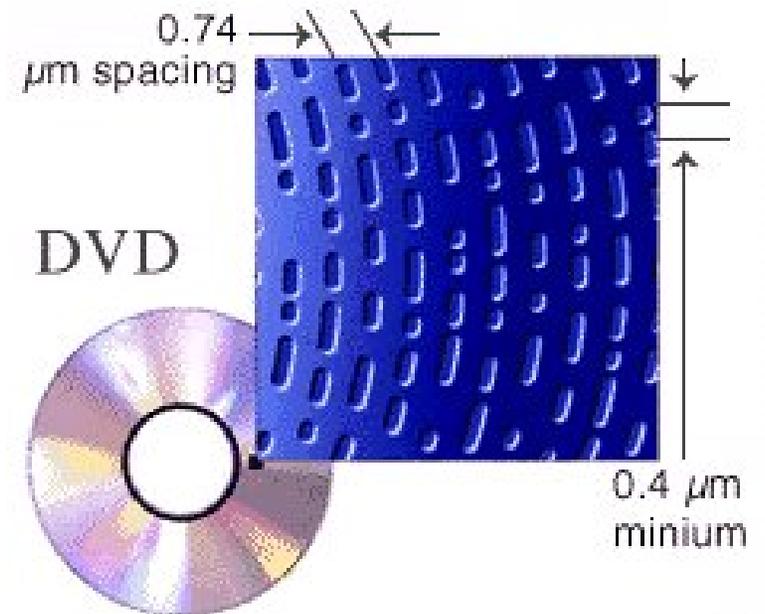
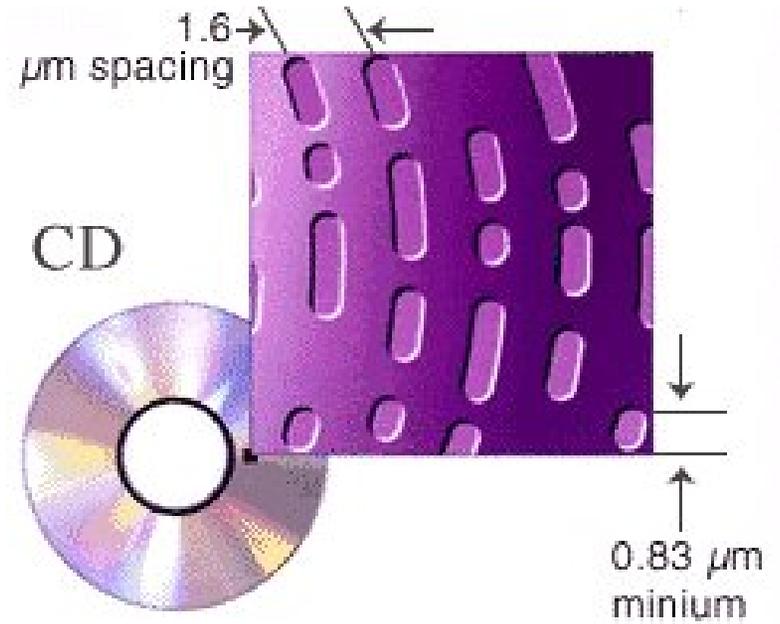
DORIS III



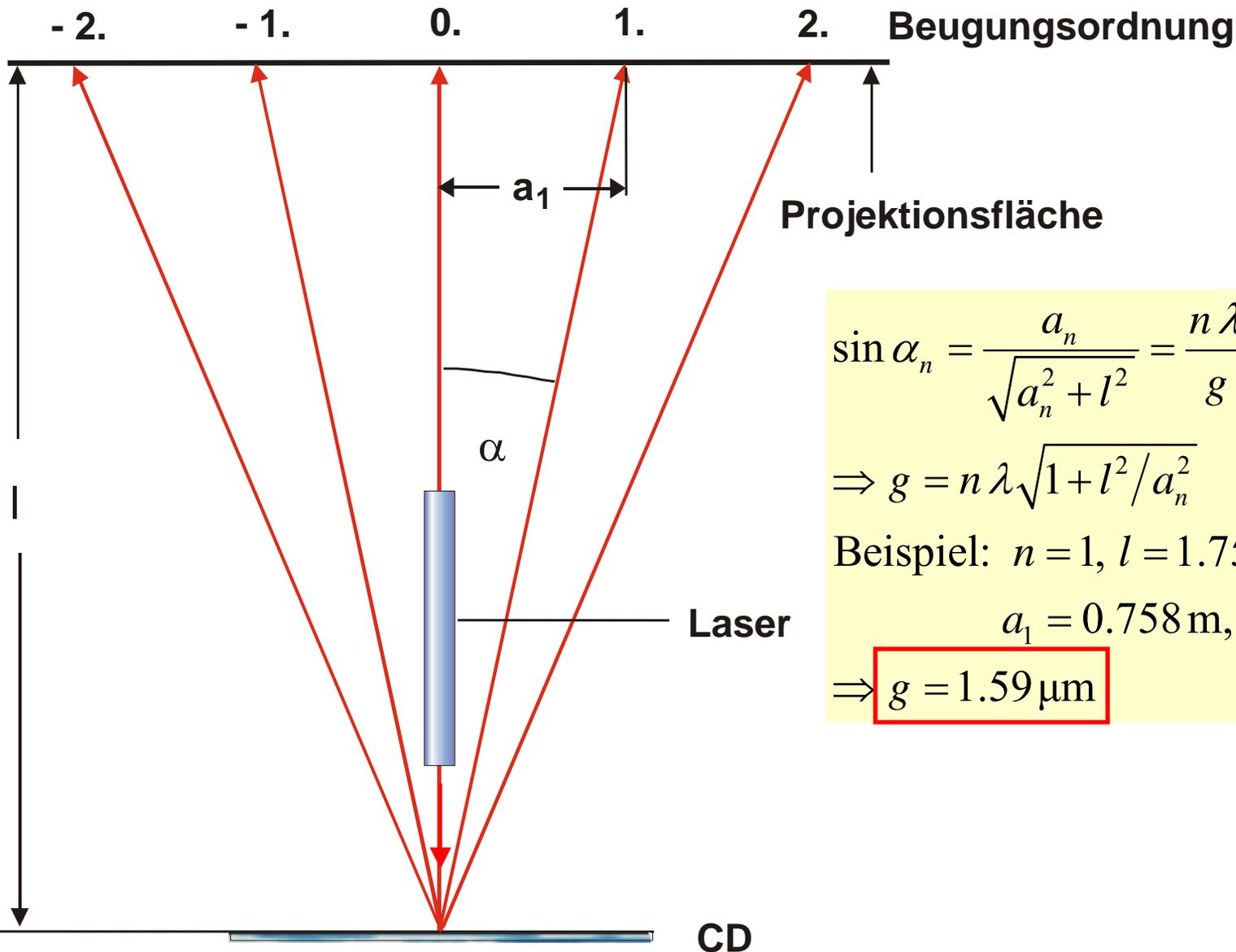
ESRF

PETRA III

Ein Experiment



Bestimmung der Abstände der „Pits“ auf einer CD aus dem Beugungsbild



$$\sin \alpha_n = \frac{a_n}{\sqrt{a_n^2 + l^2}} = \frac{n \lambda}{g}$$

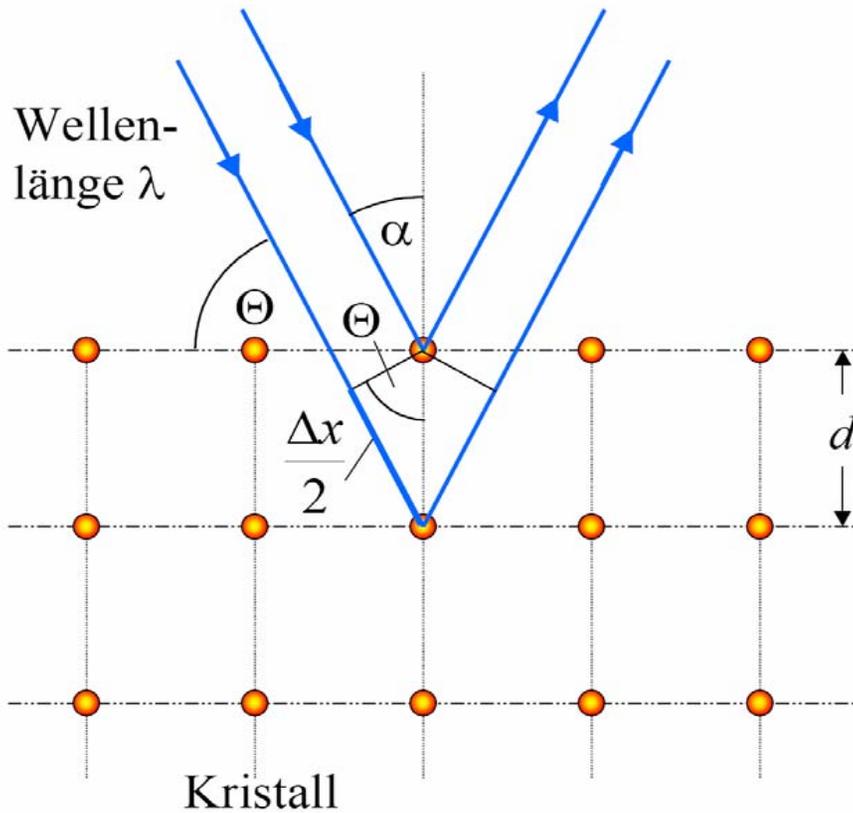
$$\Rightarrow g = n \lambda \sqrt{1 + l^2 / a_n^2}$$

Beispiel: $n = 1, l = 1.75 \text{ m}$

$a_1 = 0.758 \text{ m}, \lambda = 632.8 \text{ nm}$

$$\Rightarrow g = 1.59 \mu\text{m}$$

Beugung von Röntgenstrahlen: Bestimmung der Kristallgitterstruktur



Es gilt

$$\frac{\Delta x}{2} = d \sin \Theta$$

damit folgt für die Maxima der Röntgenstrahlung die *Bragg-Gleichung*

$$2d \sin \Theta = \lambda$$

Messung ist bekannt

Die Röntgenwellenlängen sind sehr kurz:

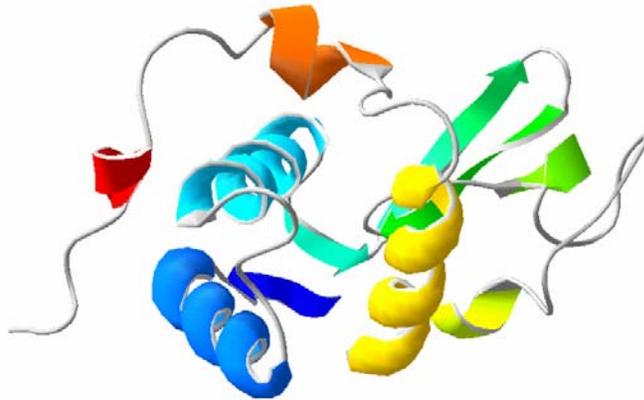
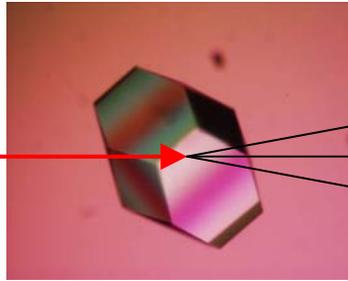
$$\lambda_{\text{R}} \approx 10^{-9} - 10^{-10} \text{ m}$$

Durch Messung des Winkels Θ kann die Gitterkonstante d bestimmt werden.

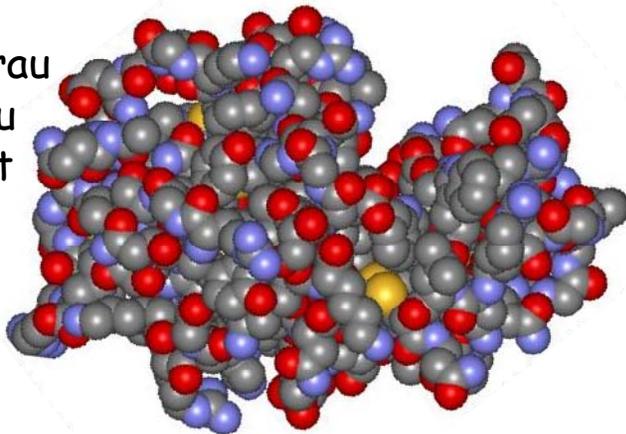
Proteinkristallographie

X-rays

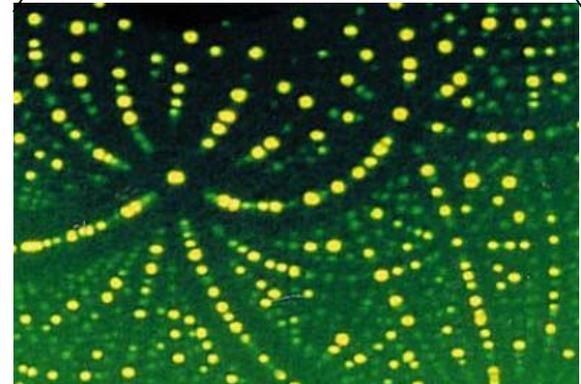
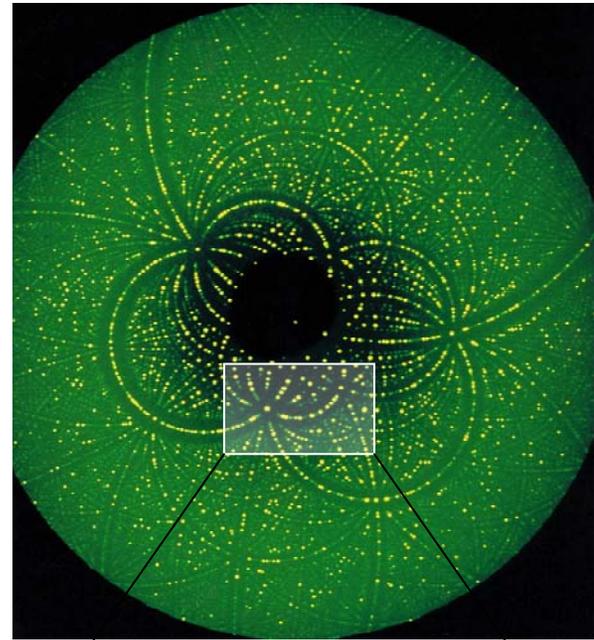
Protein Kristall
(Lysozyme)



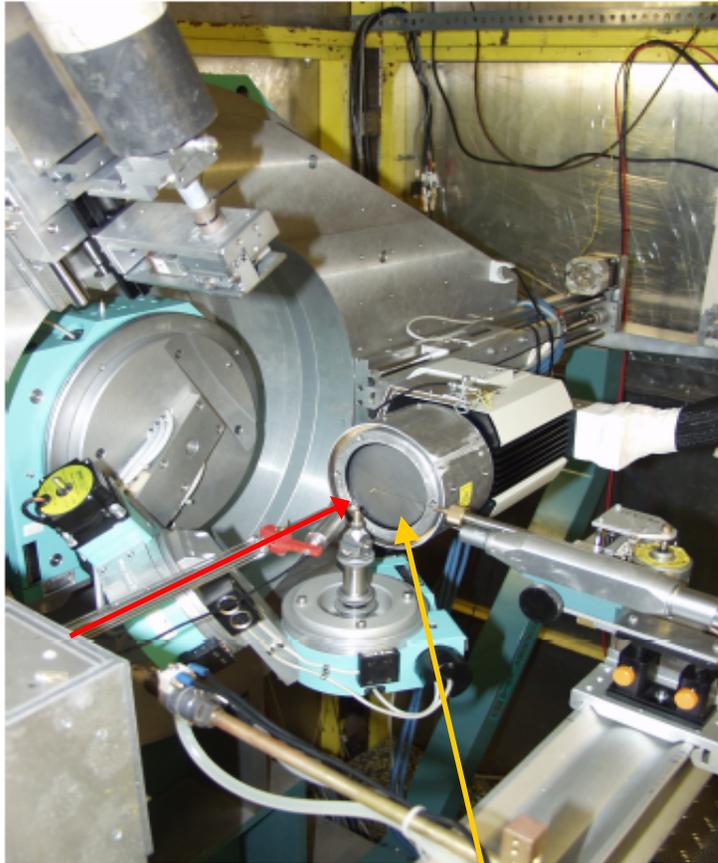
Kohlenstoff: Grau
Stickstoff: Blau
Sauerstoff: Rot
Schwefel: Gelb



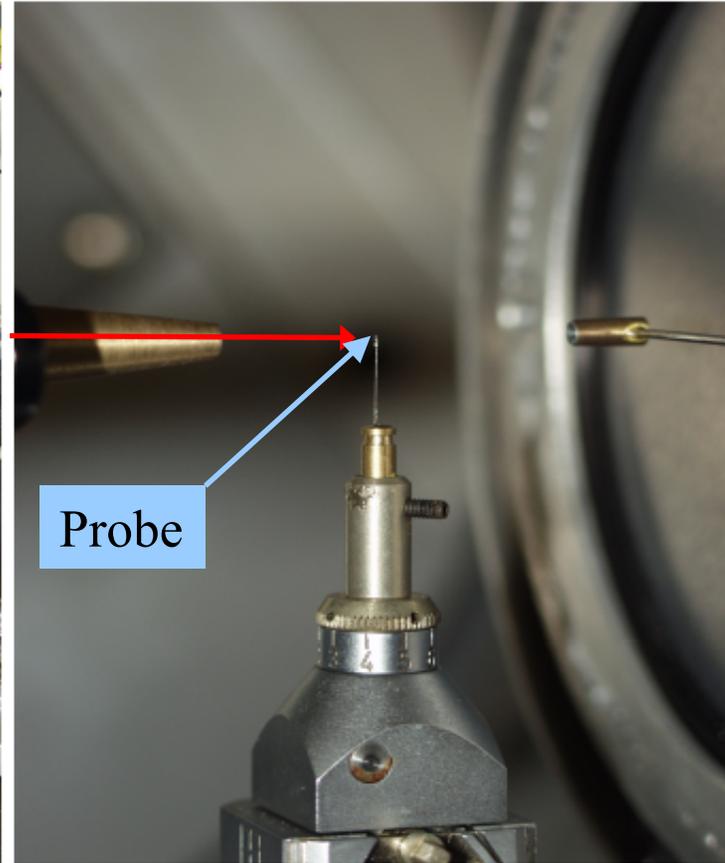
Beugungsbild



Single crystal diffractometers



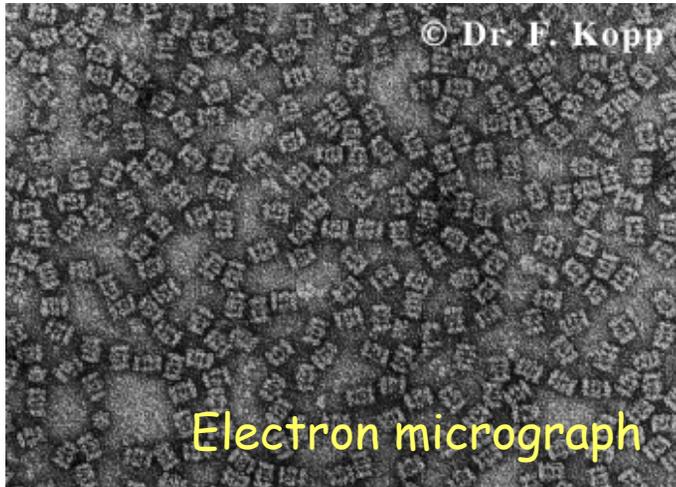
CCD Detektor



Probe

The proteasome

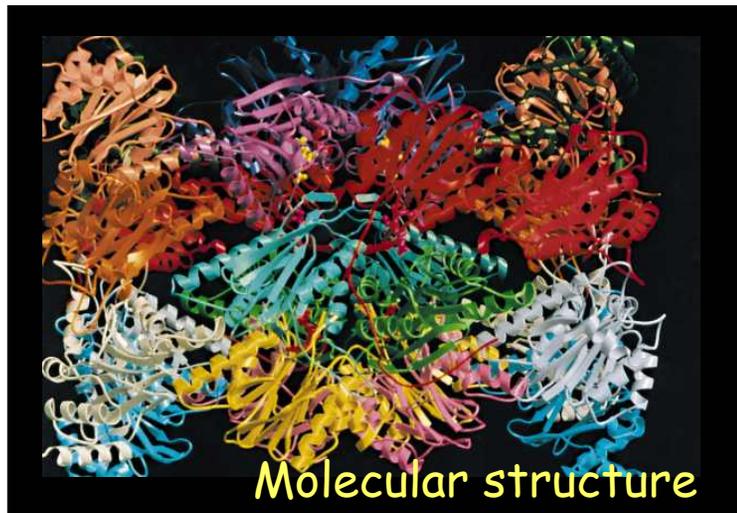
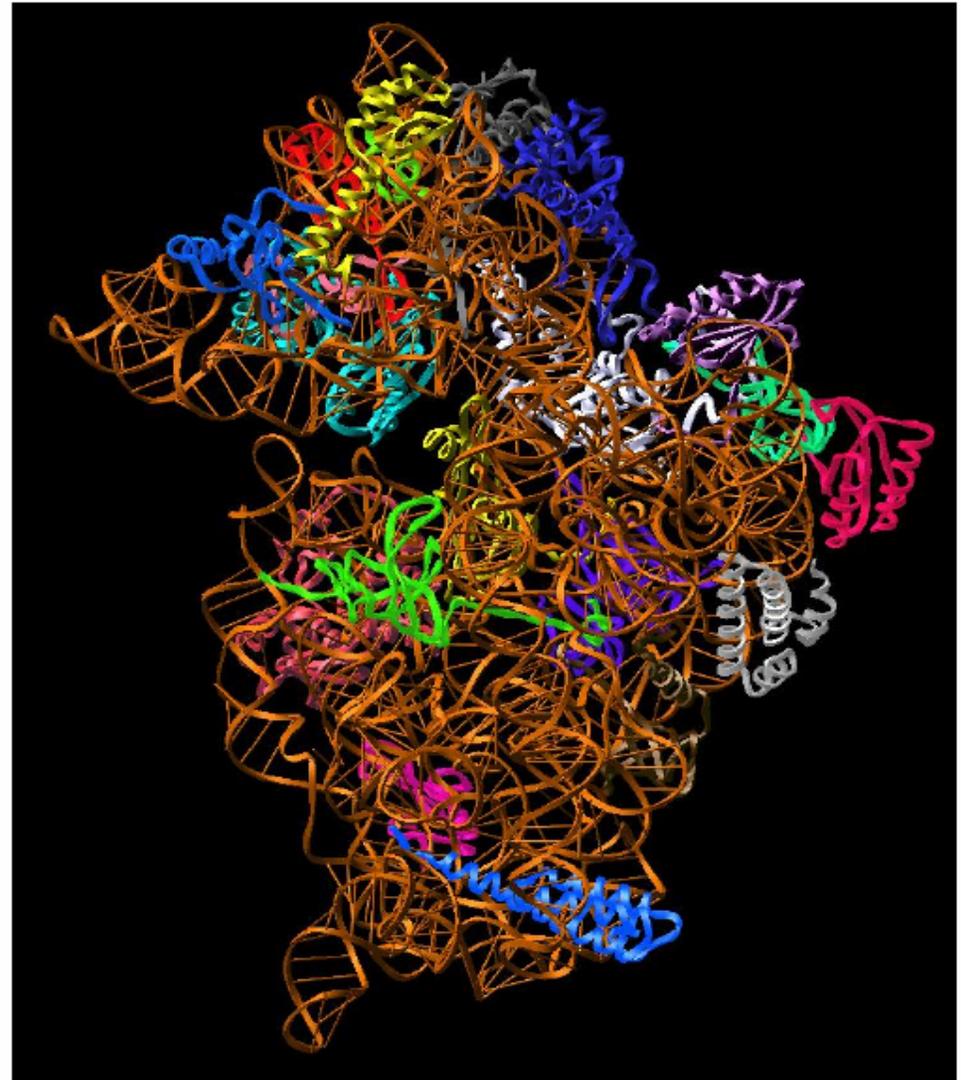
(cuts proteins into peptides and amino acids)



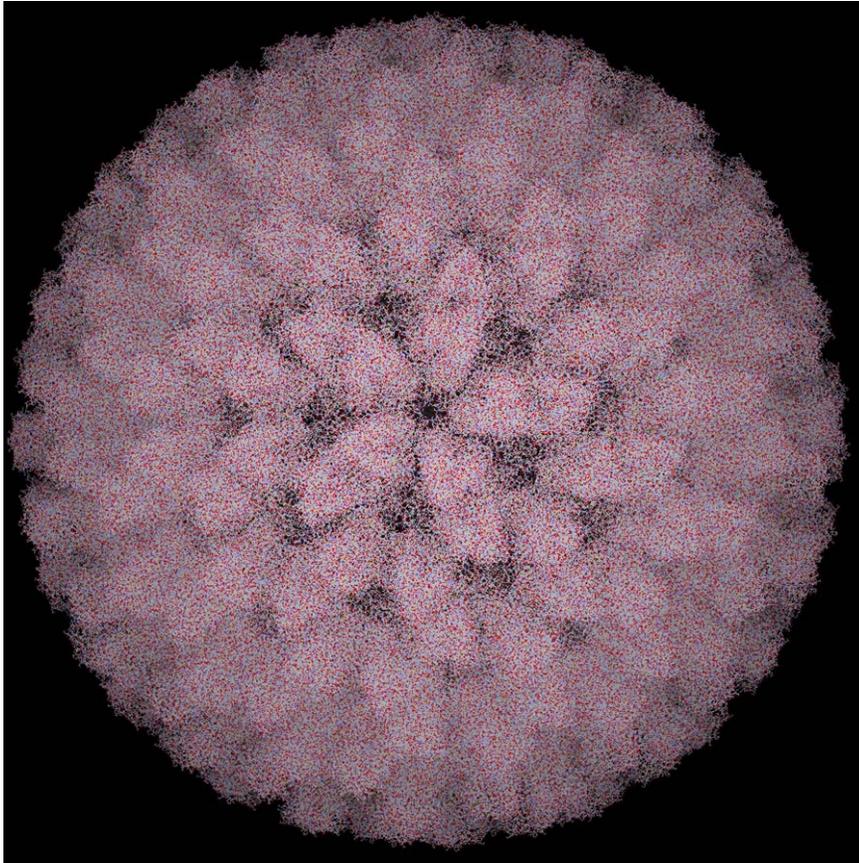
The ribosome

(synthesis of proteins)

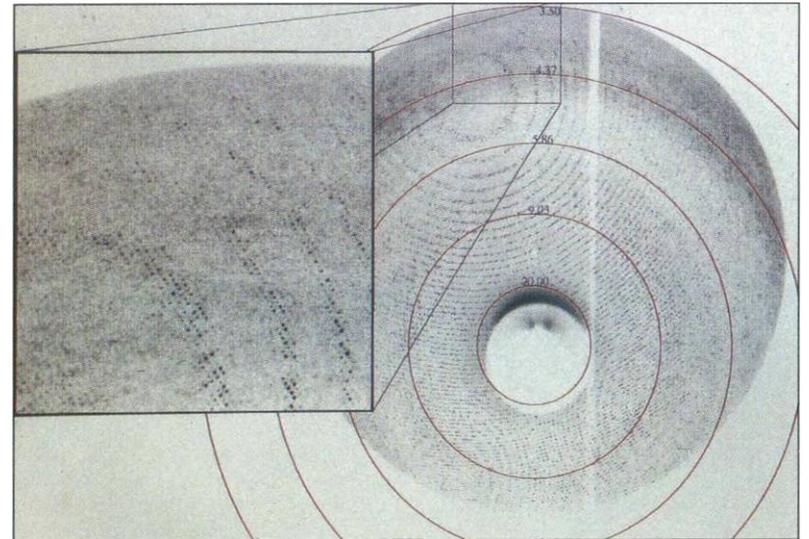
The 30S subunit of the ecoli ribosome



Extremely large complexes (e.g., viruses)

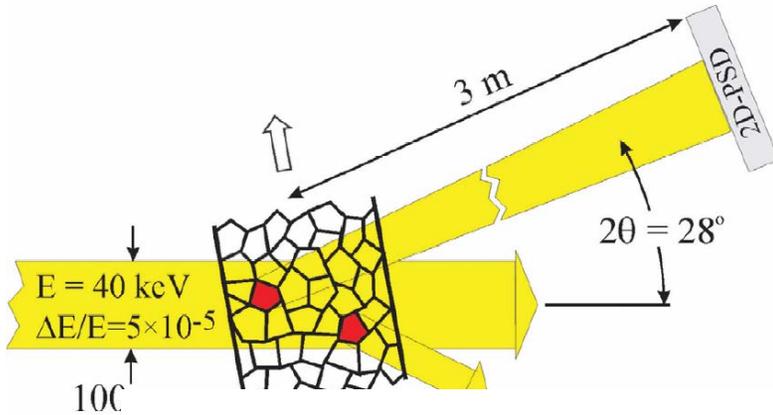


Example: Blue Tongue Virus



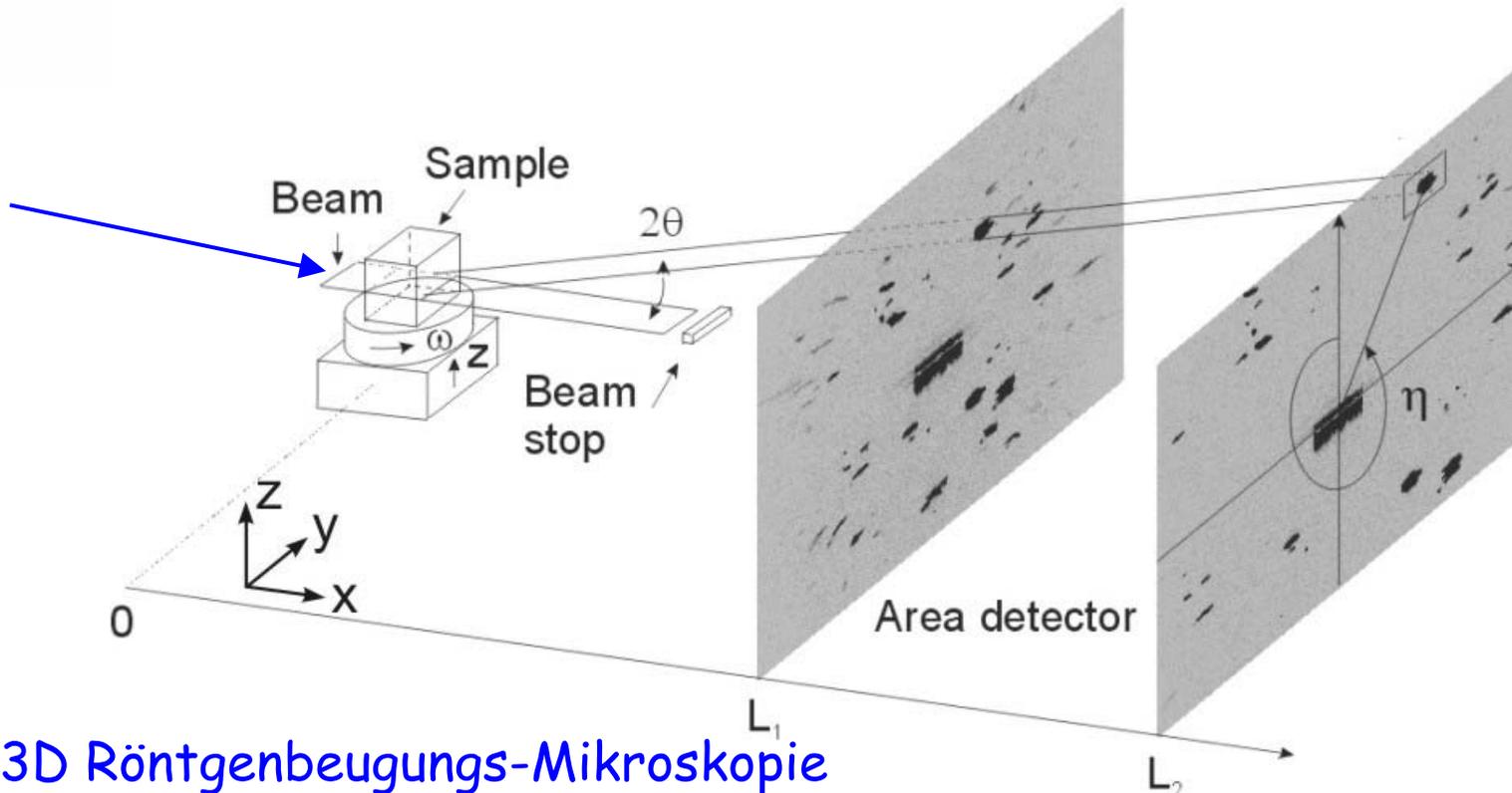
J.M. Grimes et al., Nature 395, 470-478 (1998)

Abbildung von Kristalliten in Metallen und Legierungen



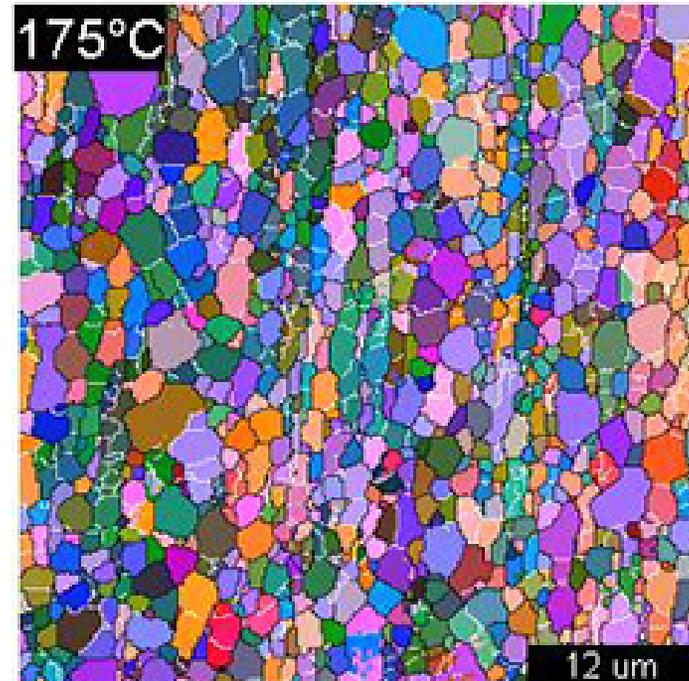
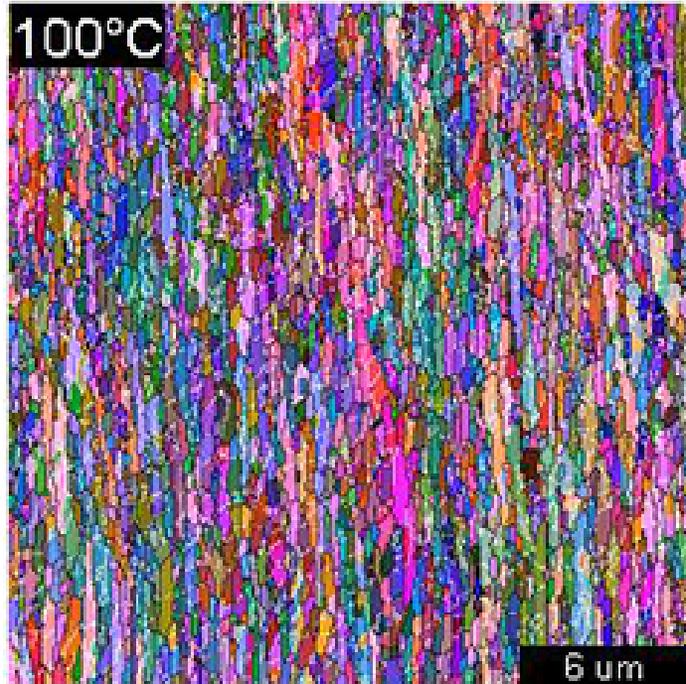
Wie ändert sich die Mikrostruktur eines Materials bei mechanischer Belastung und Verformung?

Zu bestimmende Eigenschaften: **Position**, **Morphologie**, **Orientierung**, **Deformation** (plastisch/elastisch), **Zusammensetzung**



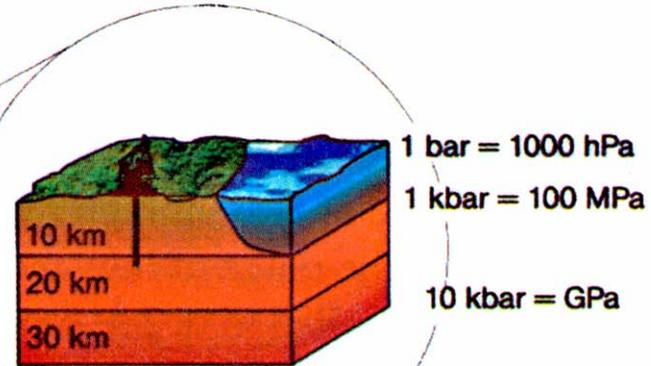
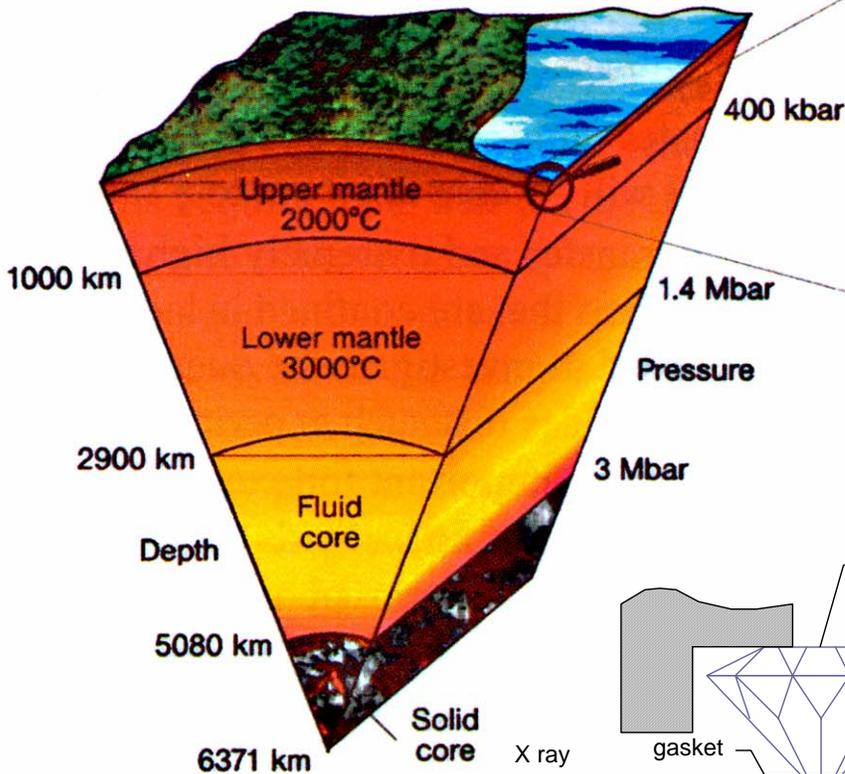
3D Röntgenbeugungs-Mikroskopie

Änderung des kristallinen Gefüges mit der Temperatur

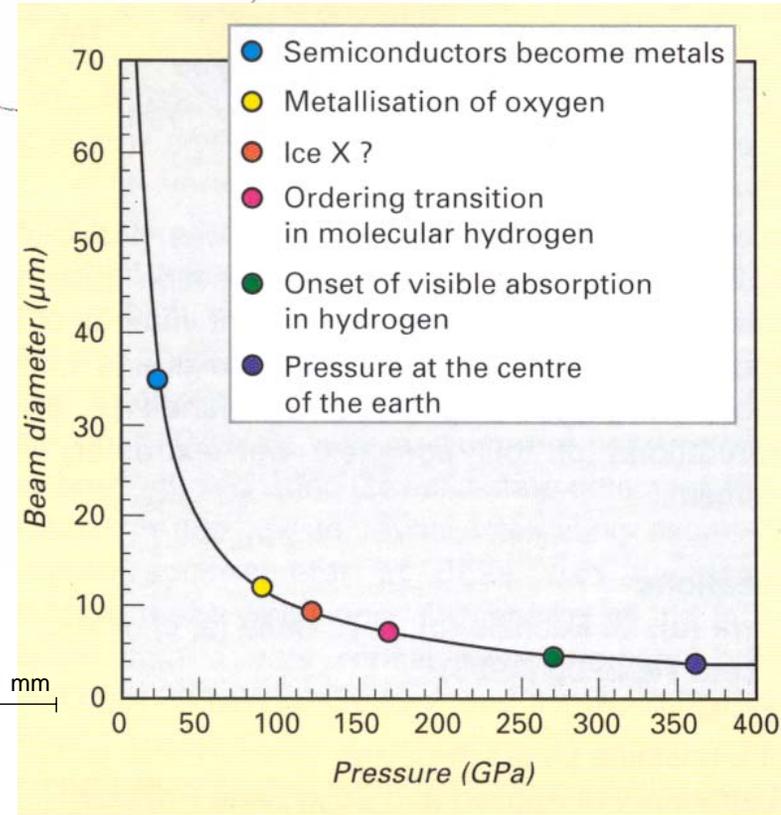
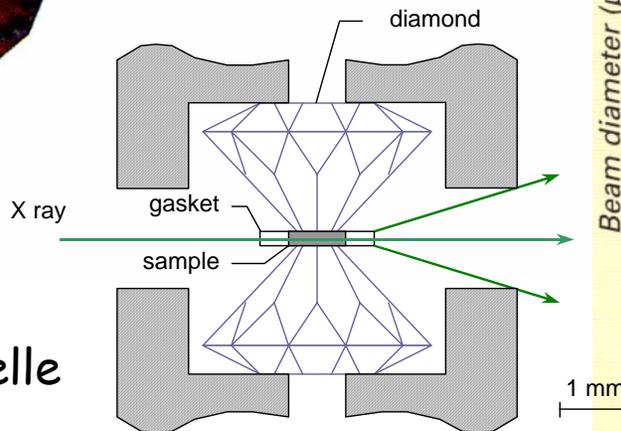


Röntgenbeugung an Proben unter hohem Druck

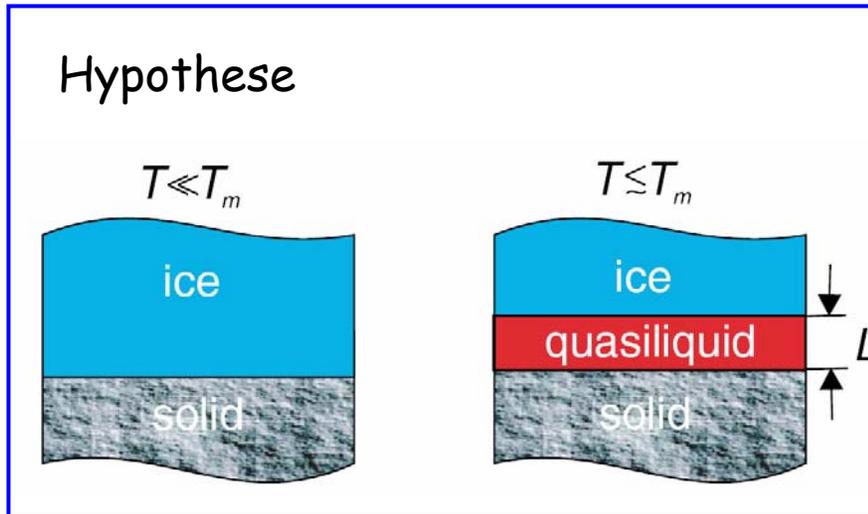
Geophysikalische Forschung



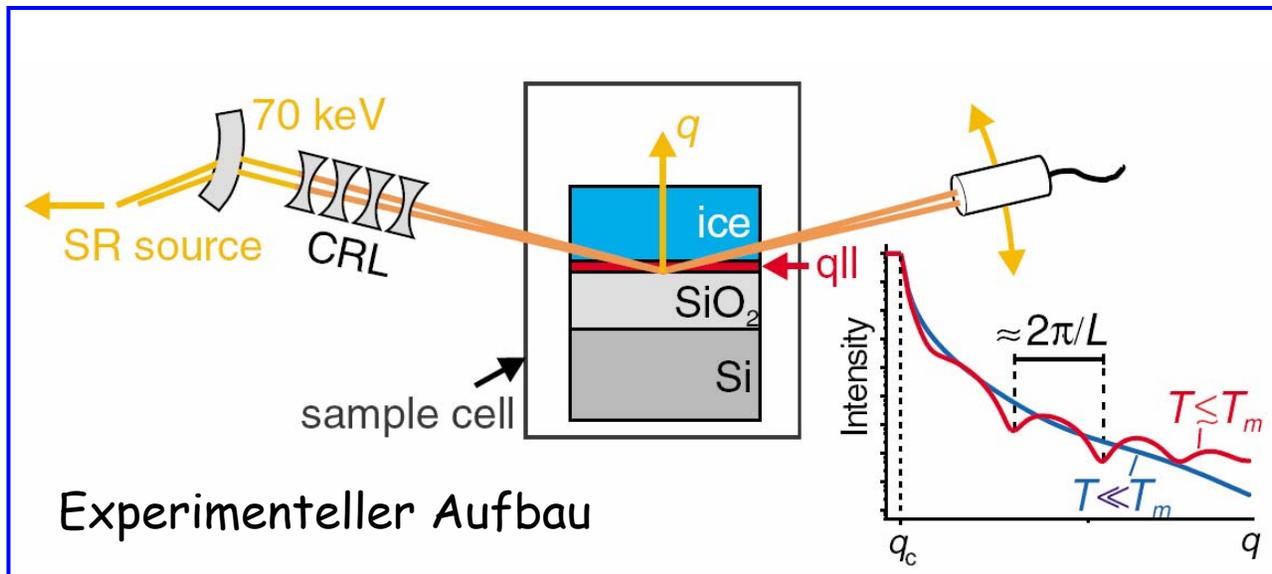
Diamantstempelzelle



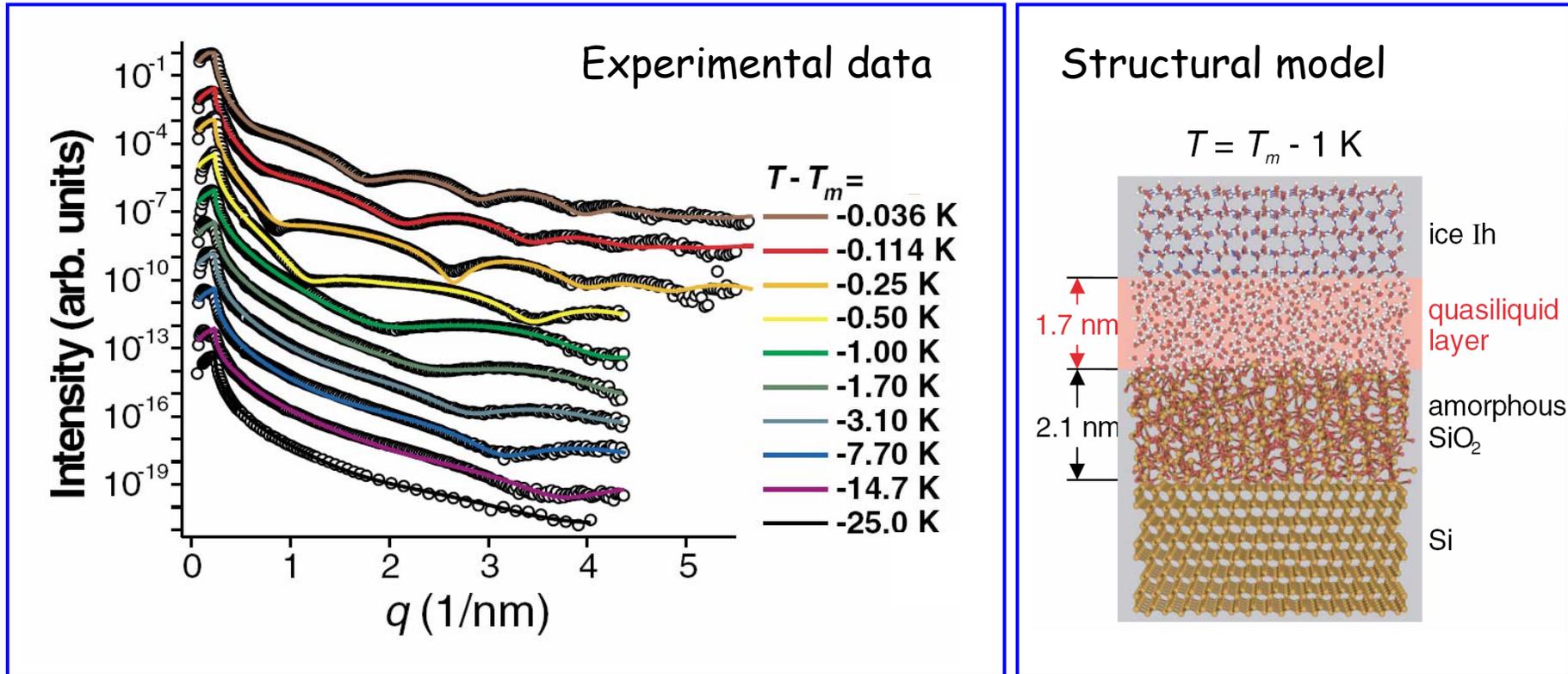
Das Schmelzen von Eis an der Grenzfläche zu SiO_2



S. Engemann et al.,
Phys. Rev. Lett. 92,
205701 (2004)



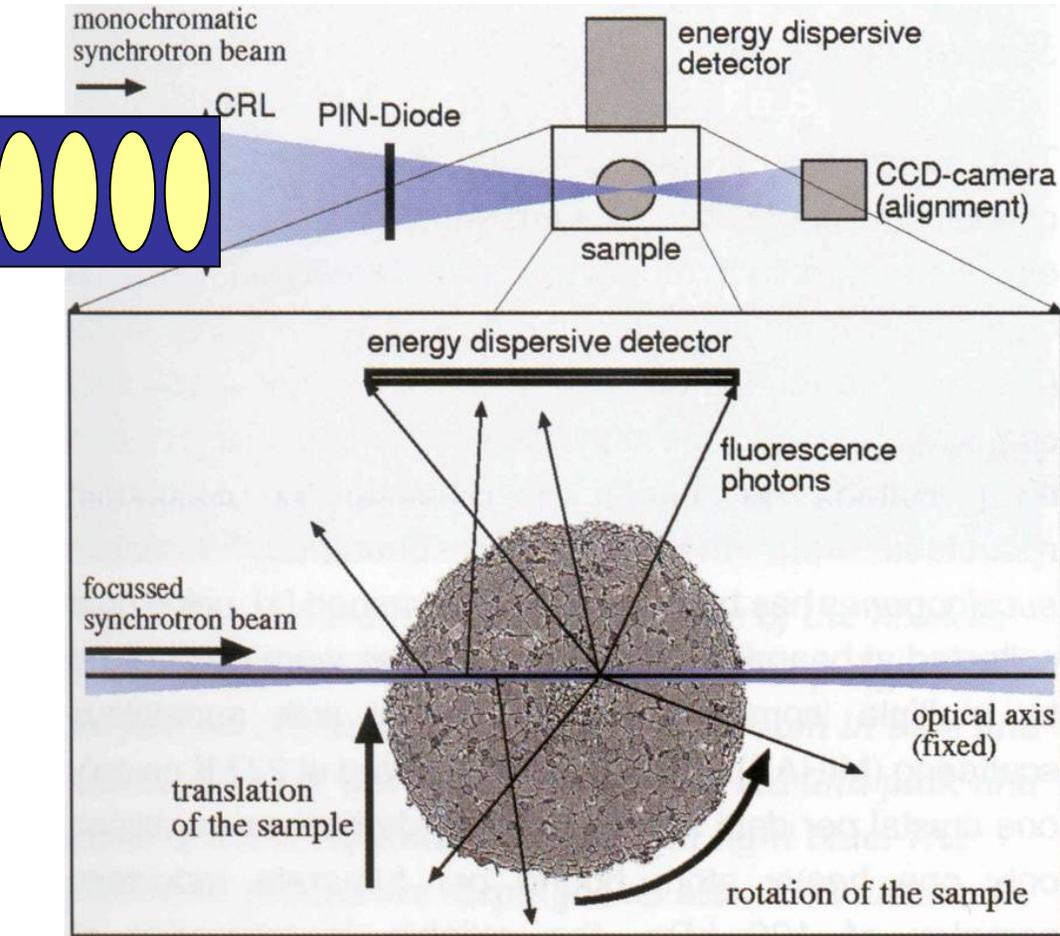
Das Schmelzen von Eis an der Grenzfläche zu SiO_2



Interessant für: Bewegung von Gletschern, Reibung auf Eisflächen, Verhalten von Permafrostböden

Mikrofluoreszenz - Tomographie: Analyse von Element - Verteilungen

Beispiel: Wurzel eines Mahagonibaums

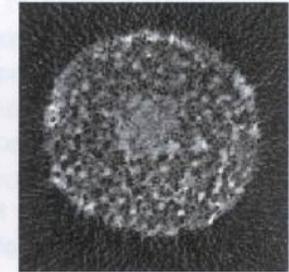
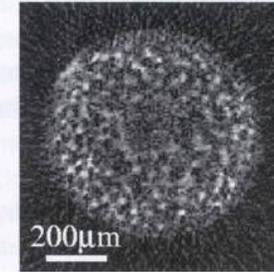


Lengeler et al. JSR, 6, 1153-1167 (1999)

a) Fluorescence tomographs

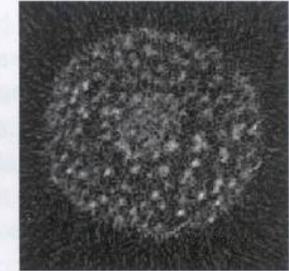
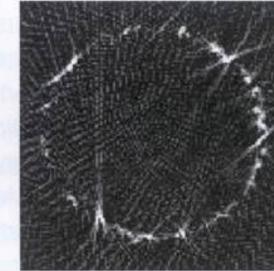
Cl K α

K K α

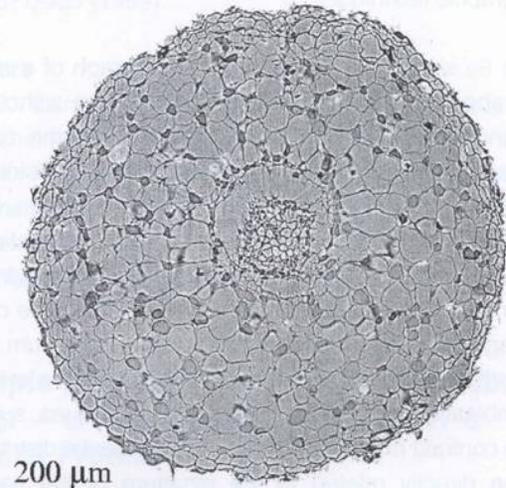


Fe K α

Rb K α

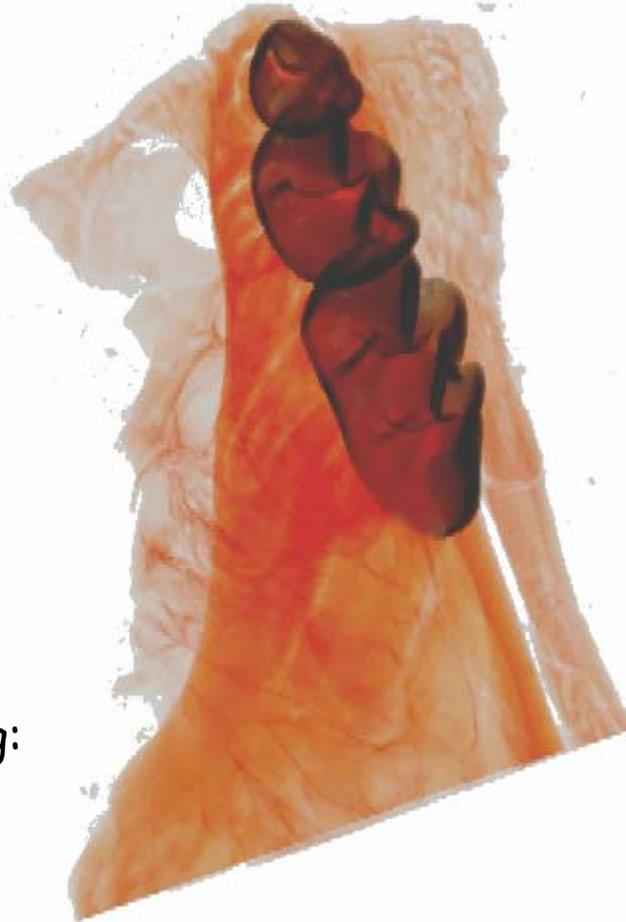


b) Phase contrast tomograph



Tomographie mit Synchrotronstrahlung

Beispiel: Kiefer einer Maus



6 mm

Räumliche Auflösung:
ca. 3 μm

Quelle: Astrid Haibel, GKSS

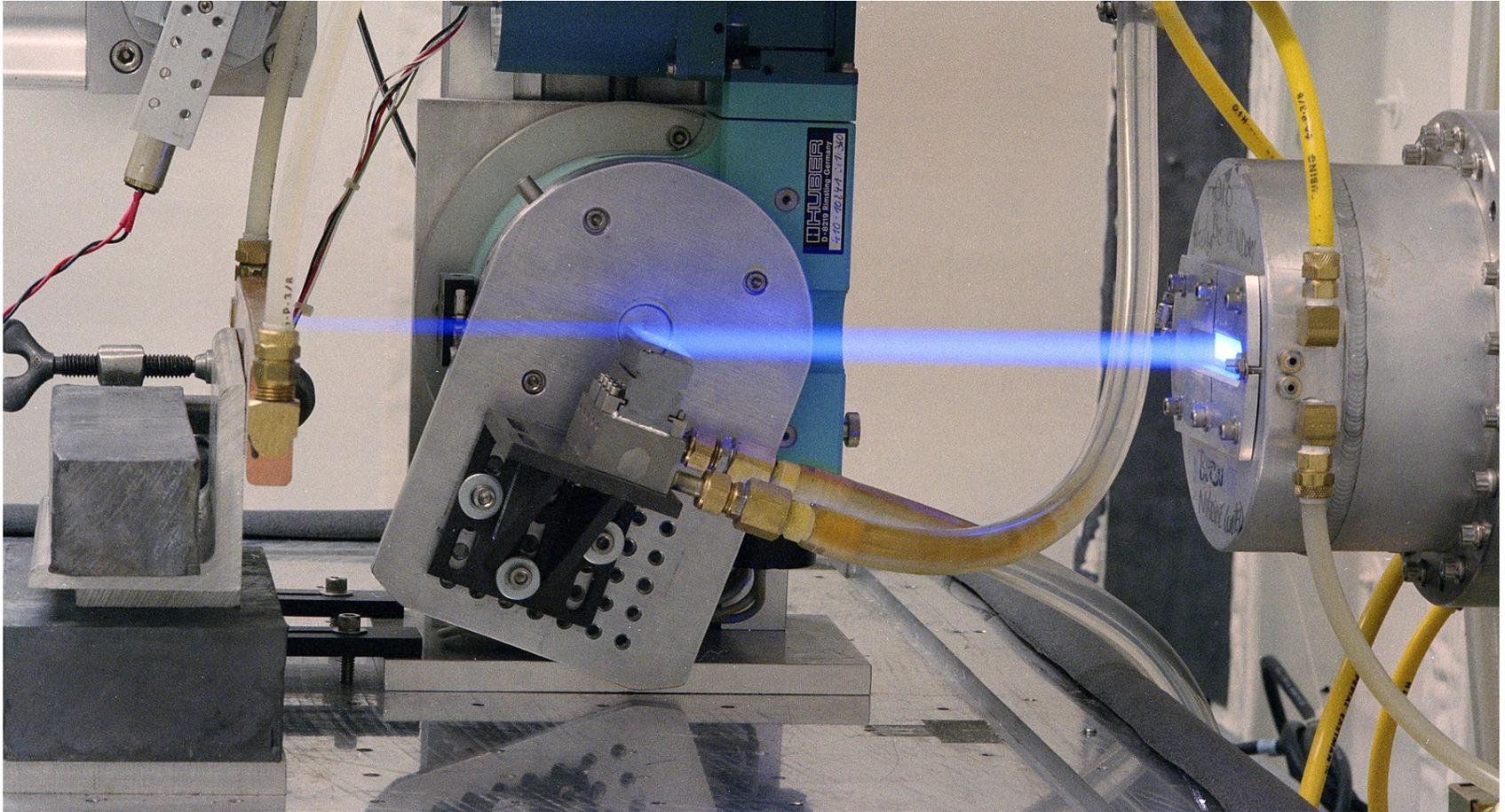
Zusammenfassung

Die Synchrotronstrahlung von PETRA III ermöglicht einzigartige Einblicke in Materie, die mit keiner anderen Methode möglich sind.

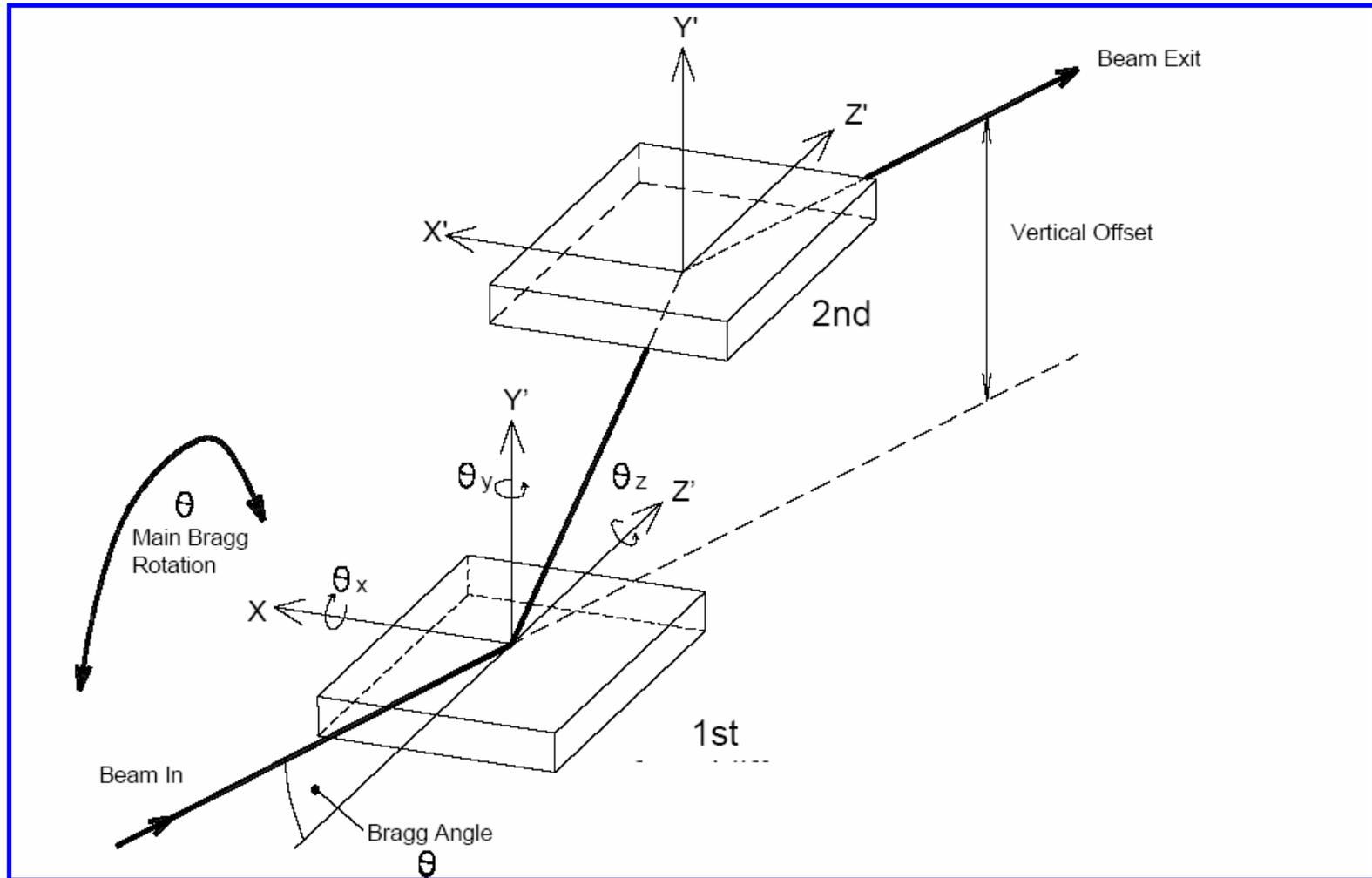
Die kleine Emittanz des gespeicherten Strahls erlaubt es, die Photonenstrahlung auf kleinste Querschnitte zu fokussieren (sub- μm , Grenze bei ca. 10 nm)

Die Empfindlichkeit der Messmethoden erfordert hohe Strahlage - Stabilität (z.B. Lageänderungen max. 10% des Strahlquerschnitts)

Photonenstrahl in Luft



Entwicklung eines Doppelkristallmonochromators für PETRA III



Kristalle eingebaut

