

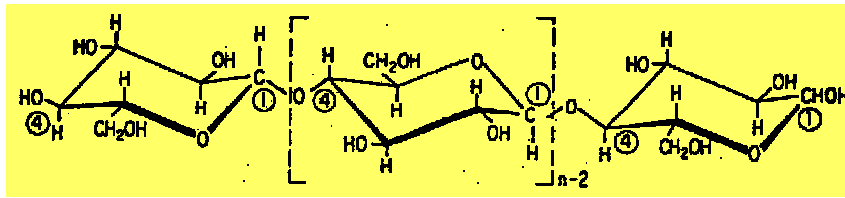


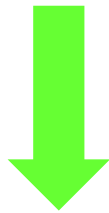
## M3.2: Elektronendiffraktion

- **Ortsauflösung**, da durch elektromagnetische Linsen fokussierbar und da kleine Wellenlänge
- direkte Anwahl interessanter Bereiche über EM-Bild 
- starke **inelastische** Effekte (starke WW), daher **keine quantitativen Intensitäten**, also keine komplette Struktur
- starke Strahlenschäden 

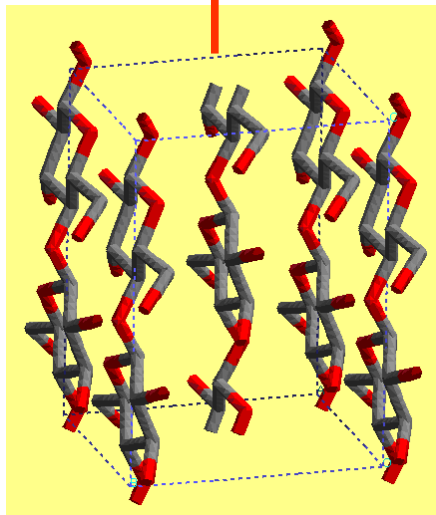
# Polymorphie nativer Zellulose (I $\alpha$ - I $\beta$ )



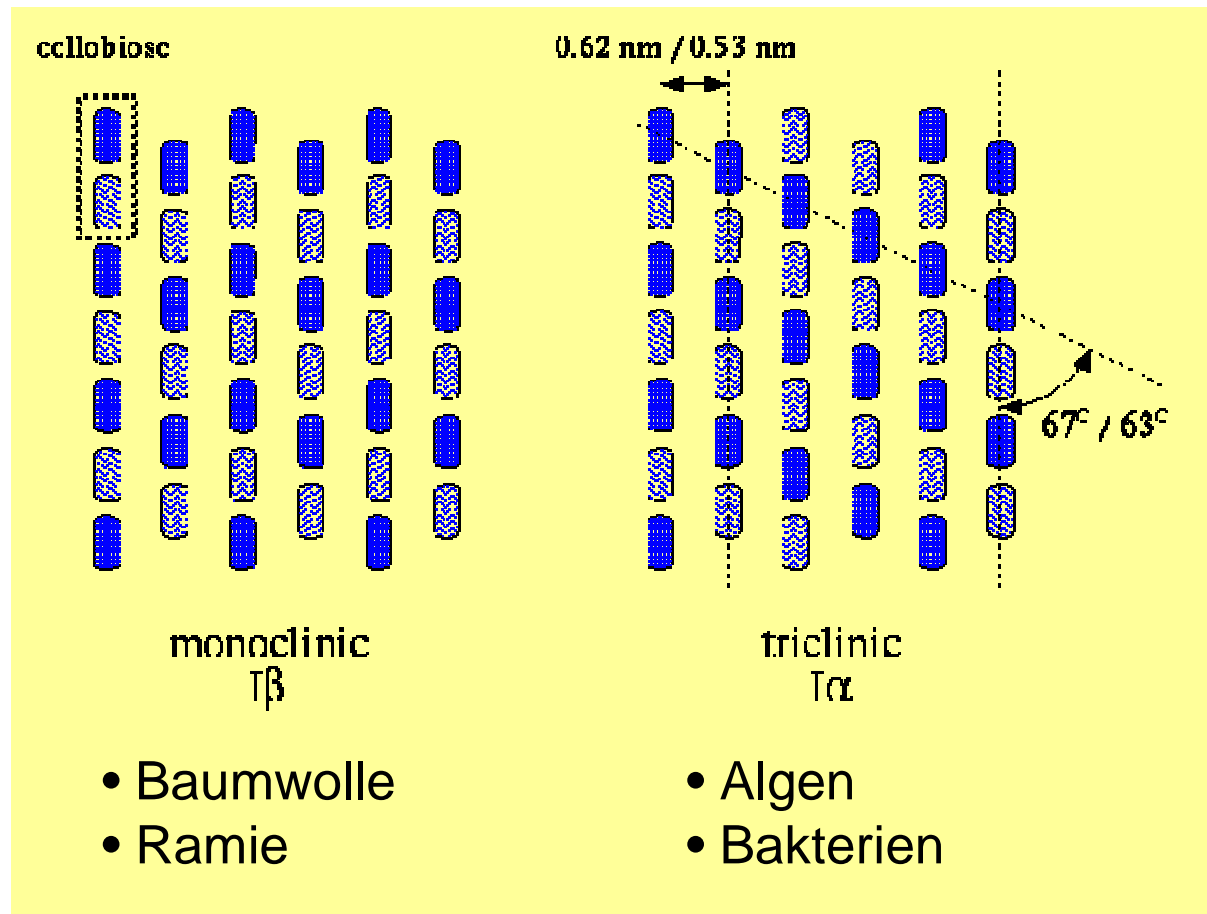
Zellulose-Molekül:  
**Zellobiose** ist wiederholte  
 Struktureinheit



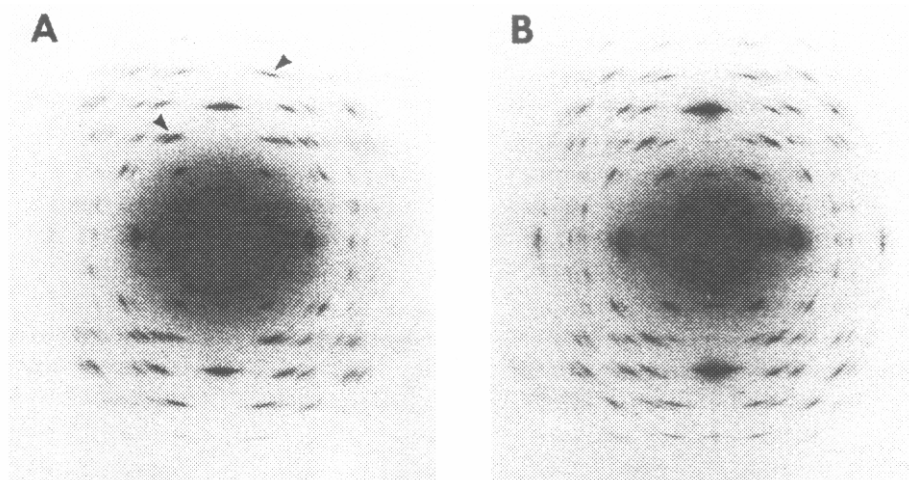
c: Faserachse



I $\beta$ -Einheitszelle  
 $8.02 \times 8.17 \times 10.3 \text{ \AA}^3$

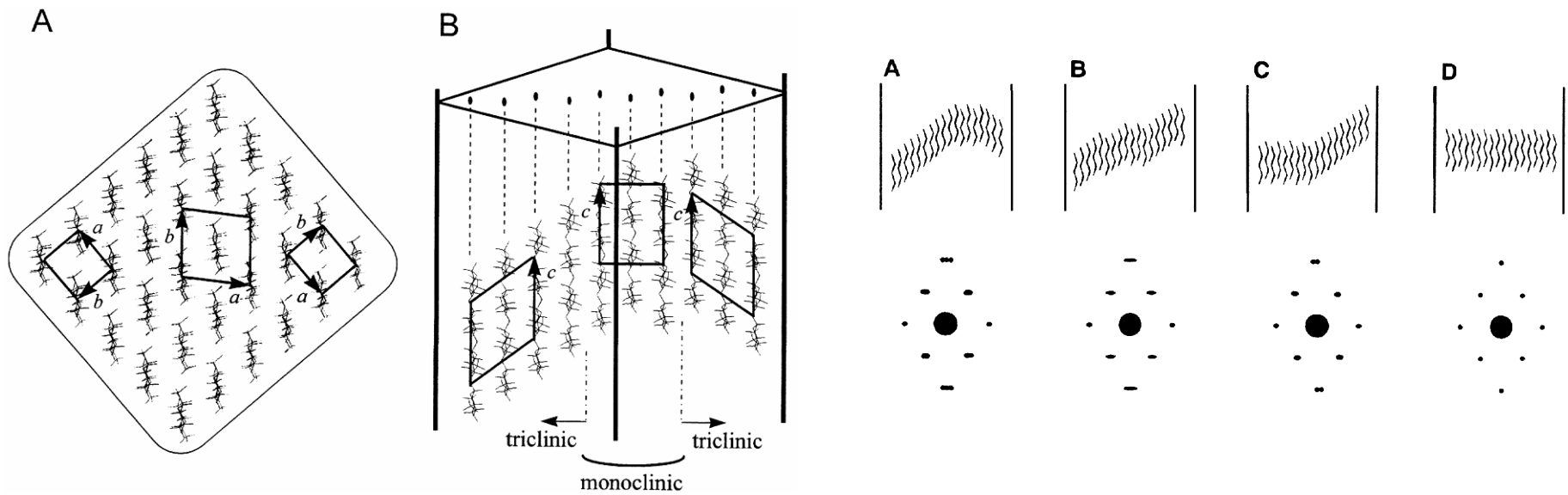


# Zellulose $\alpha$ / $\beta$ Nanodomänen in Algenzellwänden

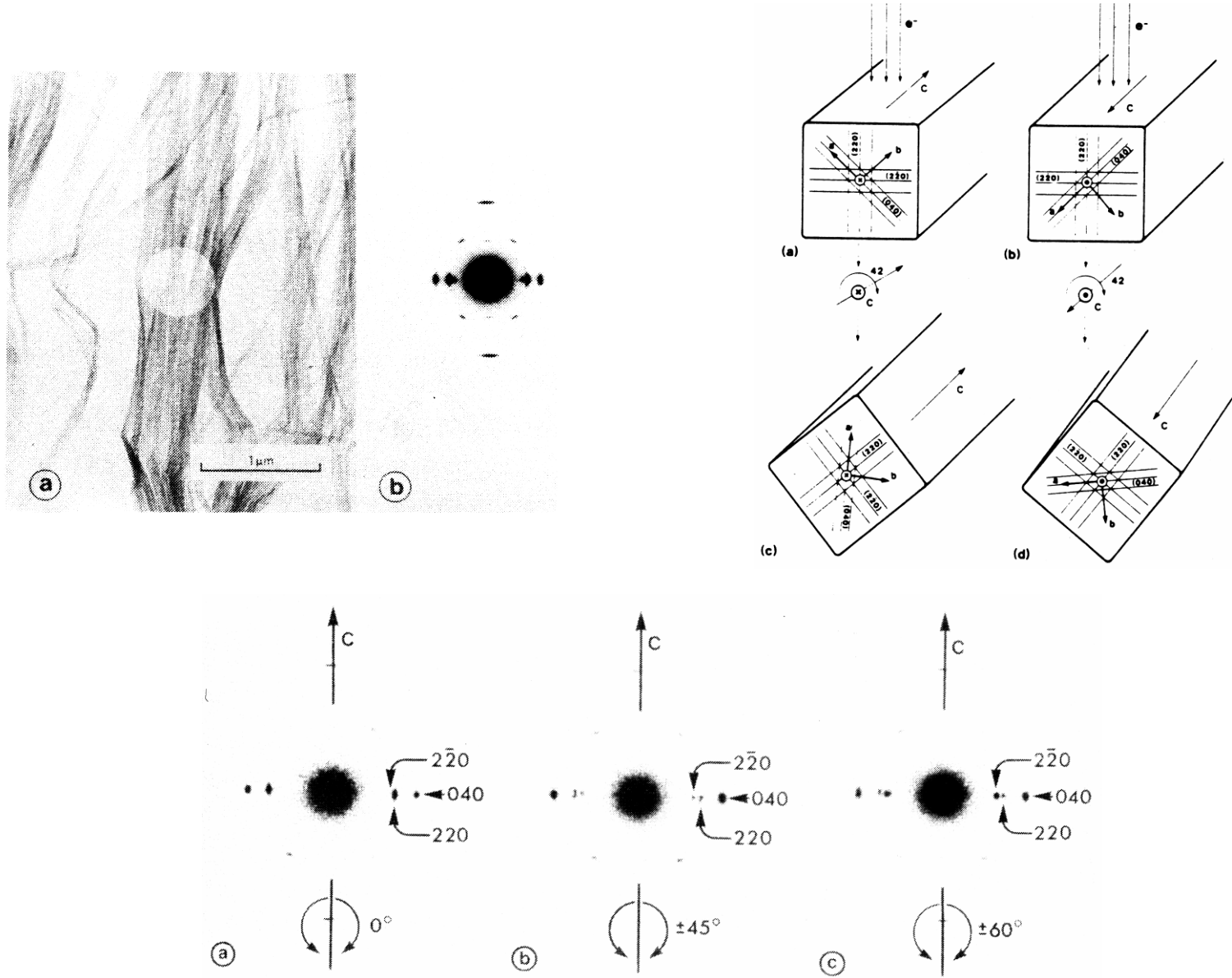


$\alpha$  (triklin)


$\beta$  (monoklin)



# Textur in Algenzellwand (Valonia)



### M3.3: Ortsaufgelöste Röntgenstreuung (Mikrofokus)

- $\mu\text{m}$ - oder sub- $\mu\text{m}$ -Auflösung **ohne** die Nachteile (starke Wechselwirkung) von Elektronen 
- Strahl durch Blenden verkleinern?  $\Rightarrow$  Intensität wird zu schwach
- also: **Fokussieren!** (aber wie sehen optische Elemente für Röntgenstrahlung aus?)

### ***Röntgenoptik***

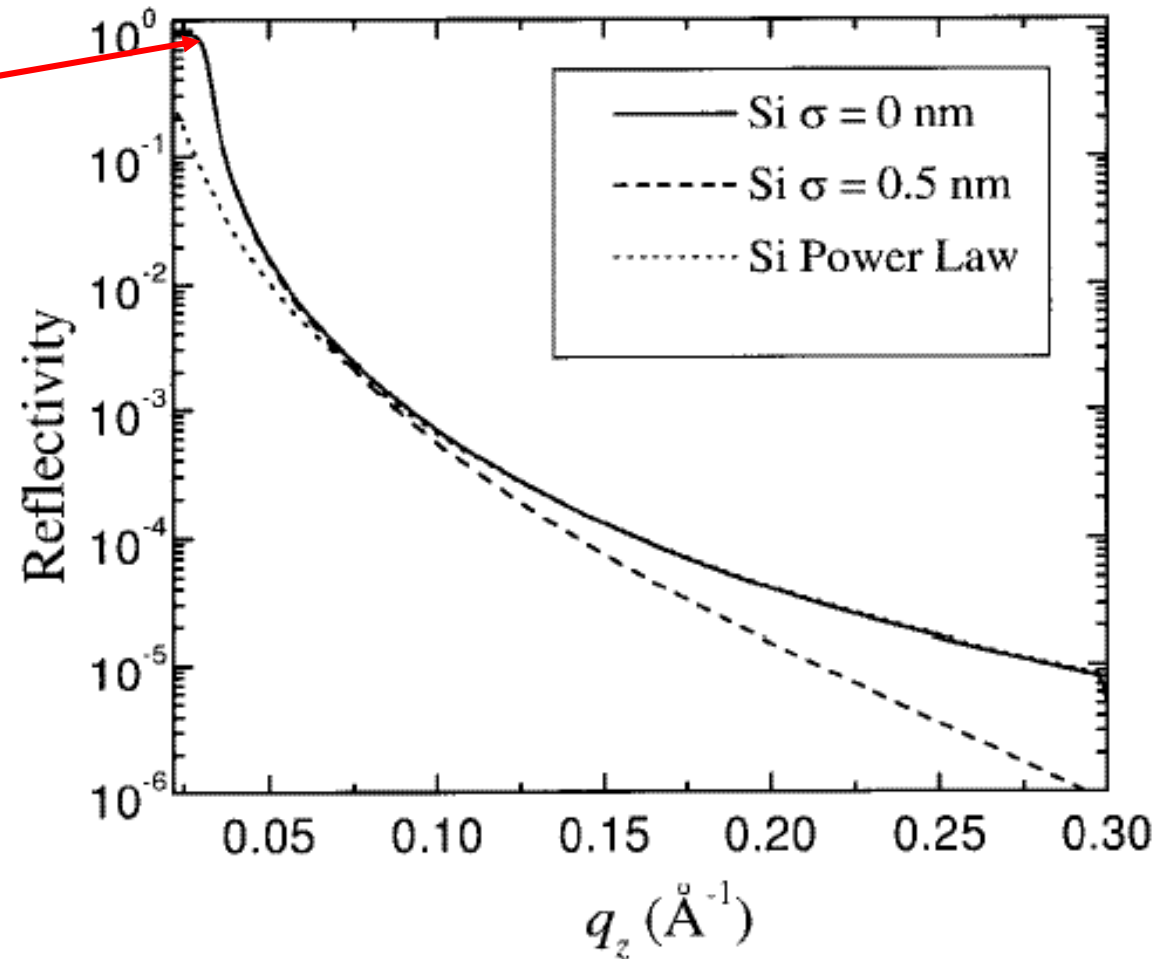
- Brechungsindex von Materie für Röntgenstrahlung:  $n = 1 - \delta - i\beta$

$\Rightarrow$  *externe* Totalreflexion

klein,  $\approx 10^{-6}$

Absorption

**Röntgen-Reflektivität:**  
kritischer Winkel  $\alpha_c$   
(Si:  $\approx 0.2^\circ$  bei 10 keV)

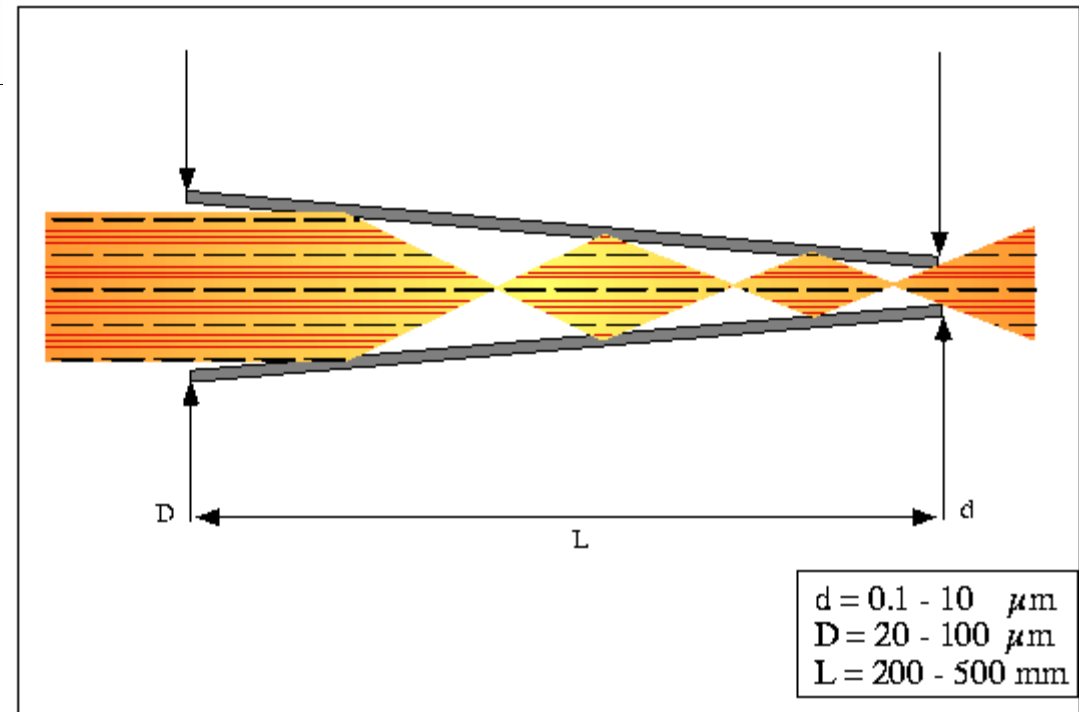
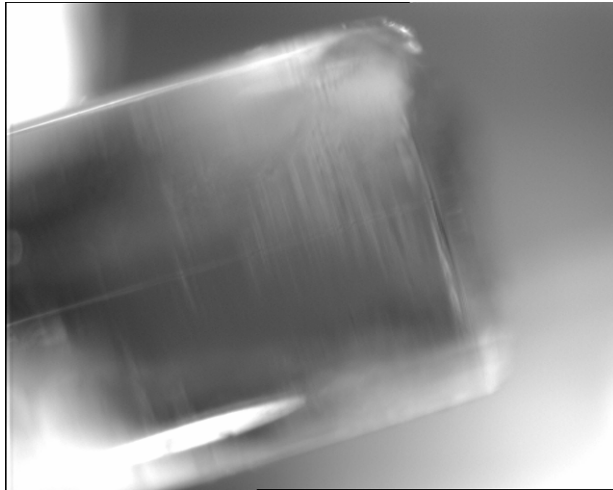


gekrümmte **Spiegel**  $\Rightarrow$  Fokussierung

kleine Winkel

$\Rightarrow$  kleine Krümmungen, lange Spiegel

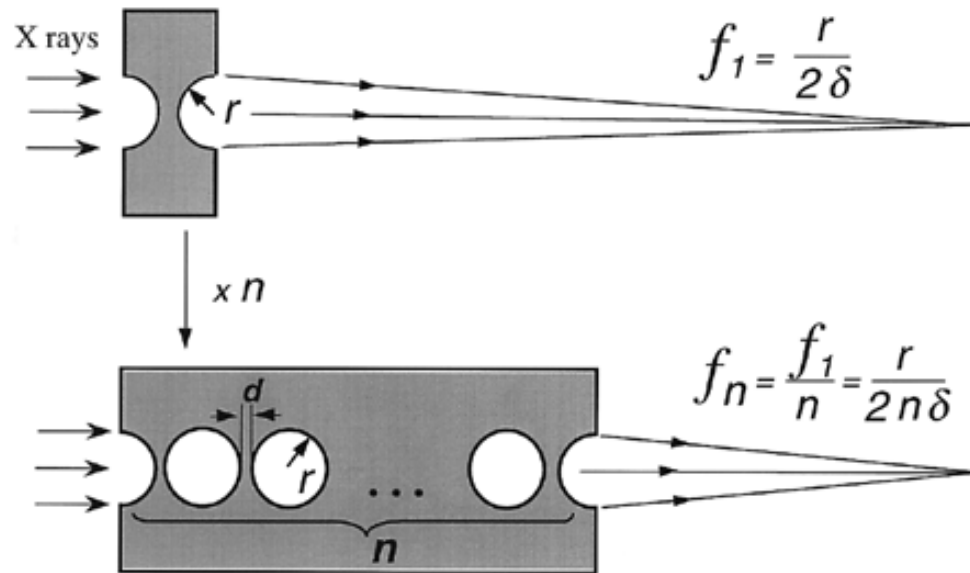
## Glaskapillaren: konisch zulaufender Kanal, Totalreflexion



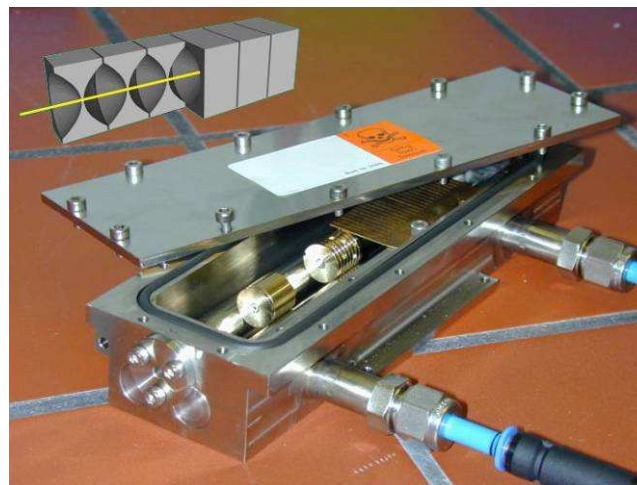
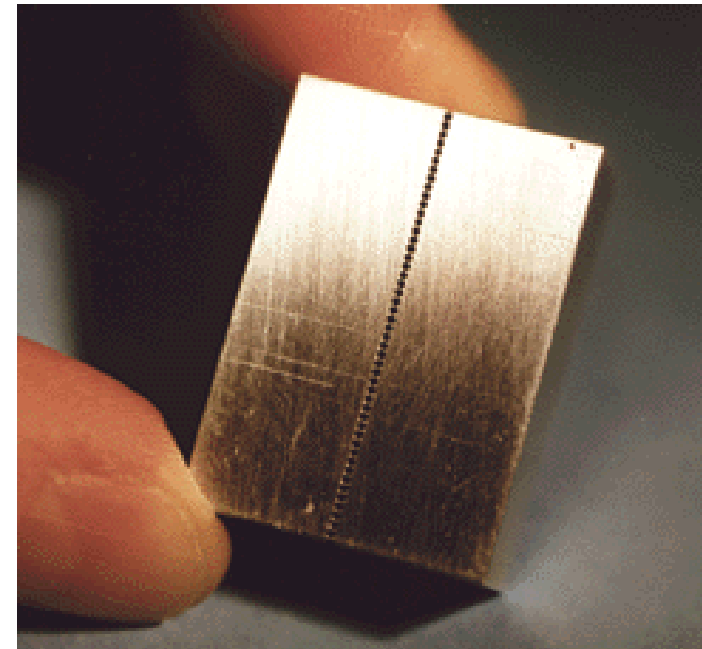


# Refraktive Röntgenlinsen

- „negative“ Linsen bzw. Konkavlinsen als Sammellinsen, da  $n < 1$



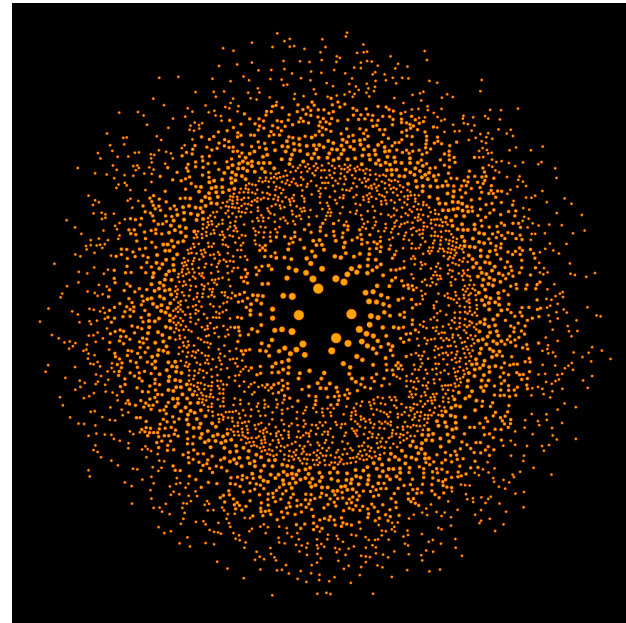
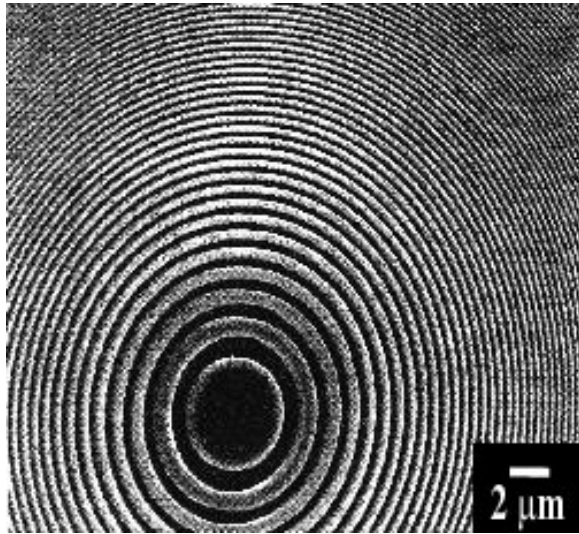
- höhere Effizienz durch Hintereinanderschaltung



- Material geringer Absorption: Beryllium oder Aluminium

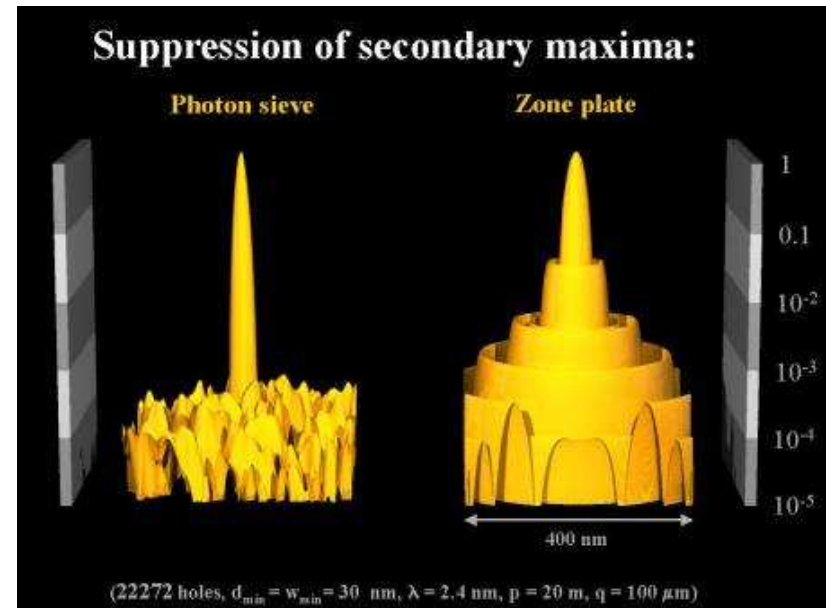
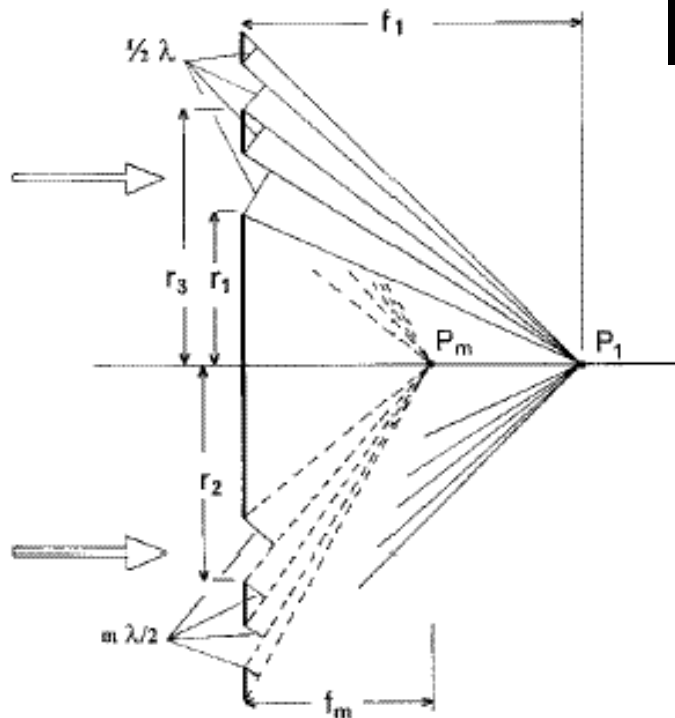


# Fresnel-Zonenplatten und "Photonensiebe"

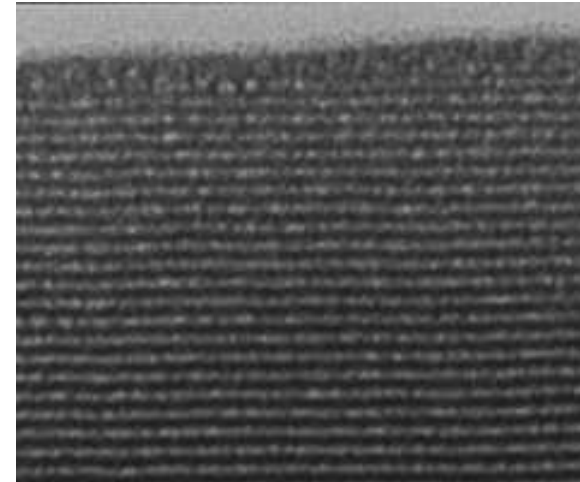
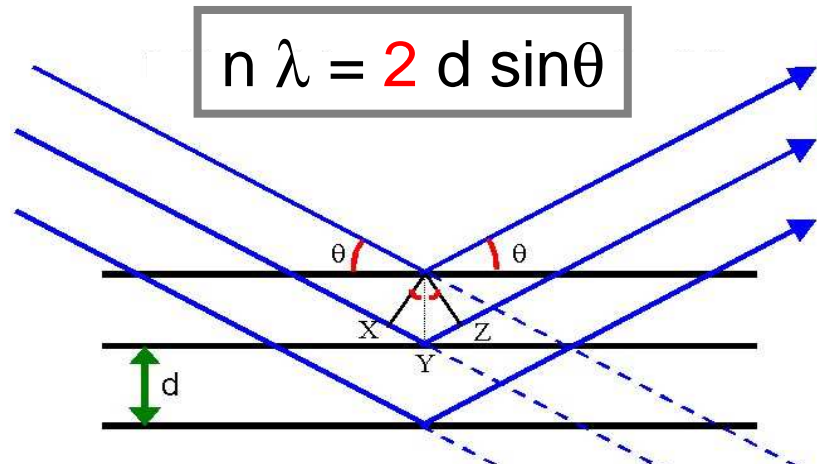


L. Kipp et al.,  
*Nature* **414**,  
184-188 (2001)

IEAP Uni Kiel

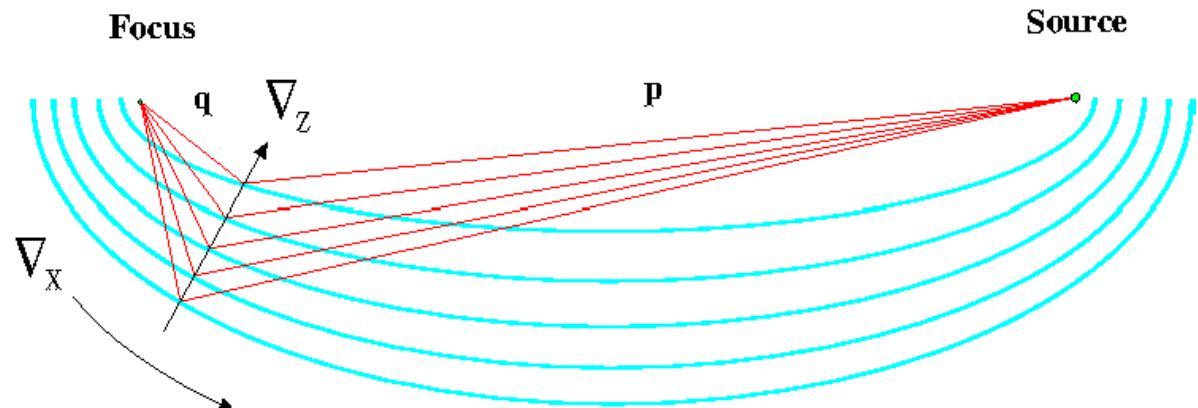


**Multilayer-Spiegel:** Bragg-Reflexion an alternierenden Schichten mit großem und kleinem Brechungsindex



- kleine Winkel durch größeres  $d$ !
- trotzdem größere Winkel als normale Spiegel, dadurch weniger empfindlich gegen nicht perfekte Oberflächen

- Fokussierung:  
Gradienten und/oder Biegung



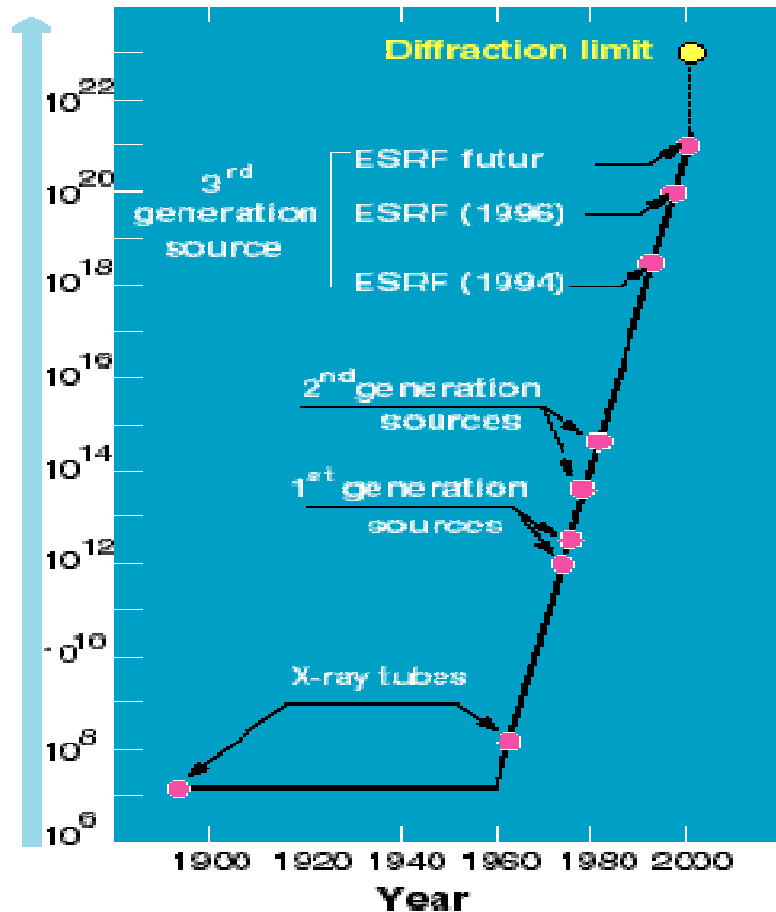
**Fokussierung** = Abbildung (Verkleinerung) der Quelle

⇒ Winkel werden größer

⇒ Parallelität der Strahlung wird schlechter

wichtige Größe: Brillanz = Photonen / s / mm<sup>2</sup> / mrad<sup>2</sup> / 0.1 % Bandbreite

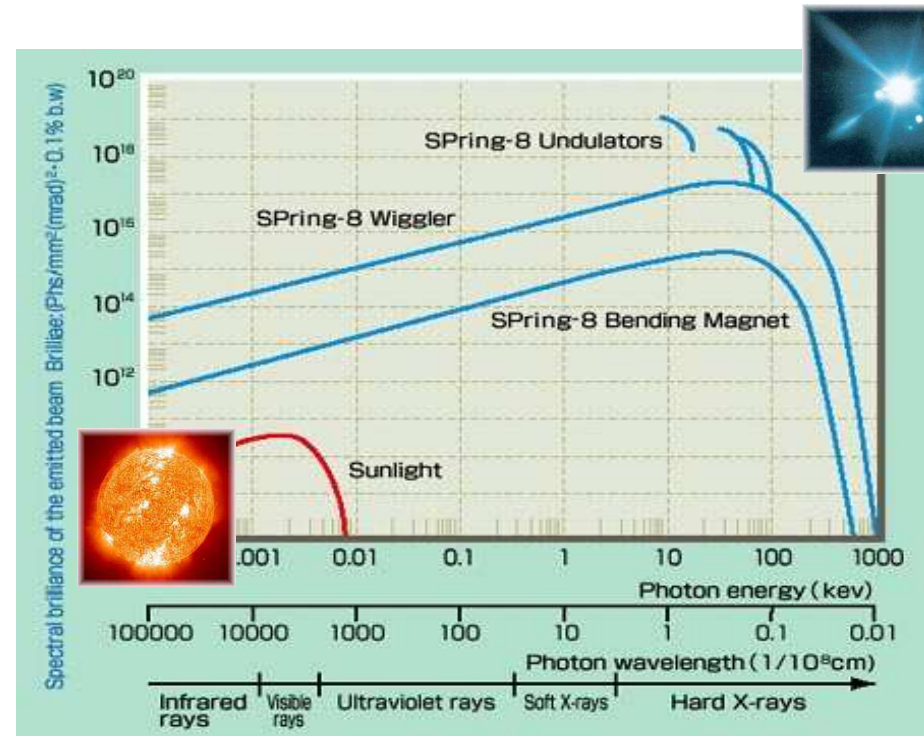
**Brilliance of the X-ray beams**  
( photons / s / mm<sup>2</sup> / mrad<sup>2</sup> / 0.1% BW )



Intensität  
Strahlungsdichte

Divergenz

Monochromasie



... heller als die Sonne!

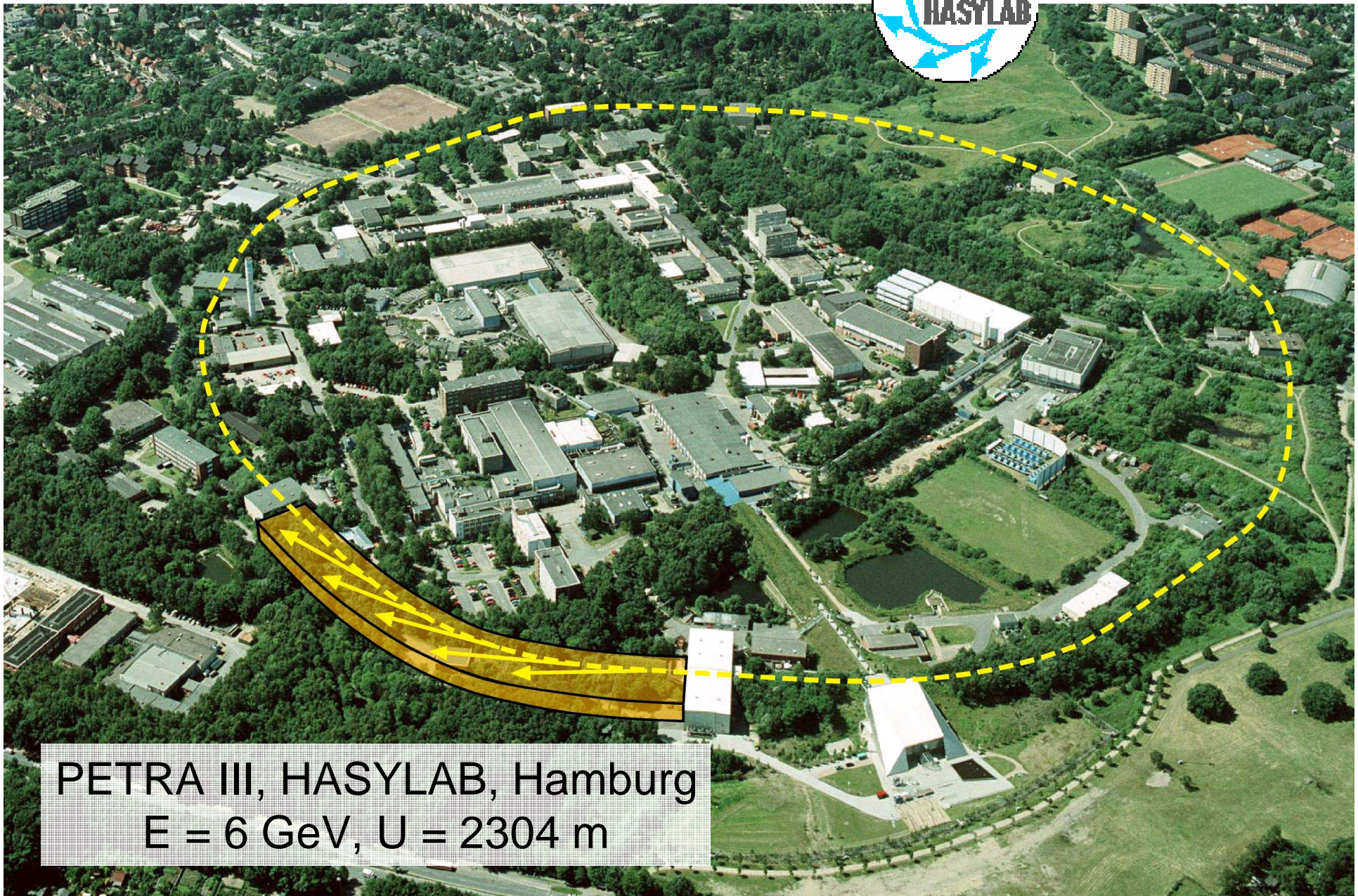
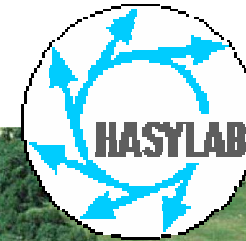




European Synchrotron Radiation Facility  
Grenoble (France):  $E = 6 \text{ GeV}$ ,  $U = 844 \text{ m}$



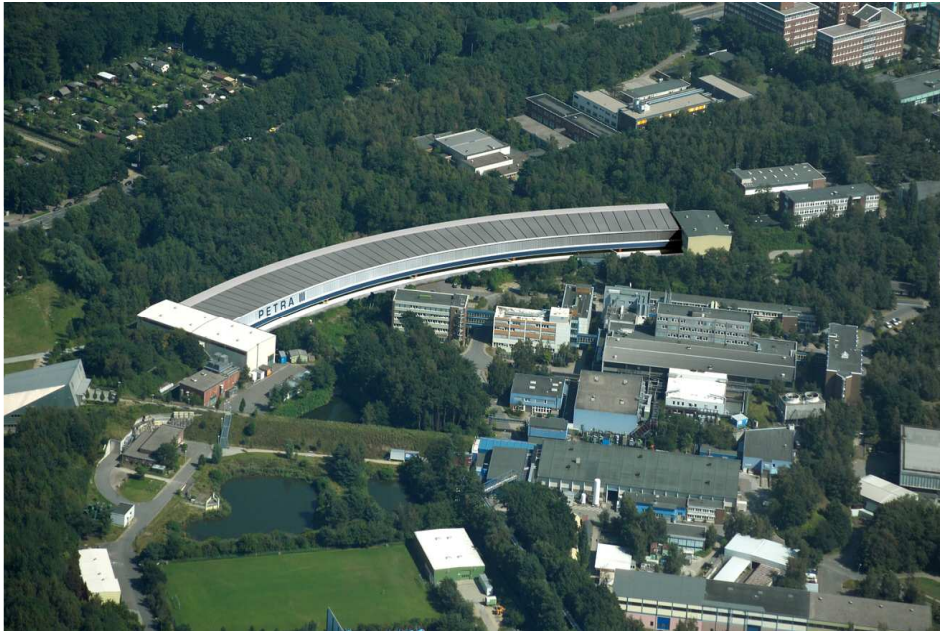
# Neues Projekt ganz in der Nähe!



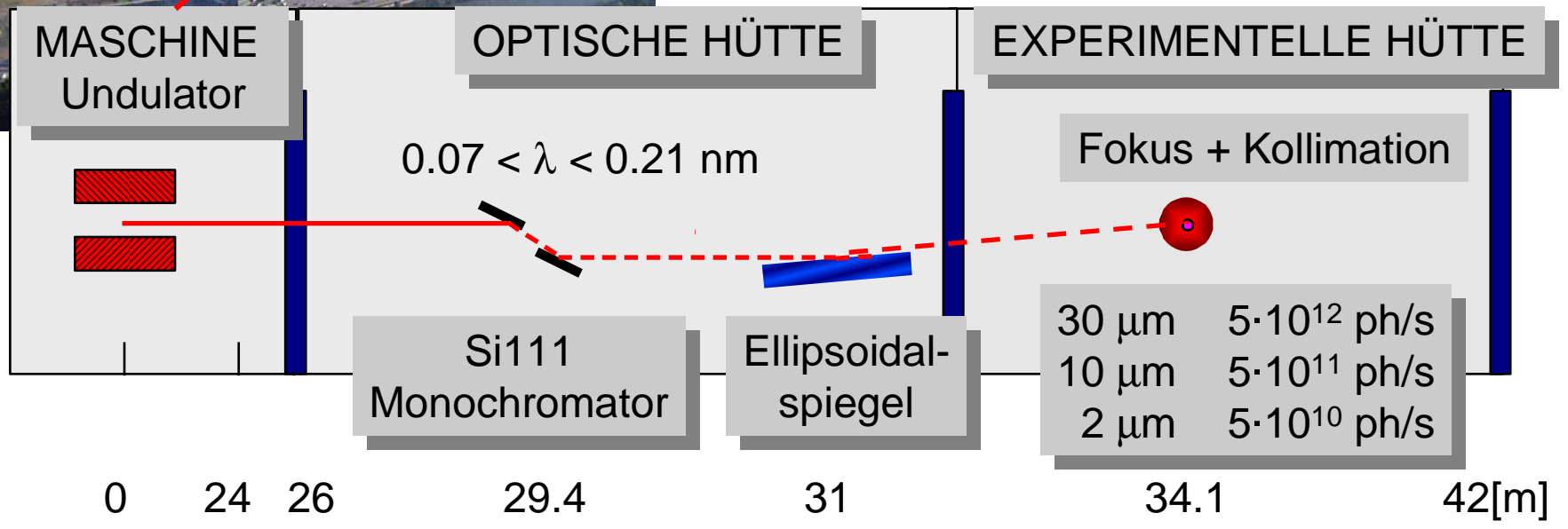
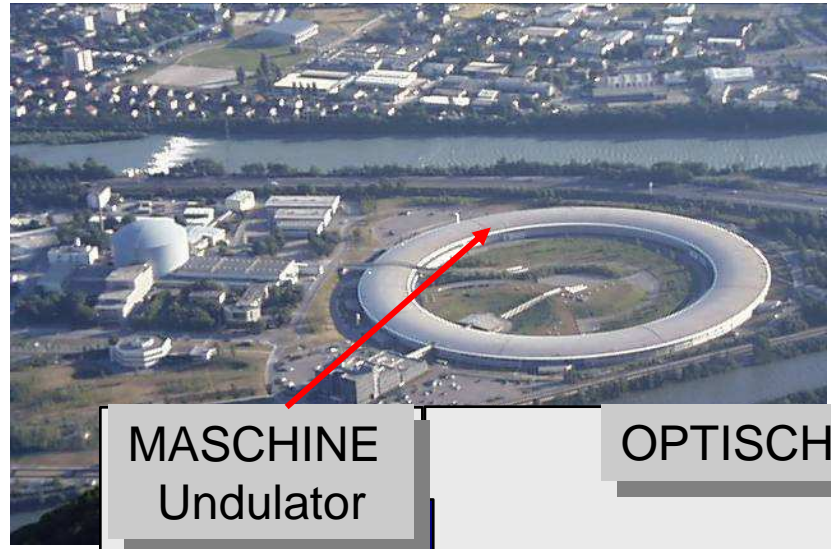
PETRA III, HASYLAB, Hamburg  
 $E = 6 \text{ GeV}$ ,  $U = 2304 \text{ m}$



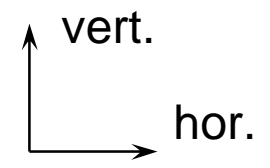
# Modell, Baufortschritt



# Beispiel: Mikrofokus Beamline ID13



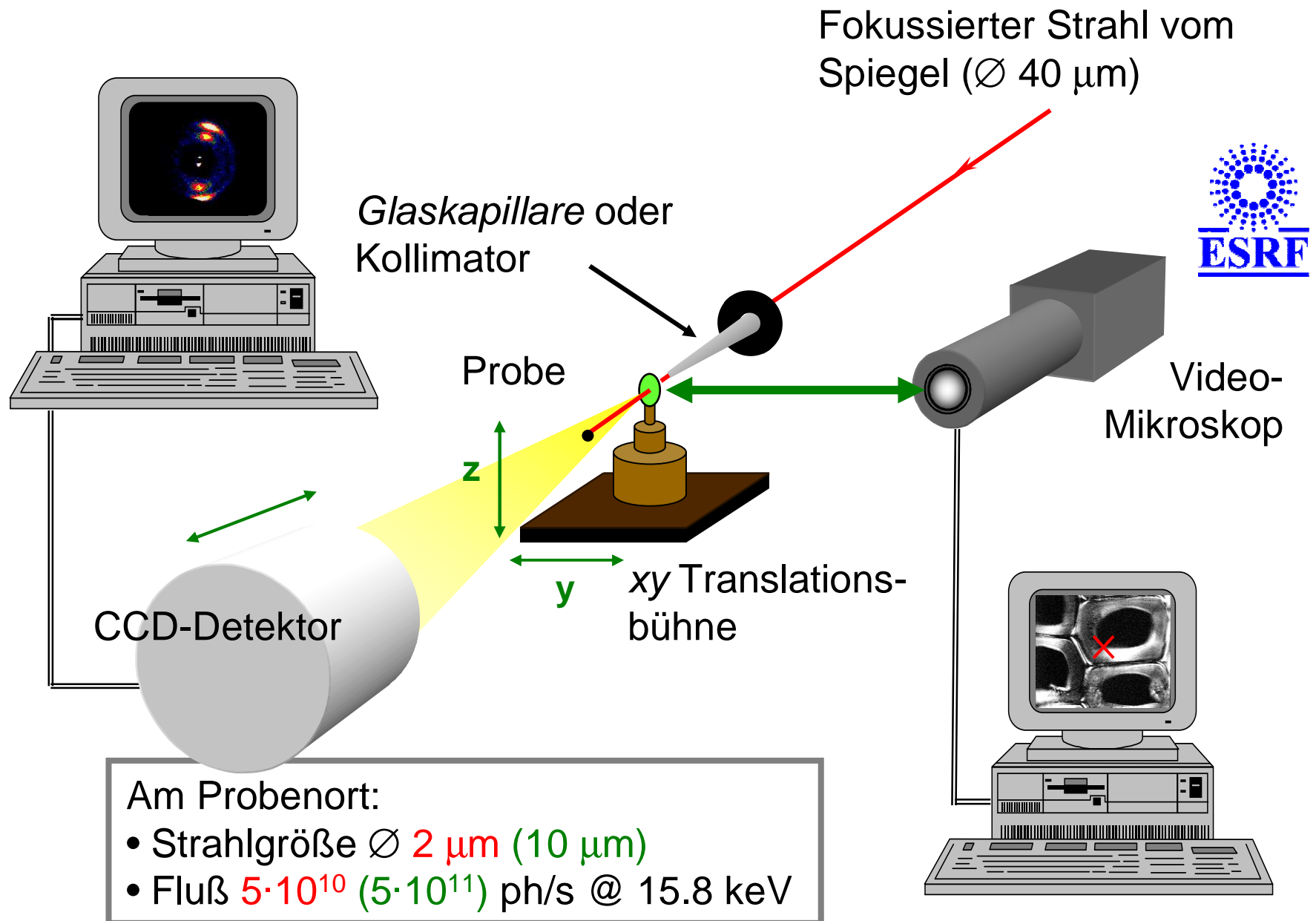
**Quelle**  
 $134 \cdot 24 \mu\text{m}^2$   
 $0.21 \cdot 0.02 \text{ mrad}^2$   
 Größe  
 Divergenz



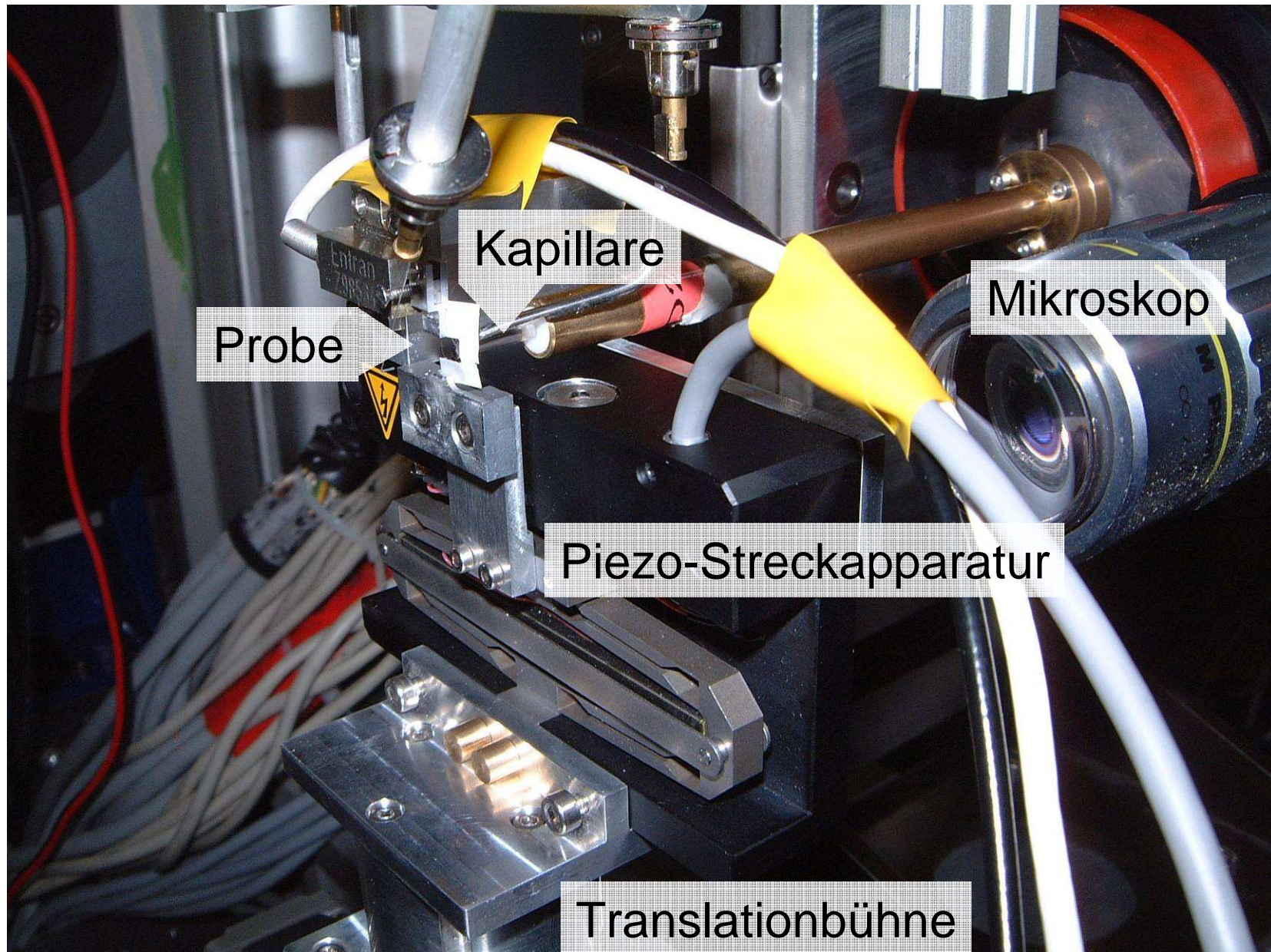
**Fokus**  
 $20 \cdot 40 \mu\text{m}^2$   
 $2.1 \cdot 0.2 \text{ mrad}^2$



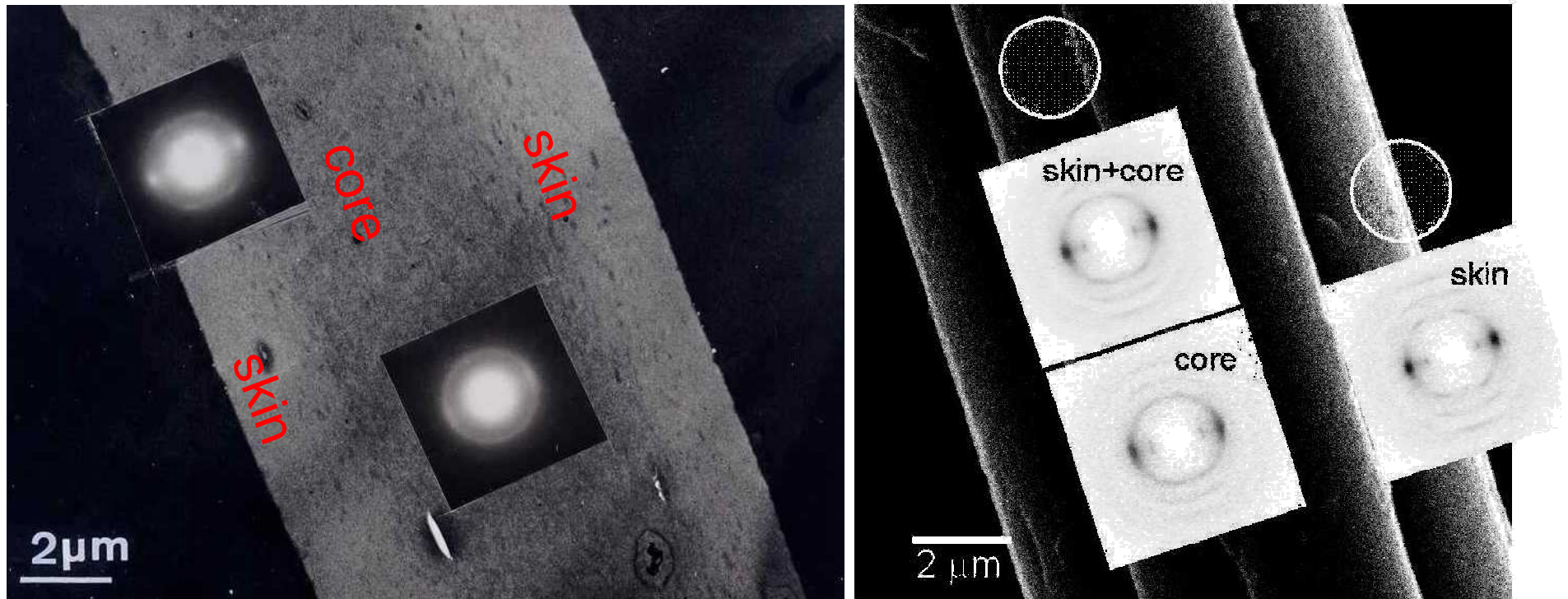
# Ortsaufgelöste Mikrodiffraktion (ID13)



# “Scanning” Mikrodiffraktion an ID13







0.1  $\mu\text{m}$  dicke **Scheibe aus Faser**:  
**Elektronen**-Mikrograph / -Diffraction  
mit 1  $\mu\text{m}^2$  beleuchteter Fläche

**Einzelfaser** (SEM-Bild):  
**Röntgen**-Mikrodiffraction  
mit 3  $\mu\text{m}^2$  Strahlquerschnitt

M. Müller, C. Riekkel,  
R. Vuong, H. Chanzy  
*Polymer* **41**(7), 2627-2632 (2000)

**quantitative** Information:  
Kristallinität unverändert,  
core 75 % schlechter orientiert

