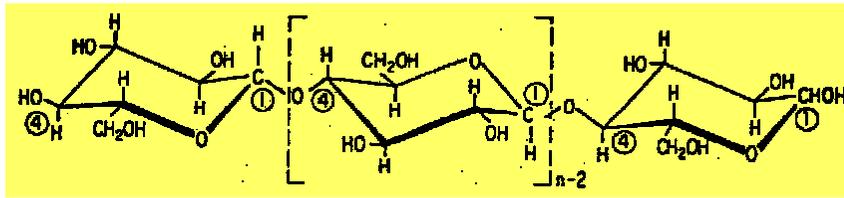


M3.2: Elektronendiffraktion

- **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 

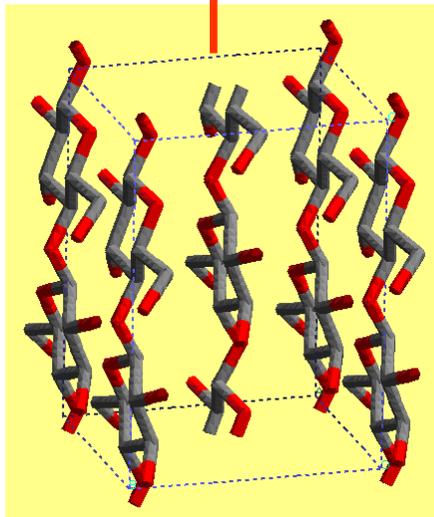
Polymorphie nativer Zellulose (I α - I β)



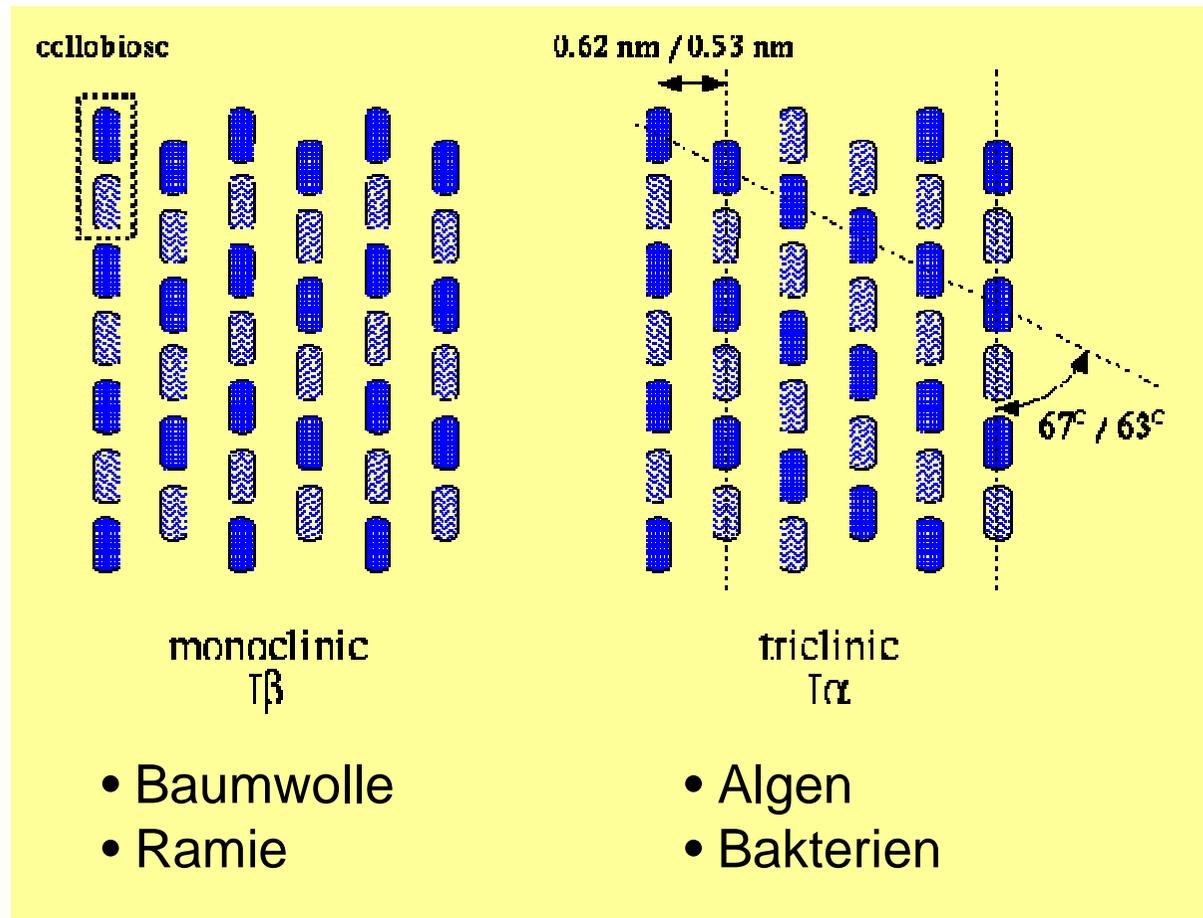
Zellulose-Molekül:
Zellobiose ist wiederholte
 Struktureinheit



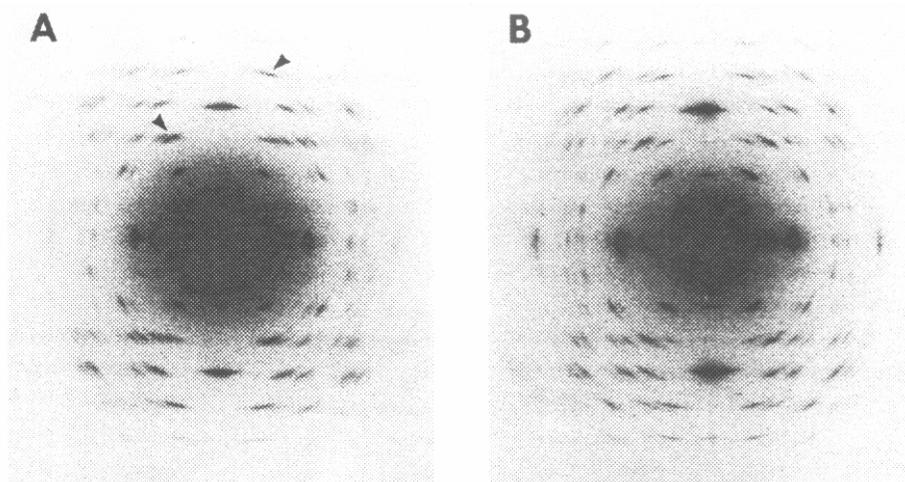
c: Faserachse



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

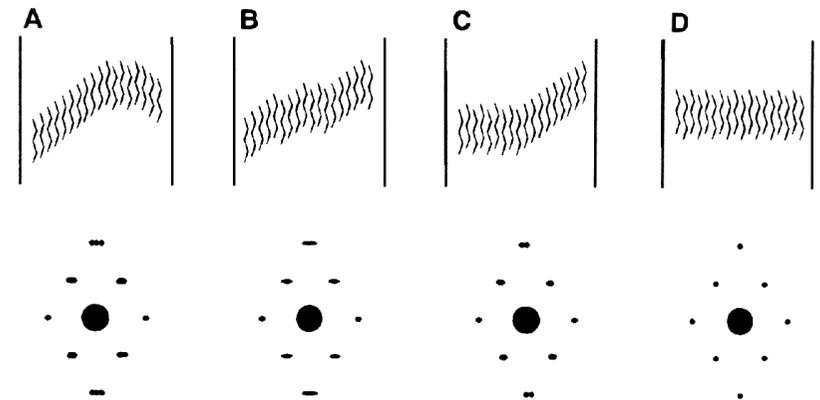
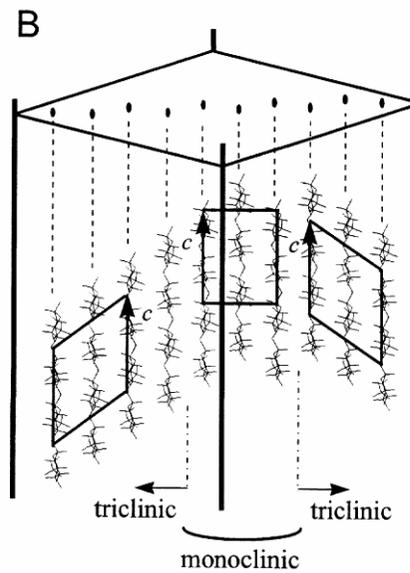
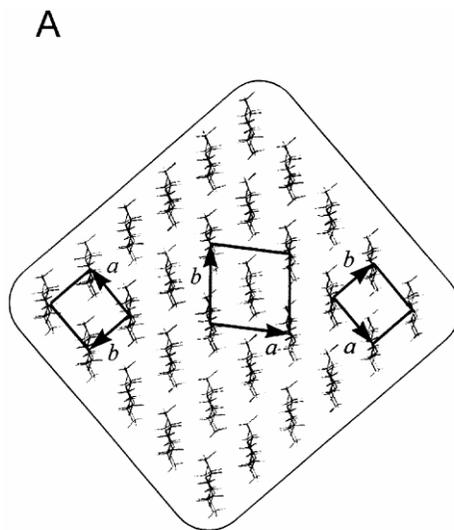


Zellulose I α /I β Nanodomänen in Algenzellwänden

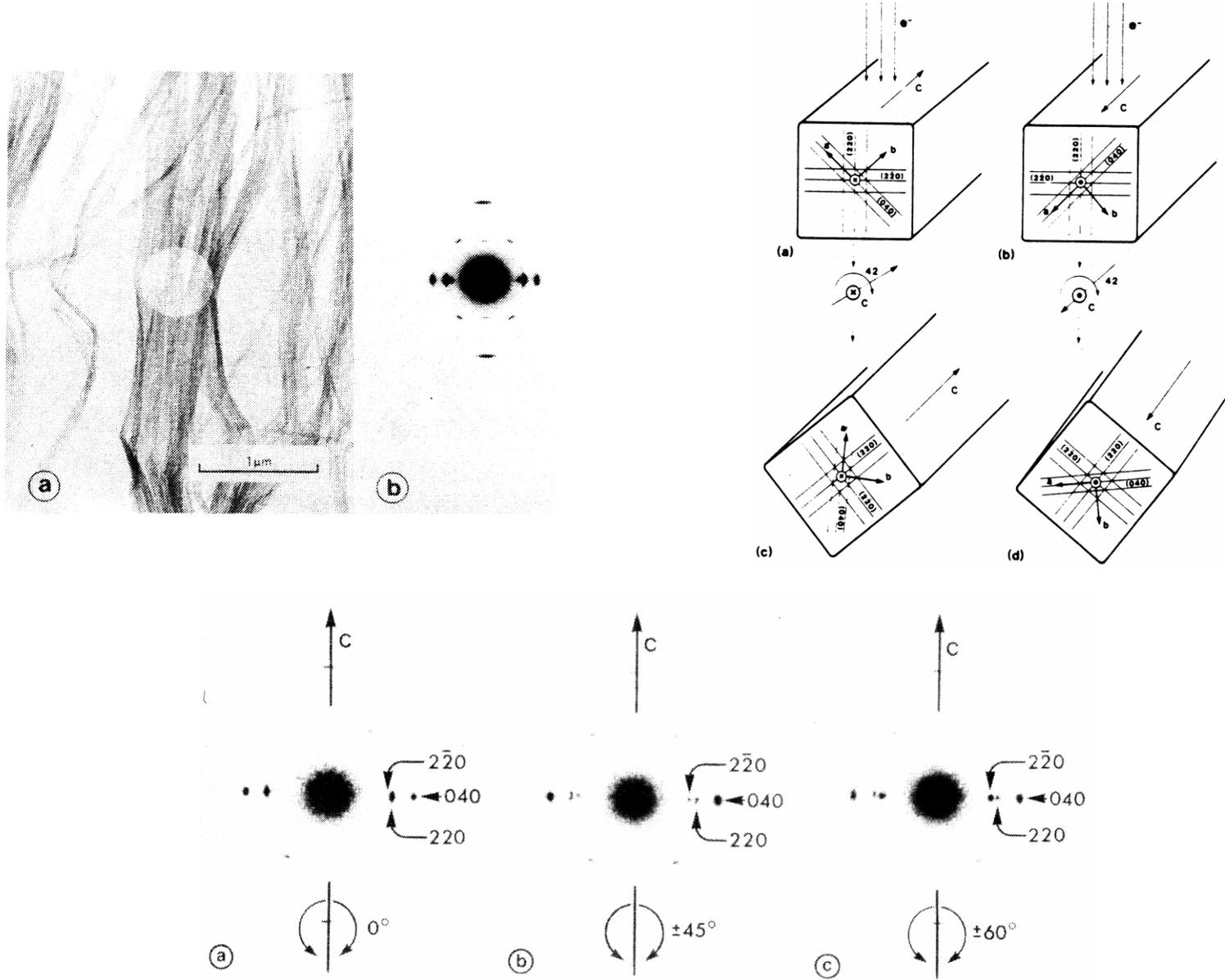


I α (triklin)

I β (monoklin)



Textur in Algenzellwand (Valonia)



M3.3: Ortsaufgelöste Röntgenstreuung (Mikrofokus)

- μm - oder sub- μm -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

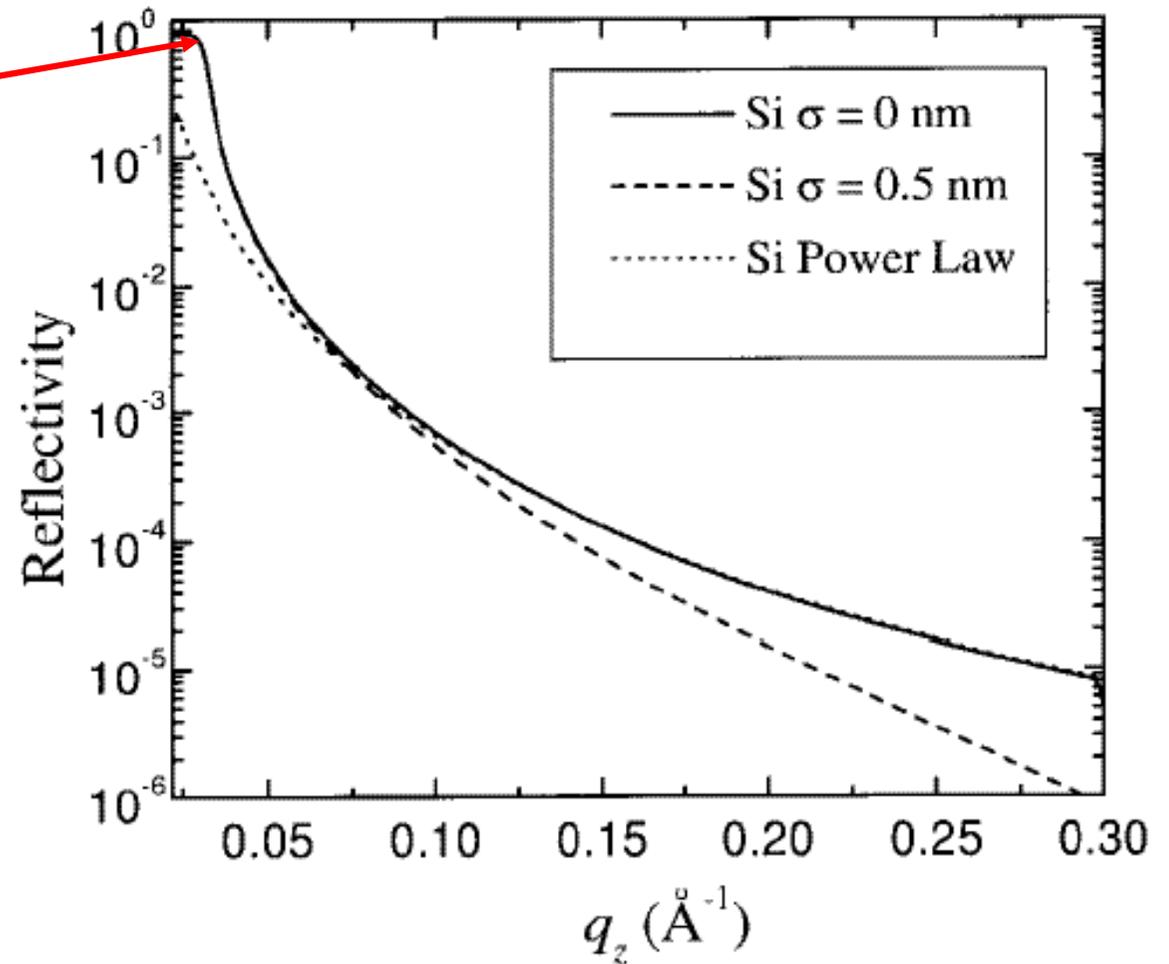
- Brechungsindex von Materie für Röntgenstrahlung: $n = 1 - \delta - i\beta$

\Rightarrow *externe* Totalreflexion

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

Absorption

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

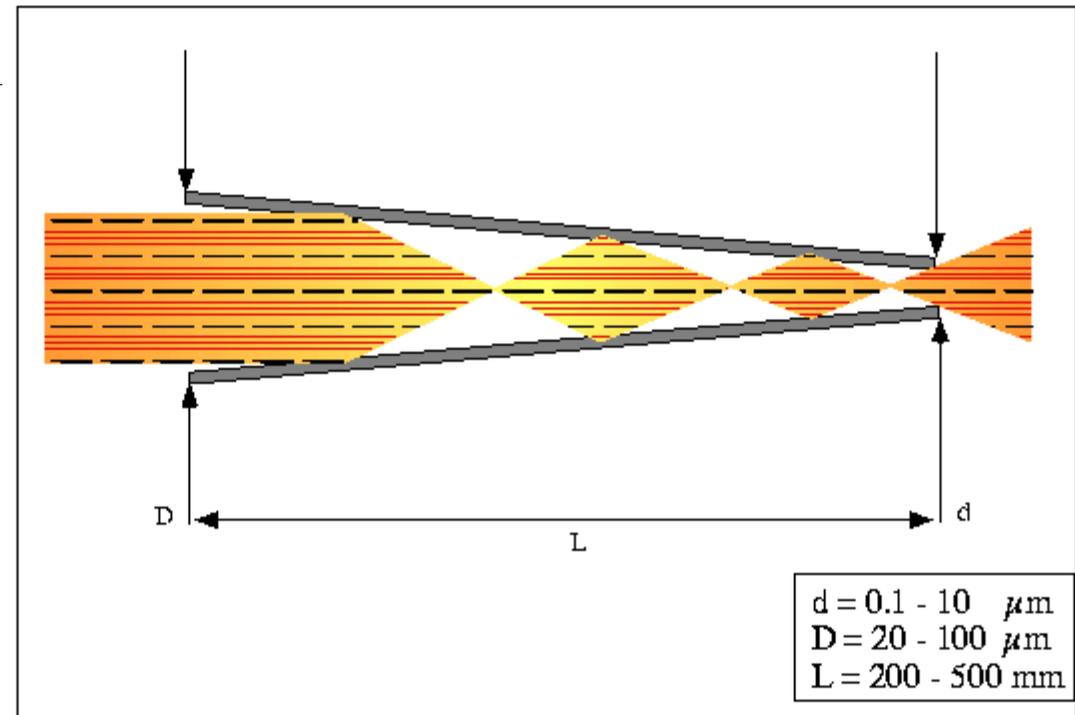
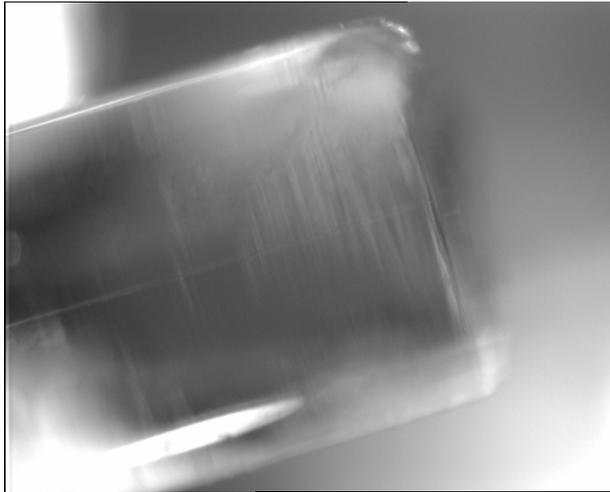


gekrümmte **Spiegel** \Rightarrow Fokussierung

kleine Winkel

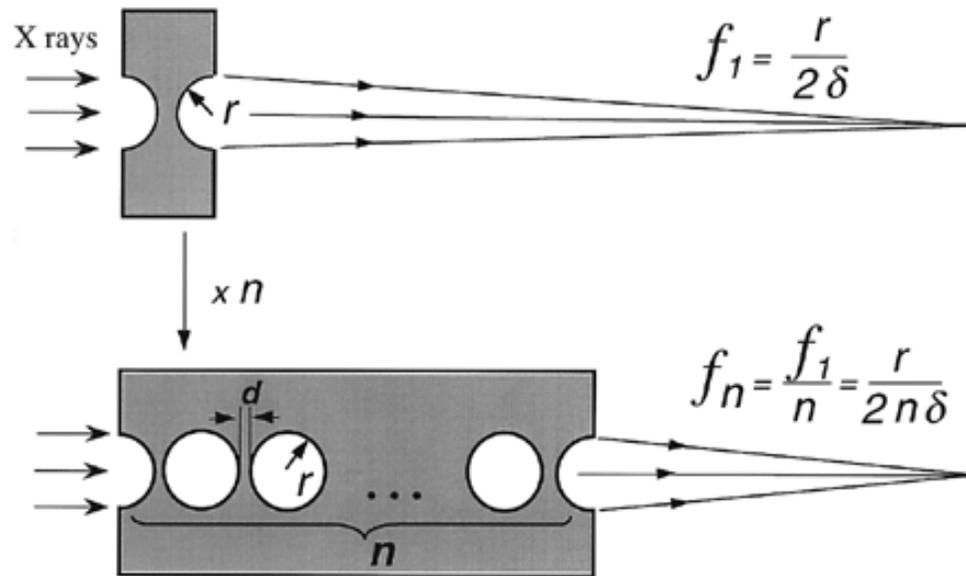
\Rightarrow kleine Krümmungen, lange Spiegel

Glaskapillaren: konisch zulaufender Kanal, Totalreflexion

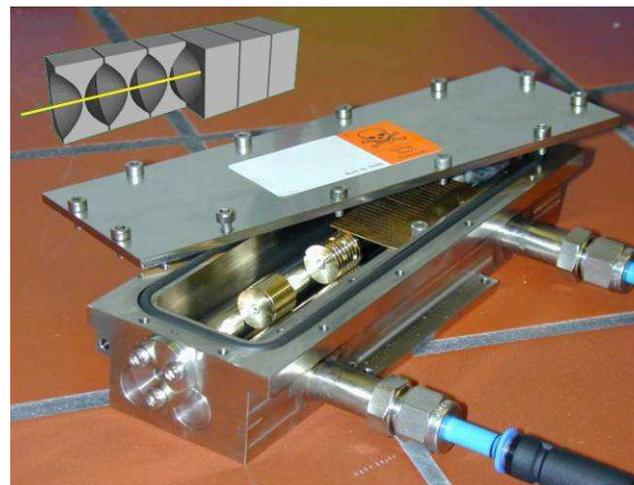
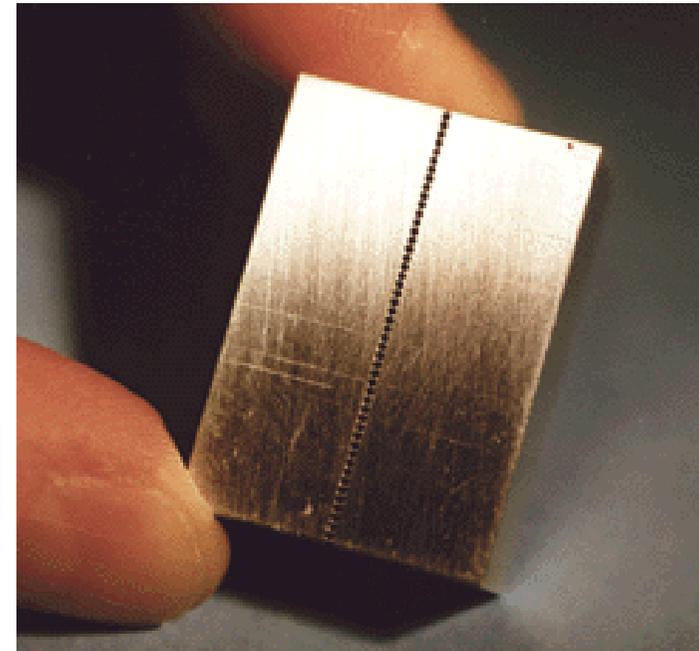


Refraktive Röntgenlinsen

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

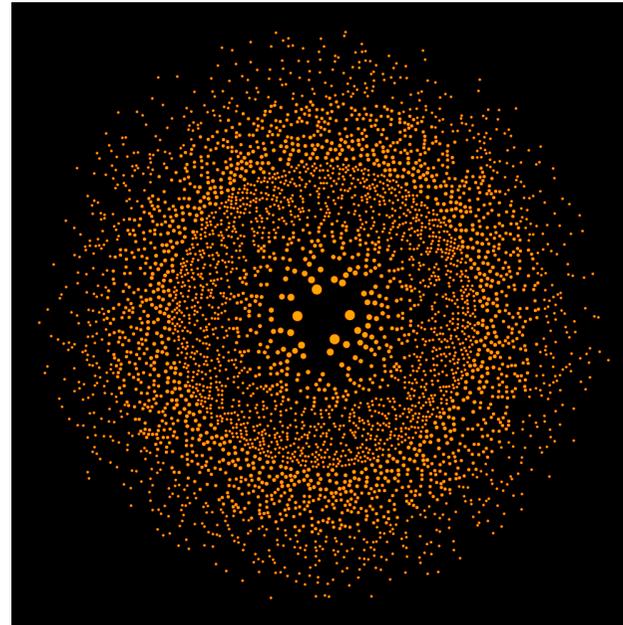
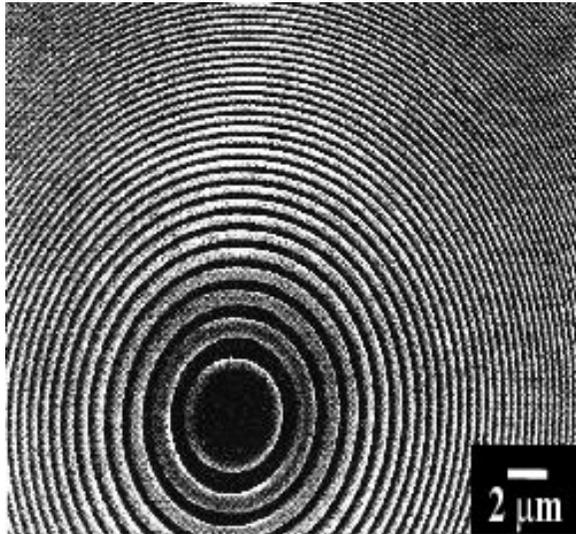


- höhere Effizienz durch Hintereinanderschaltung



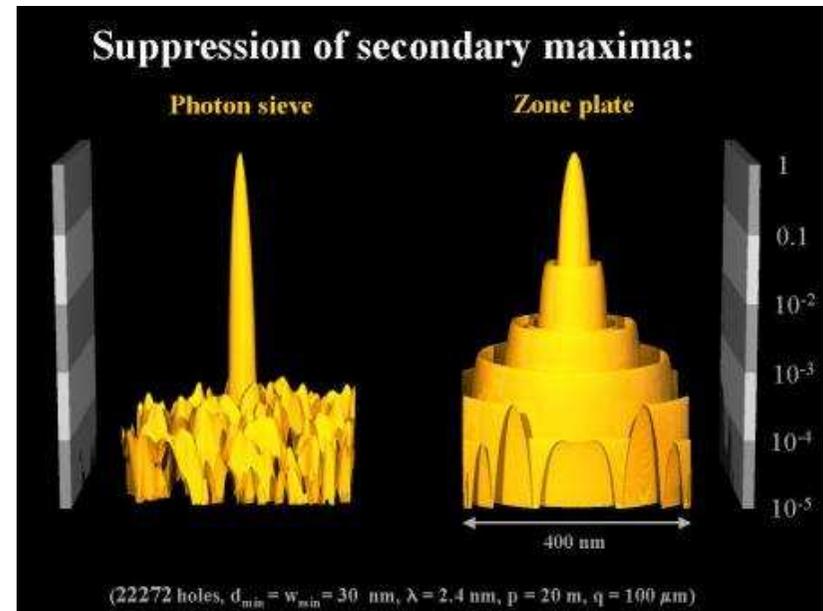
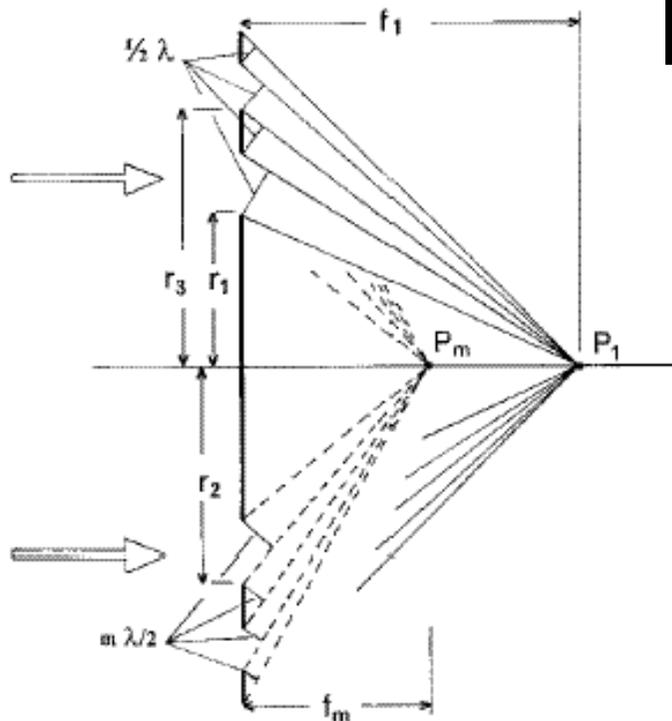
- Material geringer Absorption: Beryllium oder Aluminium

Fresnel-Zonenplatten und "Photonensiebe"

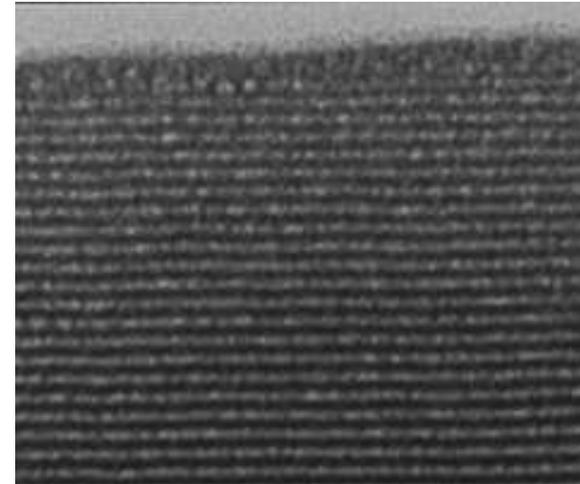
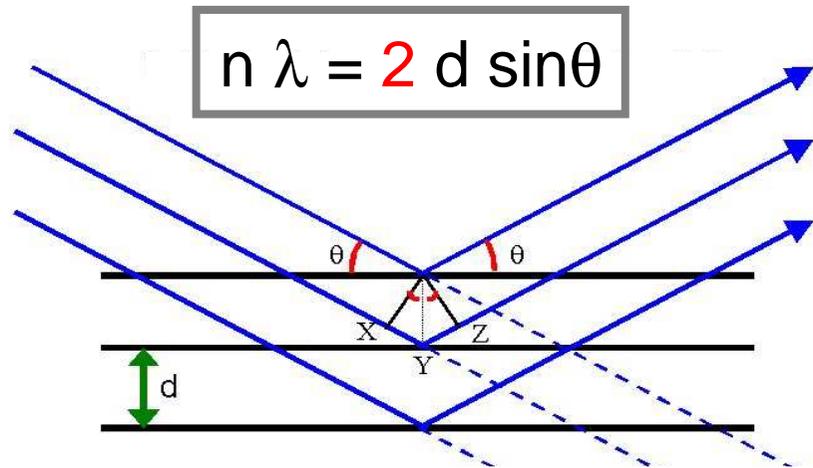


L. Kipp et al.,
Nature **414**,
184-188 (2001)

IEAP Uni Kiel

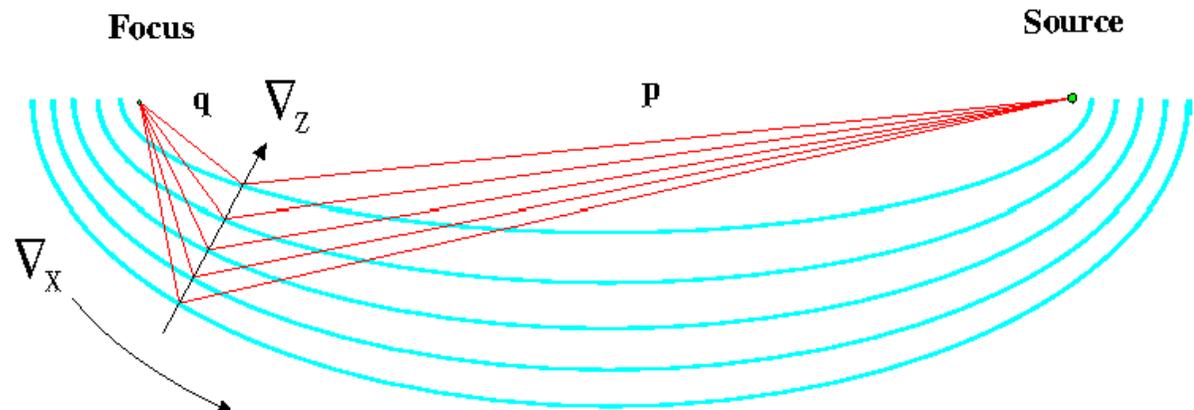


Multilayer-Spiegel: Bragg-Reflexion an alternierenden Schichten mit großem und kleinem Brechungsindex



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

- Fokussierung:
Gradienten und/oder Biegung



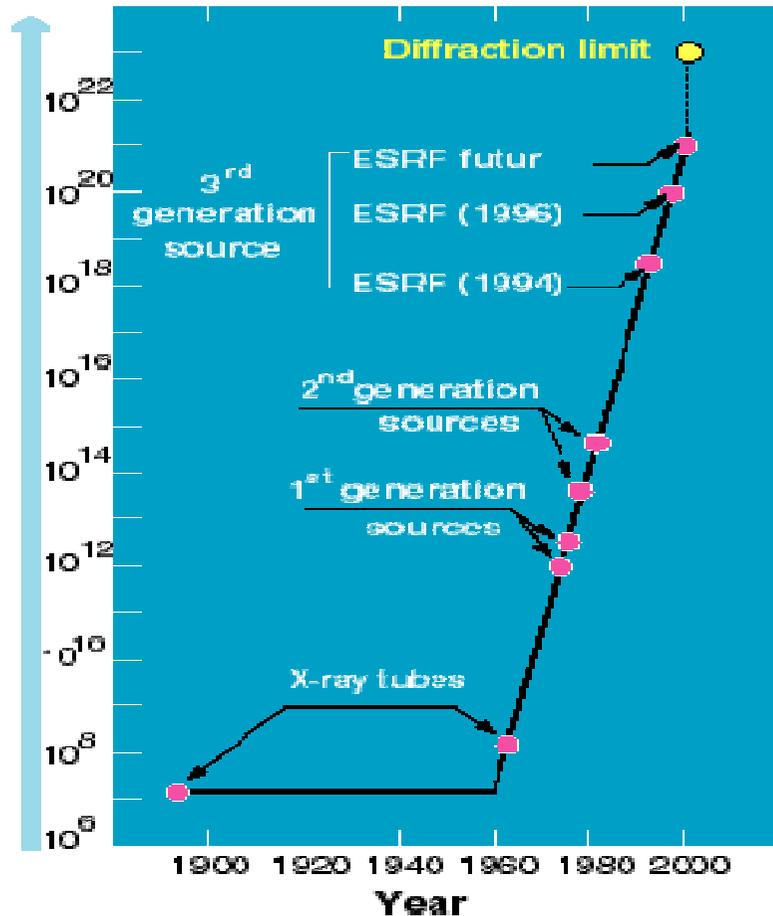
Fokussierung = Abbildung (Verkleinerung) der Quelle

⇒ Winkel werden größer

⇒ Parallelität der Strahlung wird schlechter

wichtige Größe: Brillanz = Photonen / s / mm² / mrad² / 0.1 % Bandbreite

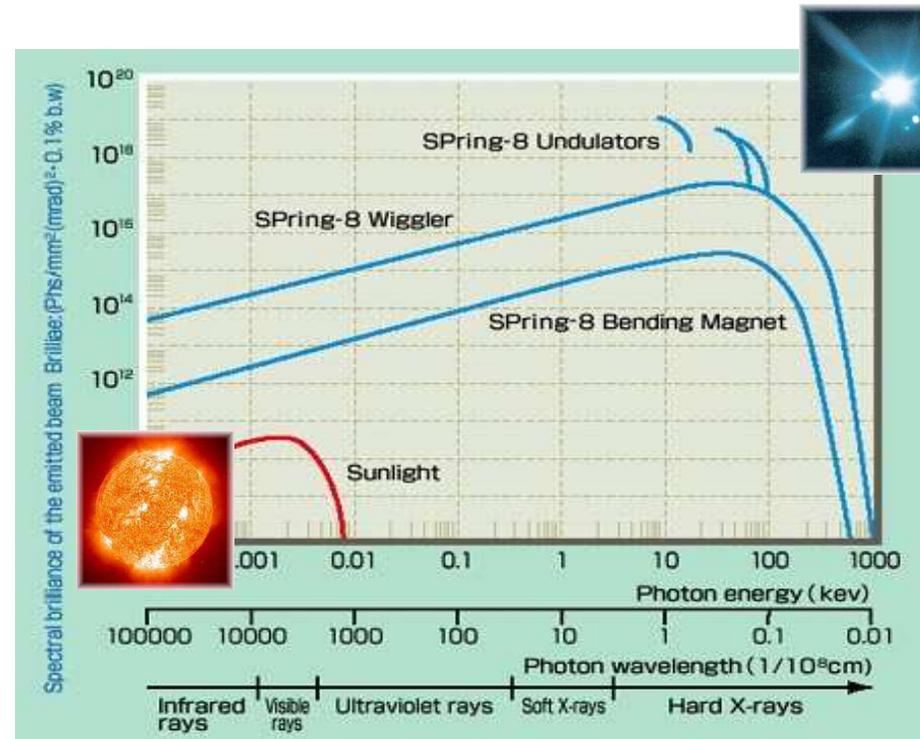
Brilliance of the X-ray beams
(photons / s / mm² / mrad² / 0.1% BW)



Intensität
Strahlungsdichte

Divergenz

Monochromasie

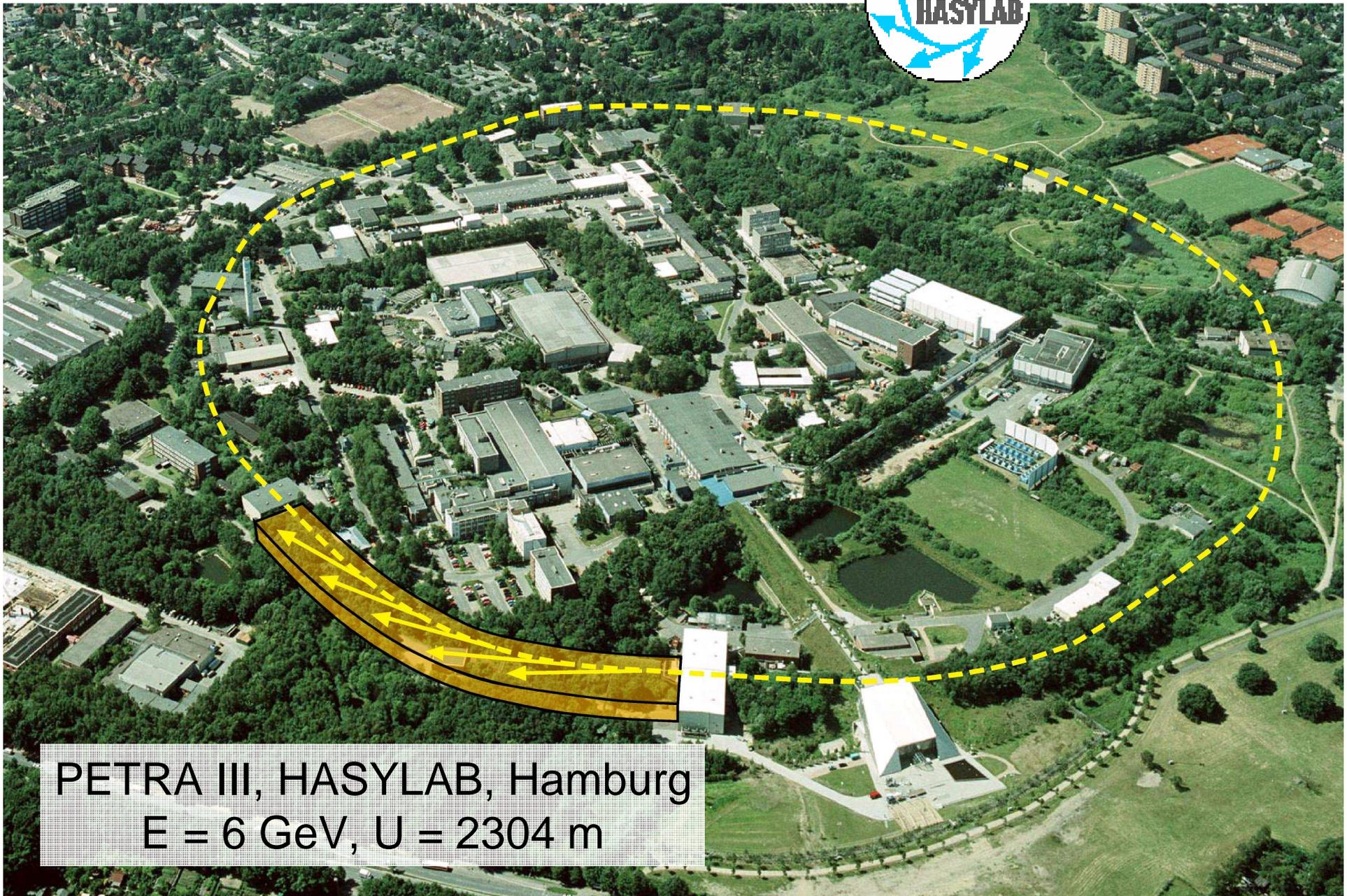


... heller als die Sonne!



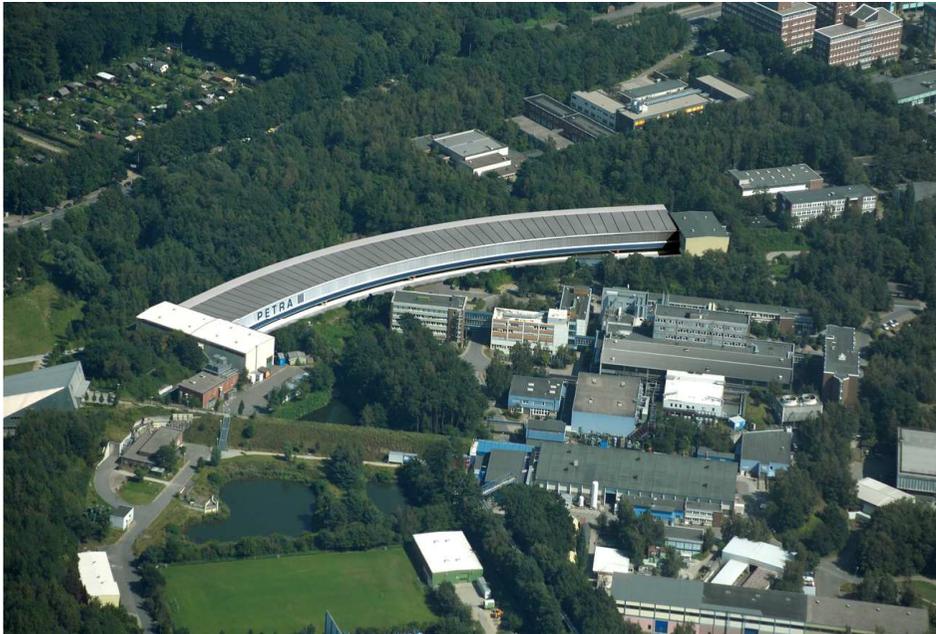
European Synchrotron Radiation Facility
Grenoble (France): $E = 6 \text{ GeV}$, $U = 844 \text{ m}$

Neues Projekt ganz in der Nähe!

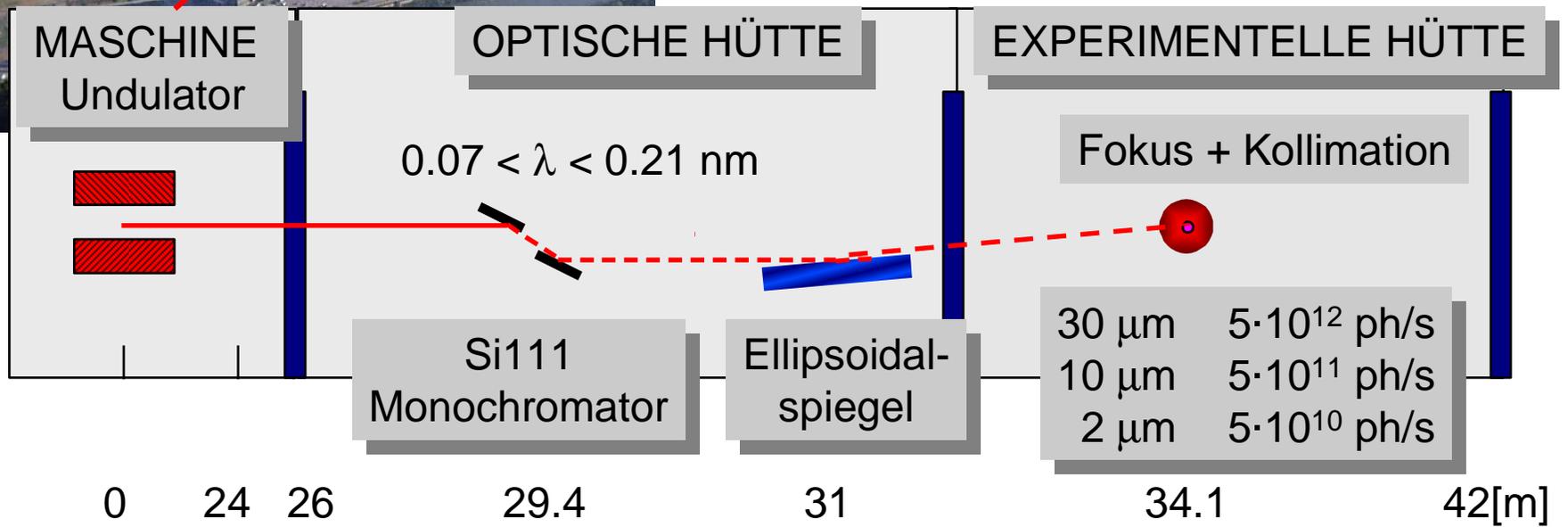


PETRA III, HASYLAB, Hamburg
 $E = 6 \text{ GeV}$, $U = 2304 \text{ m}$

Modell, Baufortschritt

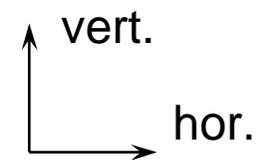


Beispiel: Mikrofokus Beamline ID13



Quelle

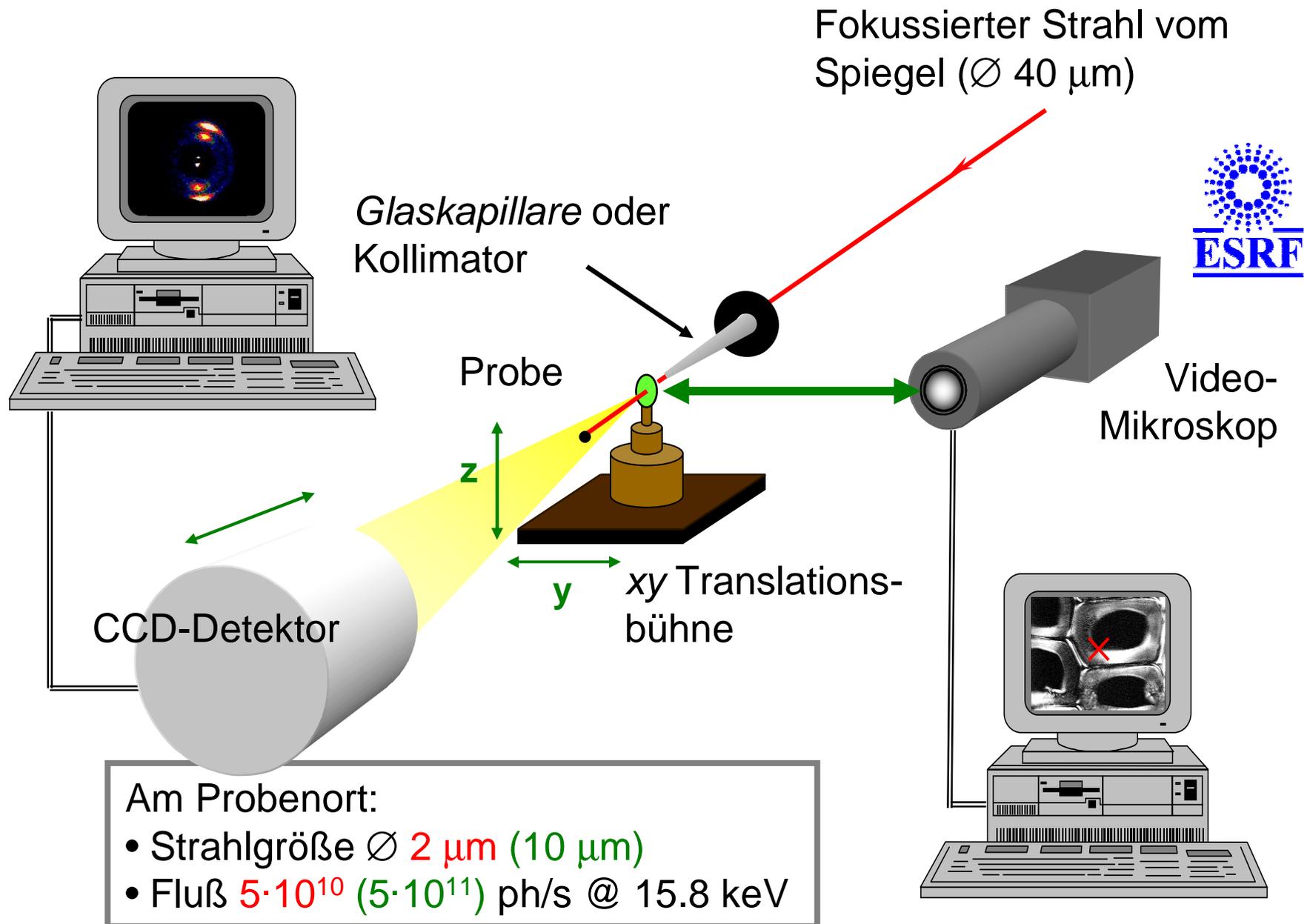
$134 \cdot 24 \mu\text{m}^2$
 $0.21 \cdot 0.02 \text{ mrad}^2$
 Größe
 Divergenz



Fokus

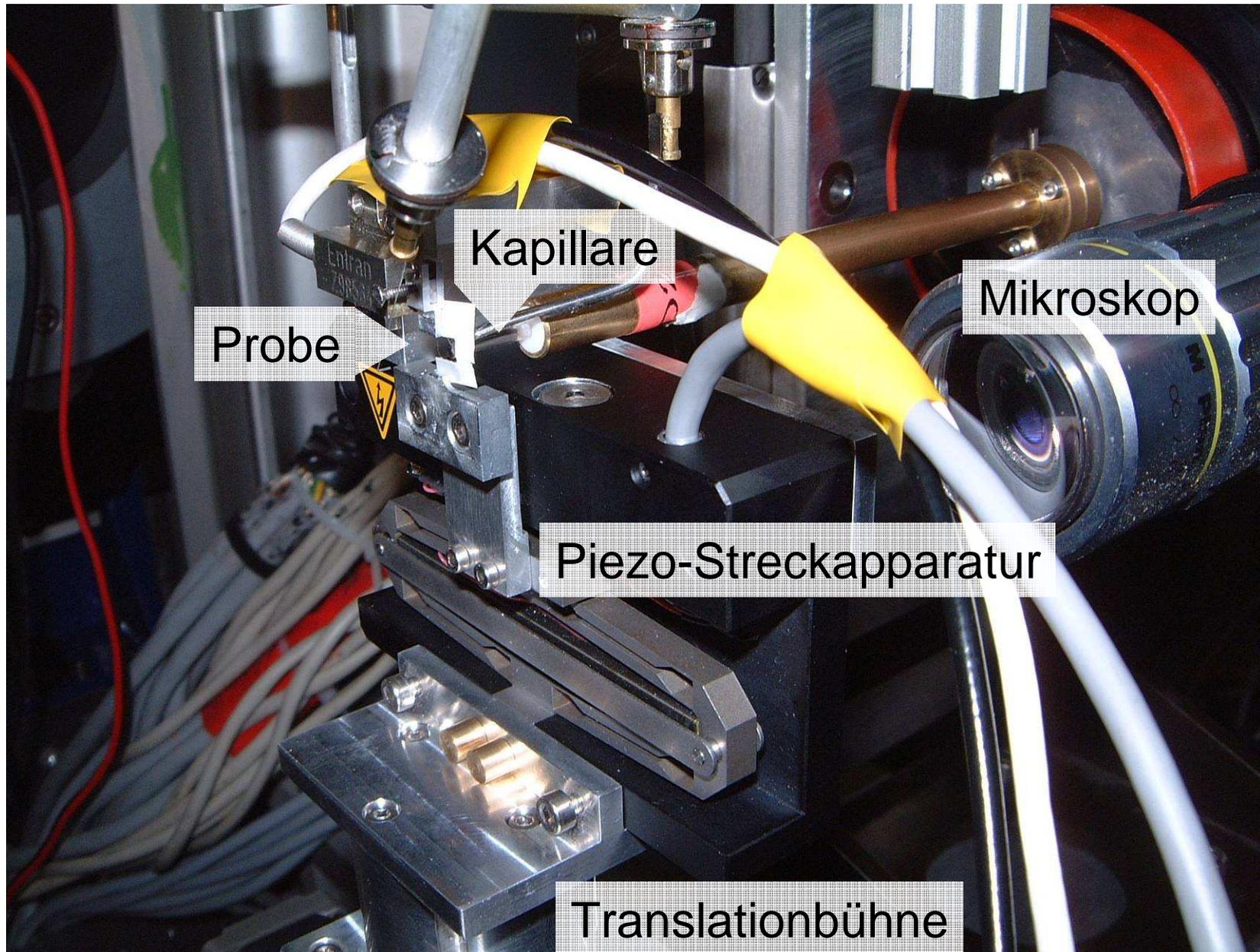
$20 \cdot 40 \mu\text{m}^2$
 $2.1 \cdot 0.2 \text{ mrad}^2$

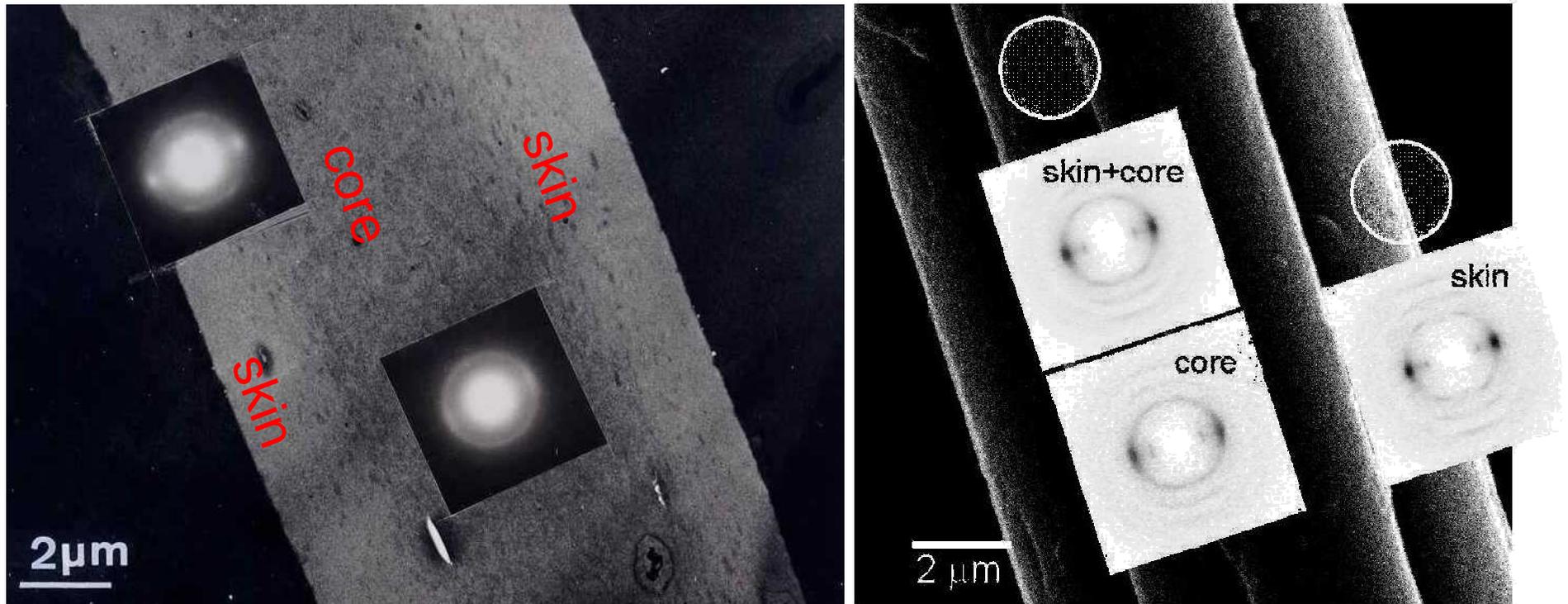
Ortsaufgelöste Mikrodiffraktion (ID13)



“Scanning” Mikrodiffraktion an ID13

63





0.1 μm dicke **Scheibe aus Faser**:
Elektronen-Mikrograph / -Diffraction
mit 1 μm^2 beleuchteter Fläche

Einzelfaser (SEM-Bild):
Röntgen-Mikrodiffraction
mit 3 μm^2 Strahlquerschnitt

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

quantitative Information:
Kristallinität unverändert,
core 75 % schlechter orientiert

