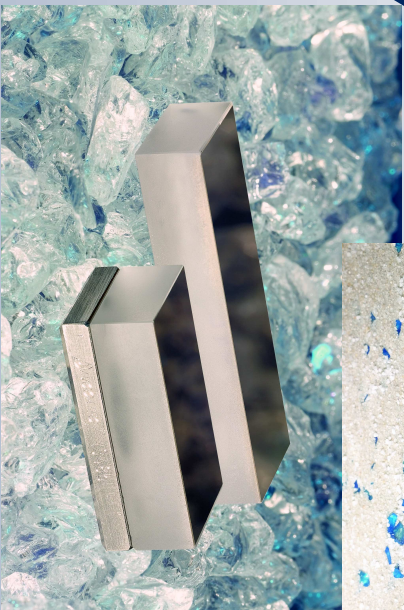


# Herstellung von Multilayerfilmen für Röntgenspiegel

IOM Erfahrungsaustausch  
März 2004



*Alexandra Oehr*

*INCOATEC GmbH*

*innovative coating technologies*

**Incoatec GmbH**

**Max-Planck-Str. 2**

**21502 Geesthacht**

**Germany**

**Tel: +49(0)4152 889 381**

**info@incoatec.de**

## Inhalt

- Vorstellung von Incoatec
- Röntgenoptiken
- Auswahl von Multilayern
- Herstellung
- Charakterisierung

## Incoatec:

- Innovative coating technology
- Multilayer für Röntgenspiegel

## Gründung:

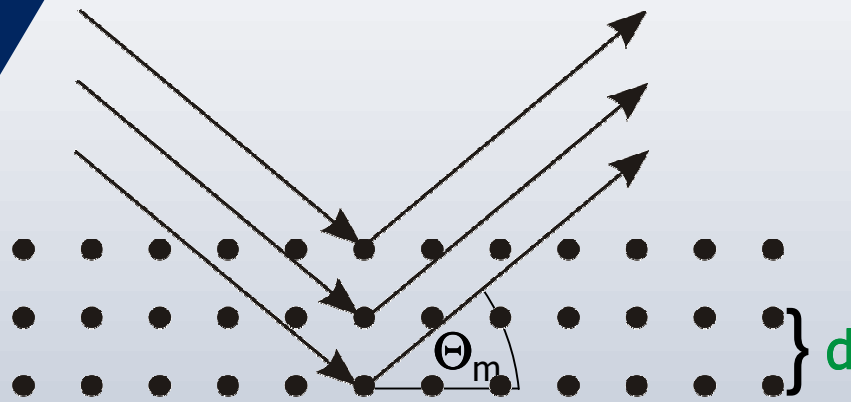
- 31.01.2002
- "spin-off" Unternehmen aus der Abteilung Beschichtungstechnologie des GKSS Forschungs-zentrum
- joint venture mit Bruker AXS

## Lage:



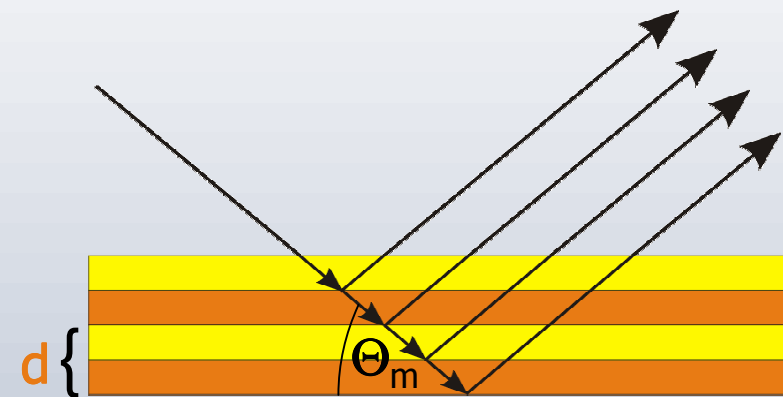
GITZ: Geesthachter Innovations- und Technologie Zentrum

Beugung am Kristall

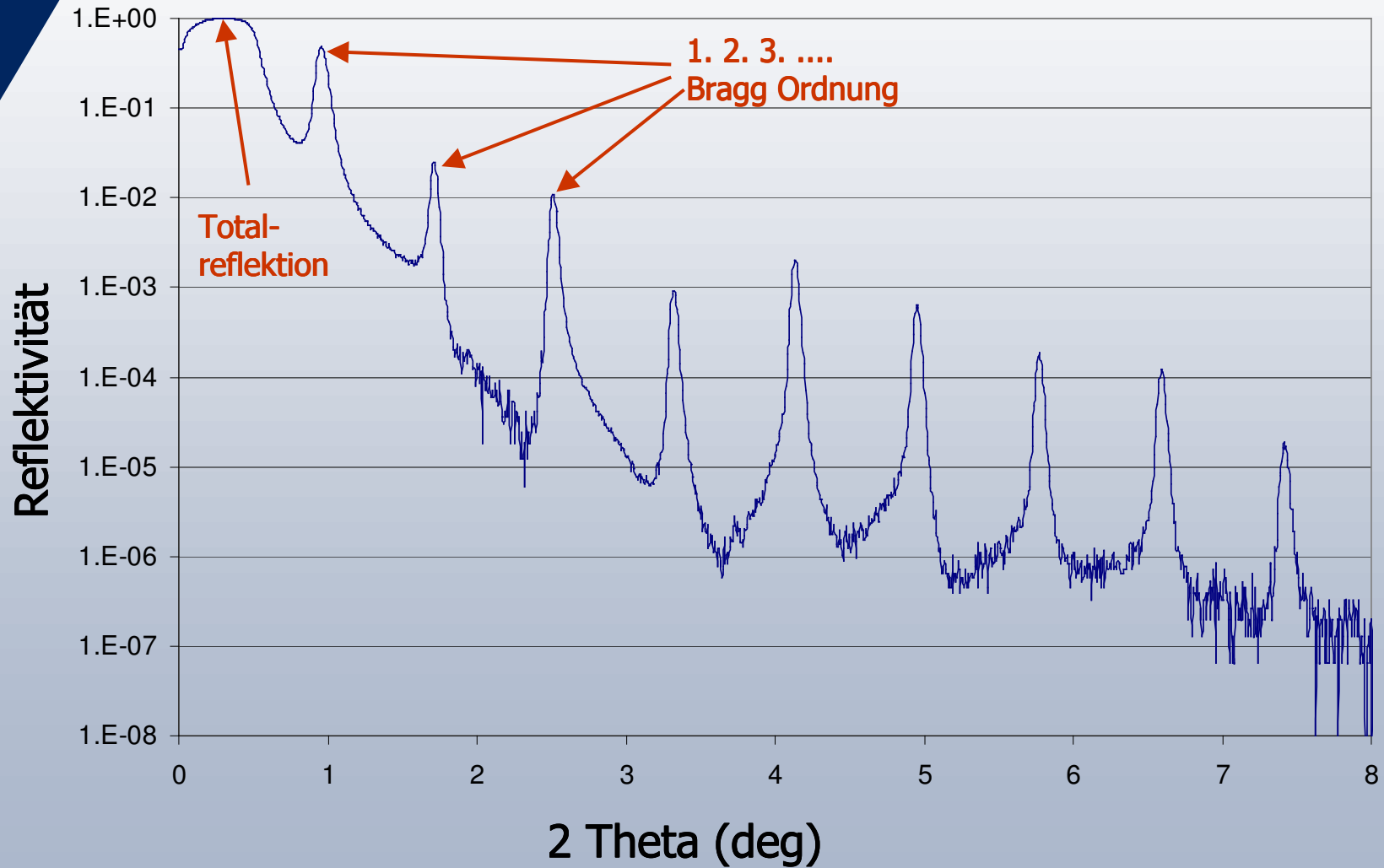


$$m \cdot \lambda = 2 \cdot \mathbf{d} \cdot \sin \Theta_m$$

Beugung im Multilayer



$$m \cdot \lambda = 2 \cdot \mathbf{d} \cdot \sin \Theta_m \cdot \sqrt{1 - \frac{2\delta - \delta^2}{\sin^2 \Theta_m}}$$



# Auswahl des Multilayers: $\delta$ , $\beta$

Brechungsindex n:  $n=1-\delta-i\beta$

$\delta$ : Dispersion ( $< 10^{-5}$ )  
 $\beta$ : Absorption

Reflektor:

hohe Elektronendichte; hohes  $\delta$

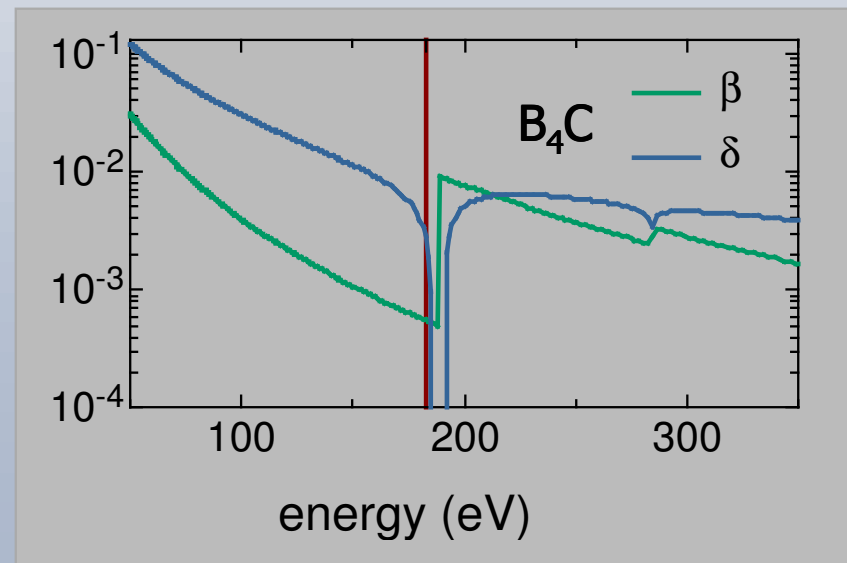
Spacer:

niedrige Elektronendichte; kleines  $\delta$  ; kleines  $\beta$

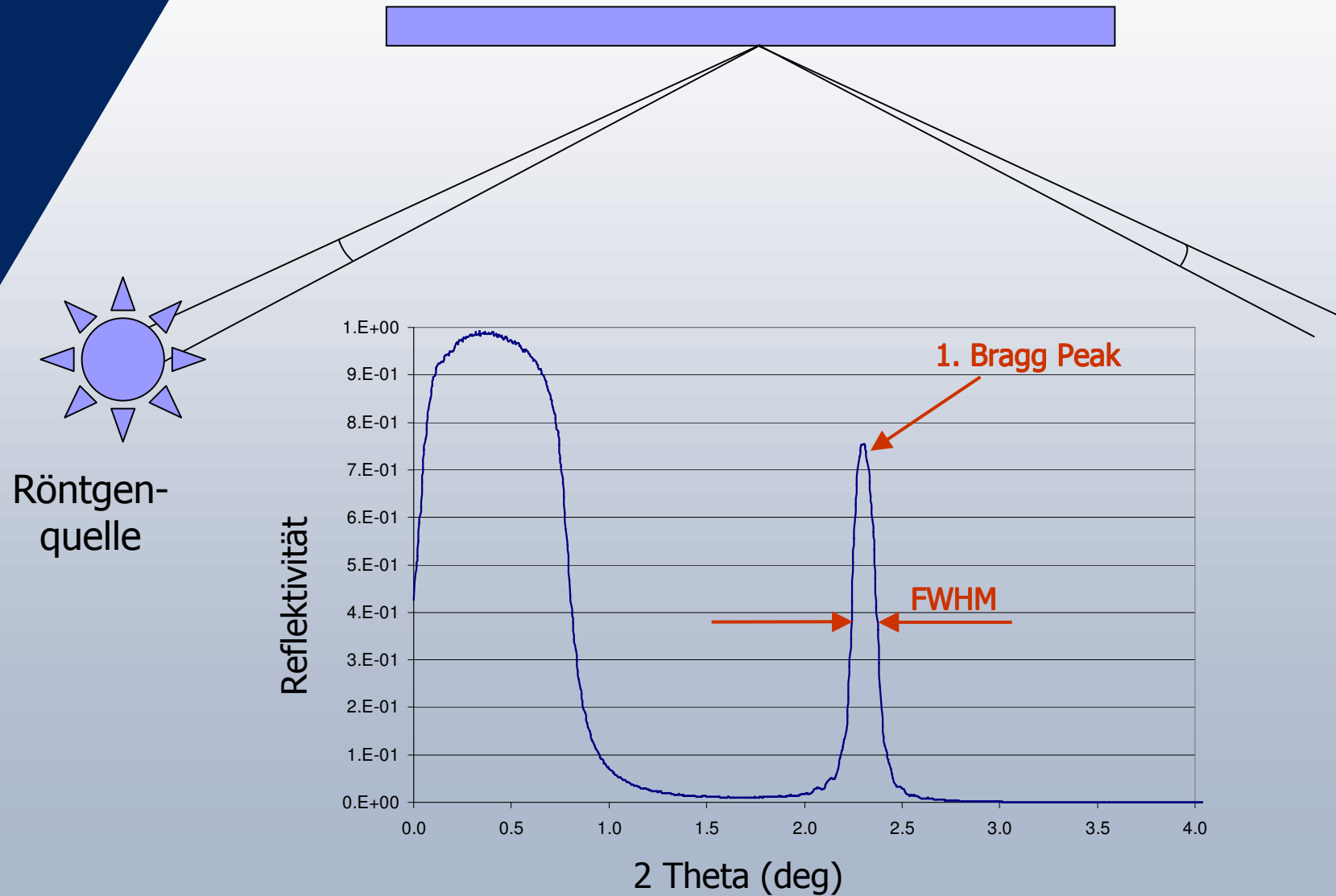
Max. Intensität des 1. Bragg Peaks:

$\Delta\delta \rightarrow$  groß

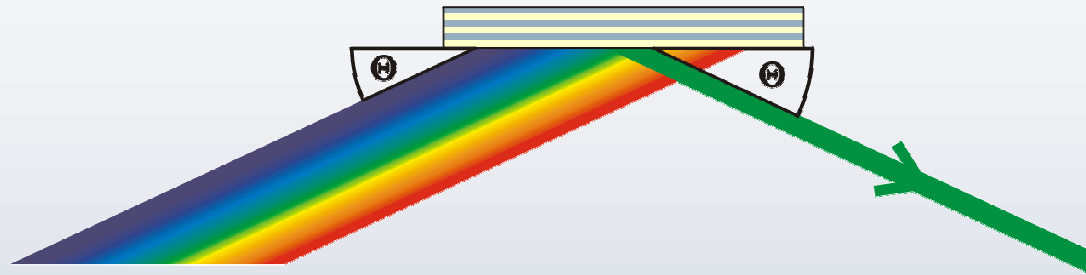
$\beta \rightarrow$  klein



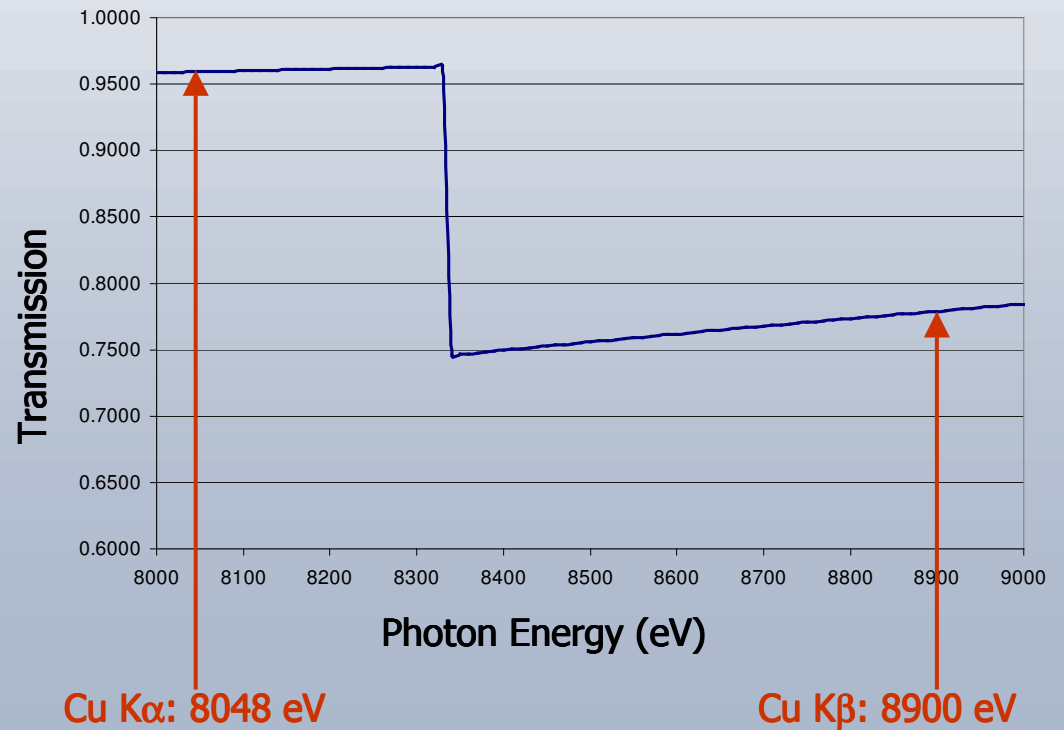
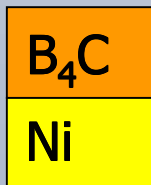
## Multilayer Spiegel



- Multilayer wirkt als Monochromator



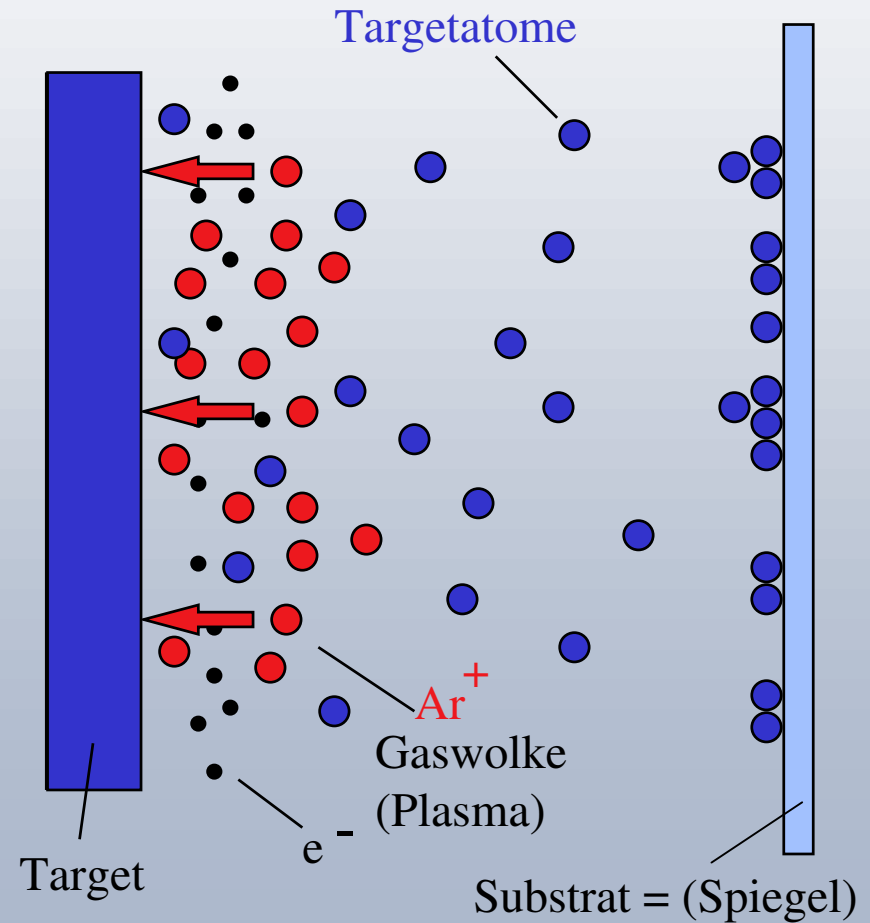
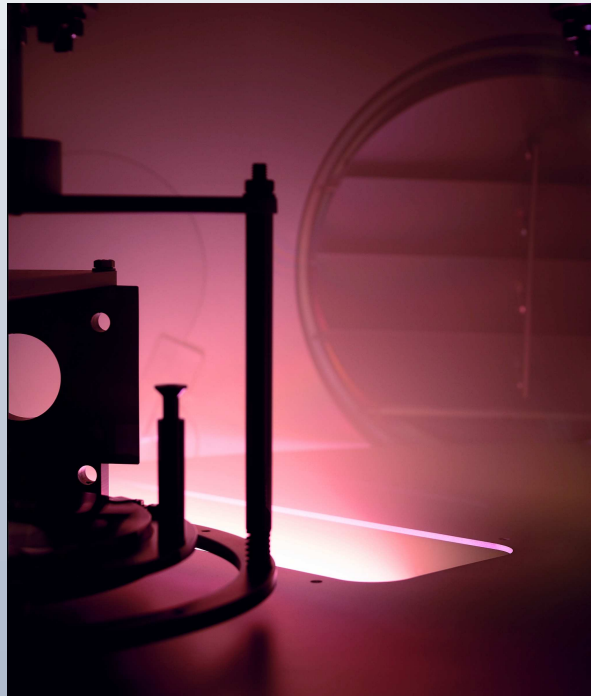
- Filter als Schichtmaterial
- bei Cu-Strahlung:  
Ni-Schicht





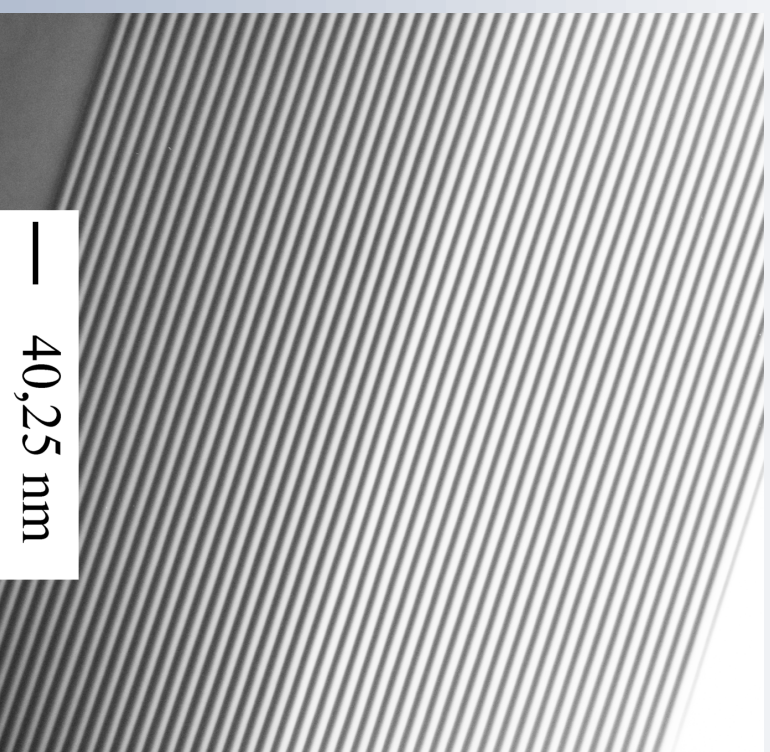
## Magnetronspütern:

- DC (leitend)
- RF (nicht leitend)



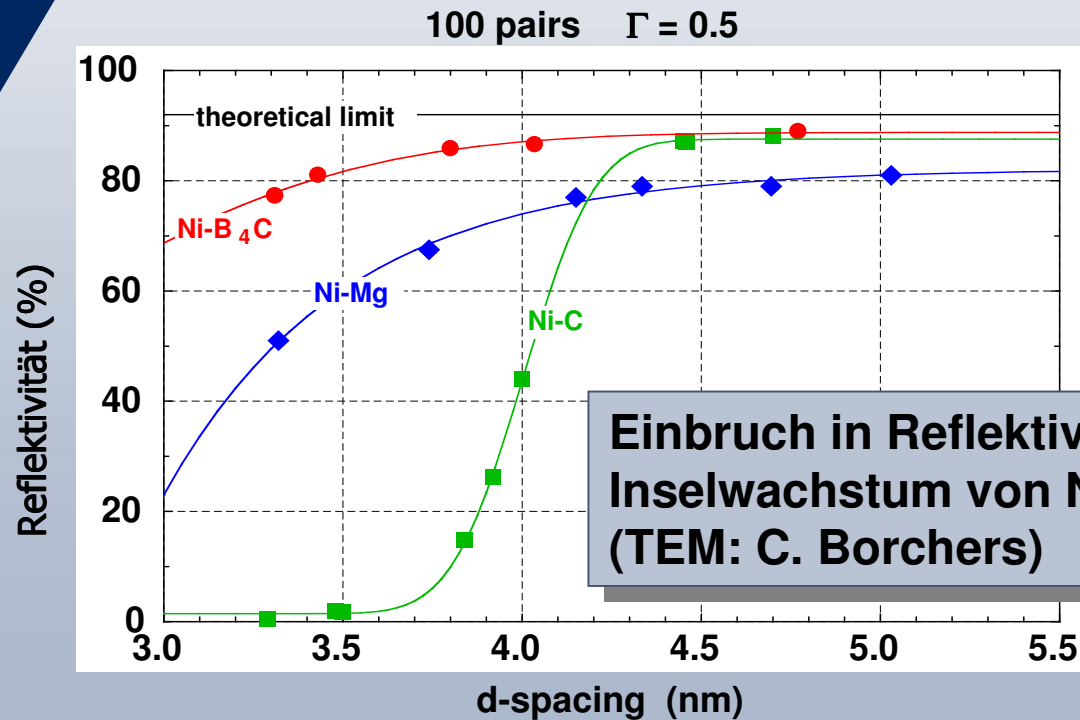
## Vorteile:

- amorphe Schichten
- glatte Oberflächen
- gute Reproduzierbarkeit



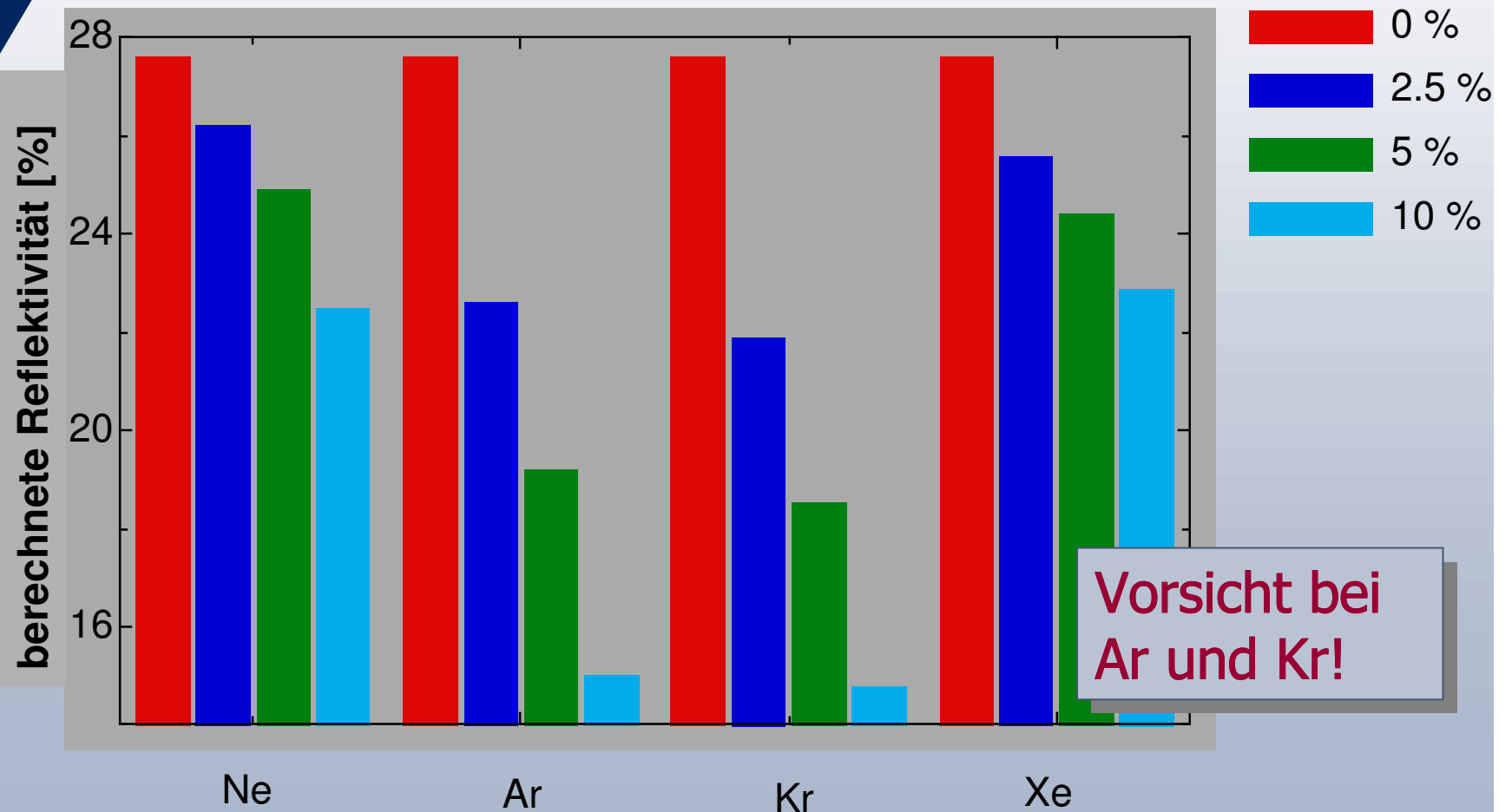
Teilchenenergie von Beschichtungsverfahren:

0.01 – 0.1 eV	Verdampfen
<b>1 – 10 eV</b>	<b>Magnetronsputtern</b>
~ 100 eV	Ionenstrahlsputtern und PLD

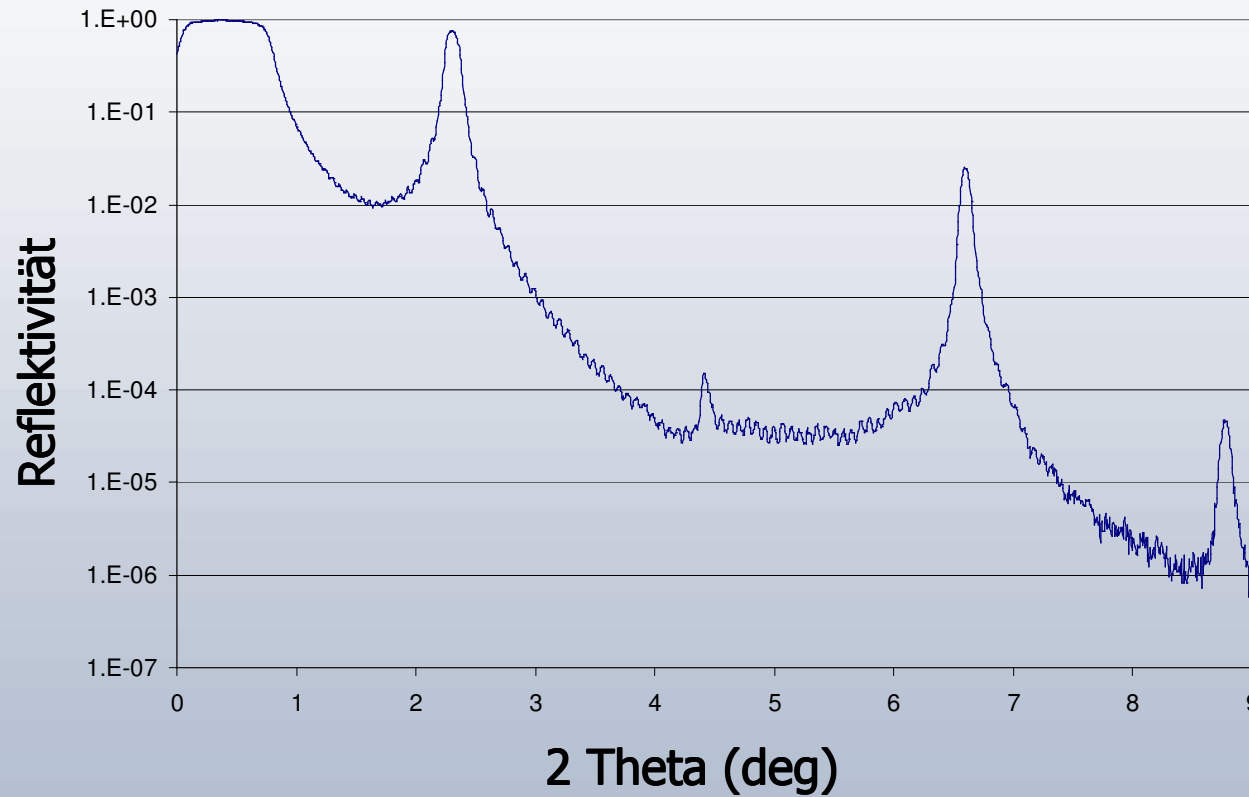


**Ni-C besser mit Ionenstrahlsputtern oder PLD**

V - C: 40 Paare  $d=12$  nm  $\Gamma = 0.5$ , Edelgaseinbau im C



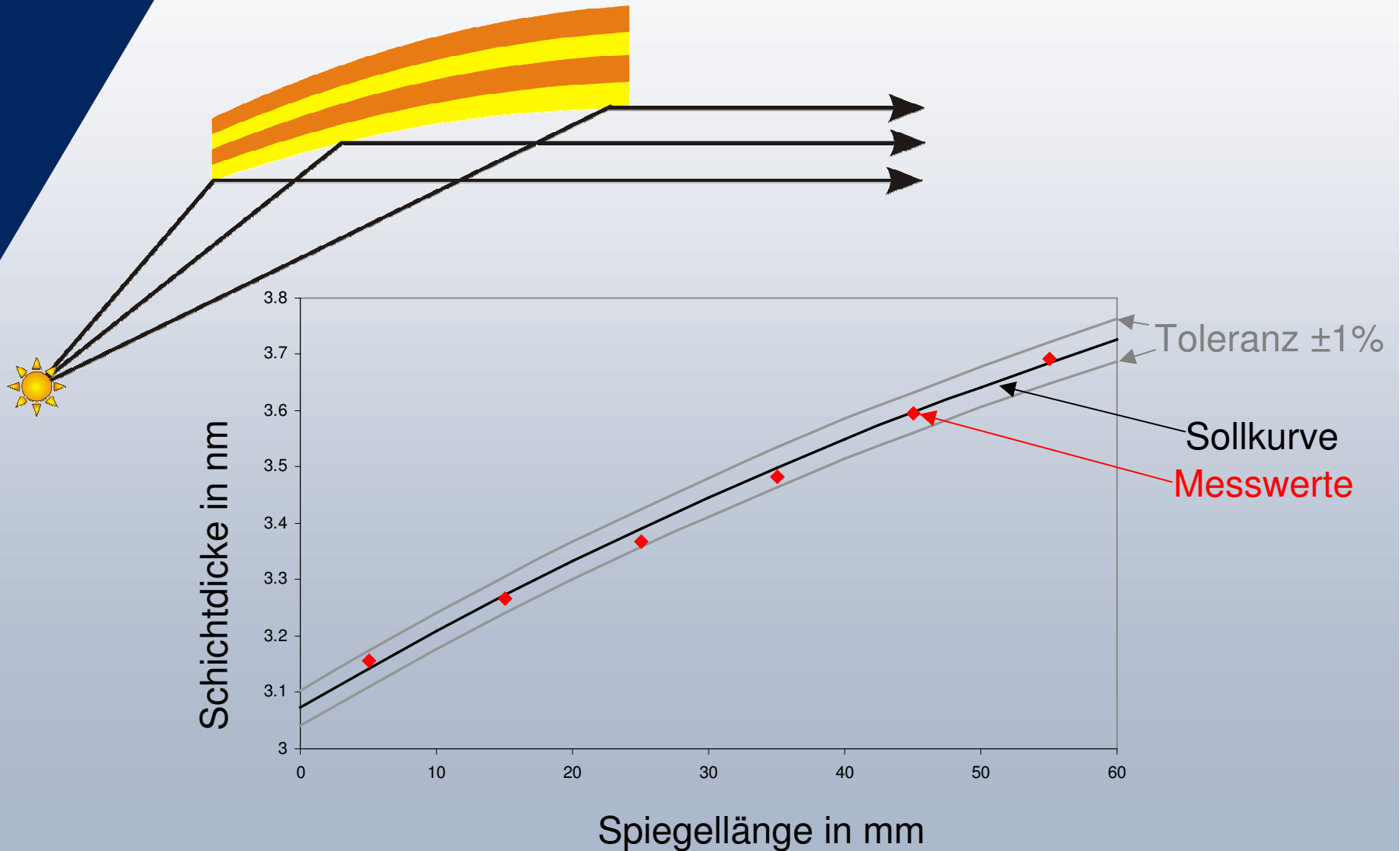
## Reflektometrieplot



- Bragg Winkel → Schichtdicke
- Reflektivität
- Schichtdickenverhältnis

IOM Erfahrungsaustausch  
März 2004

## Schichtdickenverteilung über dem Spiegel



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

*Ich danke:*

Allen Incoatec Mitarbeitern  
Univ. Kiel: S. Hollensteiner, W. Jäger  
Univ. Göttingen: C. Borchers

Alexandra Oehr  
Incoatec GmbH  
Max-Planck-Str. 2  
21502 Geesthacht  
Germany  
Tel: +49 (0) 4152 889381  
info@incoatec.de