



***Characterisation of the  
X-ray microprobe in Krakow  
and properties of the beam focusing system***

Sebastian Bożek <sup>1,2</sup>, Jakub Bielecki <sup>1</sup>, Zbigniew Stachura <sup>1</sup>, Janusz Lekki <sup>1</sup>,  
Roman Hajduk <sup>1</sup>, Henryk Doruch <sup>1</sup>, Wojciech M. Kwiatek <sup>1</sup>

***<sup>1</sup> The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics  
Polish Academy of Sciences***

***<sup>2</sup> The Jagiellonian University, Medical College***

## ***Plan prezentacji***

### **0. Idea eksperymentu**

### **1. Źródło promieniowania Hamamatsu L9191**

- Parametry pracy, widma
- Optymalizacja intensywności linii Ti-K $\alpha$
- Określenie rozmiarów ogniska lampy

### **2. Układ ogniskujący zwierciadeł Kirkpatricka-Baeza**

- Pomiar ogniska wiązki promieniowania

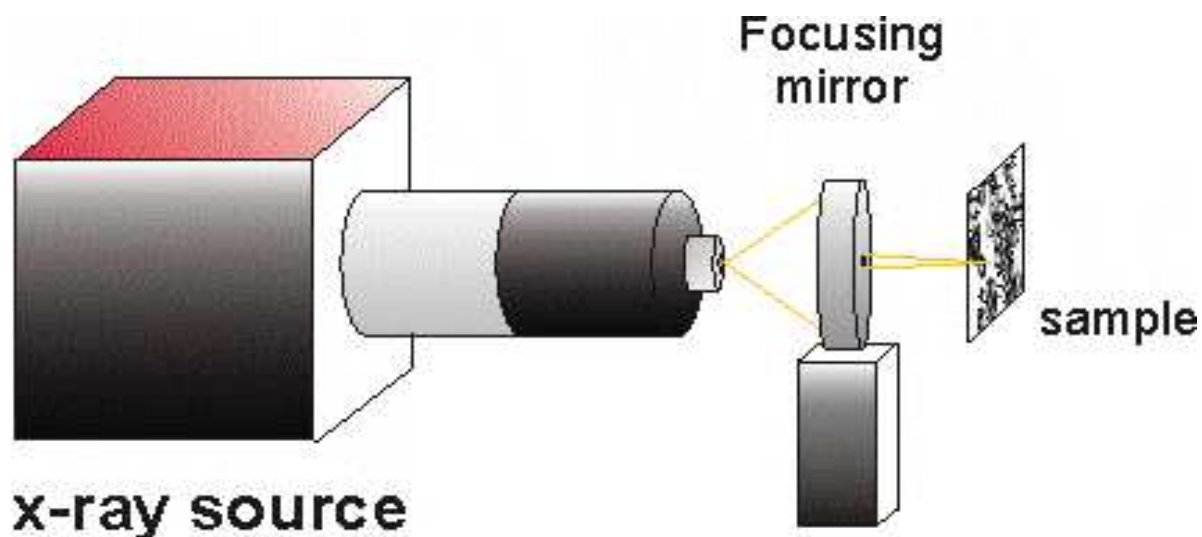
### **3. Elementy układu pozycjonowania próbek**

### **4. COST Action MP0601 , Dresden 27-28.XI.2008**

## Idea eksperymentu

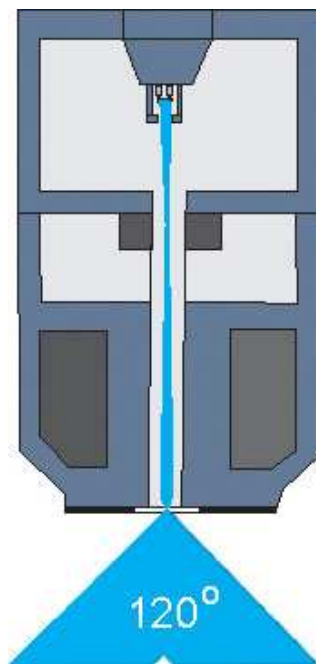
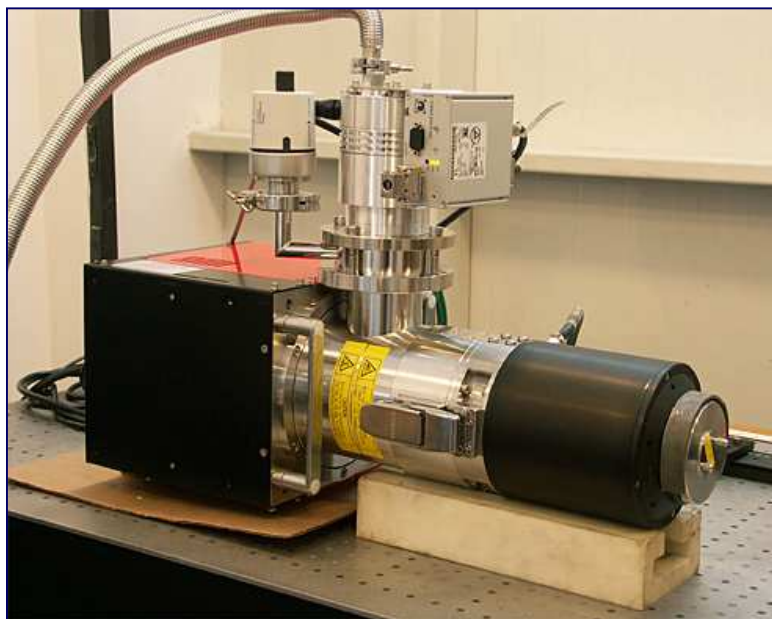
Badania konsekwencji naświetlania promieniowaniem X pojedynczych komórek oraz ich kolonii, porównanie z wynikami podobnych badań prowadzonych na mikrowiązce protonowej.

	<b>Mikrowiązka protonowa</b>	<b>Mikrowiązka X</b>
Gęstość jonizacji	duża	mała (fotoelektrony)
Średnia głębokość penetracji w komórkach	100 $\mu\text{m}$ całkowity zasięg protonów o energii 3 MeV	Na głębokości 100 $\mu\text{m}$ połowa początkowej intensywności wiązki 4.5 keV

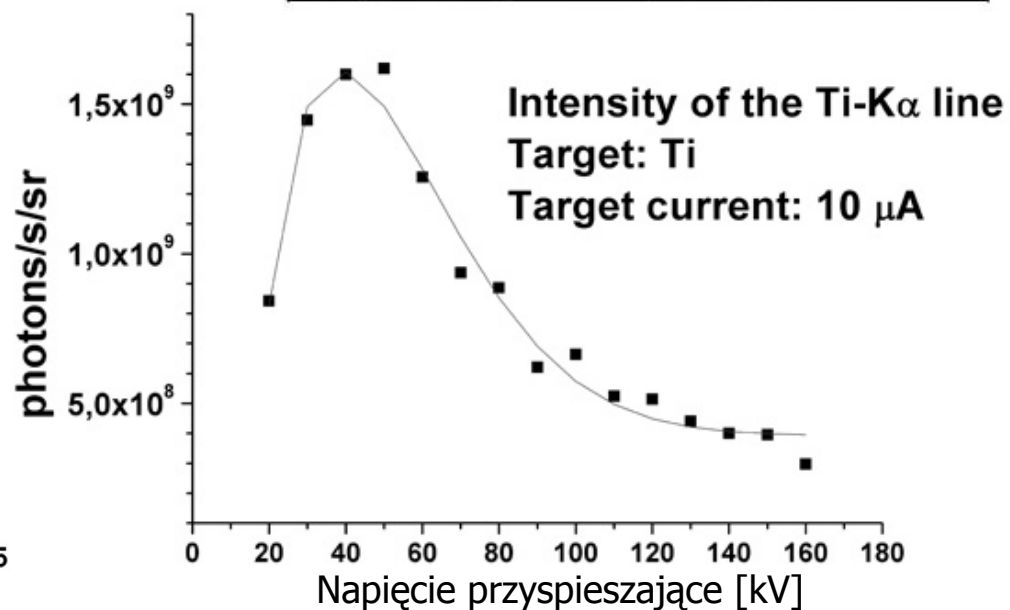
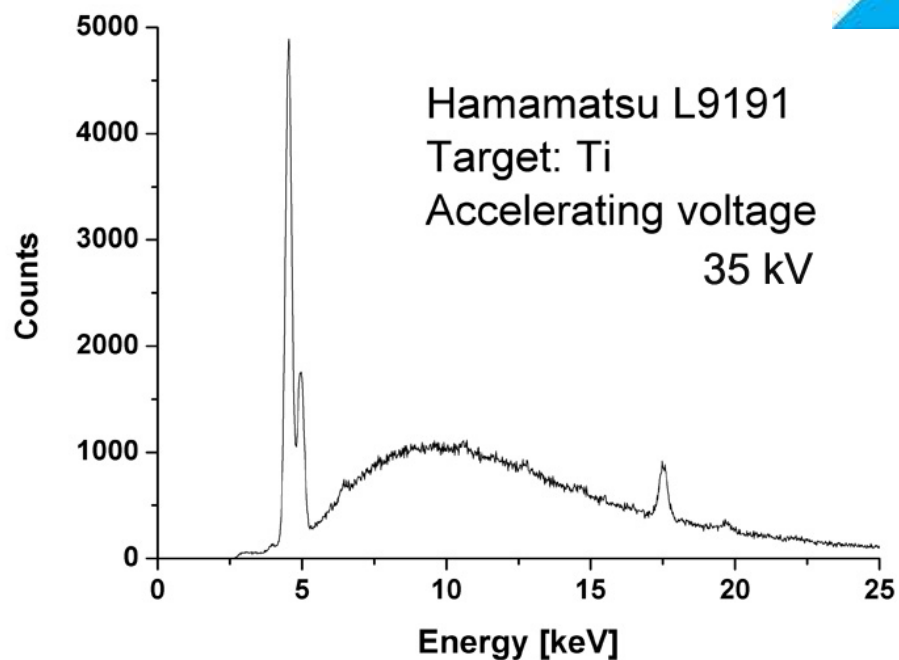


Chcemy zogniskować promieniowanie na konkretnej komórce, lub nawet na poszczególnych elementach pojedynczej komórki

# Źródło promieniowania – Hamamatsu L9191



Parameter	Value
Cathode Material	Tungsten
Targets Material	Ti ( $K\alpha$ 4.5keV), Mo ( $K\alpha$ 17.4keV), W ( $L\alpha$ 8.4keV, $K\alpha$ 59.3keV), Ag( $K\alpha$ 22.2 keV)
X-Ray Output Windows Material /Thickness	Beryllium / 0.5mm
X-Ray Tube Voltage Setting Range	20kV – 160kV
X-Ray Tube Current Setting Range	0 $\mu$ A – 200 $\mu$ A
Expected Resolution	1 $\mu$ m
X-ray Beam Angle	120 degrees



## Pomiary rozdzielczości źródła

1. Wykonanie zdjęcia rentgenowskiego płytki wzorcowej (patternu).
2. Jasność pikseli wzdłuż paska matematycznie jest wynikiem splotu krzywej rozkładu normalnego oraz funkcji skoku jednostkowego.

$$S = N * U$$

The diagram shows three mathematical functions: a smooth S-shaped curve (sigmoid function), an equals sign, a bell-shaped curve (normal distribution), a multiplication sign, and a square wave (step function).

1 2 4 [μm] 8



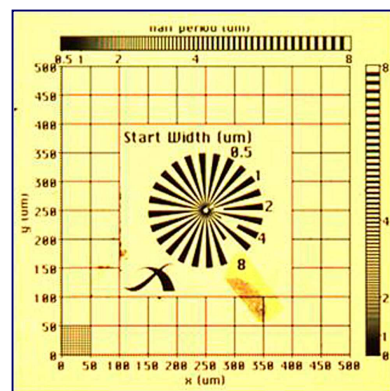
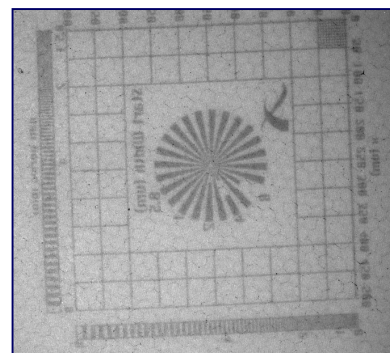
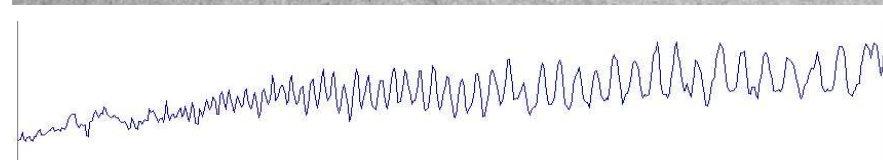
20 kV



80 kV

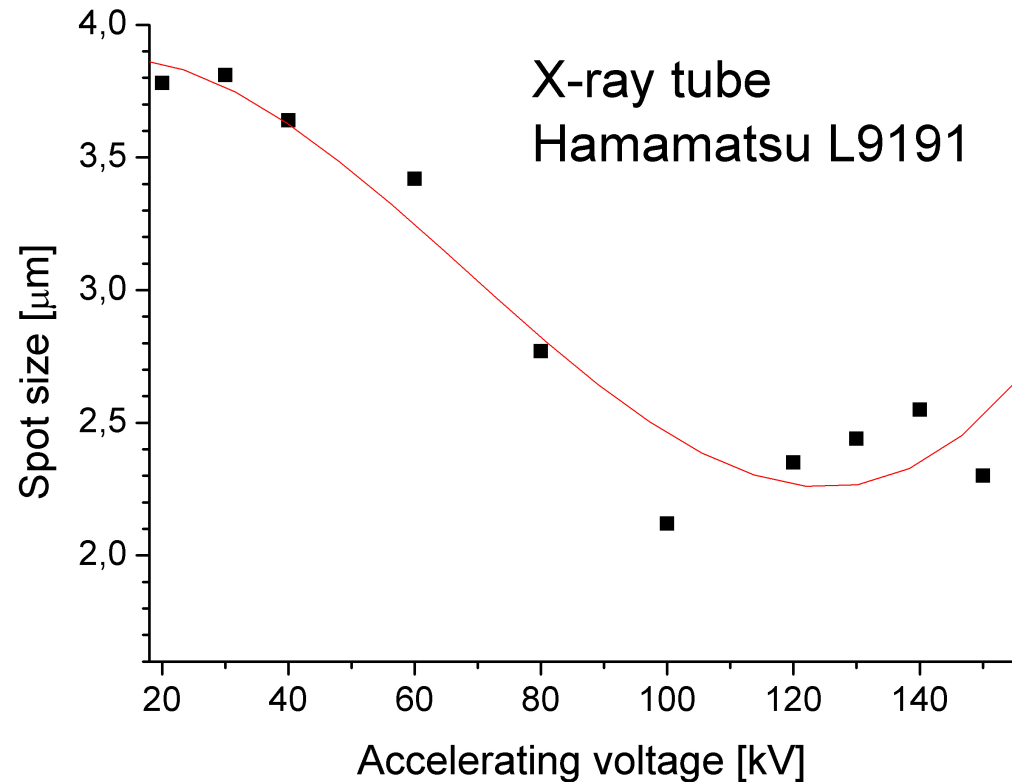
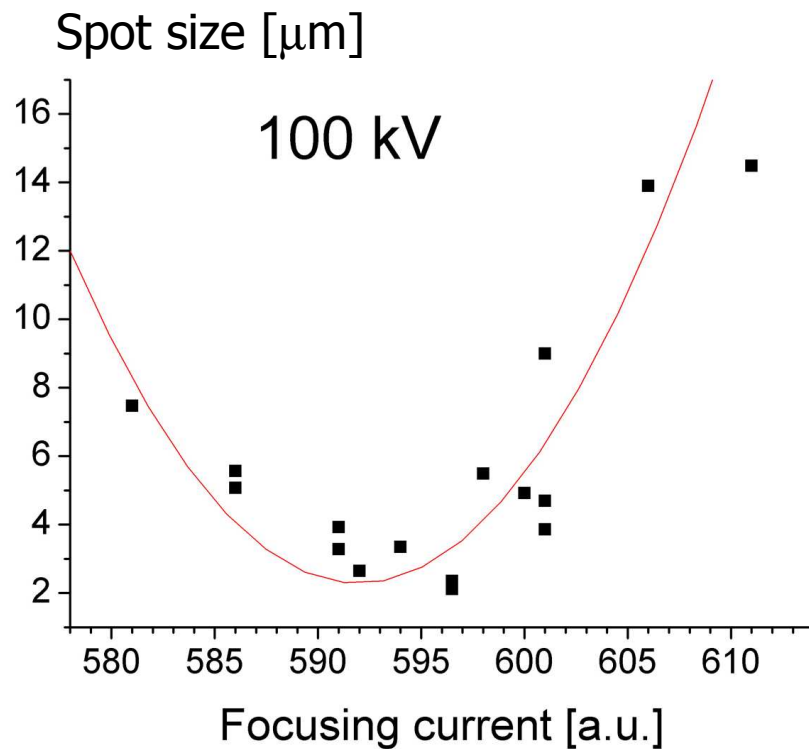


100 kV



## Rozmiar ogniska lampy

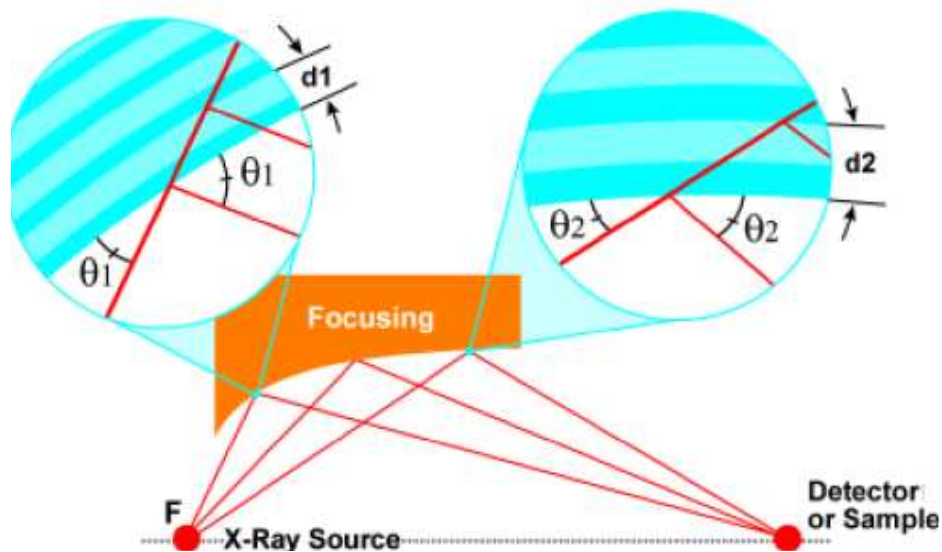
Rozmiar ogniska lampy zależy od napięcia przyspieszającego oraz prądu ogniskującego cewek elektromagnetycznych. Najlepszy (najmniejszy - ok **2  $\mu\text{m}$** ) rozmiar ogniska otrzymaliśmy przy napięciu **100 kV**.



## ***Wielowarstwowe zwierciadła ogniskujące promieniowanie***

Eliptycznie zakrzywione powierzchnie złożone z naprzemiennie napyłonych cienkich warstw wykorzystują wzmocnienie promieniowania poprzez konstruktywną interferencję zgodnie z zasadą Bragga.

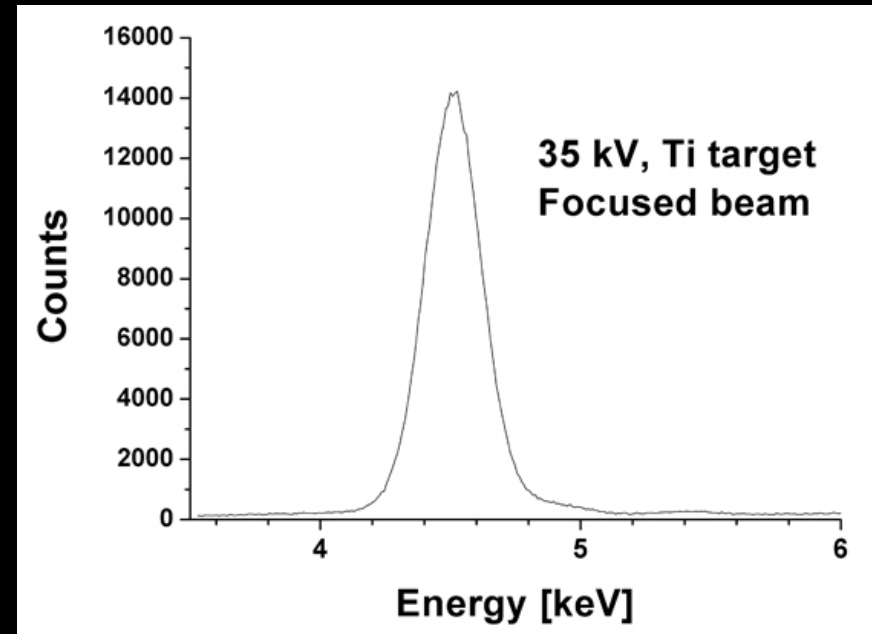
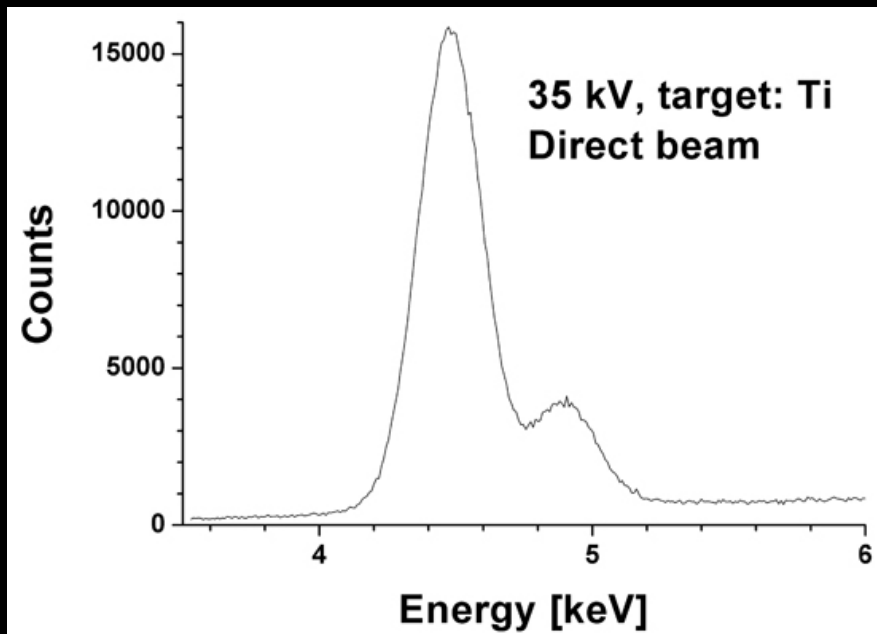
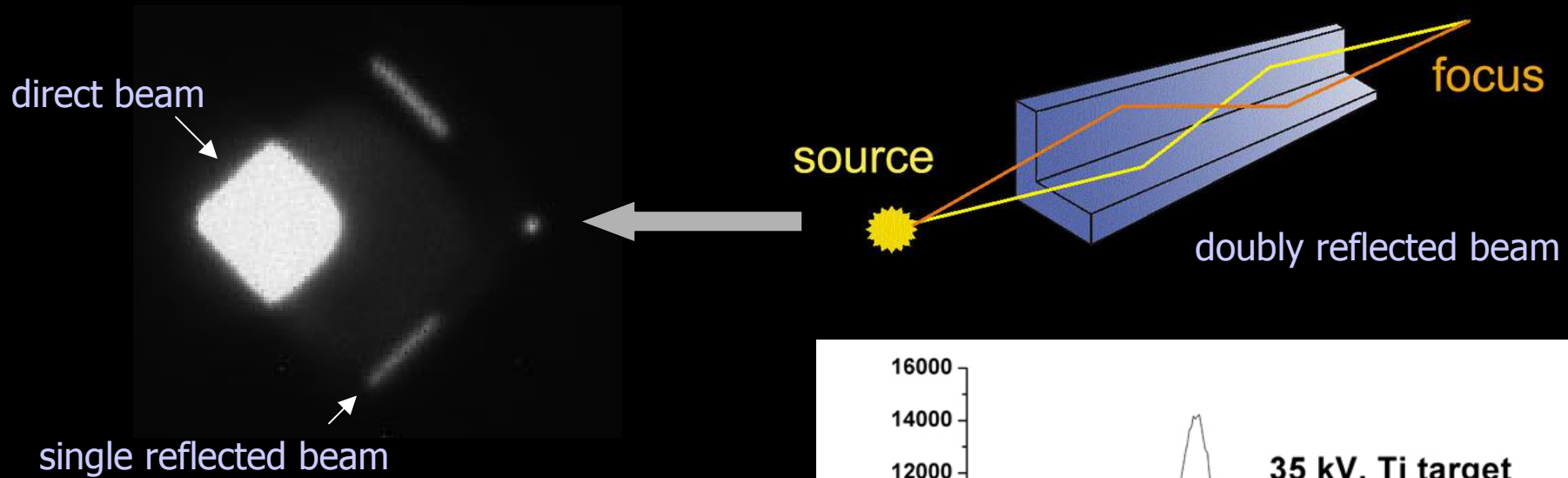
Zwierciadła działają zatem także jako monochromator.



$$2d \sin \theta = n\lambda$$

warstwy Cr / C  
Grubość 3 / 1.5 nm  
opymalizowane dla  
Ti Ka 4.5 keV

# Ogniskowanie promieniowania

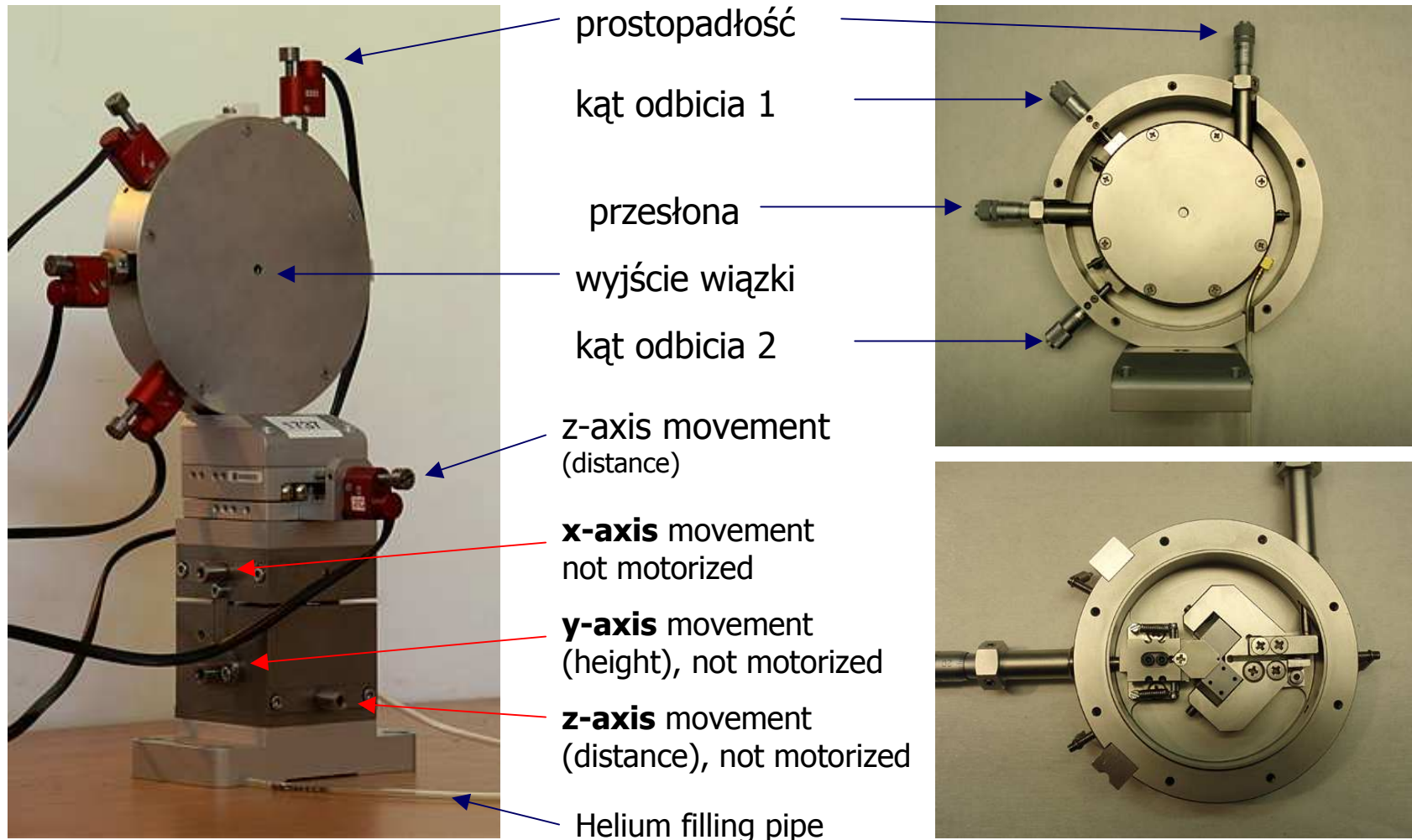


Dawka w ognisku @ 30kV & 10 $\mu$ A  
 $4200 \text{ fot/s} * 4.5 \text{ keV} = 19 \text{ MeV/s}$   
 $\Rightarrow 0.7 \text{ Gy/s}$  dla jądra komórkowego

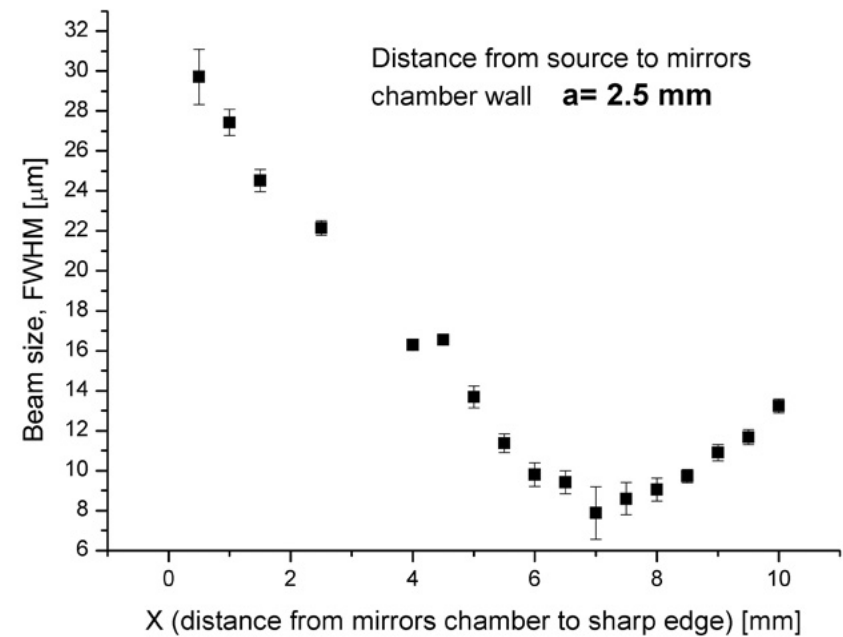
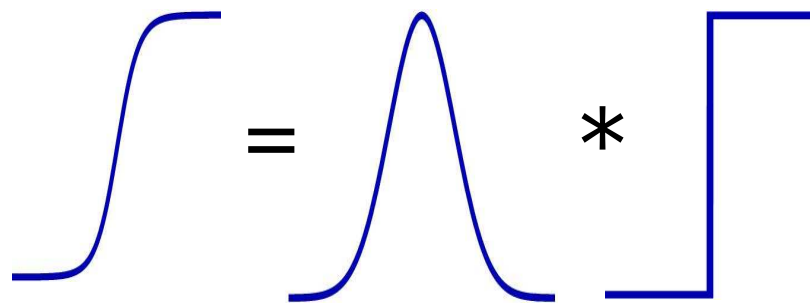
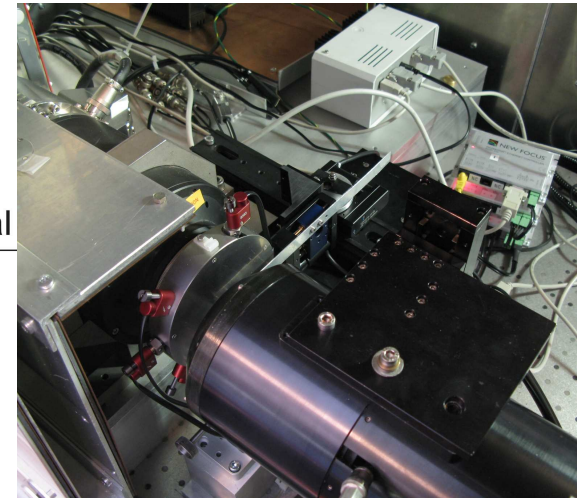
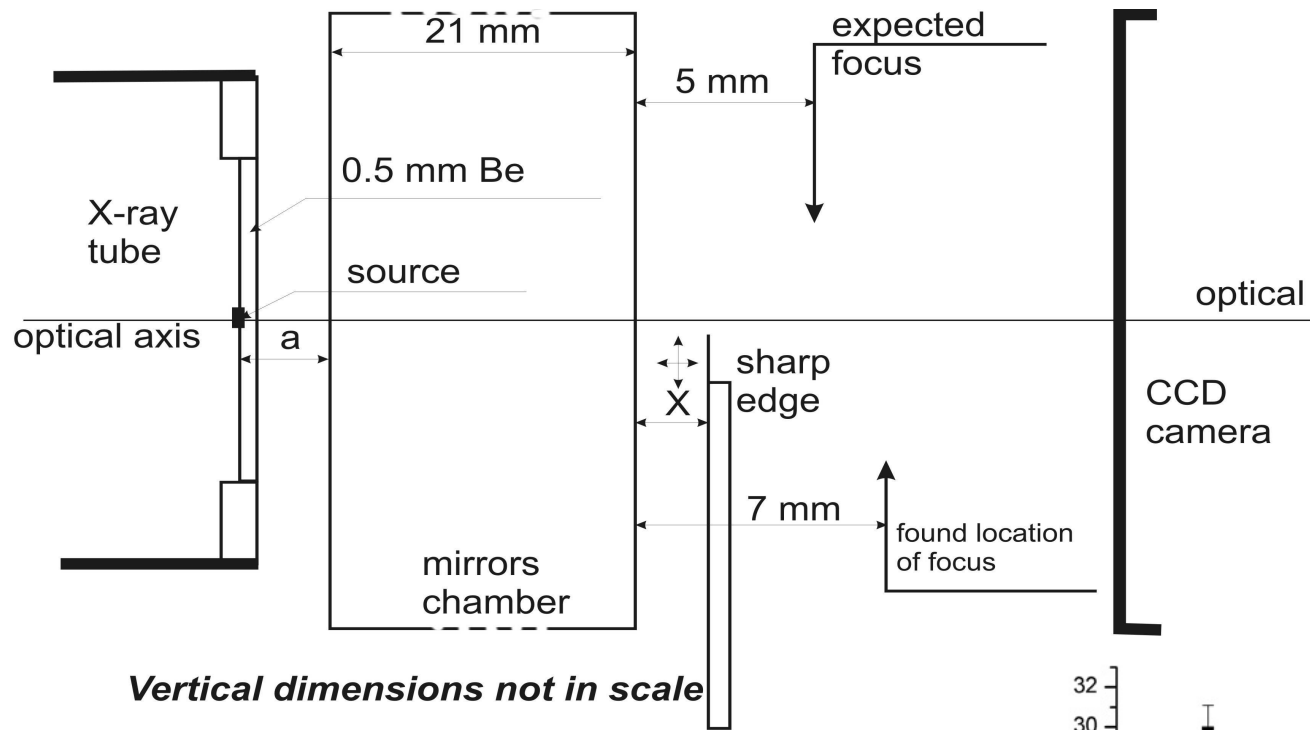


## Zwierciadła Kirkpatricka-Baeza

Zwierciadła wielowarstwowe wyprodukowane przez Rigaku Innovative Technologies Inc. (USA). Odległość ogniskowania - **15 mm**.



# Rozmiar ogniska promieni



## Elementy układu pozycjonowania próbek



### PI motorized translation stages

- motion range: **15 mm**
- minimum incremental motion: **50 nm**
- controlling: PI software or LabVIEW

Two elements combined together enable movement in a plain



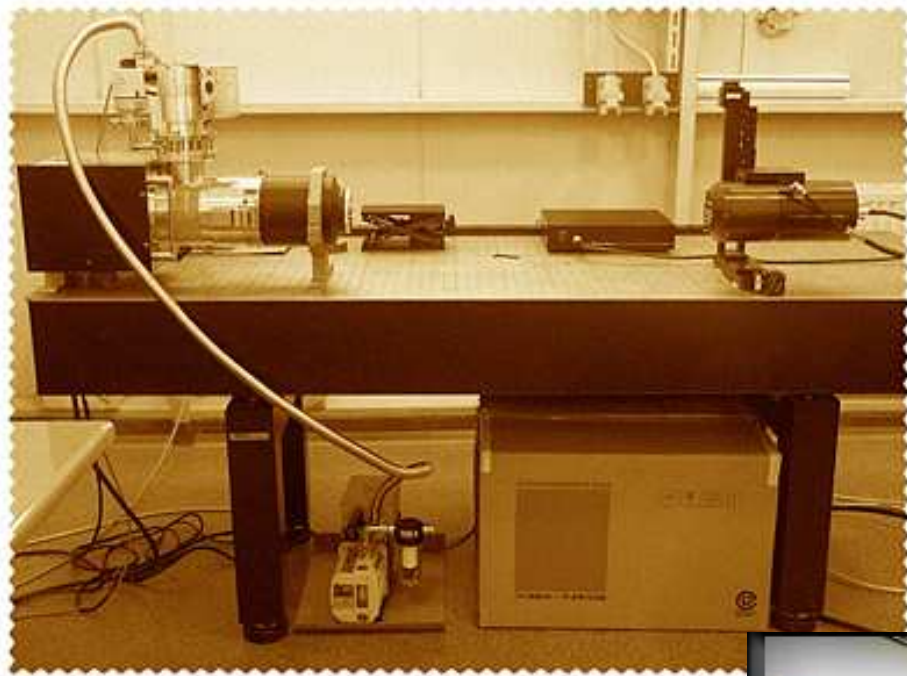
### Qioptiq Zoom 160 Optical System Microscope

- motorized zoom and focus
- SHOTT's coaxial light source
- field-of-view (zoom): **16:1**
- maximum resolution: **900 lp/mm**
- camera connection



### Watec WAT-231S color camera

- weight: **160 g**
- resolution: **450x480 px**
- video and Y/C signals output
- gamma correction and iris level control



# Mikrowiązka dawniej i dziś



## ***COST Action MP0601 , Dresden 27-28.XI.2008***



<http://www.cost.esf.org>

<http://www.shortwavelengthsources.net>

DOMENY -> Programy / Akcje -> grupy

Materials, Physical and Nanosciences (MPNS)

└ Short Wavelength Laboratory Sources (End date: April 2011) MP06

└ wg1 Modelling and Simulation

└ wg2 Source Development, Improvement and Characterisation

└ wg3 Integrated Systems: Sources, Optics and Detectors

← Sebastian

└ wg4 Applications

← Kuba



AXO Dresden GmbH

Applied X-ray Optics and High Precision Deposition

<http://www.axo-dresden.de>









[WWW.MICROBEAM.EU](http://WWW.MICROBEAM.EU)



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !**

