

**Сессия Научного Совета ОФВЭ ПИЯФ РАН 2007**

# **Лаборатория мезоатомов**

**Ю.М.Иванов**

**Гатчина, ПИЯФ РАН, 25 декабря 2007**

# **Сотрудники лаборатории мезоатомов**

**С.А. Вавилов  
Л.А. Вайшнене  
Н.П. Волков  
Ю.А. Гавриков  
А.С. Денисов  
Ю.М. Иванов  
Л.П. Лапина  
П.М. Левченко  
Л.Г. Маляренко**

**Л.Ф. Павлова  
А.А. Петрунин  
Т.Н. Савченкова  
В.В. Скоробогатов  
В.М. Суворов  
В.В. Сулимов  
С.И. Труш  
А.И. Щетковский  
Л.А. Щипунов**

# Направления работы

## **CMS**

**Подготовка мюонной системы детектора CMS в CERN**

## **Каналирование**

**Исследование каналирования высокоэнергетичных заряженных частиц в изогнутых кристаллах с целью создания новых методов отклонения, фокусировки, коллимации и вывода пучков на ускорителях высоких энергий и суперколлайдерах;**

## **Ядерные реакции**

**Исследование фоторасщепления ядер**

# **Полученные и планируемые результаты по каналированию:**

**Экспериментальное обнаружение и исследование эффекта объемного отражения протонов высокой энергии в изогнутых кристаллах**

**Разработка методов коллимации пучков Большого Адронного Коллайдера (LHC) с помощью изогнутых кристаллов.**

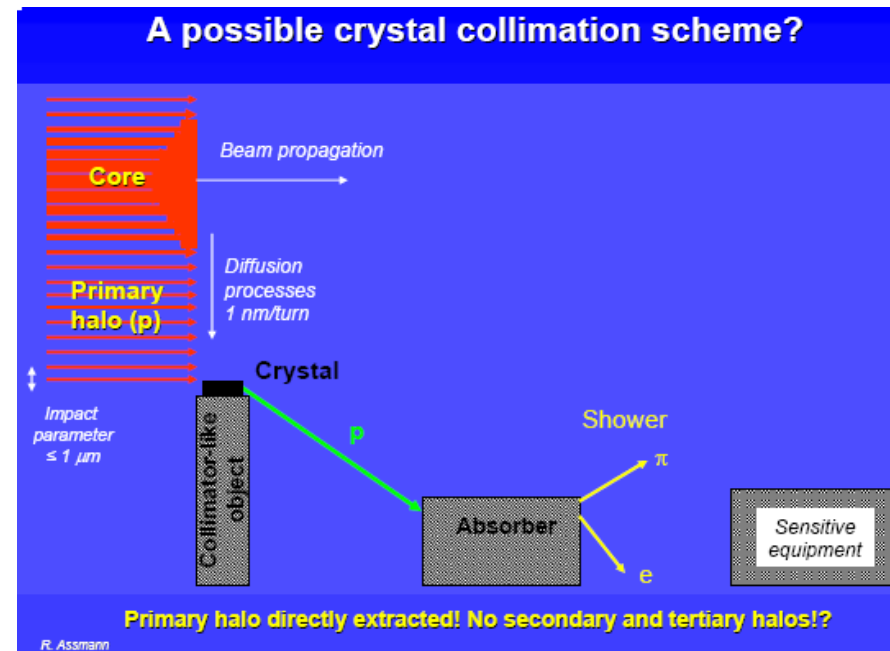
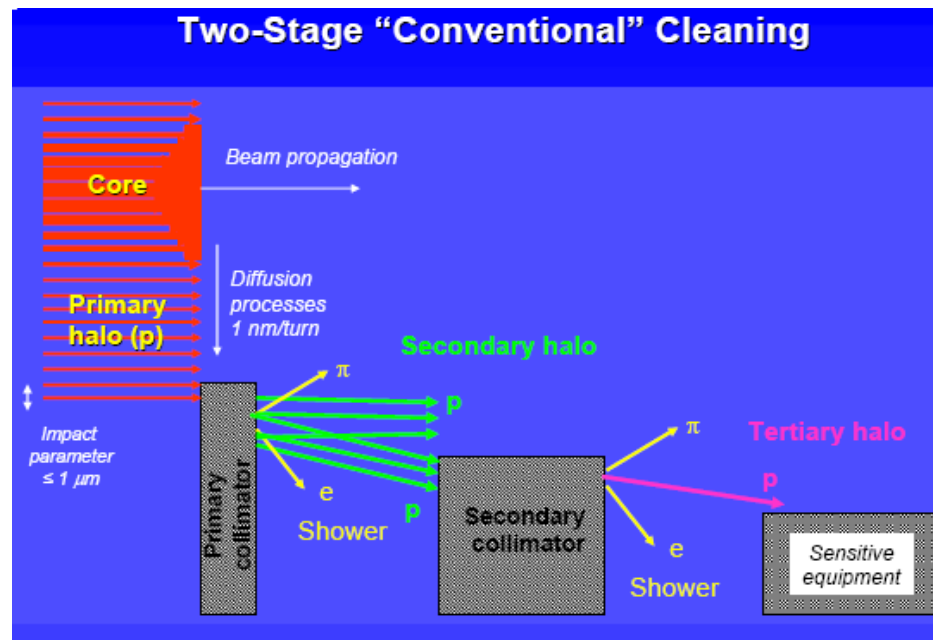
# О применении исследований

From LHC Project Report 918 (2006):

**“The basic idea of crystal based collimation for the LHC is to use bent crystals for channelling and extracting the halo protons at  $6\sigma$  from the central beam orbit onto a special absorber where they hit with large offsets (impact parameters).**

**Due to large extraction angles and high impact parameters the extracted halo protons can in principle be efficiently removed from the LHC beam.**

**For example, a channelling and extraction efficiency of 90% would leave 10 times less load on the standard collimation system, enhancing its performance by a factor of 10”.**



# Выполненные и планируемые эксперименты:

**2006-** на p-пучке 450 ГэВ (SPS CERN)

**2007-** на  $e^+$  и  $e^-$ -пучках 180 ГэВ (SPS CERN)

**2008-** на p-пучке 120 ГэВ (кольцо SPS CERN)

**2008-** на пучке 980 ГэВ (кольцо Tevatron FNAL)

**2011-** на пучке 7 ТэВ (кольцо LHC CERN)

# **В исследованиях принимают участие:**

**ПИЯФ РАН (Гатчина)**

**ГНЦ ИФВЭ (Протвино)**

**ОИЯИ (Дубна)**

**INFN (Ferrara, Lhbraro, Rome, Perugia, Trieste, Italy)**

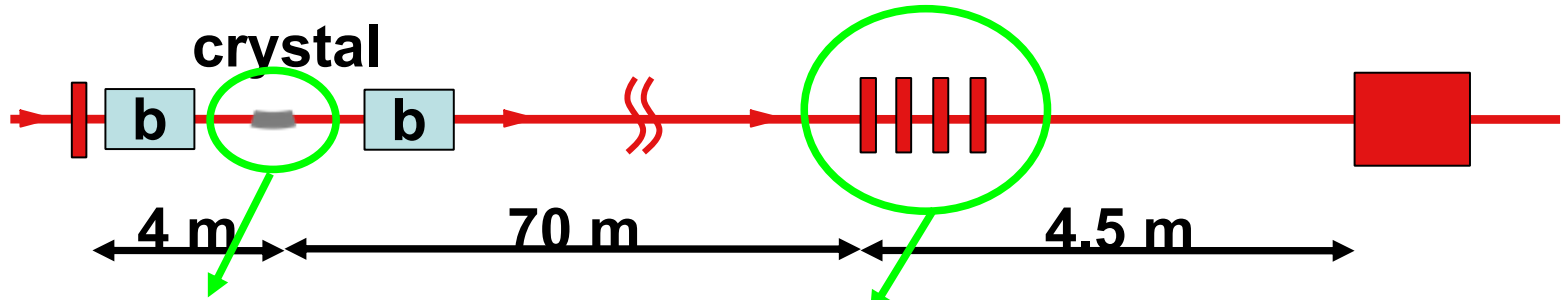
**CERN (Geneva, Switzerland)**

**FNAL (Batavia, USA)**

**Study of volume reflection with  
400 GeV protons at SPS CERN  
(H8-RD22 Collaboration)**

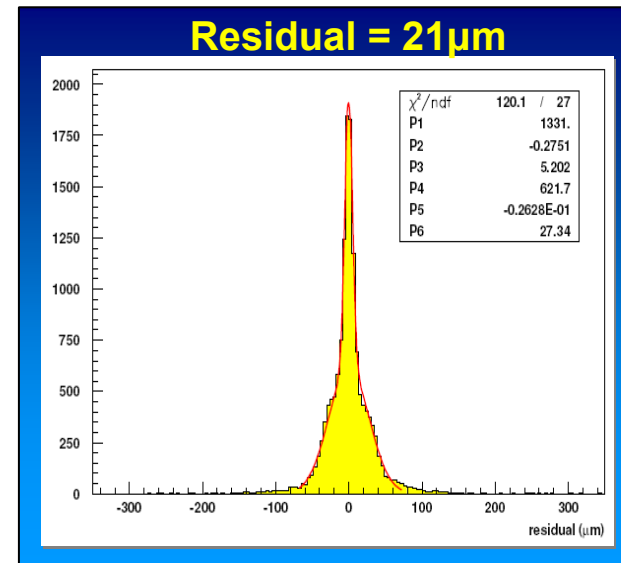


# Sep. 2006 - the setup



- 3-stage goniometer (2 lateral + one rotation)
- precision = of the order of 1 $\mu$ rad

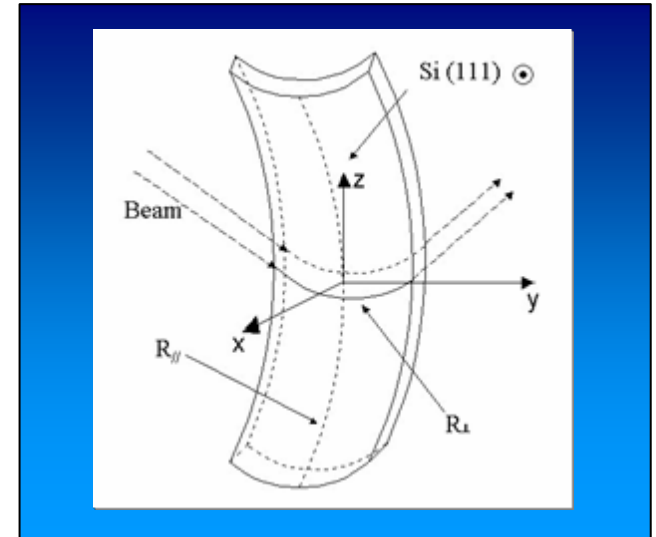
- 5 x-y modules (1 before the crystal and 4 at 70m)
- each module: 2 single side silicon strip detectors with 384 readout strips (one floating); pitch = 242 $\mu$ m
- readout = TAA1 ASICs, self triggering



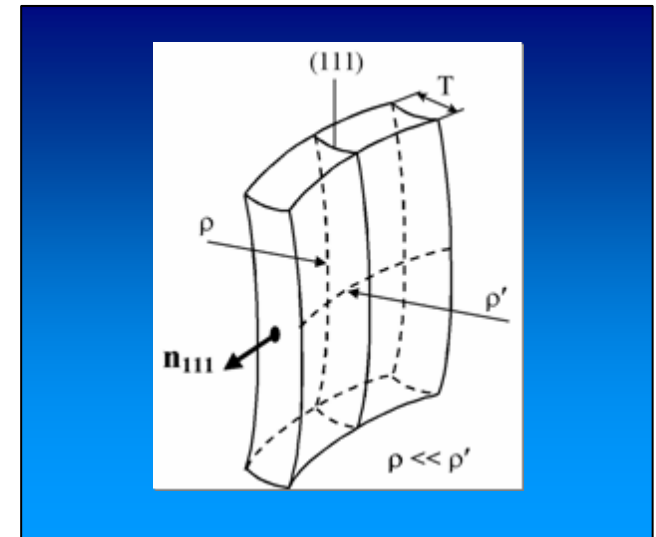
# Sep. 2006 - the crystals



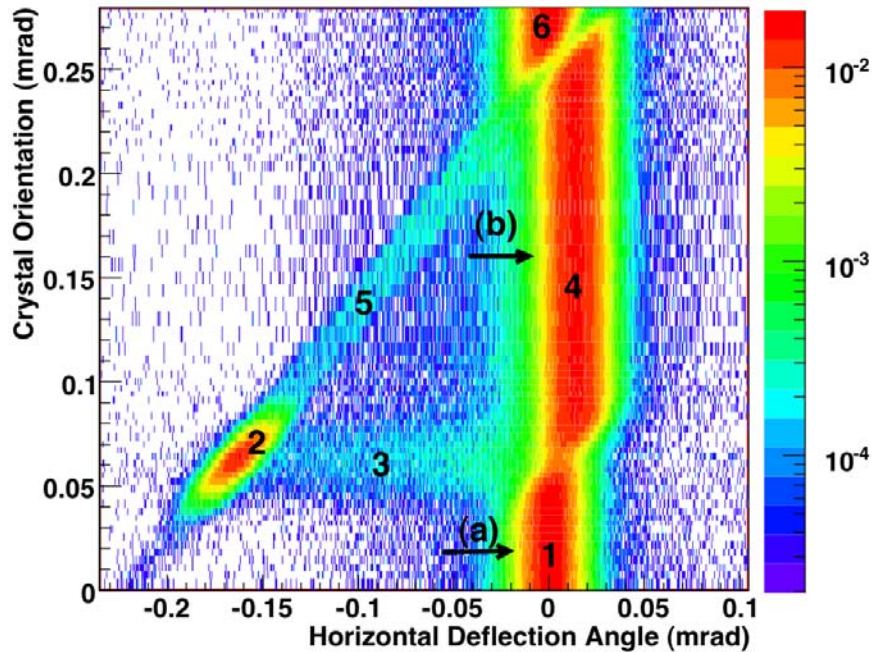
**STRIP CRYSTAL**



**QUASIMOSAIC CRYSTAL**



# Experimental result



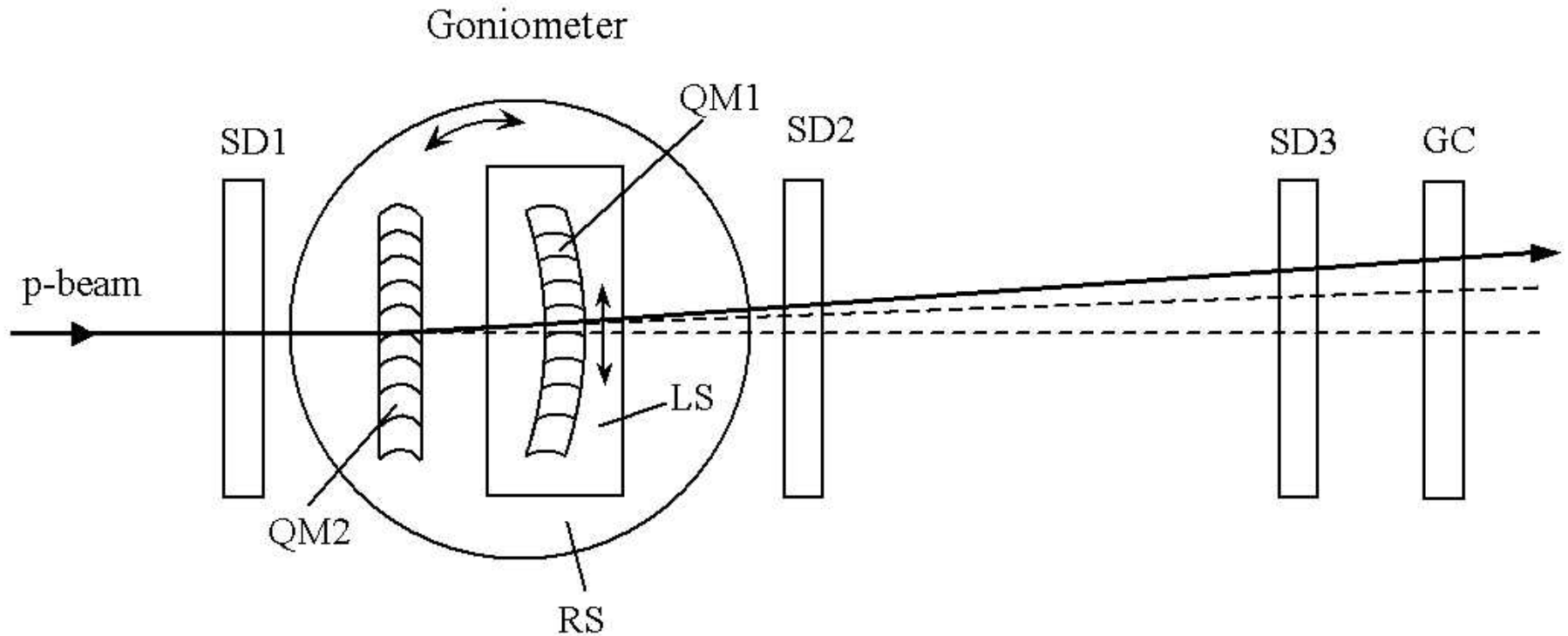
Published in Phys. Rev. Lett.,  
**98, 154801 (2007)**

**Crystal QM2**

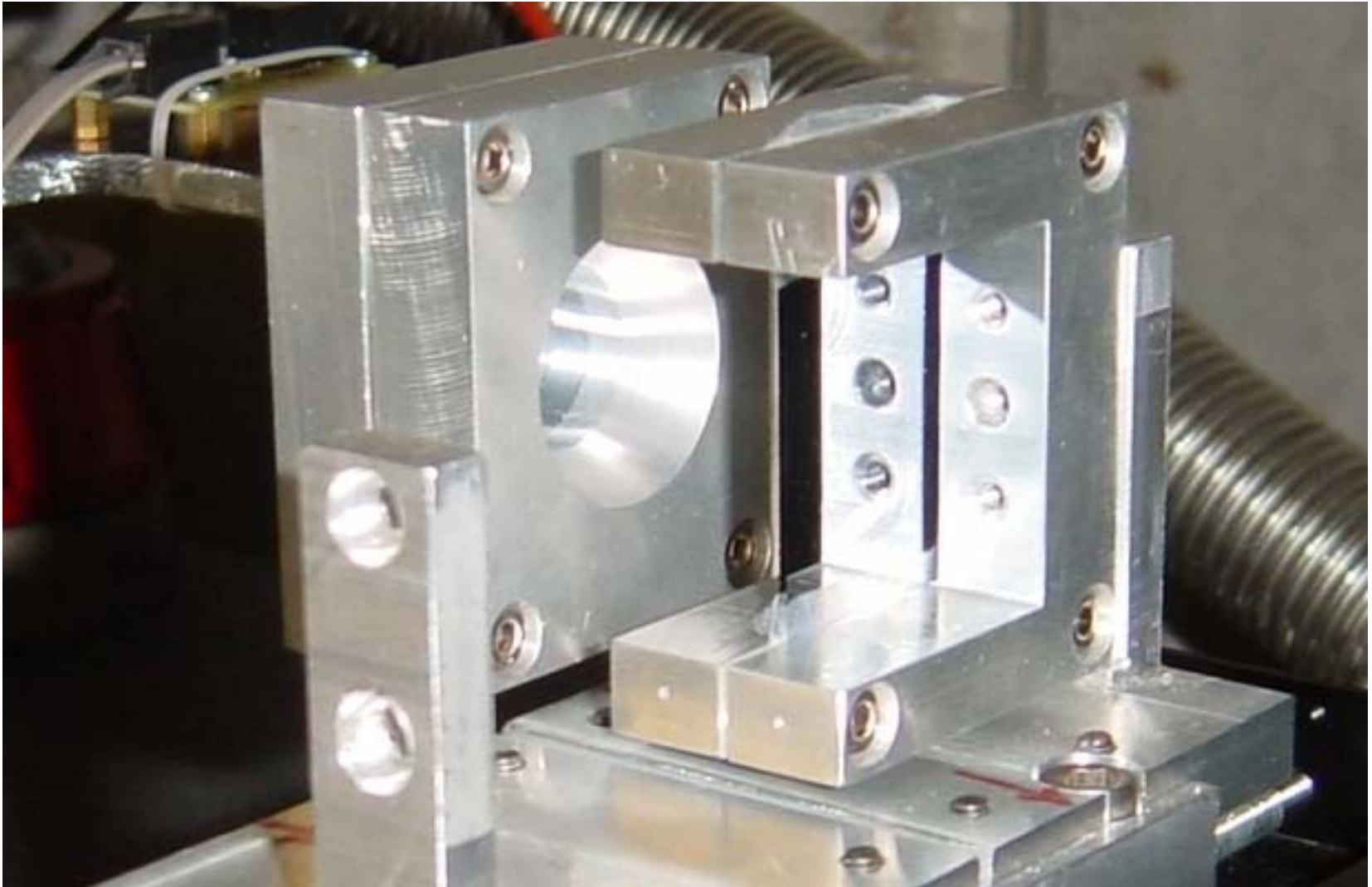
EFFICIENCY	VALUE
<b>VOLUME REFLECTION</b>	<b><math>98.2 \pm 0.1\%</math></b>
<b>CHANNELING</b>	<b><math>51.2 \pm 0.7\%</math></b>
<b>VOLUME CAPTURE</b>	<b><math>1.3 \pm 0.1\%</math></b>
<b>DECHANNELING</b>	<b><math>5.0 \pm 0.4\%</math></b>

# **Наблюдение эффекта объемного отражения от двух кристаллов**

# Scheme of experiment

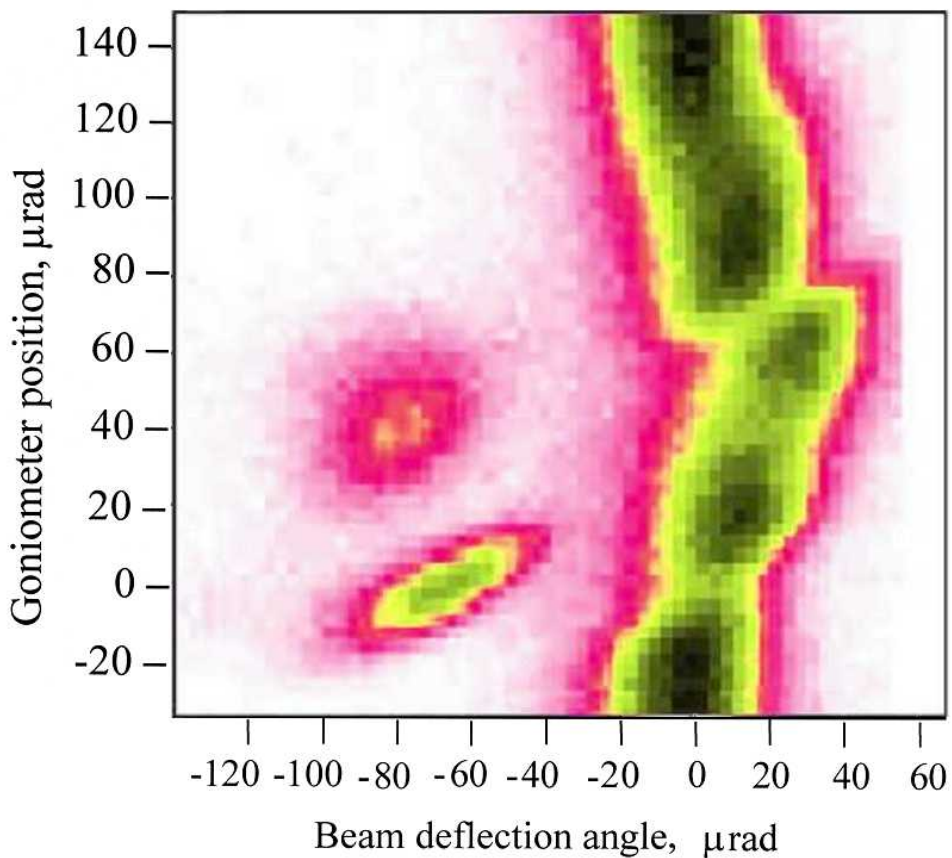


# QM2+QM1

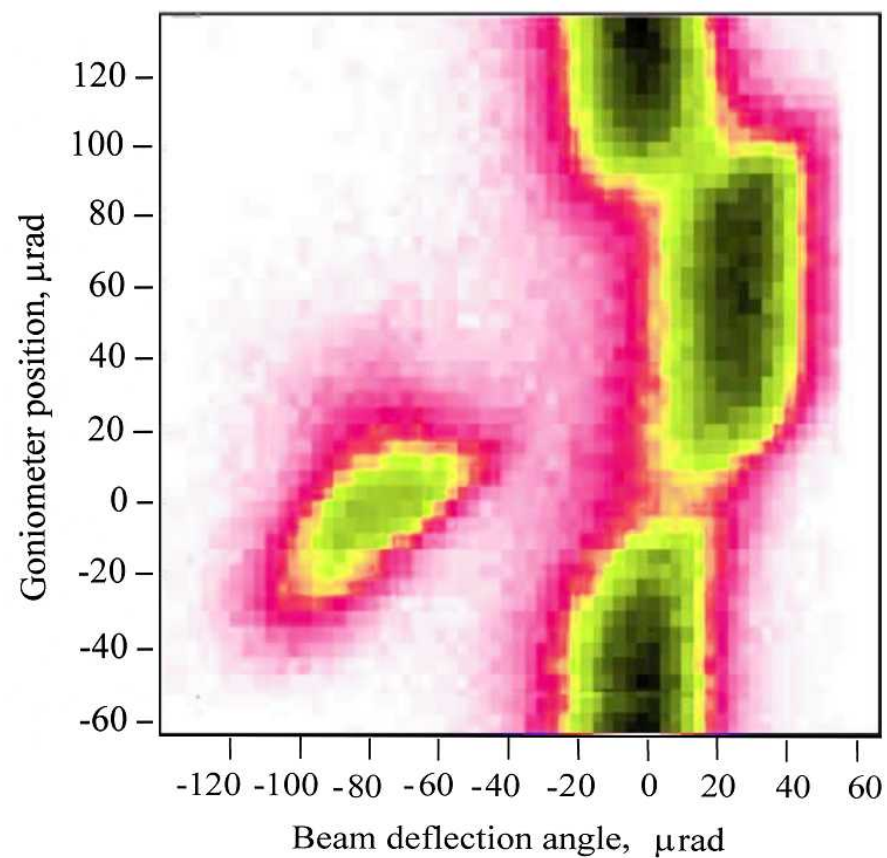




## Кристаллы не выстроены



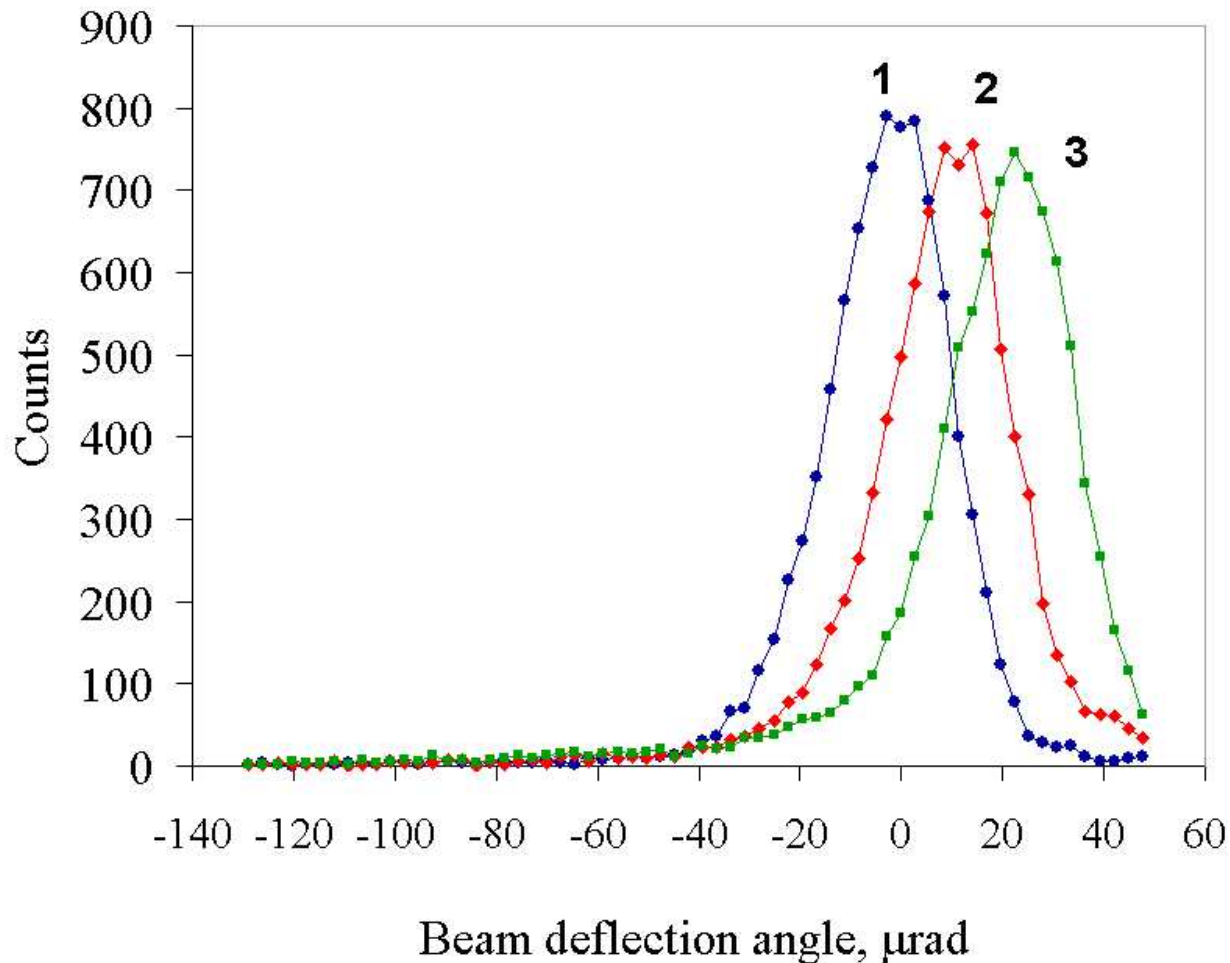
## Кристаллы выстроены



# Submitted to Phys. Lett. B (PLB24426)

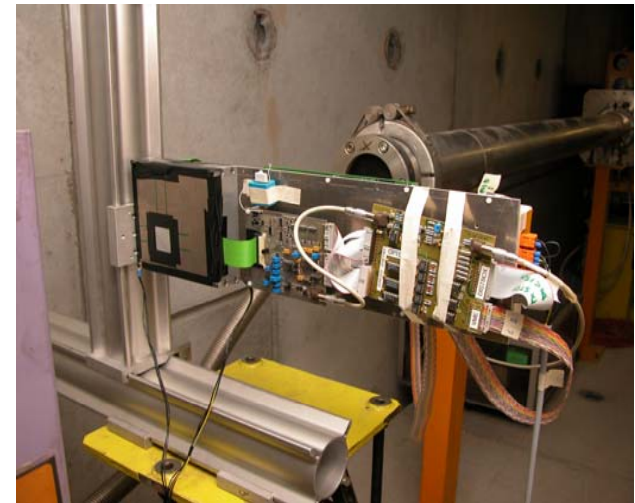
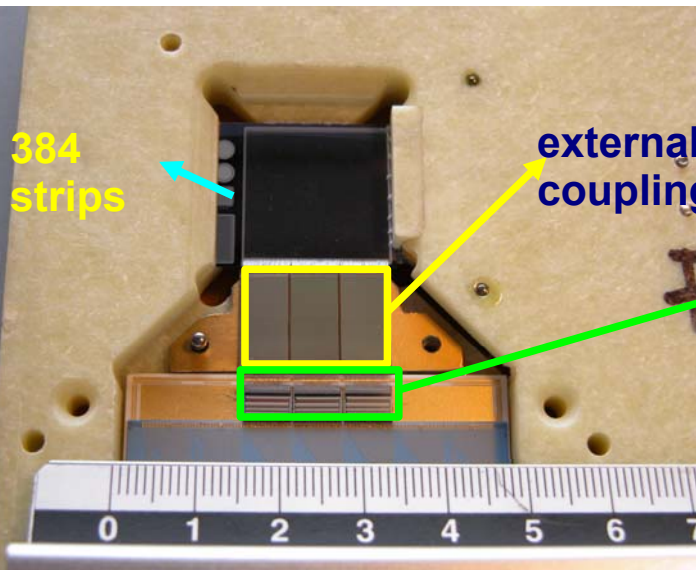
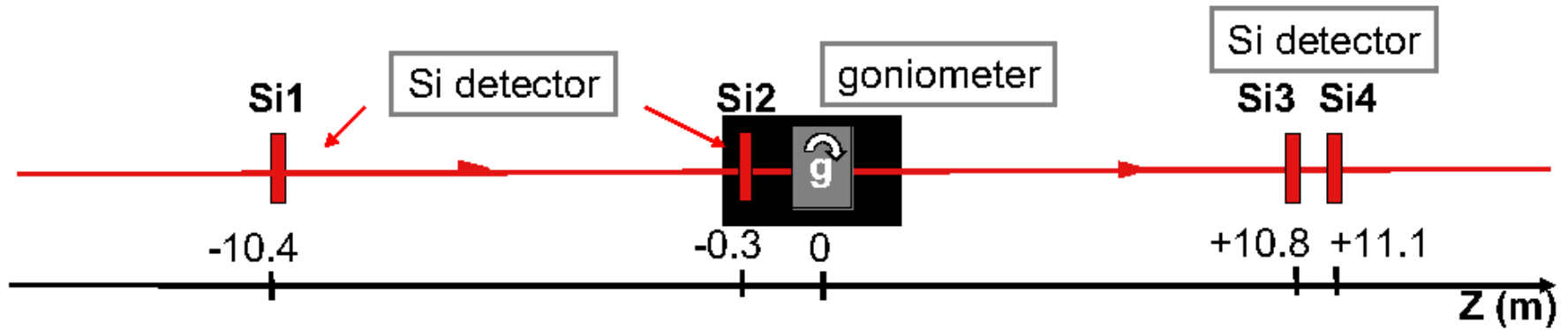
**Deflection angle = 23.4  $\mu\text{rad}$**

**Efficiency = 96.7%**





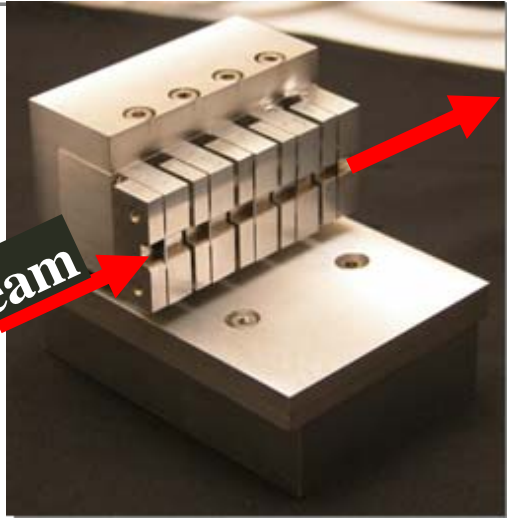
**Наблюдение эффекта  
объемного отражения от пяти  
кристаллов (H8-RD22, 2007)**



- double sided silicon strip detector
- dimensions =  $1.92 \times 1.92 \text{ cm}^2$
- readout strip pitch:
  - $50 \mu\text{m}$  (junction side, one floating);
  - $50 \mu\text{m}$  (ohmic side, no floating)
- SNR = 80:1 with a 5 MHz readout clock and 25m cables
- Residual = better than  $5 \mu\text{m}$
- DAQ rate = 2.1kHz → 10k events per spill

# The multocrystal approach (May 2007)

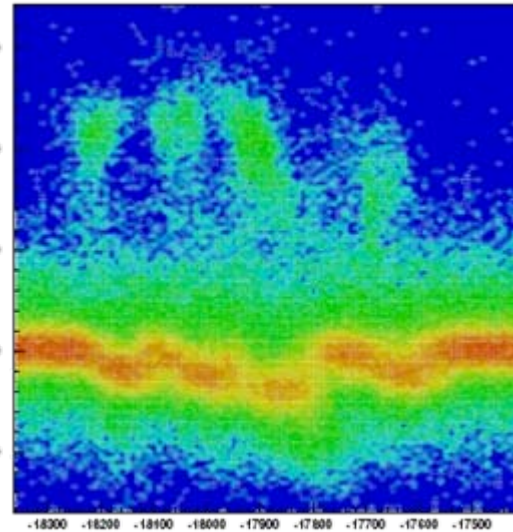
Multi quasimosaic



Aligned by hand → 5 reflections  
Deflection angle = 52.4  $\mu\text{rad}$   
Efficiency > 90%

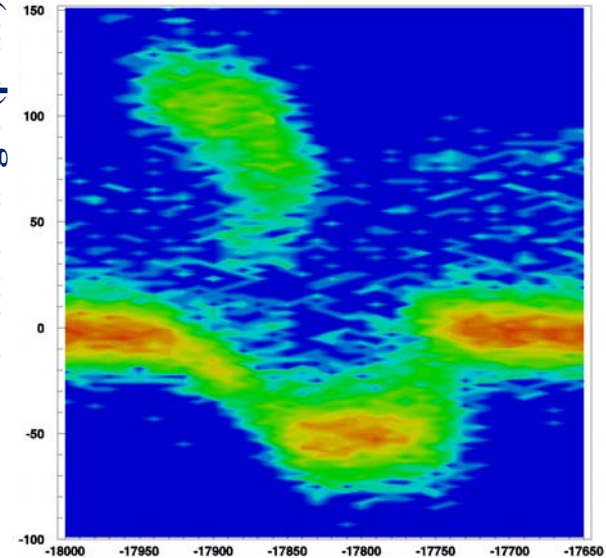
before

Deflection angle ( $\mu\text{rad}$ )



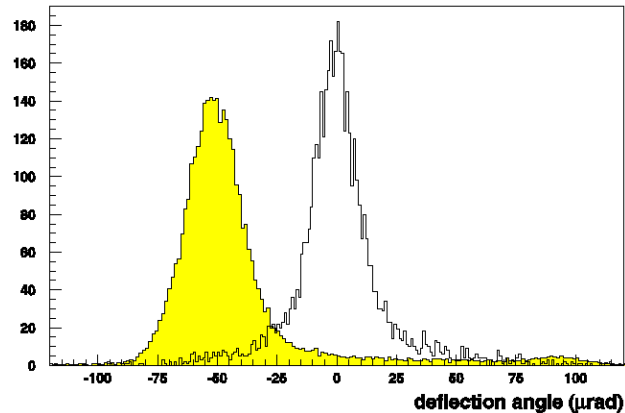
after

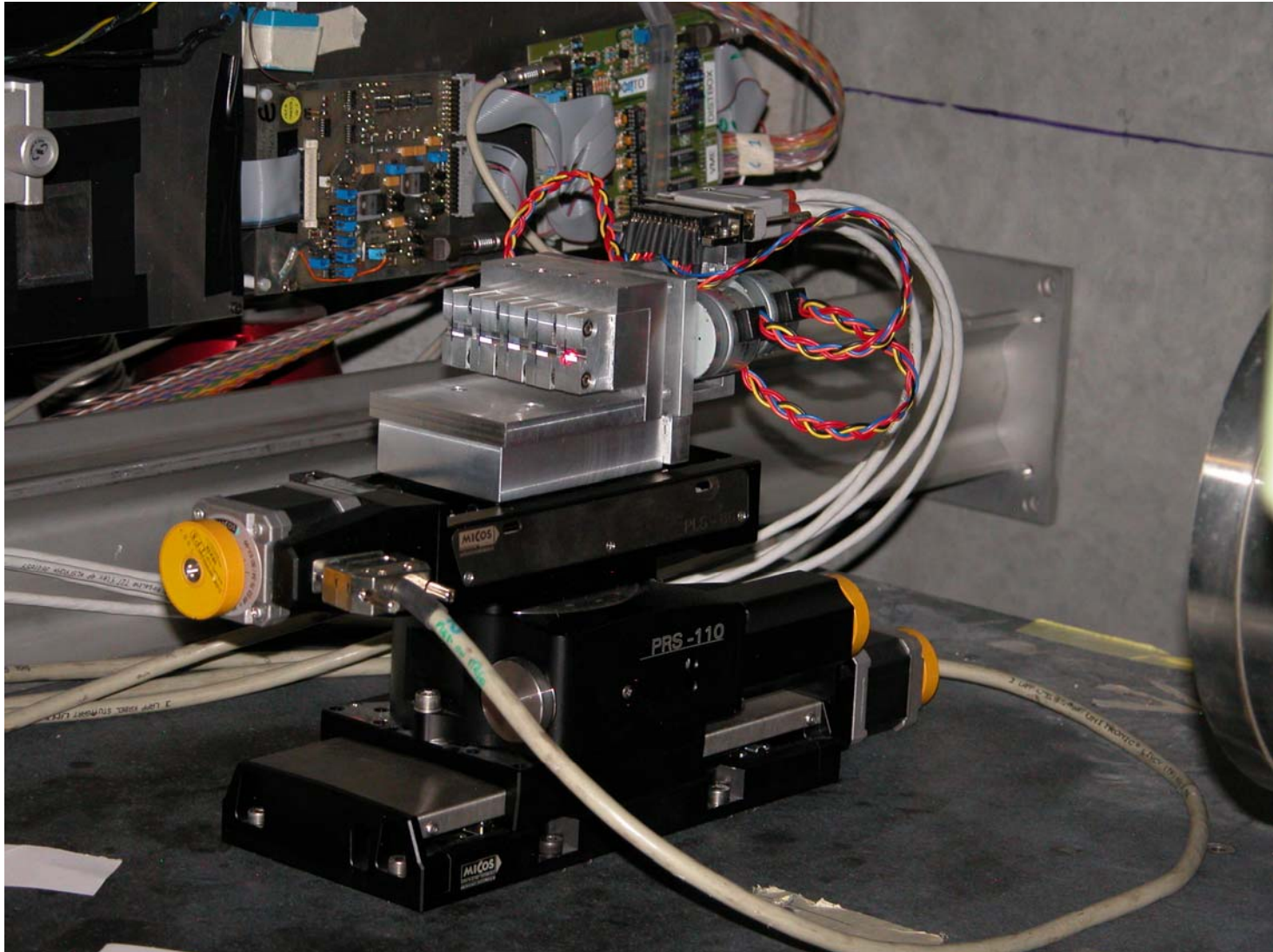
Deflection angle ( $\mu\text{rad}$ )



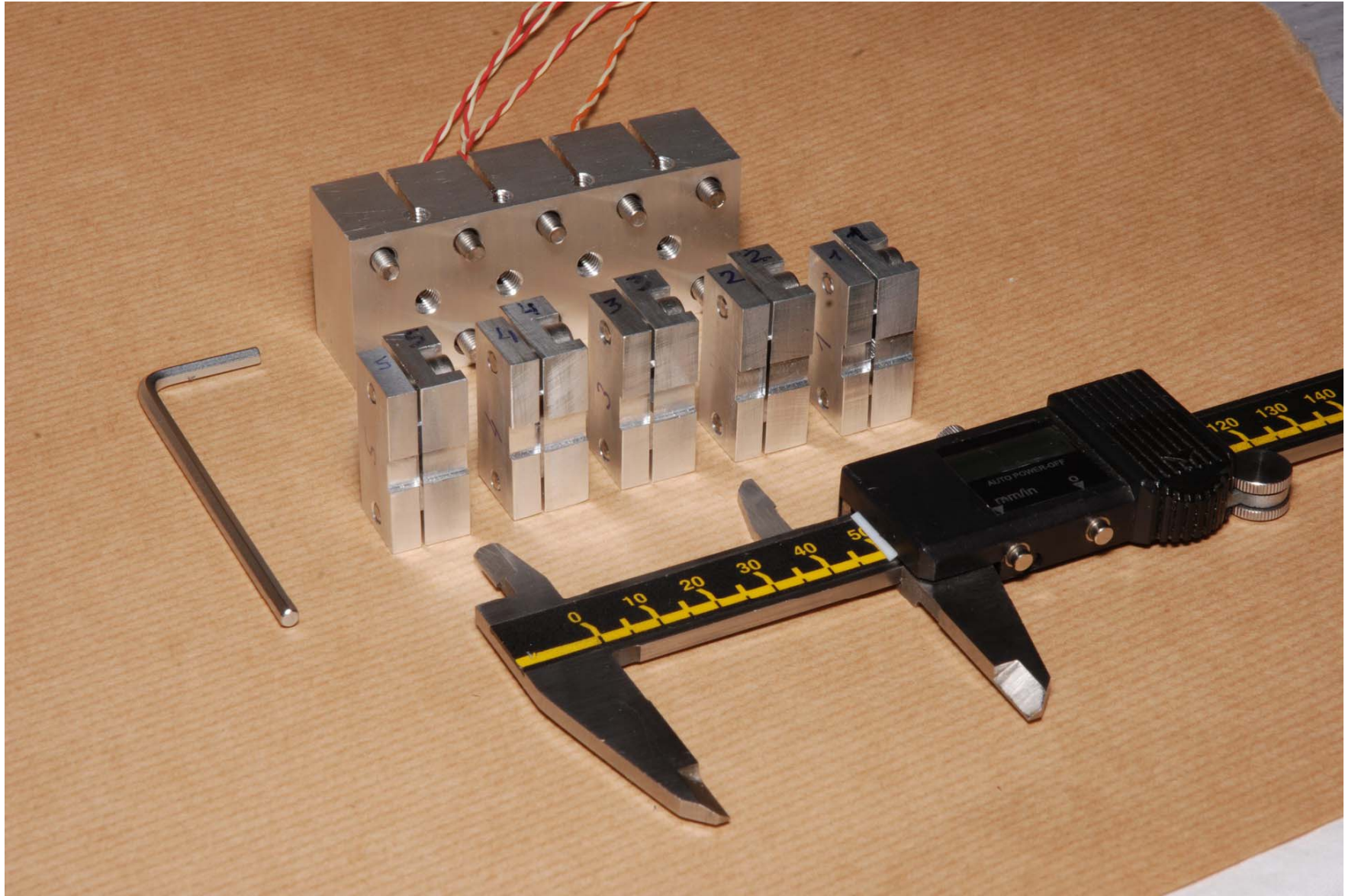
Rotation angle ( $\mu\text{rad}$ )

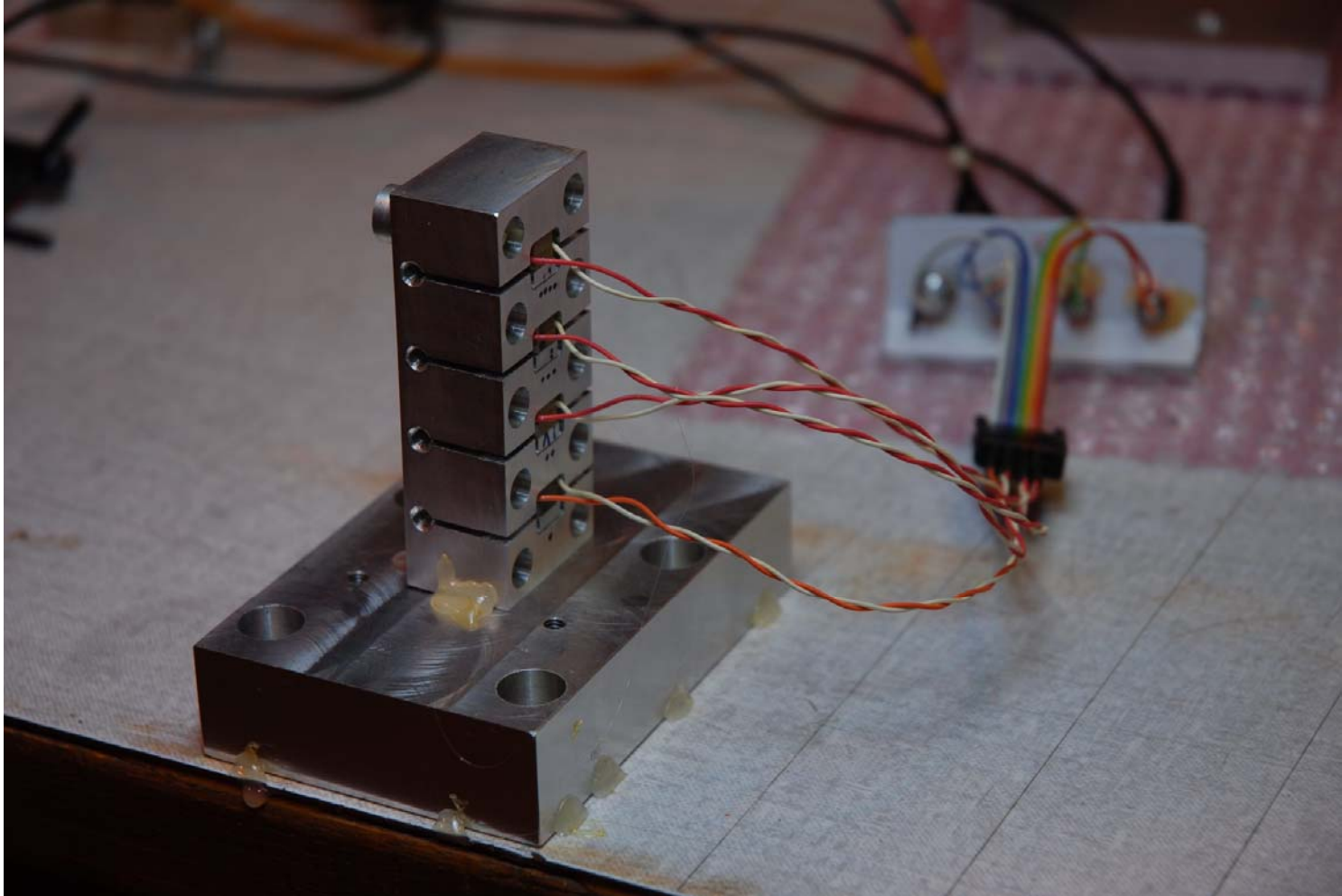
Rotation angle ( $\mu\text{rad}$ )

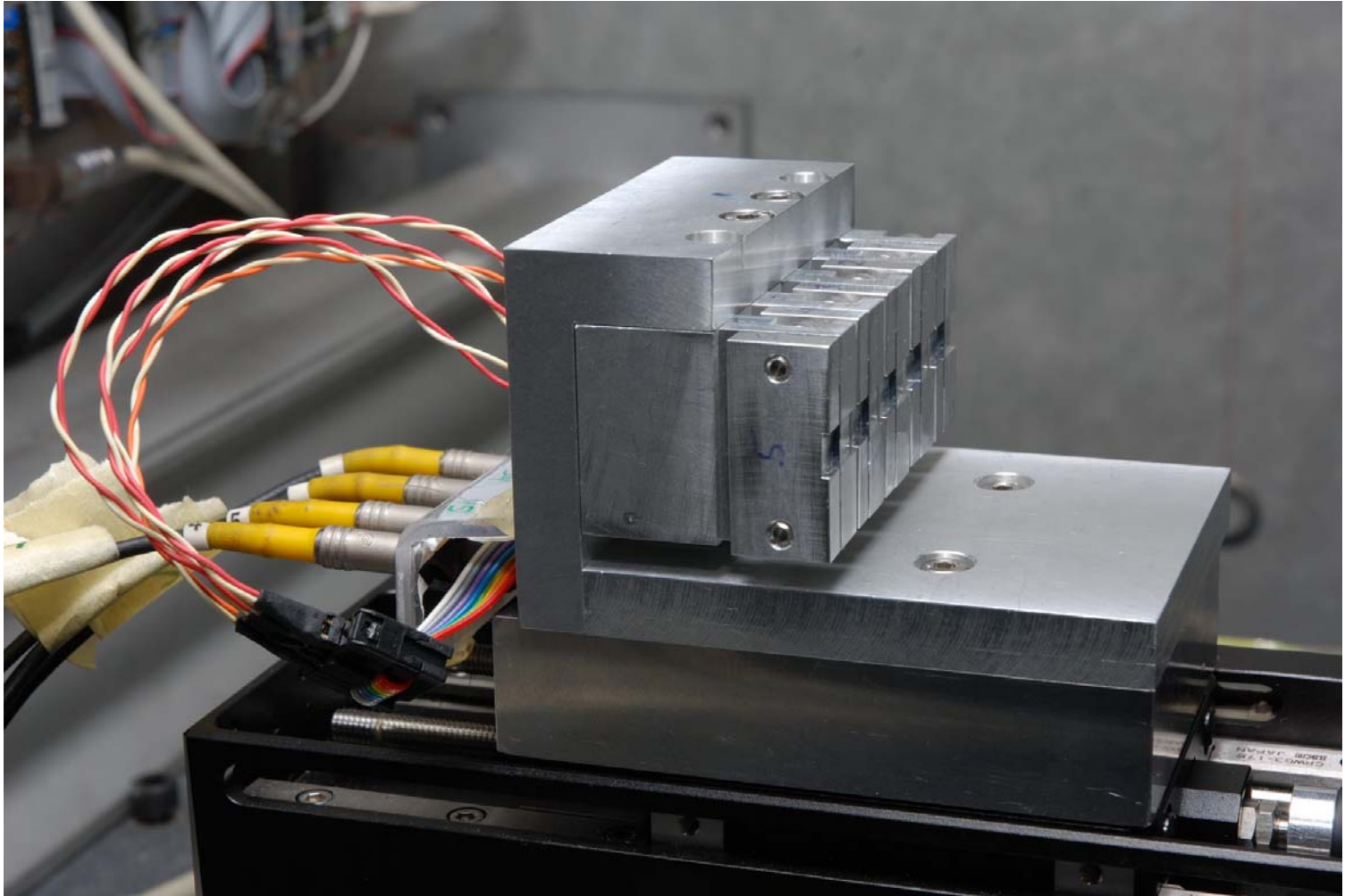






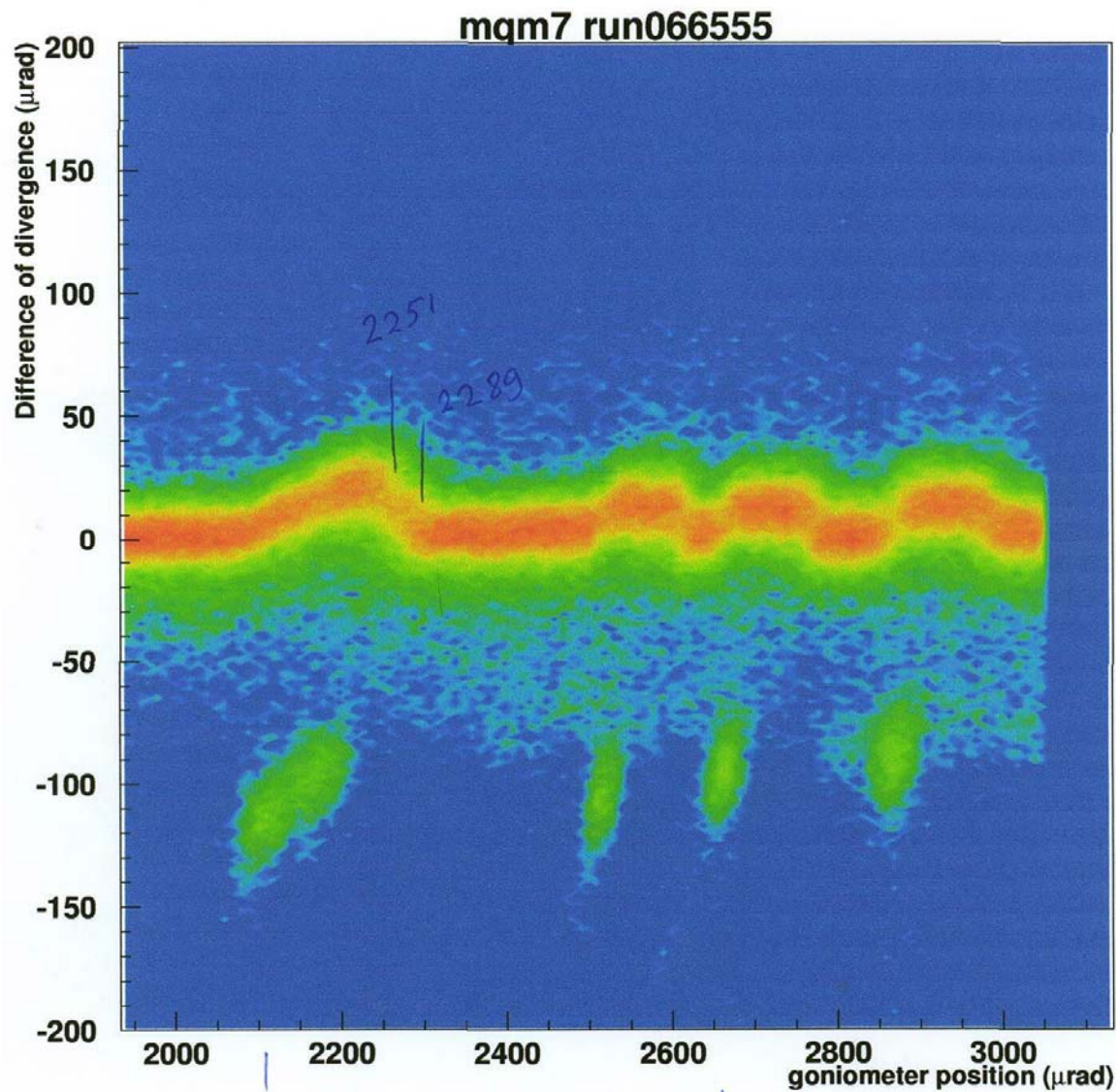




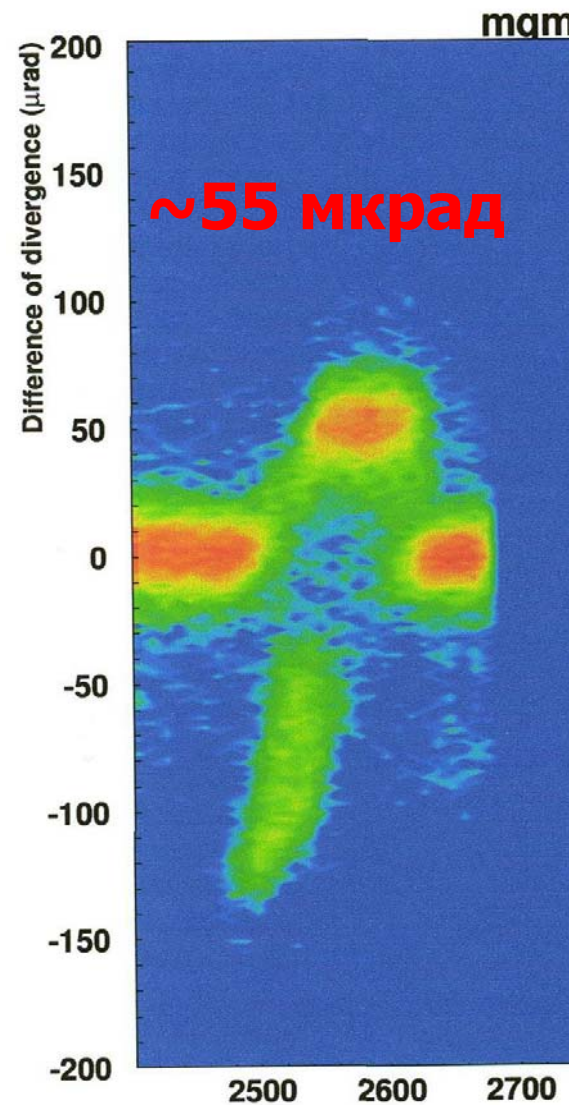




## Кристаллы не выстроены



## Кристаллы выстроены





- long statistics run
- repeated measurements with the same settings for the piezos turning them on and off



## REPEATABILITY TEST

**EFFICIENCY**

**89.83 %**

**88.66 %**

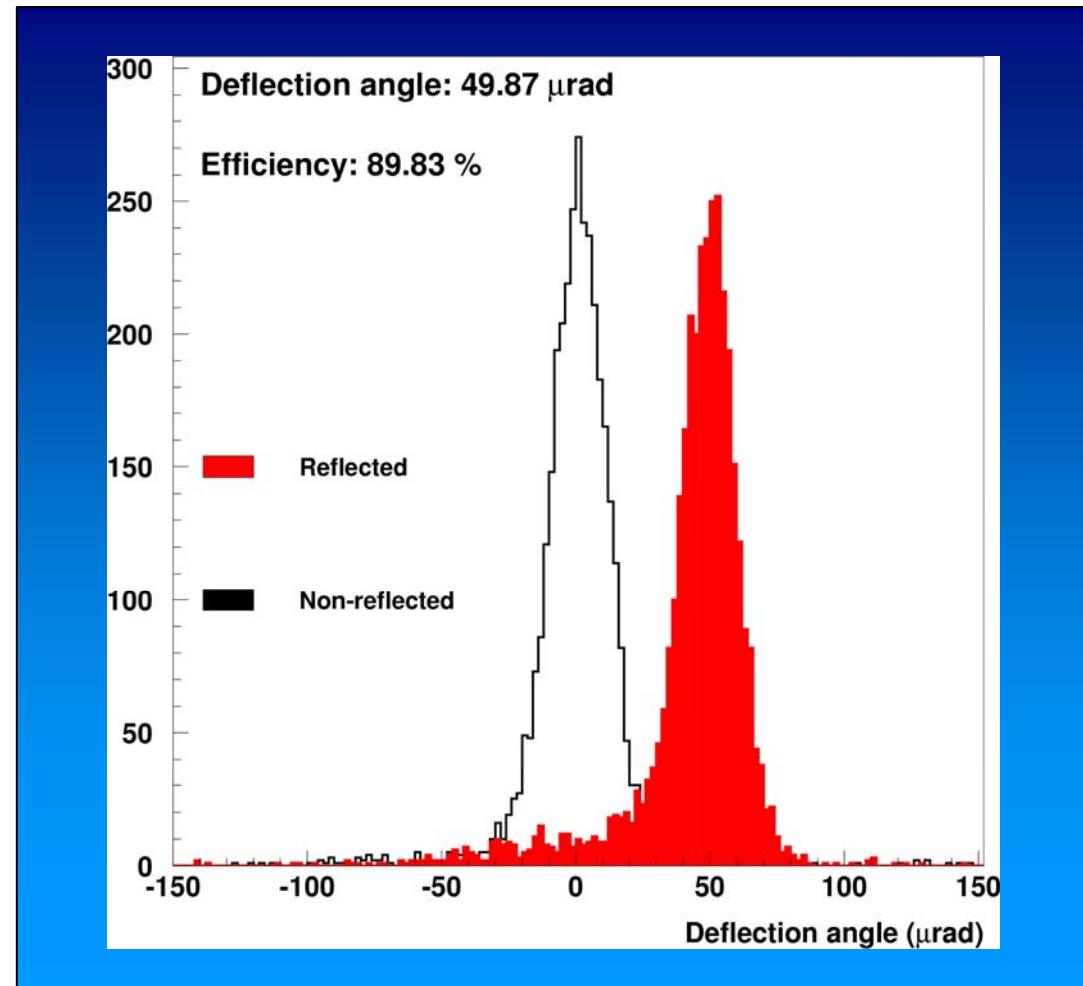
**88.79 %**

**DEFLECTION  
ANGLE**

**49.87  $\mu$ rad**

**50.10  $\mu$ rad**

**49.98  $\mu$ rad**

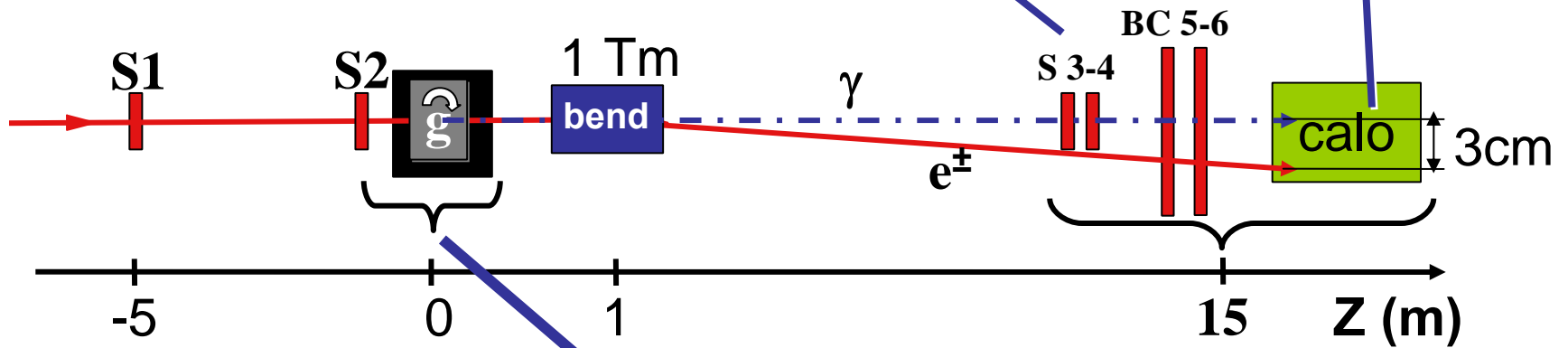
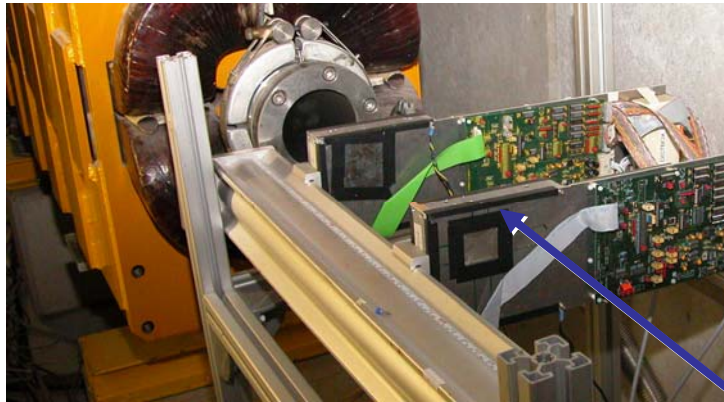


# **Другие результаты в 2007**

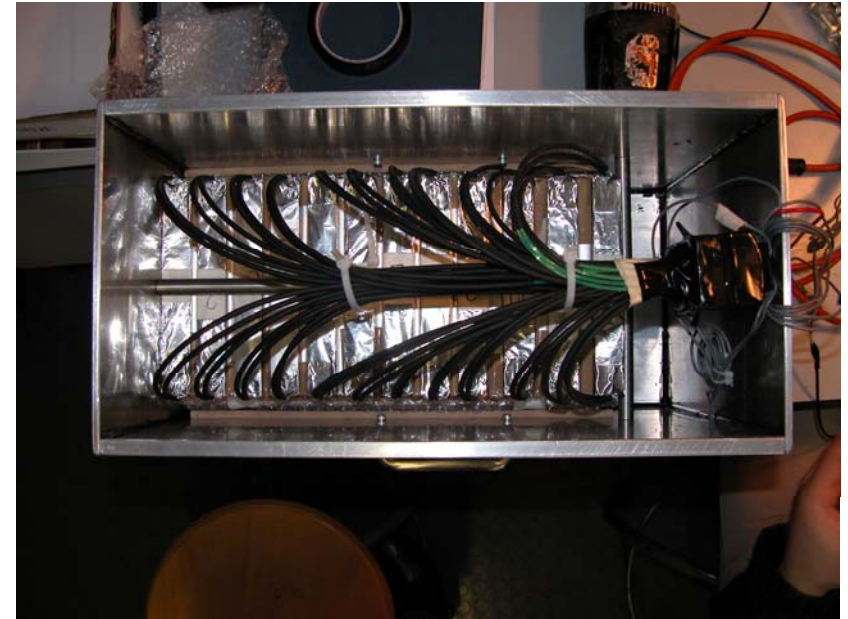
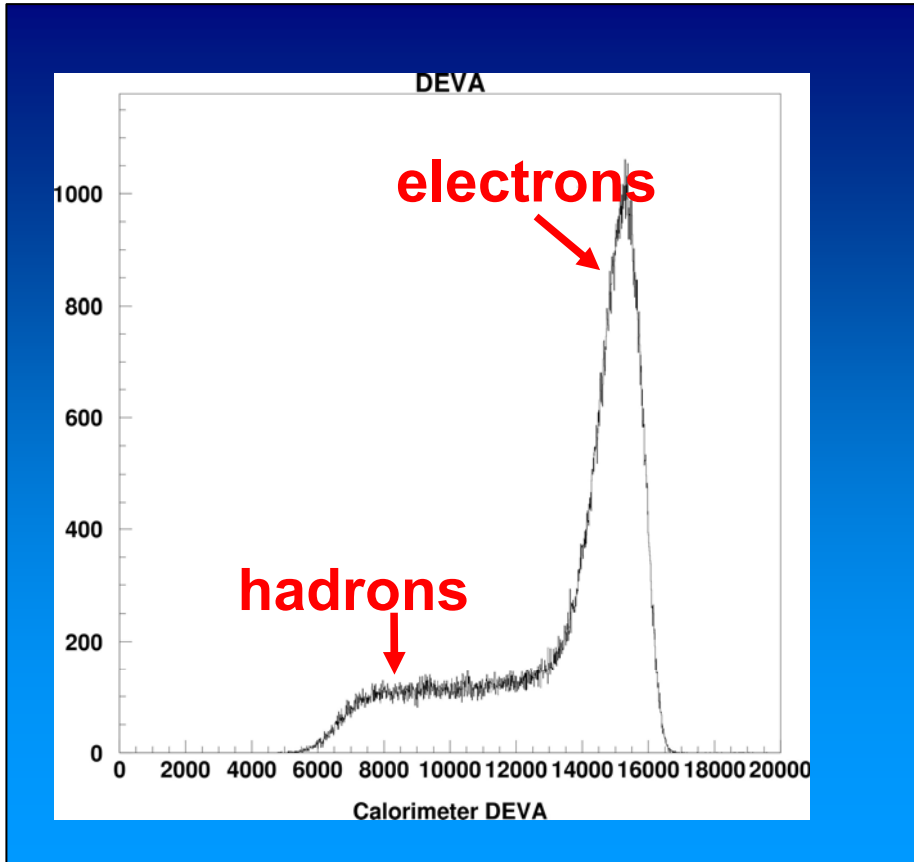
**Многократное объемное отражение в изогнутом кристалле вблизи осевого каналирования**

**Объемное отражение и радиация при объемном отражении электронов и позитронов с энергией 180 ГэВ**

# Sep. 2007: $e^-/e^+$ runs



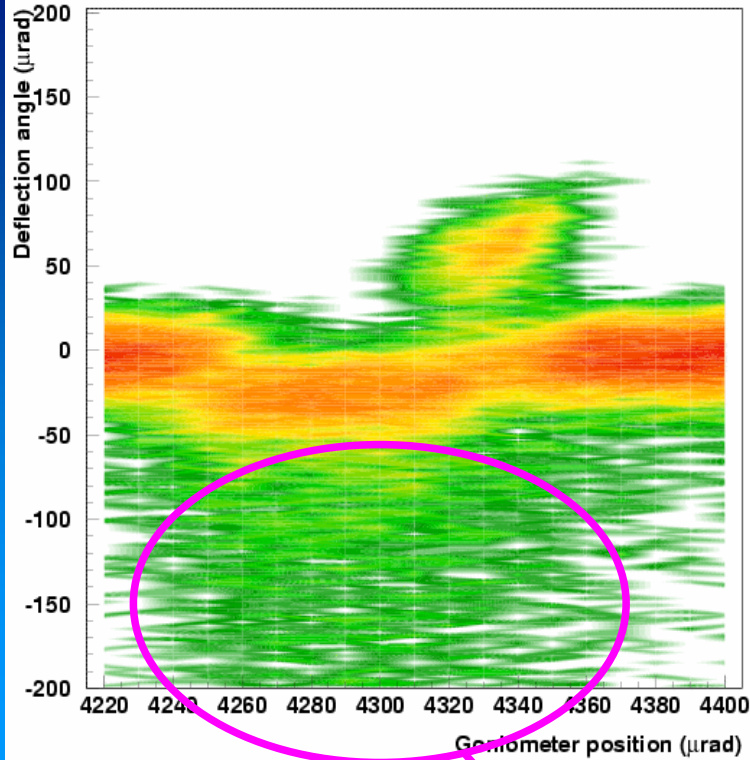
# Calorimeter in the trigger to select $e^-/e^+$



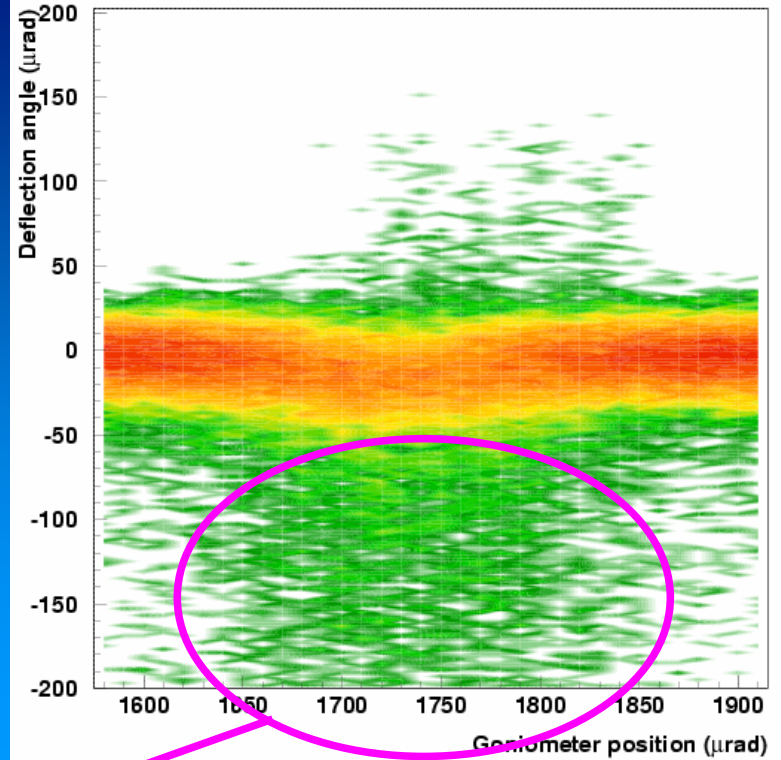
- lead-scintillator sampling calorimeter
- 14 radiation lengths
- readout by WLS fibers and multianode PMTs

# *First observations with e- and e+: very preliminary*

## POSITRONS



## ELECTRONS



**e+/ e- having lost energy via radiation emission**



# *Plans for 2008*

- ◆ 20 days of data taking in September 2008 with 400 GeV/c protons with a full remote controlled system (multistrip and multicrystal) compliant with the accelerator
- ◆ a new measurement setup with silicon telescopes able to acquire 120k particles/spill (25kHz)
- ◆ 20 days of data taking with electrons and positrons to complete the analysis of VR and of radiation emission

**END of 2008: READY to go in an  
accelerator with a full tracking setup !**

# Визит консулов России и Италии на установку H8-RD22

