

The logo for ZiM (Zentrum für Information Management) features the letters 'ZiM' in a stylized, blue, sans-serif font. The 'i' has a dot, and the 'M' has a vertical bar on its right side. The logo is set against a dark blue background with a grid pattern and several light blue speech bubbles of various sizes and orientations.The logo for 'Talk' features the word 'Talk' in a bold, red, italicized sans-serif font. Below it, the tagline 'WISSEN SCHAFFT IT' is written in a smaller, red, sans-serif font. The logo is contained within a white speech bubble with a drop shadow, set against a dark blue background with a grid pattern and several light blue speech bubbles of various sizes and orientations.

# *Super rechnen ohne Superrechner*

*Oder: Was hat das Grid mit Monte Carlo zu tun?*

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

Marius Mertens ■ 20.02.2015

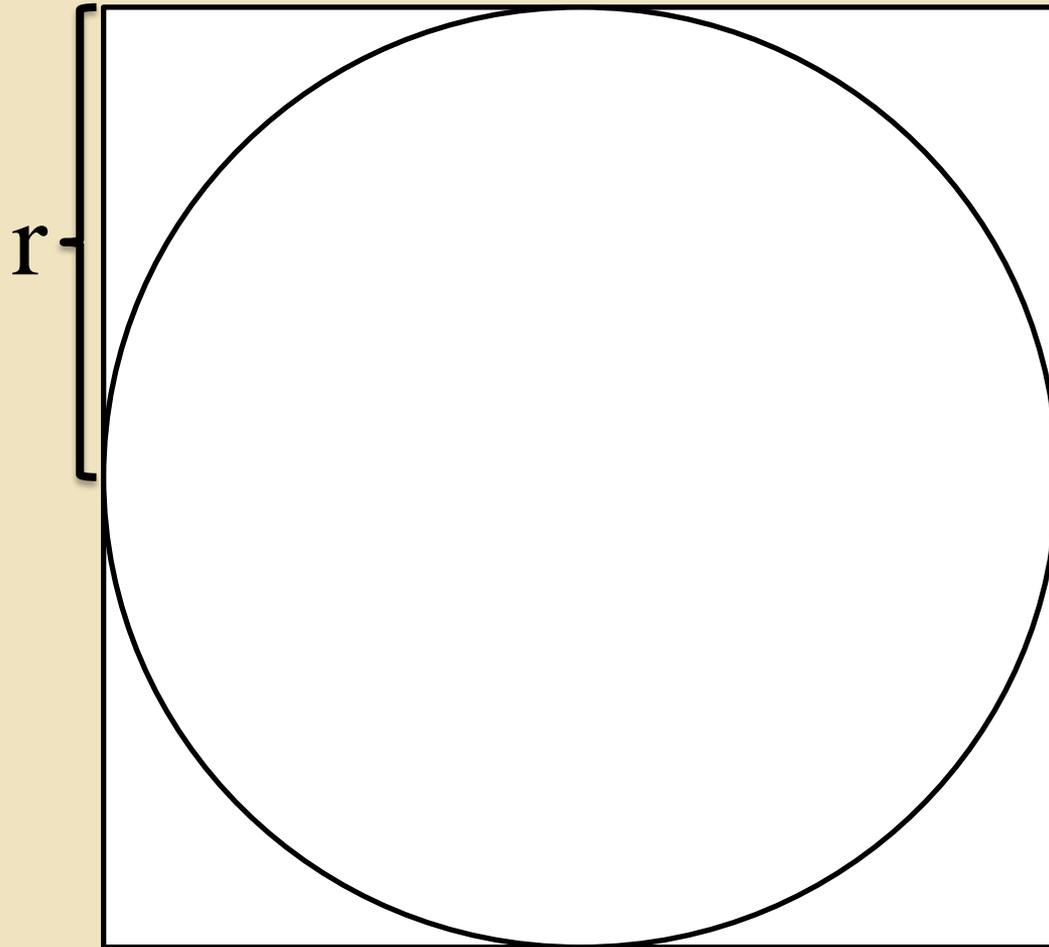
- **Super rechnen ohne Superrechner?**
- Warum?
  - Algorithmik und Parallelisierung
- Wie?
  - Alternative Architekturen

- **Super rechnen ohne Superrechner?**
- **Warum?**
  - **Algorithmik und Parallelisierung**
- **Wie?**
  - **Alternative Architekturen**

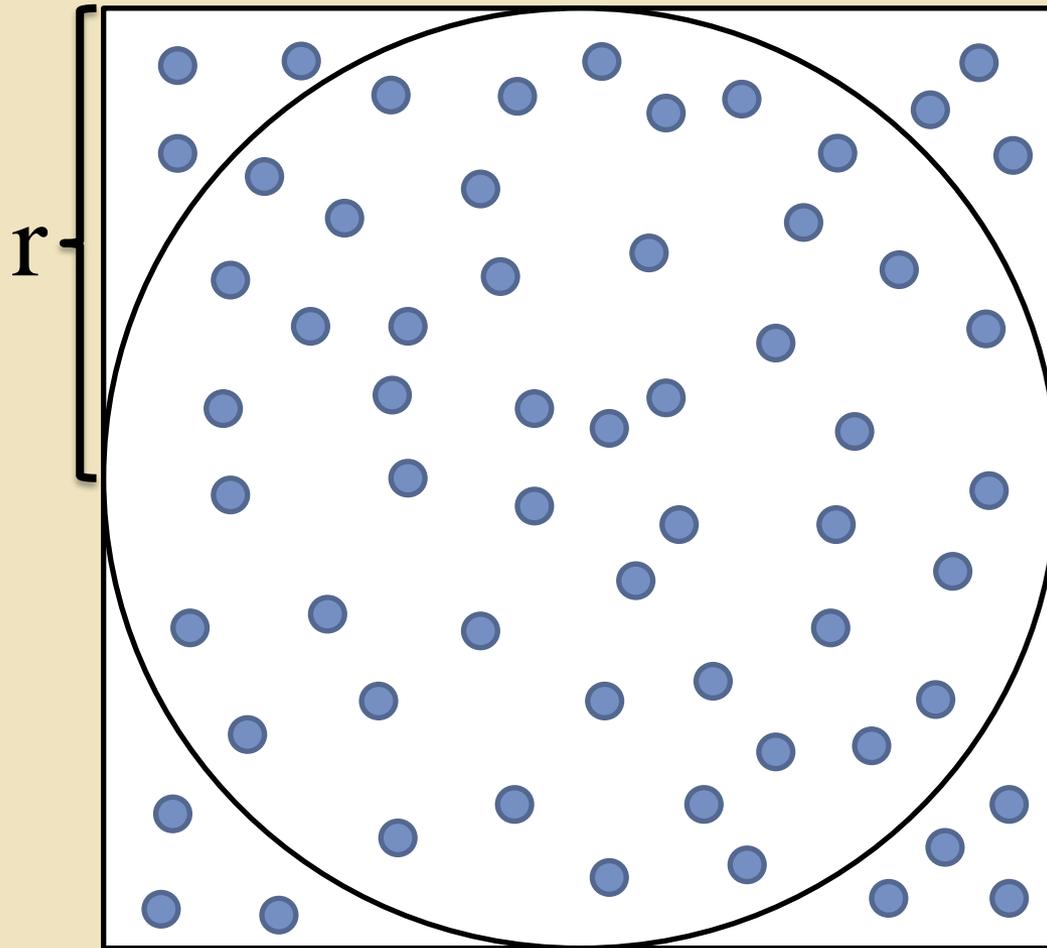
- **Parallelisierung: Daten vs. Algorithmus**
- **Verteilung auf mehrere Kerne erfordert geeignete Parallelisierungsstrategie**
- **Parallelisierung von Daten: z.B. Seti, Brute-Force-Angriffe auf Chiffren**
- **Typisch bei Datenparallelisierung: Geringe Anforderungen an Kommunikation zwischen den Knoten**

- **Aktuelle Supercomputer sind immer massive Parallelrechner**
- **Diese Struktur muss bei der Programmierung berücksichtigt werden**
- **Grafikkarten sind ebenfalls massive Parallelrechner**
- **Cluster/Grid erfordert ebenfalls geeignete parallele Programmierung; Kommunikation typischerweise langsam**

- **Numerisches Verfahren**
- **Detektorsimulationen, Finanzmathematik**
- **Sehr gut parallelisierbar**



$$A_q = (2r)^2$$
$$A_k = r^2 \cdot \pi$$
$$\pi = \frac{4A_k}{A_q} = \frac{4n}{N}$$



$$A_q = (2r)^2$$
$$A_k = r^2 \cdot \pi$$
$$\pi = \frac{4A_k}{A_q} = \frac{4n}{N}$$

- **Super rechnen ohne Superrechner?**
- Warum?
  - Algorithmik und Parallelisierung
- **Wie?**
  - **Alternative Architekturen**

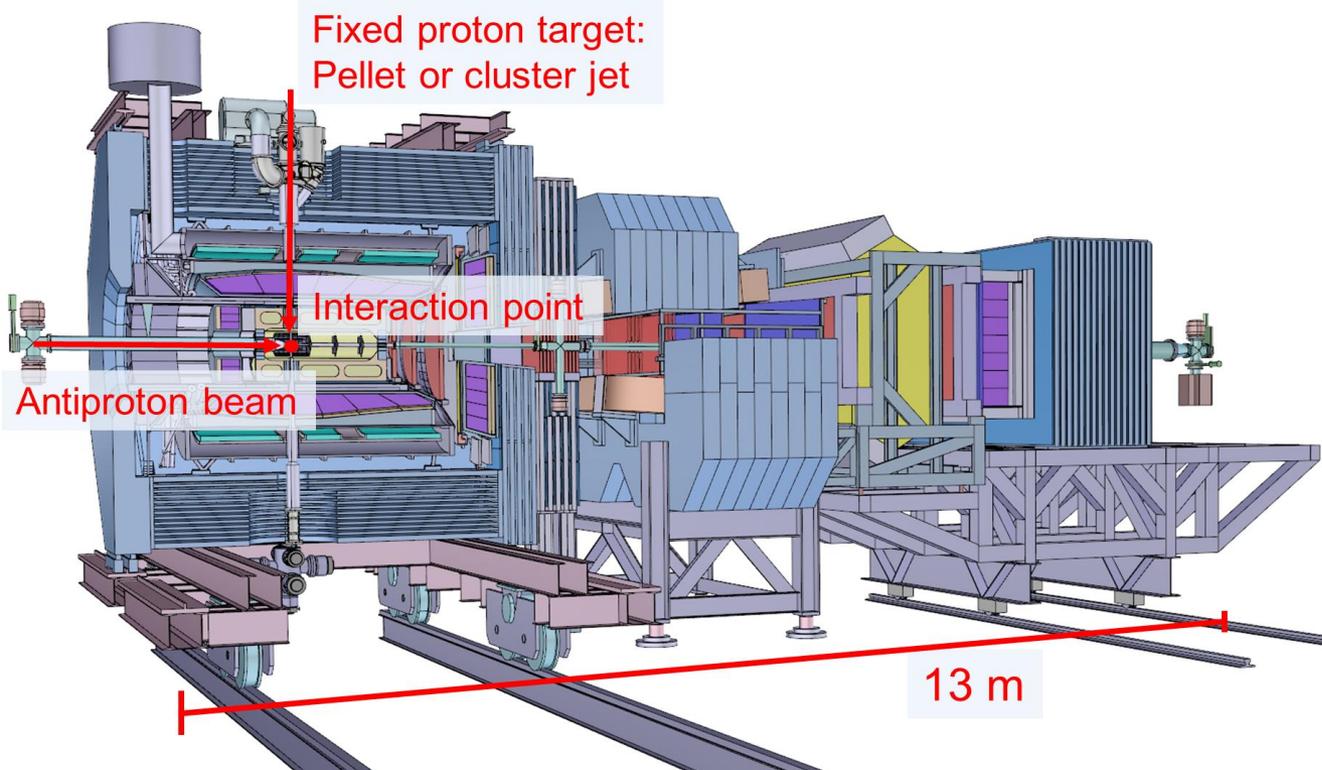
- **Einzelplatz-PC**
- **Nicht-x86-Prozessoren (Cell-Prozessor → PS3)**
- **Beschleunigerkarten (Xeon Phi)**
- **Grafikkarten**
- **FPGAs**
- **Cluster / Grid**

- **Tianhe-2: ~33 Petaflops**
- **Aktuelle Grafikkarten: ~4 Teraflops**
- **Xeon Phi (Knights Landing): ~3 Teraflops**
- **Aktuelle x86 CPUs: ~500 Gigaflops**
- **Raspberry Pi: ~20 Megaflops**
  
- **Cell CPU (2006): 10 Gigaflops**

- **Zurück zur Monte-Carlo-Simulation...**



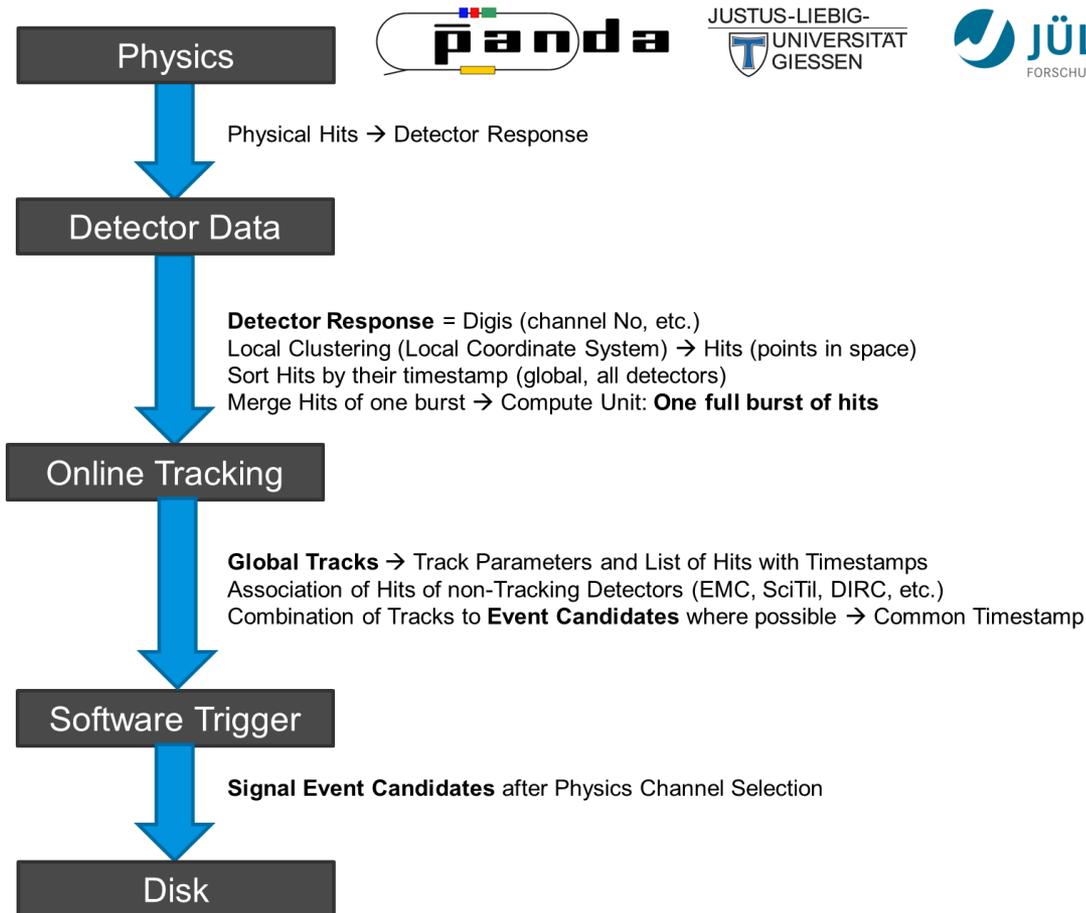
## PANDA Detector

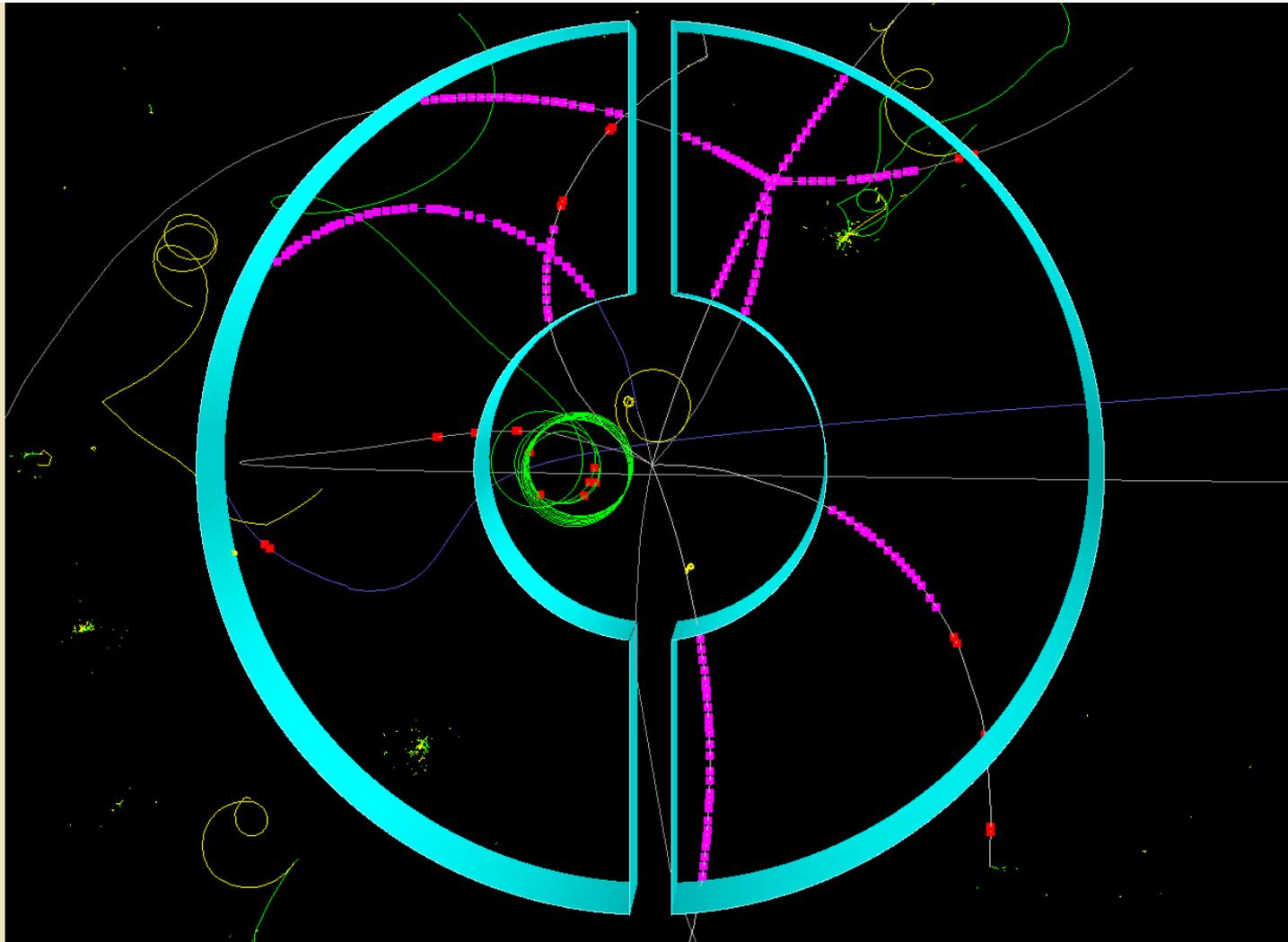


Gießen, 29.5.2013

Marius C. Mertens

4





## Ereignistopologie

- $\bar{p}p \rightarrow \Psi(3770) \rightarrow D^+D^- \rightarrow K^-\pi^+\pi^+ K^+\pi^-\pi^-$
- 6.58 GeV/c Strahlimpuls

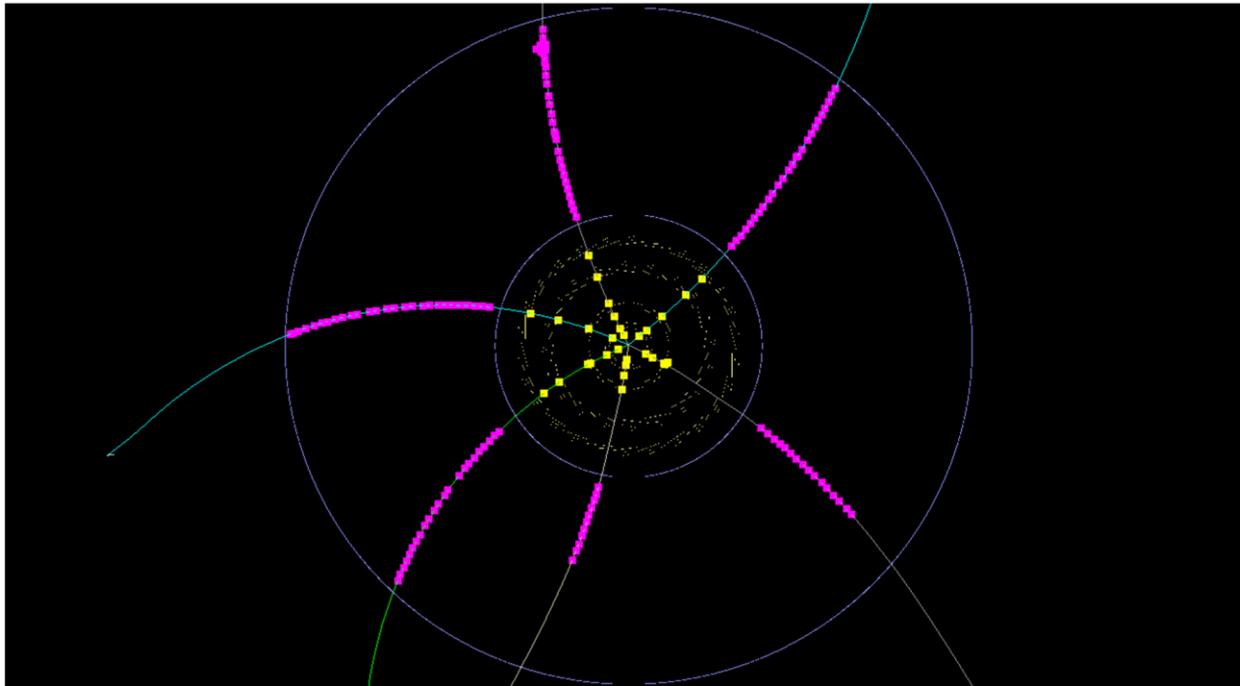
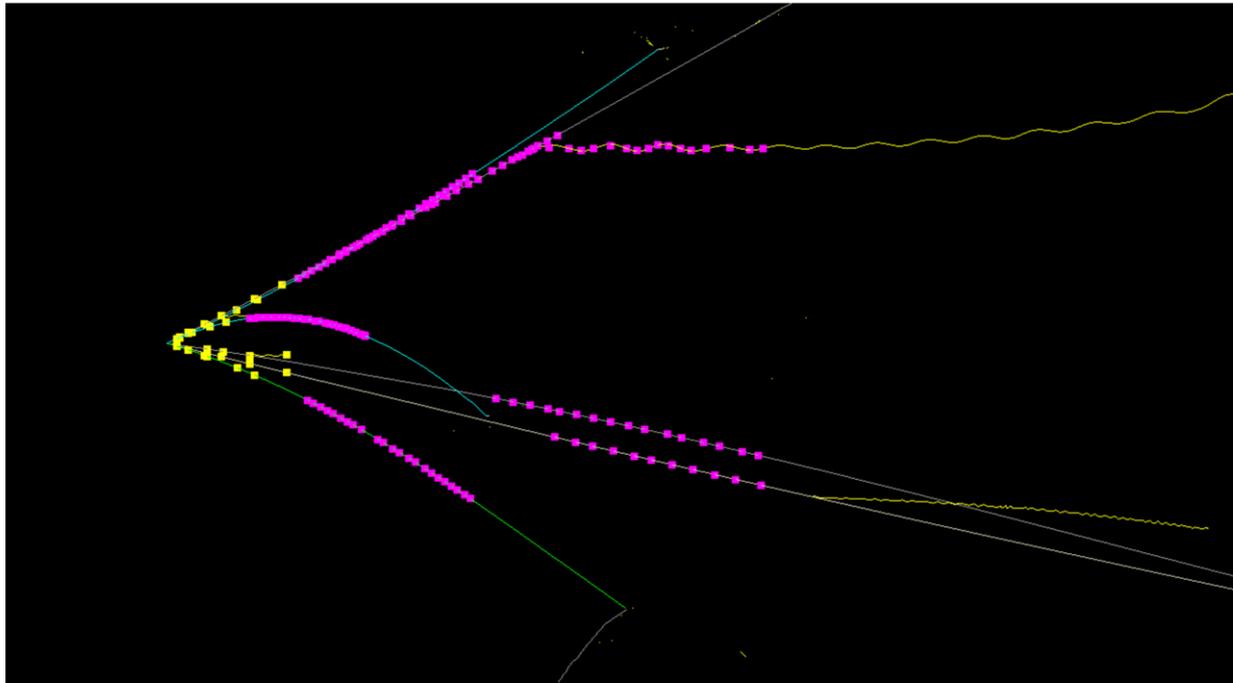


Bild: Vorlesung Spurrekonstruktion, RUB, SS 2012

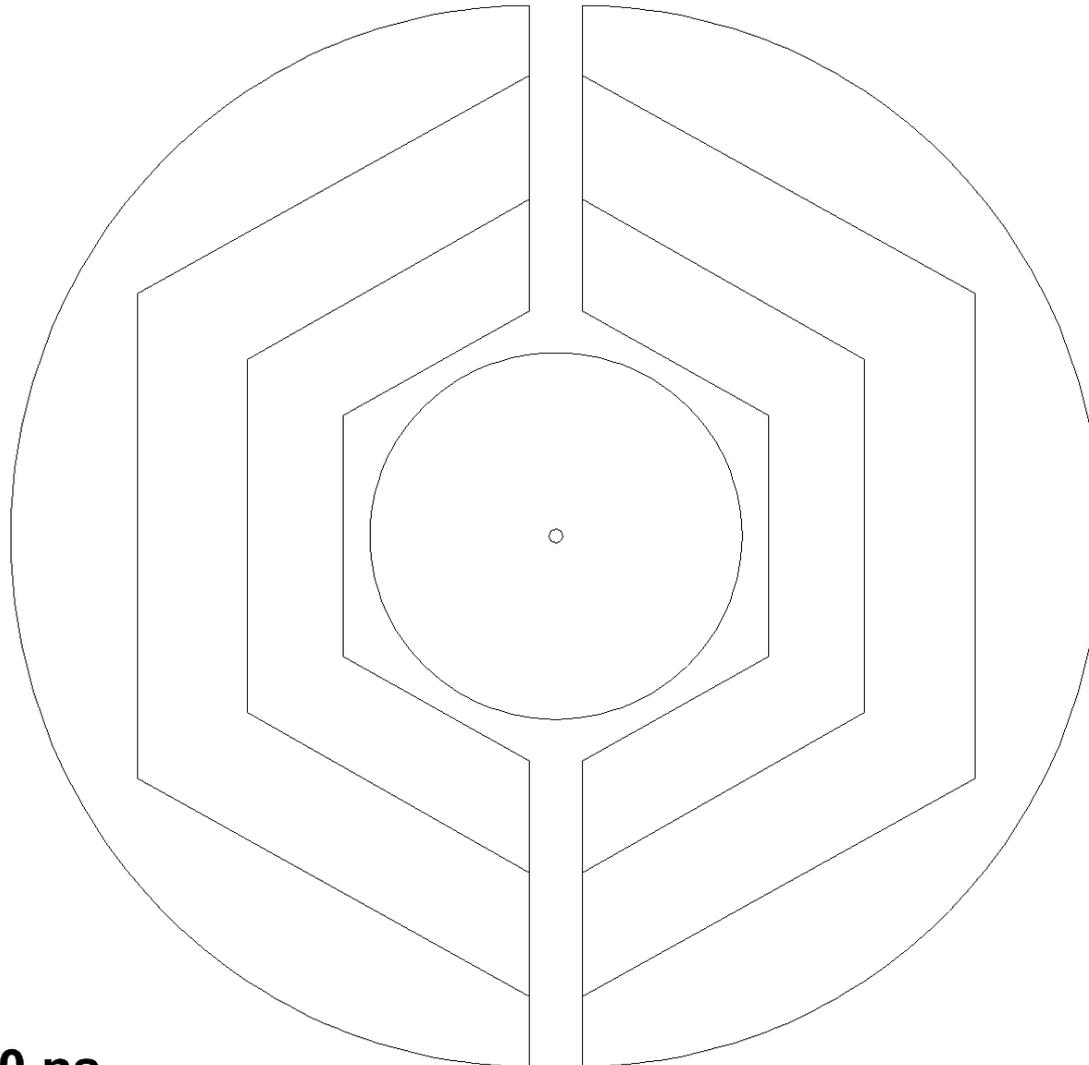
## Ereignistopologie

- $\bar{p}p \rightarrow \Psi(3770) \rightarrow D^+D^- \rightarrow K^-\pi^+\pi^+ K^+\pi^-\pi^-$
- 6.58 GeV/c Strahlimpuls



13

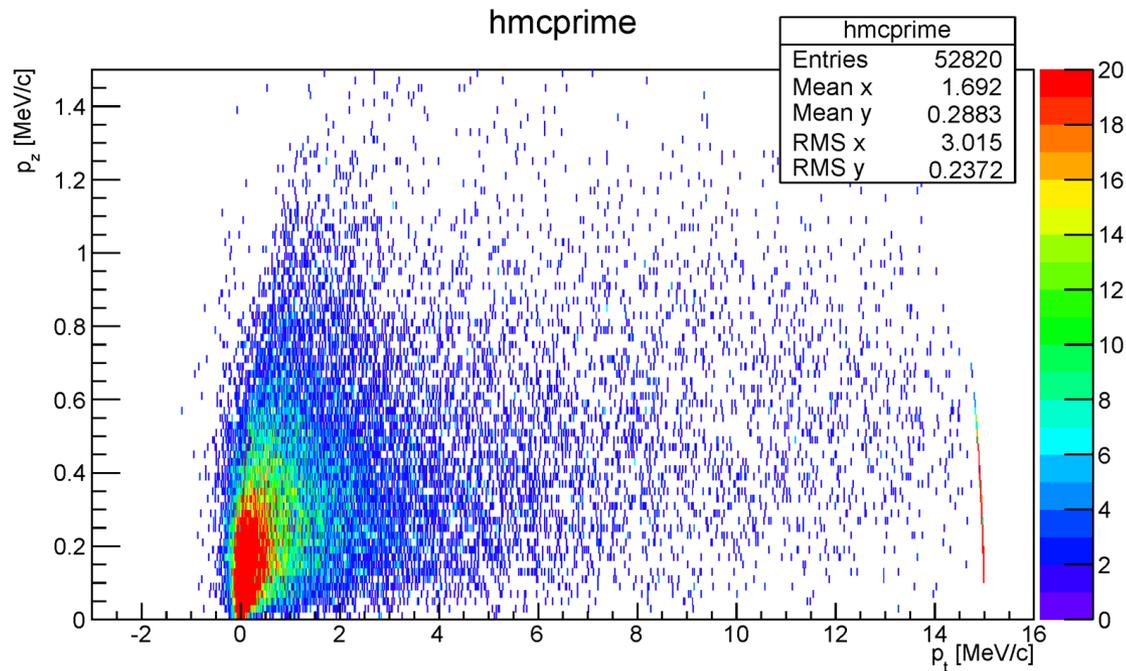
*Bild: Vorlesung Spurrekonstruktion, RUB, SS 2012*



**0 ns**



## Momentum Distribution – MC „Primes“



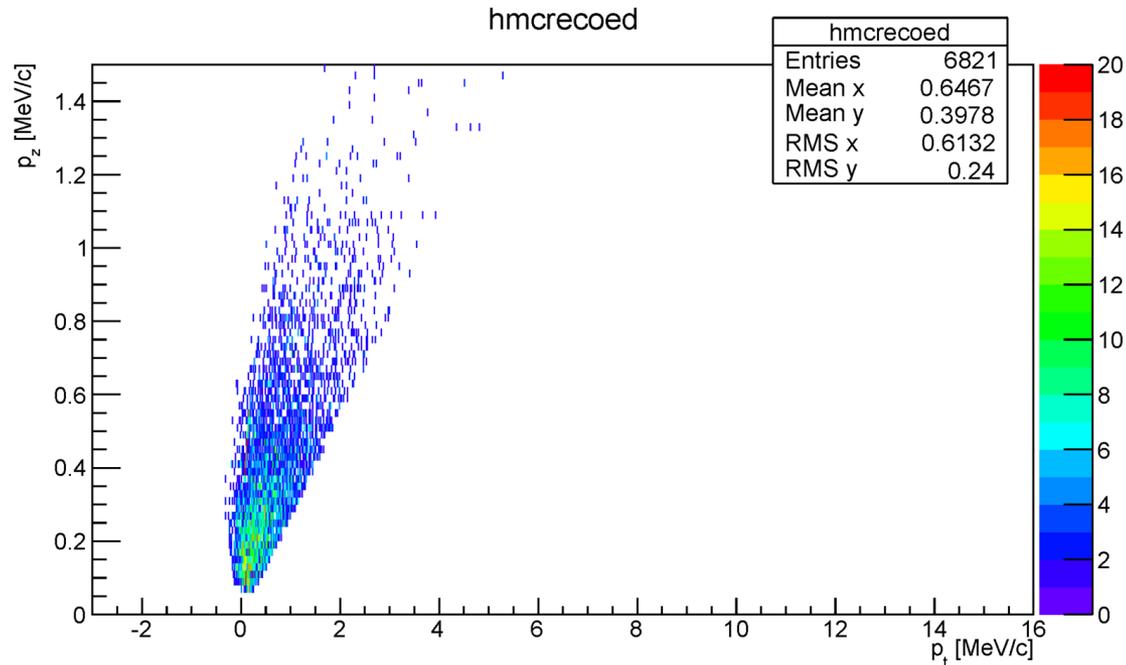
Darmstadt, 25.6.2013

Marius C. Mertens

11



## Momentum Distribution – Reconstructed Tracks



Darmstadt, 25.6.2013

Marius C. Mertens

13

- Einzelplatz-PC
- Nicht-x86-Prozessoren (Cell-Prozessor → PS3)
- Beschleunigerkarten (Xeon Phi)
- Grafikkarten
- FPGAs
- **Cluster / Grid**

Bild: Joshua Kiepert, [t3n.de/news/raspberry-pi-cluster-467237/](http://t3n.de/news/raspberry-pi-cluster-467237/)

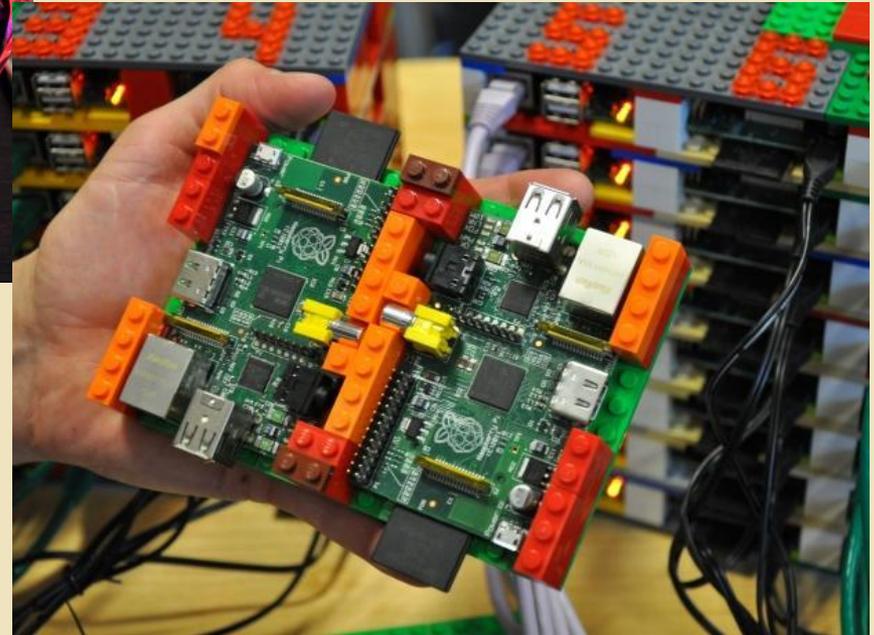


Bild: University of Southampton, [www.zdnet.com/pictures/raspberry-pi-meets-lego-in-supercomputer-like-cluster-photos/2/](http://www.zdnet.com/pictures/raspberry-pi-meets-lego-in-supercomputer-like-cluster-photos/2/)

- Einzelplatz-PC
- Nicht-x86-Prozessoren (Cell-Prozessor → PS3)
- Beschleunigerkarten (Xeon Phi)
- Grafikkarten
- FPGAs
- Cluster / Grid

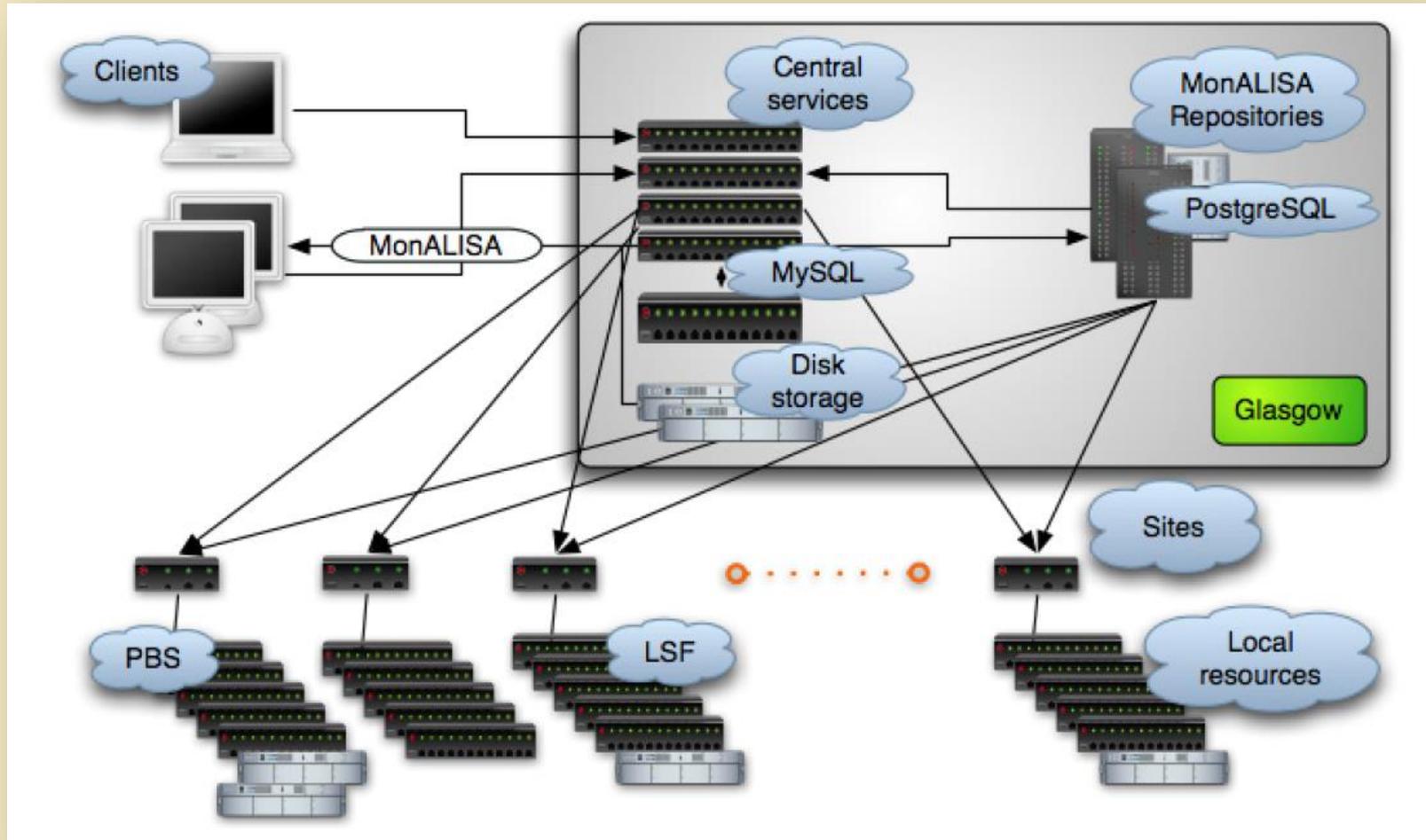


Bild: PANDA Computing Wiki, [panda-wiki.gsi.de/cgi-bin/view/Computing/PandaGrid](http://panda-wiki.gsi.de/cgi-bin/view/Computing/PandaGrid)



Abbildung 6.3.: Auslastung der PANDA Grid Sites als Momentaufnahme während der Simulationen zur MVD-Strahlenbelastung. Datenübertragungen sind als hellblaue Linien zwischen den Sites dargestellt.

*Bild: MM, Der PANDA Mikro Vertex Detektor, 2010*

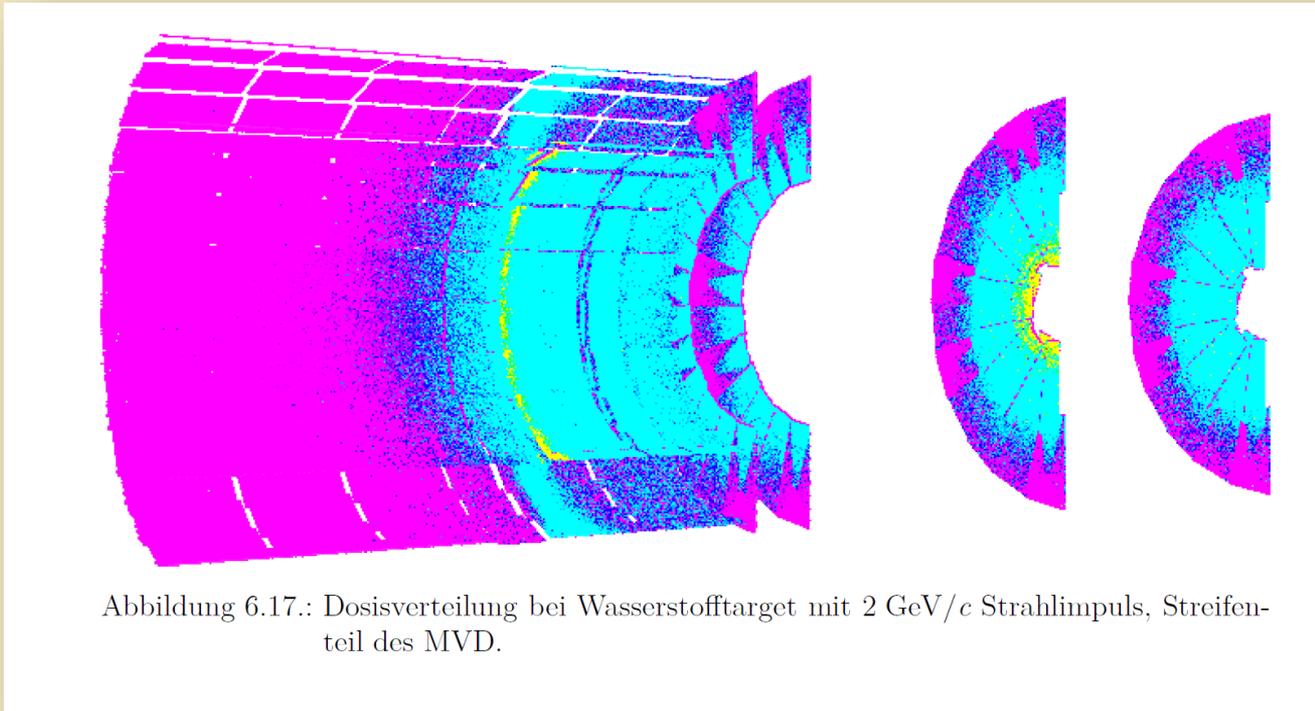


Abbildung 6.17.: Dosisverteilung bei Wasserstofftarget mit 2 GeV/c Strahlimpuls, Streifen-  
teil des MVD.

*Bild: MM, Der PANDA Mikro Vertex Detektor, 2010*

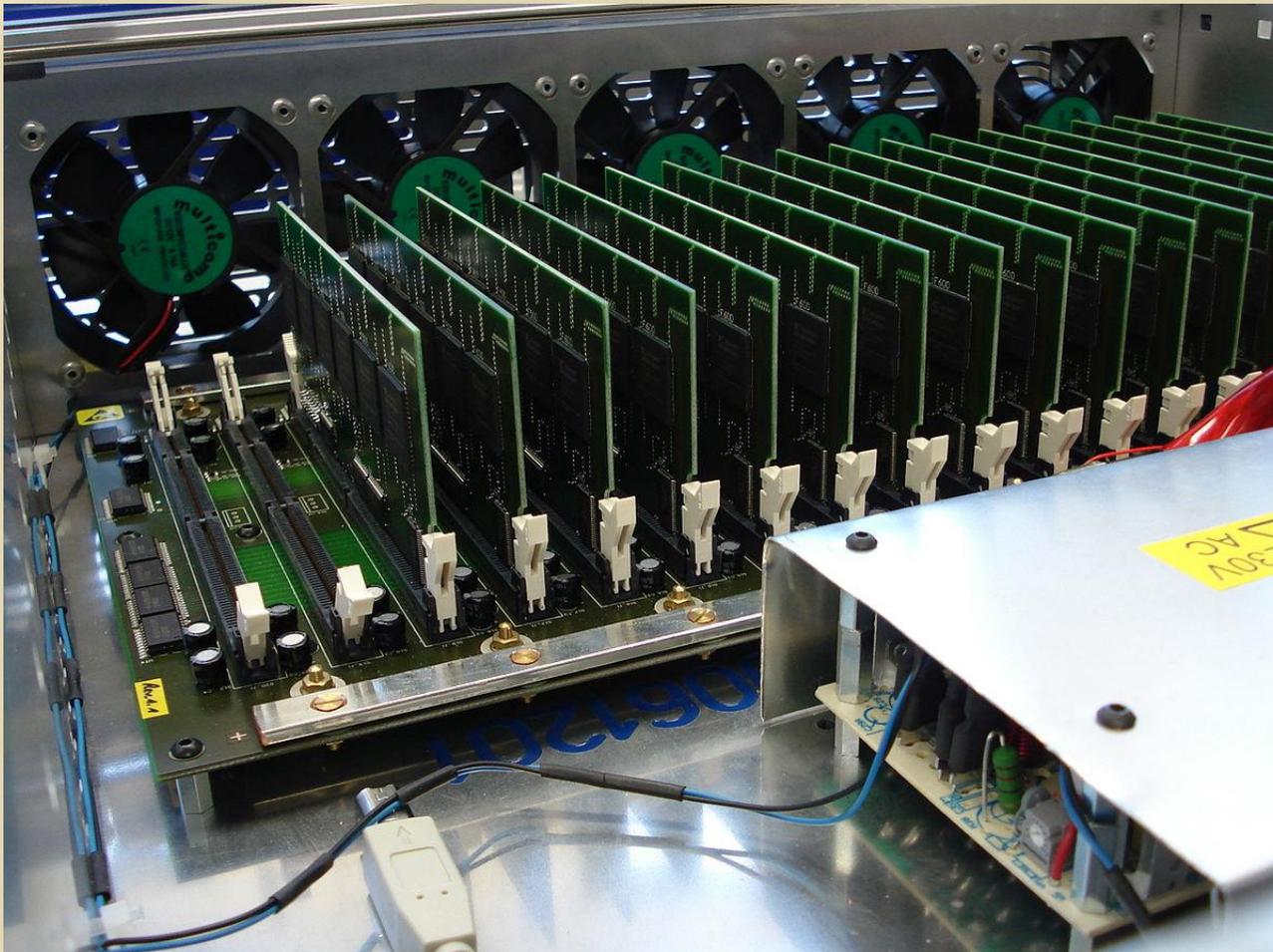
Datenvolumen: Mehrere Terabyte

Simulationszeit auf Einzel-PC (Core2 Duo E6600): 2 Jahre

Simulationszeit auf PandaGRID: 2 Monate

- Einzelplatz-PC
- Nicht-x86-Prozessoren (Cell-Prozessor → PS3)
- Beschleunigerkarten (Xeon Phi)
- Grafikkarten
- **FPGAs**
- Cluster / Grid

- **Field Programmable Gate Array**
- **Rekonfigurierbare Hardware**
- **„Programmierung“ in VHDL oder Verilog**
- **Sehr gut geeignet für Spezialanwendungen wie Bearbeitung von Datenströmen, Ganzzahloperationen, etc.**



~65 Mrd.  
DES-Schlüssel/s  
< 10.000 \$

Aktueller PC  
(Core i7):  
~60 Mio.  
DES-Schlüssel/s

Bild: Gerd Pfeiffer, CC BY-SA 3.0, [de.wikipedia.org/wiki/Datei:Copacobana2006.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Copacobana2006.jpg)

- **Vom Einzelplatzrechner bis zum Supercomputer existieren Architekturen unterschiedlichster Leistungsklassen**
- **Die theoretisch verfügbare Leistung muss durch geeignete Algorithmen auch tatsächlich genutzt werden**
- **Manchmal ist die erforderliche Rechenleistung so groß, dass das theoretisch erreichbare Maximalleistung gerade ausreicht**
- **Manchmal sind einfachere/kleinere Architekturen für bestimmte Problemstellungen nicht nur kostengünstiger, sondern auch einfacher zu beherrschen**

- **Vom Einzelplatzrechner bis zum Supercomputer existieren Architekturen unterschiedlichster Leistungsklassen**
- **Die theoretisch verfügbare Leistung muss durch**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**grois, dass das theoretisch erreichbare  
Maximalleistung gerade ausreicht**

- **Manchmal sind einfachere/kleinere Architekturen für bestimmte Problemstellungen nicht nur kostengünstiger, sondern auch einfacher zu beherrschen**

-  24.10.2014 - Andreas Bischoff  
**Schutz der Privatsphäre auf Ihrem Smartphone**
-  21.11.2014 – Burkhard Wald  
**Sag (nicht) wer Du bist – Über Authentifizierung**
-  19.12.2014 – Andreas Michels  
**Big Data – Neue Wege zur Wissenserweiterung ...**
-  23.01.2015 – Holger Gollan  
**Höher, Schneller, Weiter! Oder Die Grenzen des Wachstums**
-  20.02.2015 – Marius Mertens  
**Super rechnen ohne Superrechner**
-  27.03.2015 – Daniel Biella/Malte Hermsen  
**DevOps & QA in der Praxis**

14:00 Uhr  
Duisburg LE 105