

Was machen Physikerinnen und Physiker mit einer Rechnerfarm ?

Hanna Kluge

CMS

DESY in Zeuthen

Zeuthen, den 4.12.2007

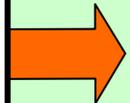


Inhalt

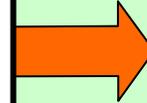
Viele kleine Teilchen – viele schnelle Rechner



**Die Hauptfragen
der
Teilchenphysik**



**Experiment
versus
Theorie**



**Rechner
Wieviele,
wie schnell,
wie
zuverlaessig**

Fragen sind immer erwünscht



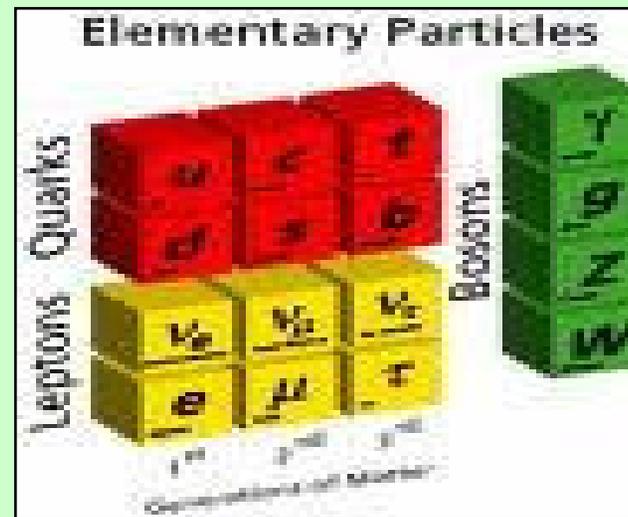
Hauptfragen der Teilchenphysik

Was haelt die Welt im Innersten zusammen?

Wo kommt die Masse her ?

Was ist ein elementares Teilchen?

Standardmodell
der
Teilchenphysik





Sind es wirklich nur drei Familien ?

Frage: Gibt es nur drei Sorten von Neutrinos ?
(und damit drei Familien von Elementarteilchen)

Antwort: **Mache ein Experiment**

Benutze einen Beschleuniger

Baue einen Detektor

Erzeuge 20 Millionen Z Bosonen

Zeichne diese Daten auf

Werte diese Daten aus

Vergleiche die Daten mit einem

Model fuer 2,3,4 Neutrinos

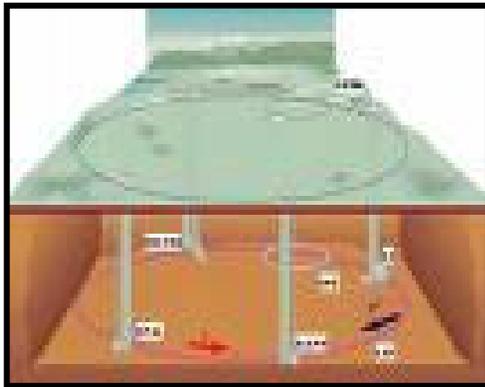
Schaue was raus kommt



Der Beschleuniger z.B. LEP

Ort: CERN

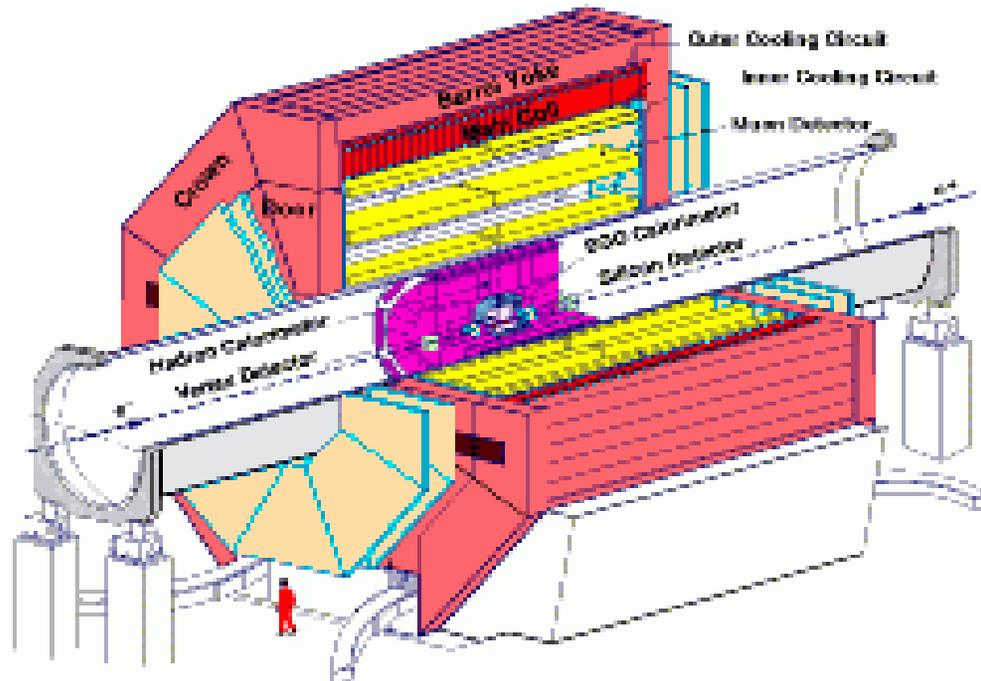
Zeit: 1989-2003



Teilchen: Elektronen und Positronen

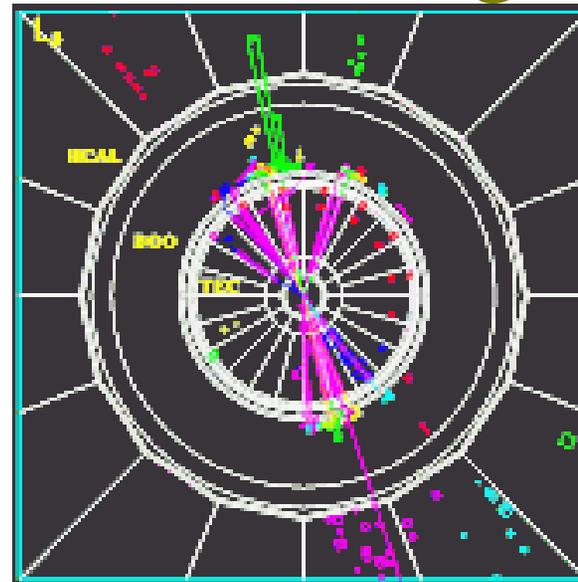
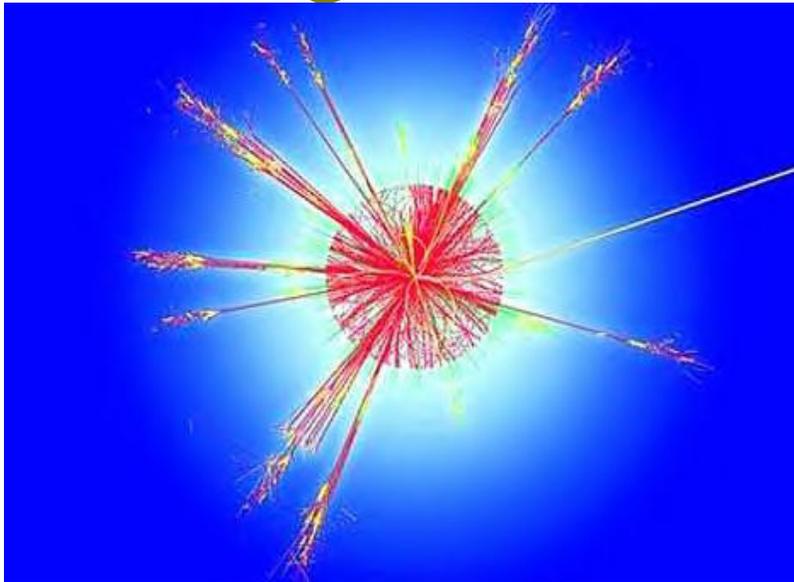
Energie 2 x 45 GeV

Experiment wie L3



Teilchen hinterlassen im Detektor Spuren
Elektrische Signale werden aufgezeichnet
(online) und verarbeitet (Trigger, verdichten)
Daten: Signalhoehe, Laufzeiten der Signale....

Ereignisse sind Wechselwirkungen



Anzahl der Ereignisse/Experiment: Mio. bis Mrd.

Sie enthalten zunächst die Rohdaten

Später die bearbeiteten Daten



Wieviele Daten brauchen wir ?

Gesucht : Alle Z-Zerfaelle = Inklusive
Sichtbare und **unsichtbare**
Zerfaelle

In geladene und ungeladene
und ungeladene
Teilchen

Methode: Zaehlen aller dieser Zerfaelle

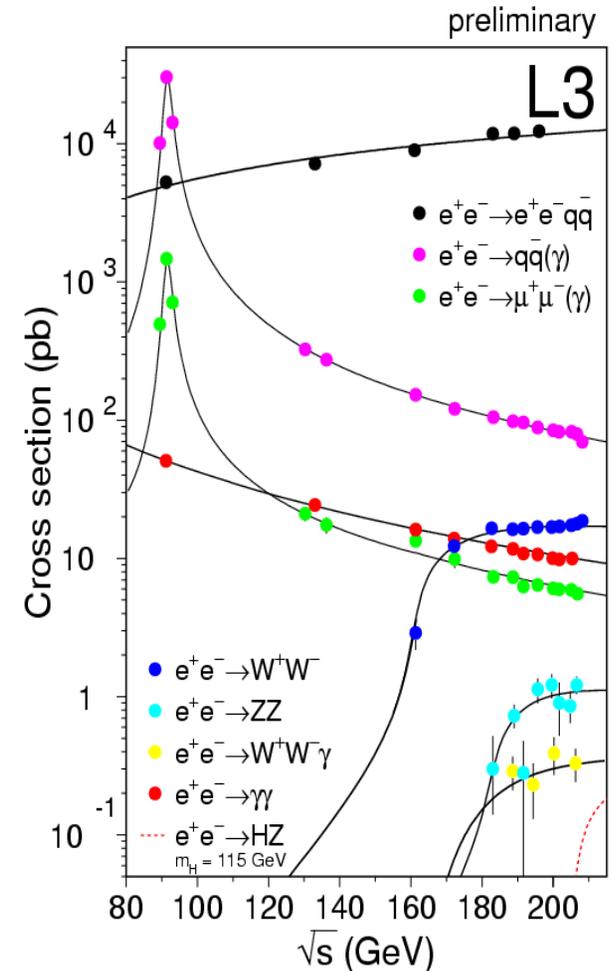
Genauigkeit: per mille oder besser

→ 20 Mio events



Physikalische Messgroessen

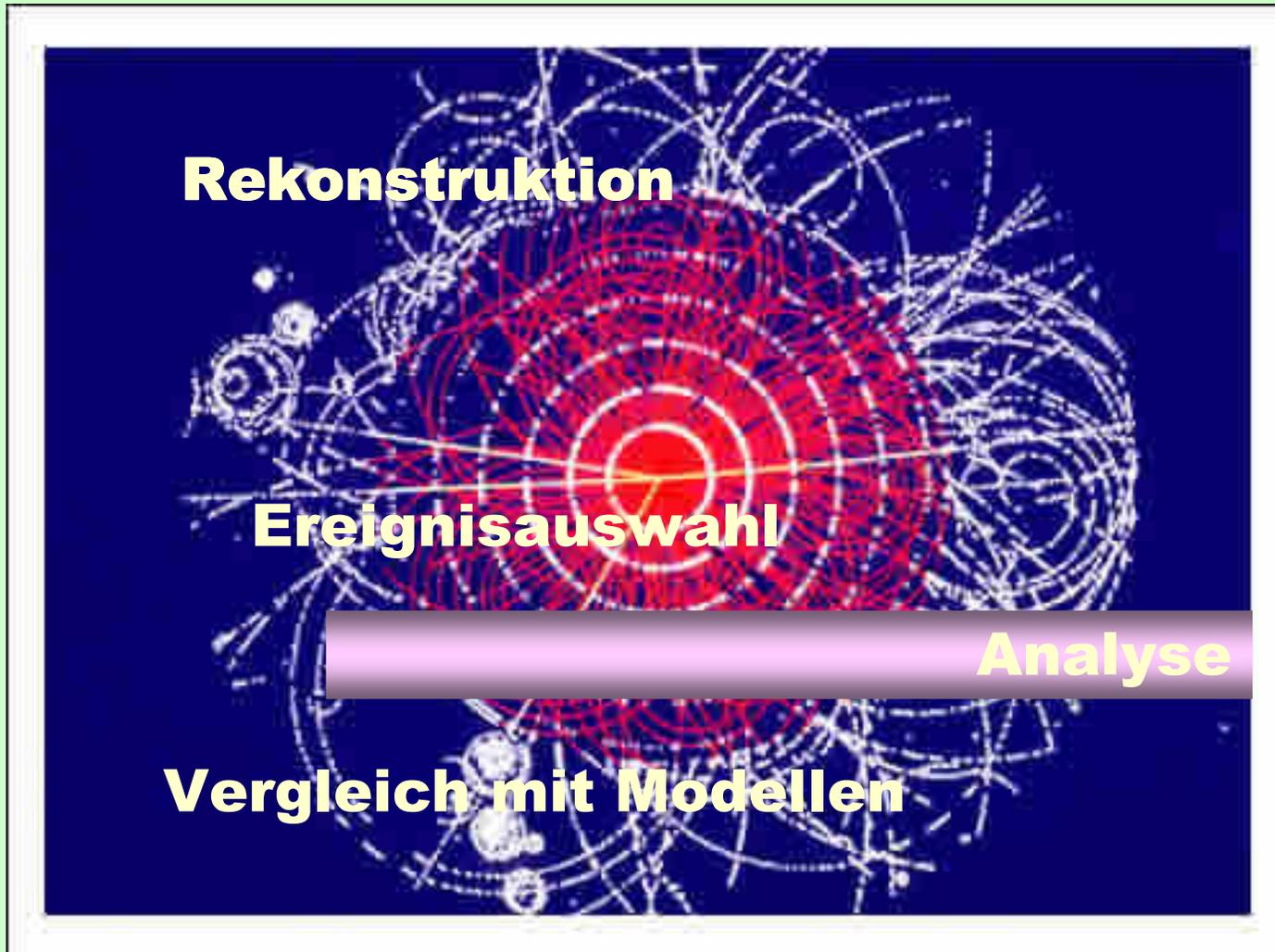
- **Cross section= Wirkungsquerschnitt = Anzahl der Events eines bestimmten Typs**
- **Energie eines Teilchens, Information aus dem Kalorimeter**
- **Impuls/Ort eines Teilchens gemessen mit Spurdetektoren, Ort und Signal**





Was macht man nun auf der PC Farm?

Berechnung der Eigenschaften der erzeugten Teilchen





Was passiert mit den Rohdaten ?

Rekonstruktion der Rohdaten → SCHRITT 1

- 1. Rekonstruktion eines Spurpunktes in einem Detektors (Gravitationzentrum=Spurpunkt)**
- 2. Rekonstruktion eines Spursegmentes aus den Spurpunkten eines Detektors**
- 3. Rekonstruktion einer Teilchenspur aus den Spursegmenten**
- 4. Bestimmung des Impulses (unter Annahme einer Teilchenmasse) und der Teilchenladung (Magnetfeld)**
- 5. Bestimmung der Teilchenenergie fuer geladene und neutrale Teilchen aus der Schauerform und der Laenge des Schauers,**
- 6. Zuordnung von Spuren und Schauern**
- 7. Bestimmung der Teilchenart**
- 8. Zuordnung der Spuren zu Vertices**
- 9. Abspeichern der Informationen**



Ereignisauswahl

Bestimmte physikalische Prozesse haben bestimmte Topologien

Topologie: Ereignisgestalt — Anzahl der Teilchen,
raeumliche Verteilung
Untergruppierungen

Z Zerfaelle:

leptonisch	zwei Elektronen, Muonen
hadronisch	zwei Jets
neutrale	nichts (ein Photon)

Suche in den 20 Mio. Events nach Z-Zerfaellen



Analyse

Hierfuer reicht manchmal der eigene PC!!!!

Stelle fuer alle gefundenen Z-Zerfaelle die physikalischen Groessen graphisch dar, beruecksichtige die Fehler der Messung

**Suche nach einer passenden theoretischen Beschreibung
— Anpassung einer mathematischen Kurve (Fitten)**

damit ist der PC schon mal einige Zeit beschaeftigt

— Monte Carlo Rechnungen



Monte Carlo Rechnungen

Da freut sich die PC Farm

Wie viele Mio. Ereignisse muss ich erzeugen, damit mein Ergebnis nicht durch die Fehler dieser Rechnungen dominiert wird?

Definition : Monte Carlo Ereignisse sind mit dem Rechner kuenstlich erzeugte Events, die auf dem jeweils aktuellen Wissenstand beruhen.

Methode: Erst werden die Impulse und Energien der Teilchen generiert, dann die Verhaeltnisse im Detektor simuliert, dann die Events analysiert.



Monte Carlo Rechnungen

Erfahrungswert: 10 x mehr Monte Carlo Ereignisse

20 Mio. Ereignisse Rohdaten

18 Mio. Zerfaelle →→→ 180 Mio. generierte Events

Achtung : das ist ein sehr einfaches Beispiel!

Bei jeder Aenderung des Modells (und wir verbessern die Modelle staendig), bei jeder neuen Erkenntnis ueber den Detektor → → → Re-bearbeitung der Daten



Wiederbearbeitung der Daten

Warum kommt es zu solchem Rerunning ?

1. Es gibt neue **bessere Modelle** → Rerun der **Monte Carlo Ereignisse**
2. Es gibt **neue Erkenntnisse** ueber den Detektor → Rerun der **Daten**



Ursprungsfrage : Anzahl der Familien

Erinnern Sie Sich noch ?

Wieviele Familien von Elementarteilchen gibt es ?

Wieviele Neutrinos gibt es ? 2 oder 3 oder 4

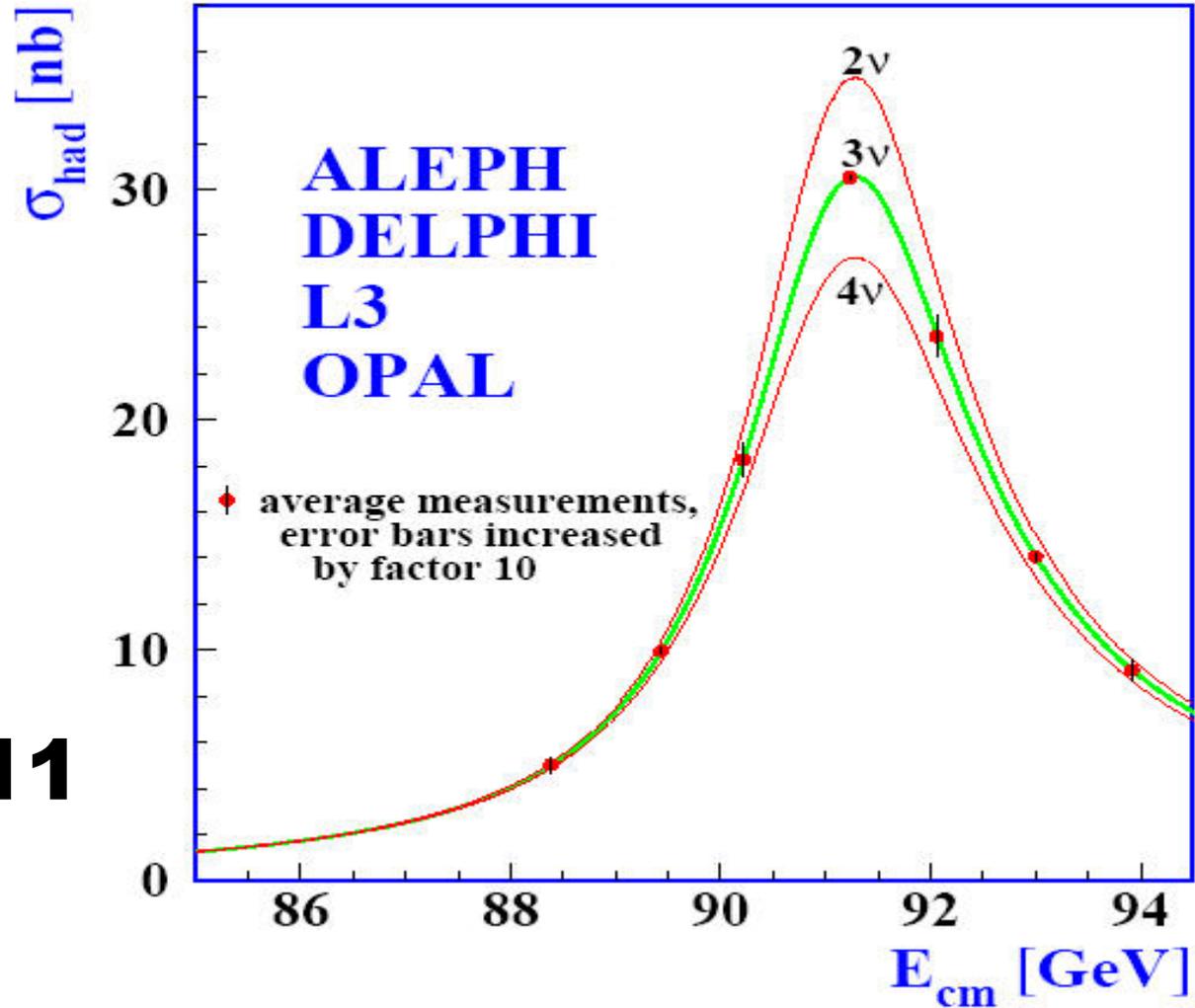


Anzahl von Neutrinos

3

oder

2.94 \pm 0.11





Uebrigens

Muss der Physiker oder die Physikerin nicht ihre Daten und ihr Monte Carlo selber machen → Arbeitsgruppen fuer MC und Datenbearbeitung

Daten und MC zentral auch gespeichert

Und heute ist die Farm → **GRID** aber das ein anderer Vortrag.....

Danke fuer die Aufmerksamkeit und fuer die Bereitstellung der PC Farmen....