

Untergrundsimulationen für den ILC-Detektor

„Untergrund? Beim ILC?“

Adrian Vogel
DESY FLC

Beamstrahlung beim ILC

Der ILC hat das neuartige Problem der „Beamstrahlung“

- Präzisionsmessungen brauchen hohe Luminosität
- Strahlen müssen extrem stark fokussiert werden
($\sigma_x = 500 \text{ nm}$, $\sigma_y = 5 \text{ nm}$, d. h. ungefähr $(\frac{1}{1000})^2$ LEP)
- Bunches haben eine sehr hohe Raumladungsdichte
- Teilchen im entgegenkommenden Bunch werden abgelenkt und strahlen Photonen ab
- Photonen können streuen und e^+e^- -Paare erzeugen

Dieser Effekt war in Experimenten bisher nie relevant, aber es gibt theoretische Modelle dafür

Paare aus der Beamstrahlung

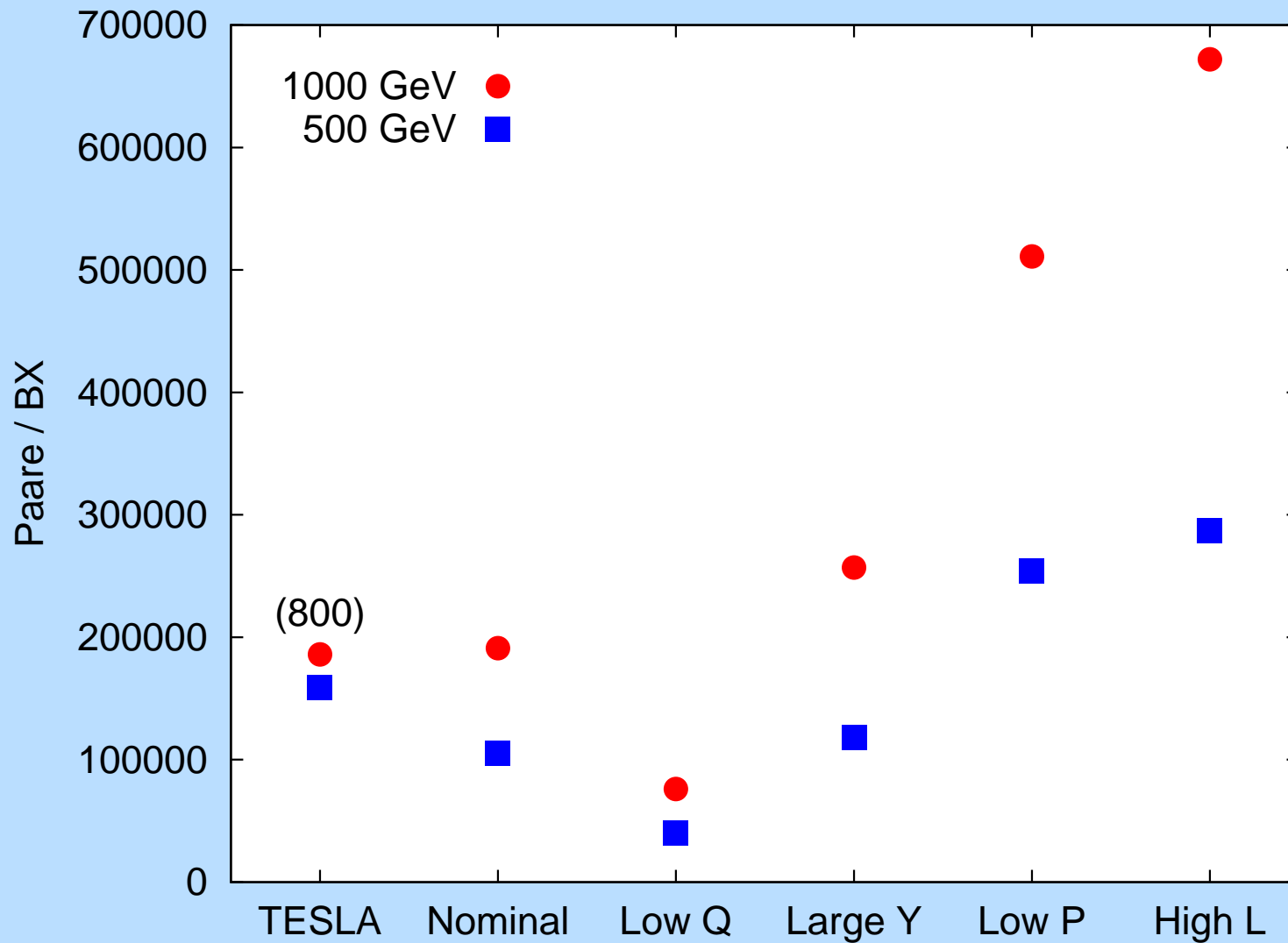
e^+e^- -Paare sind eine maßgebliche Quelle von Untergrund

- Energien bis zu einigen GeV
- stark in die Vorwärtsrichtung gebündelt (kleines θ)
- Schraubenbewegung um magnetische Feldlinien

Die Teilchen treffen auf verschiedene Teile des Detektors

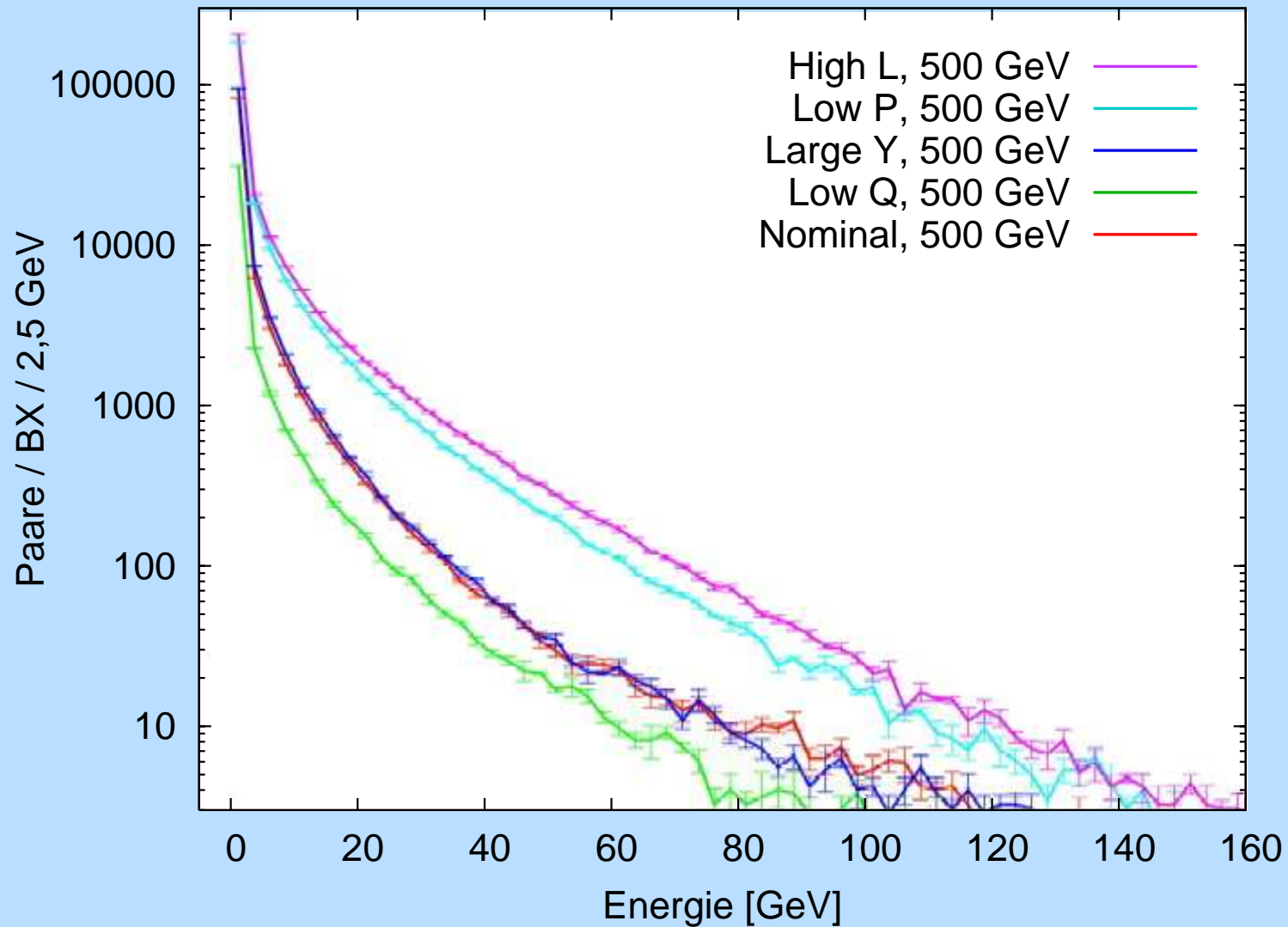
- direkte Treffer auf dem Vertexdetektor (nur für großes θ)
- viele Treffer auf dem BeamCal (Muster wird für die genaue Ausrichtung der Strahlen ausgenutzt)
- Magnete und andere Teile des Extraktionssystems

Paare – Strahlparametersätze



S. Gronenborn (EUROTeV-Memo-2005-003-1)

Paare – Energiespektrum



S. Gronenborn (EUROTeV-Memo-2005-003-1)

Probleme mit den Paaren

Direkte Treffer auf dem VTX lassen sich kaum vermeiden

- innerer Radius darf nicht zu klein sein (\vec{B} hilft)

Einschläge auf dem BeamCal erzeugen Teilchenschauer

- geladene Teilchen, Photonen und Neutronen
- Sekundärteilchen können zurückgestreut werden
- geladene Teilchen bewirken indirekte VTX-Treffer
- Photonen und Neutronen können die TPC erreichen
- Fotoeffekt, Kernreaktionen, Rückstoßprotonen
- langfristige Strahlenschäden (v. a. durch Neutronen)

Rückstreuung von Sekundärteilchen reduzieren!

Andere Untergrundquellen

Beamstrahlung, Synchrotronstrahlung vom Final Focus

- sollte auf keinen Fall irgendetwas treffen!

Teilchen des auslaufenden Strahls

- Verluste im Extraktionssystem werden zz. untersucht

Strahlhalo (Myonen, die sich mit dem Strahl bewegen)

- einige Myonen durchkreuzen die TPC pro BX

Beam dumps (für den Hauptstrahl und die Beamstrahlung)

- sehr starke Strahlungsquelle, aber weit weg

„Minijets“ aus der Strahl-Strahl-Wechselwirkung

- deutlich geringere Anzahl als e^+e^- -Paare

Simulationsprogramme

Guinea-Pig (Generator für e^+e^- -Paare)

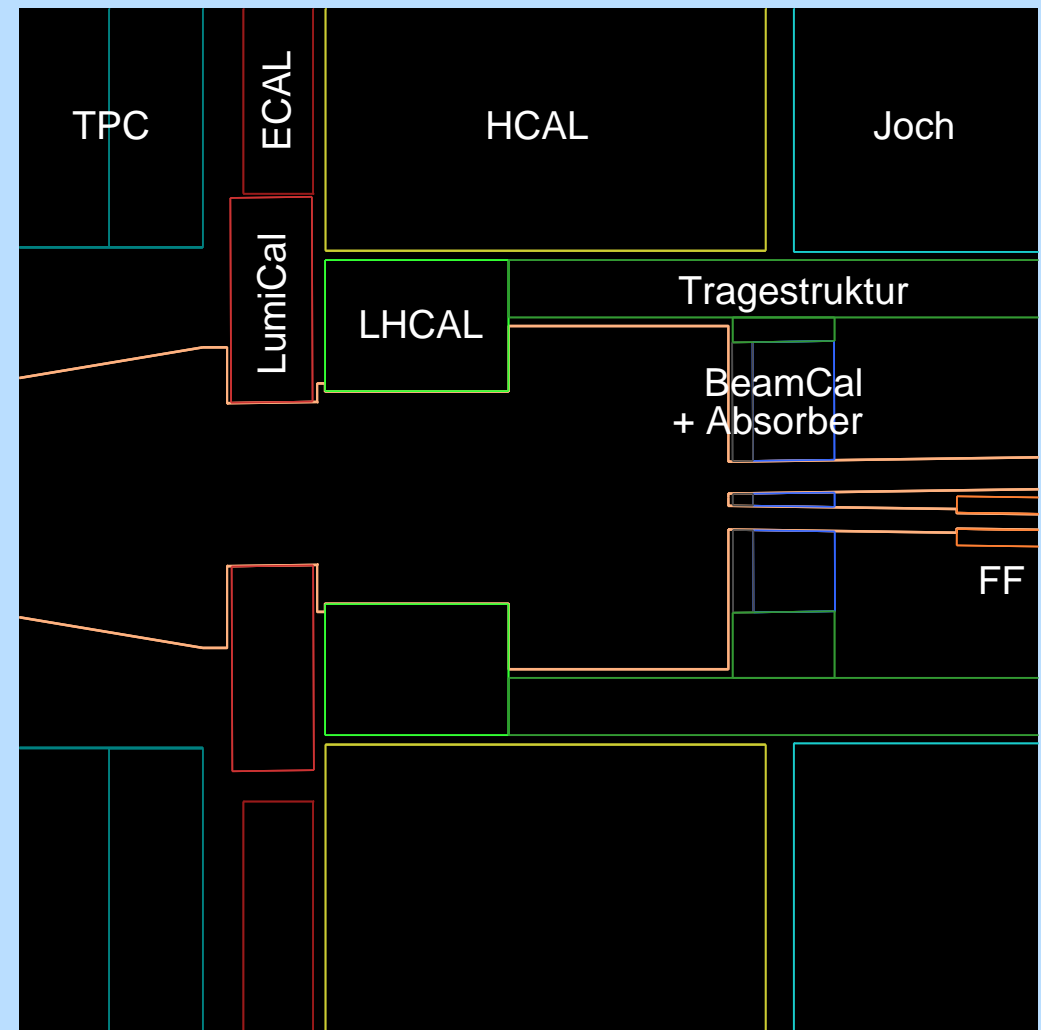
- wurde mit verschiedenen Strahlparametern benutzt
- liefert $\mathcal{O}(10^5)$ Teilchen pro BX

Mokka (volle Detektorsimulation)

- baut auf dem Geant4-Framework auf
- simuliert die Wechselwirkung von Teilchen mit Materie
- enthält die neuesten Detektormodelle
- liest die Guinea-Pig-Paare als Eingabedaten
- gibt Detektorhits als LCIO-Dateien aus

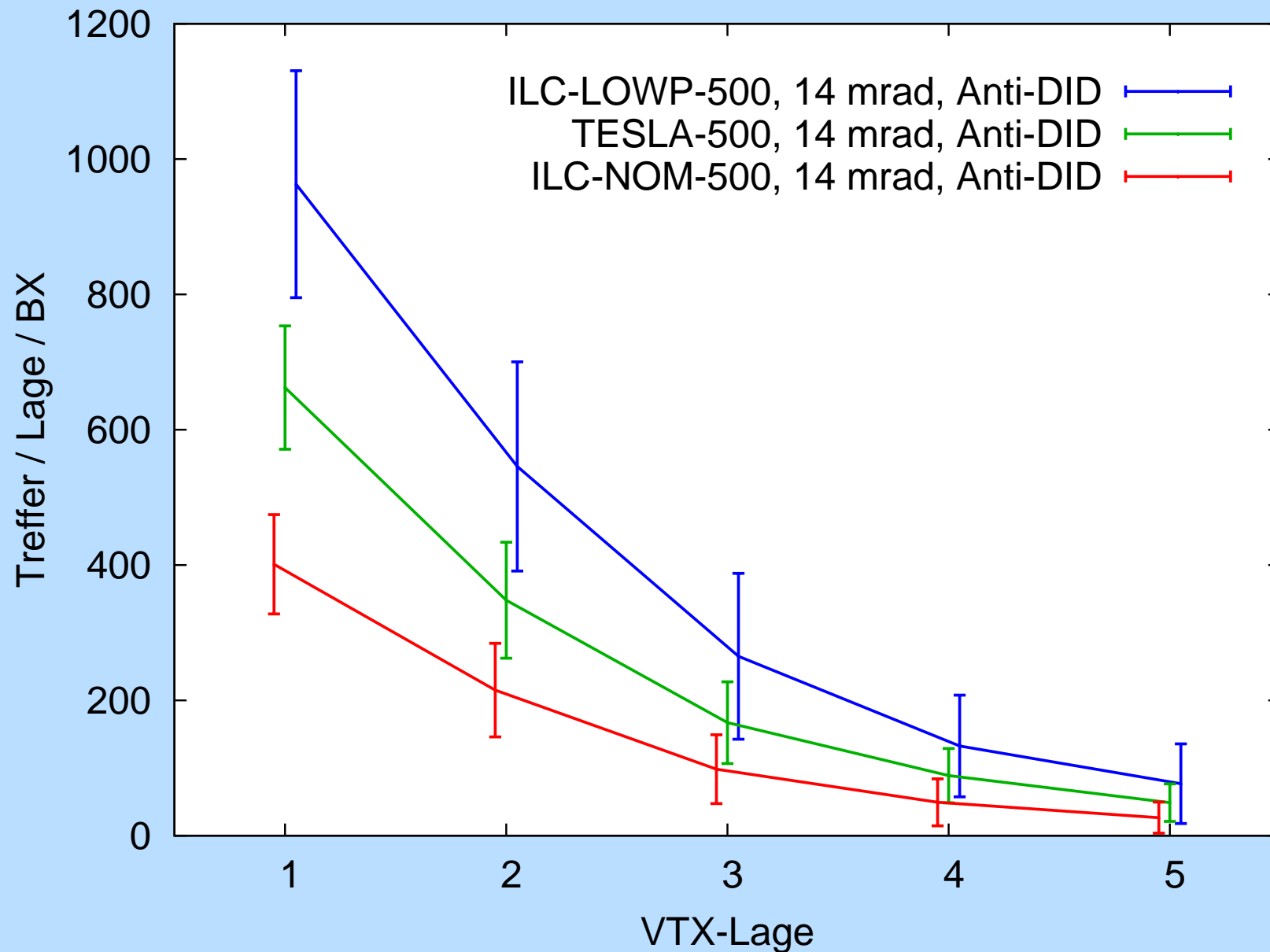
Detektorgeometrie – Vorwärtsregion

- LumiCal (rot)
 $R_i = 120 \text{ mm}$
- Absorber mit geringem Z
- BeamCal (blau)
 $R_{i1} = 15 \text{ mm}$
 $R_{i2} = 20 \text{ mm}$
- Kreuzungswinkel von 14 mrad
- Anti-DID-Feld



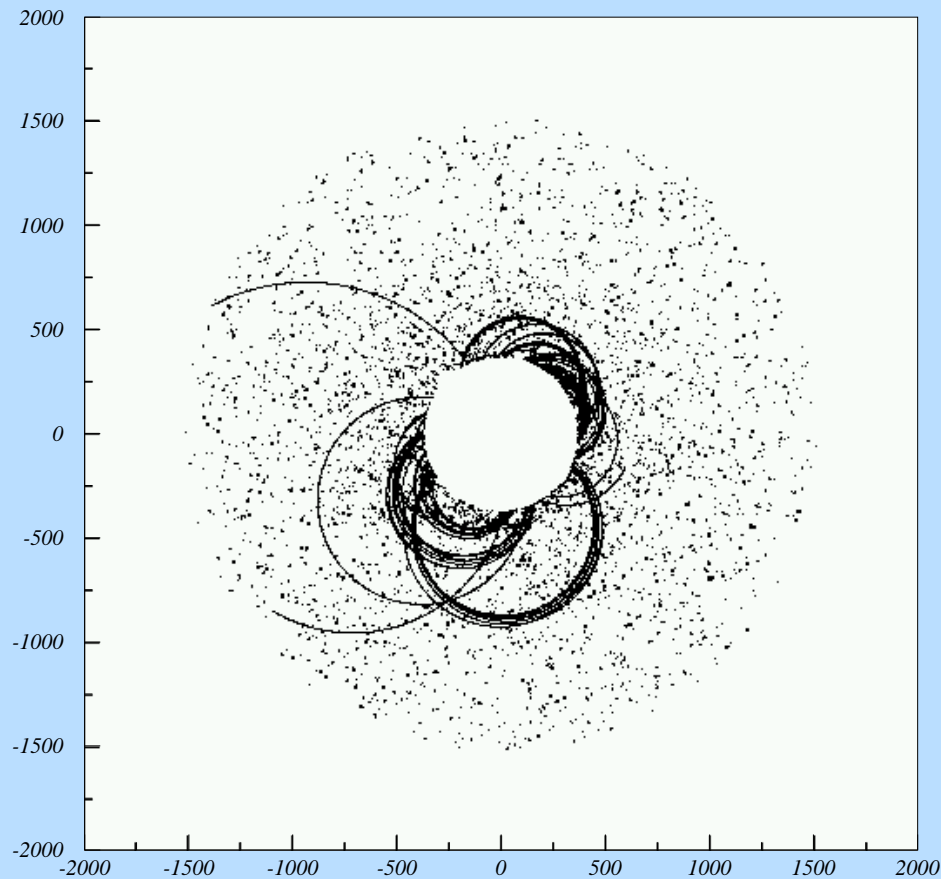
Ansicht 1:2 gestaucht

Treffer auf dem VTX – Strahlparameter

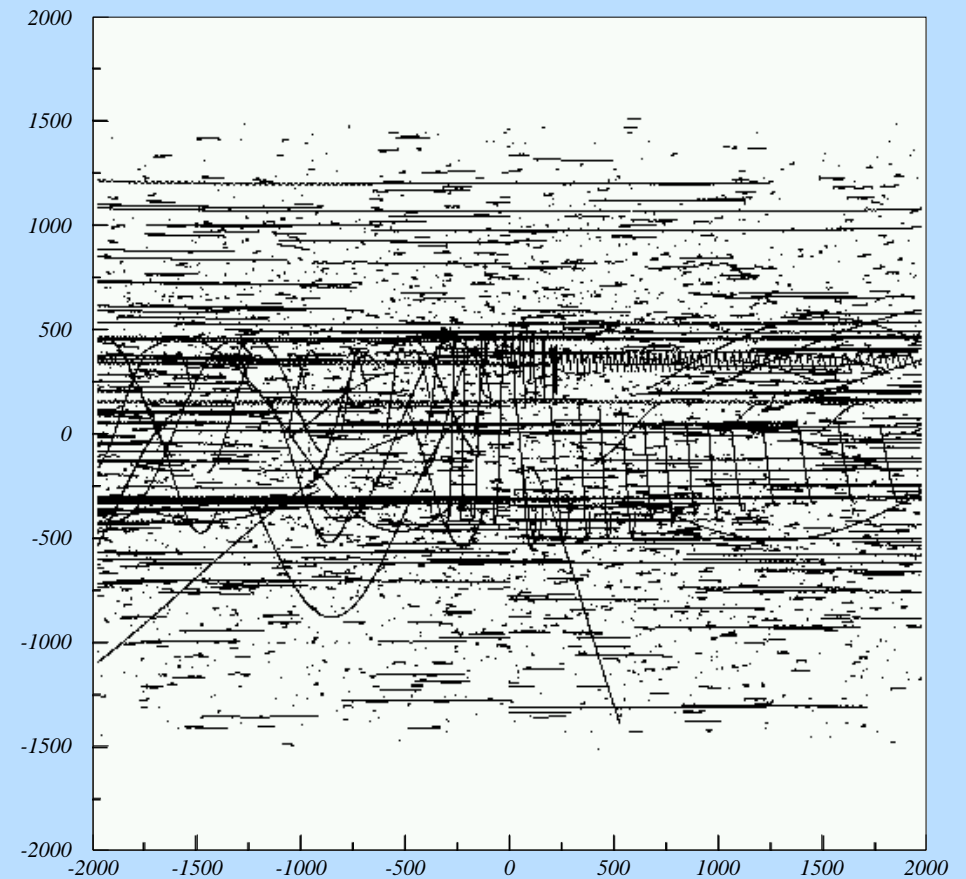


Untergrundsignale in der TPC

Mokka-Hits in der TPC (100 BX überlagert)



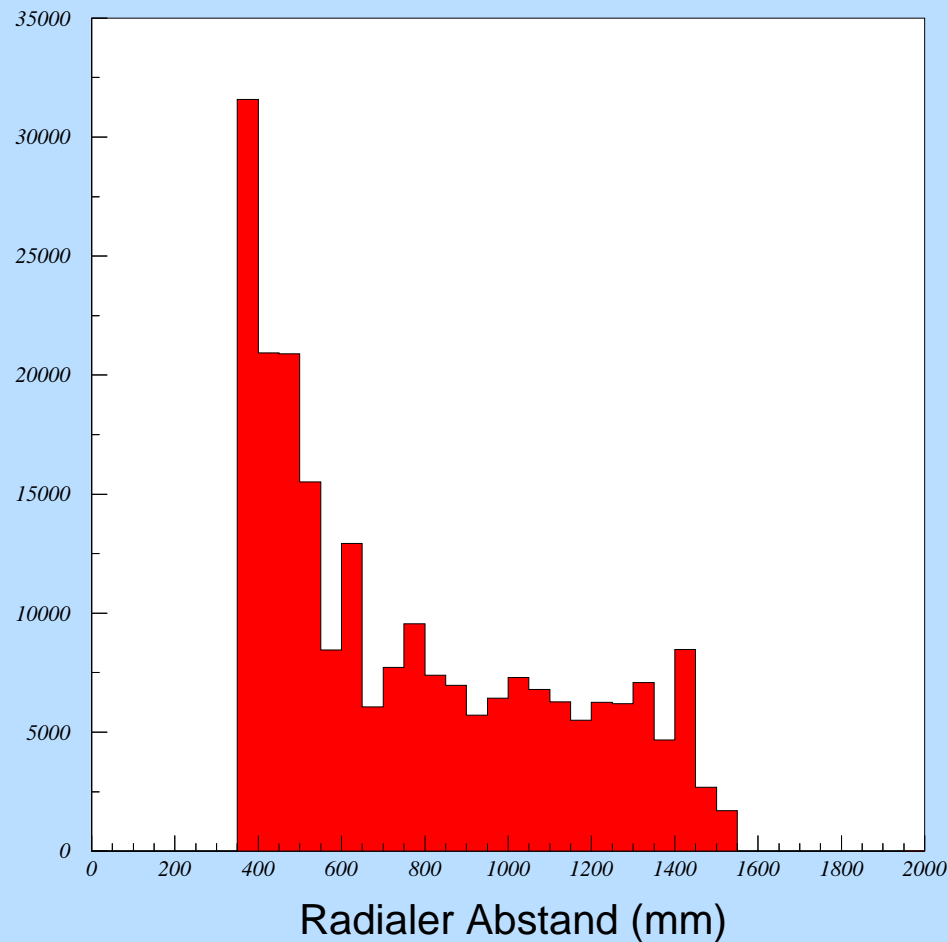
Frontalansicht



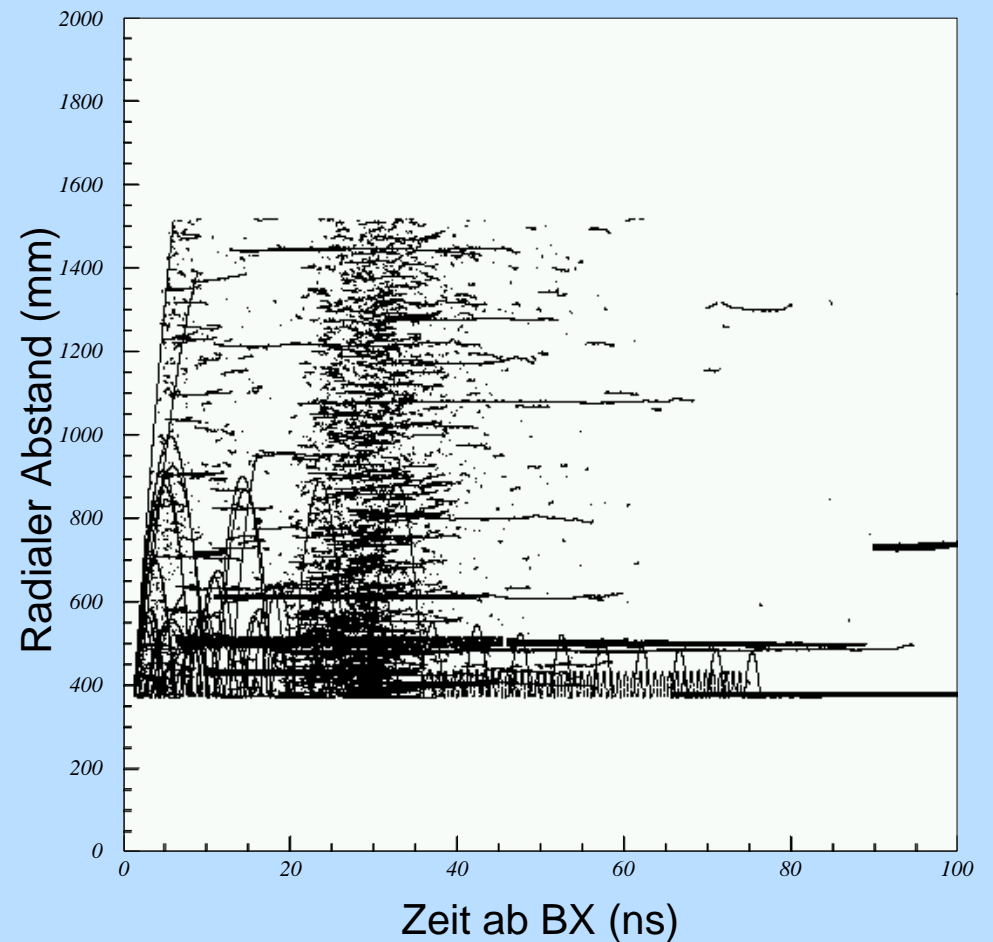
Seitenansicht

TPC-Untergrund – Verteilungen

Mokka-Hits in der TPC (100 BX überlagert)



Radiale Verteilung



Raum-Zeit-Struktur

Ausblick – Softwareentwicklung

- Entwicklung eines Softwarepakets für die TPC:
Digitalisierung – Tracking – Rekonstruktion – Analyse
- Bereits existierender Code kann zusammengefügt werden (DESY, Aachen, Freiburg, Victoria, ...)
- Gemeinsame Arbeit wurde beim „TPC Software Workshop“ begonnen (im Juni 2006 am DESY)
- Bereitstellung einer „Untergrundbibliothek“ mit fertig simulierten Events zur Überlagerung „echter“ Physik in einer Analyse

Ausblick – Offene Fragen

- Welche Designentscheidungen betreffen die TPC?
- Kann ein Löschgas mit Wasserstoff benutzt werden?
- Wie stark verzerrt die zusätzliche Primärionisation das elektrische Feld in der TPC?
- Wie groß ist die „Occupancy“ zu einem gegebenen Zeitpunkt (mit Überlagerung von 160 BX)
- Haben die Untergrundsignale einen Einfluss auf Mustererkennung, Effizienz oder Auflösung?
- Kann eine TPC die hohen Ansprüche erfüllen, die an einen ILC-Spurdetektor gestellt werden?