

Simulation des maschineninduzierten Untergrunds am ILC-Detektor

Vorwärts statt immer im Kreis!

Adrian Vogel
DESY FLC

Der Internationale Linearbeschleuniger ILC

Wird das nächste Großprojekt der Teilchenphysik sein

- supraleitender Linearbeschleuniger bis zu $\sqrt{s} = 1 \text{ TeV}$
- e^+e^- -Kollisionen (punktförmige Teilchen)
- hohe Luminosität, polarisierte Strahlen möglich

Wird ein Präzisionswerkzeug sein, ergänzt so den LHC

- wohldefinierter Ausgangszustand
- saubere Experimentierumgebung, wenig Untergrund
- empfindlich für Quantenkorrekturen (bis zu vielen TeV)

Wird das Higgs-Teilchen, SUSY und weitere neue Physik eingehend erforschen (falls es sie in der Natur gibt...)

Das „Large Detector Concept“

Der ILC braucht einen Höchstleistungsdetektor

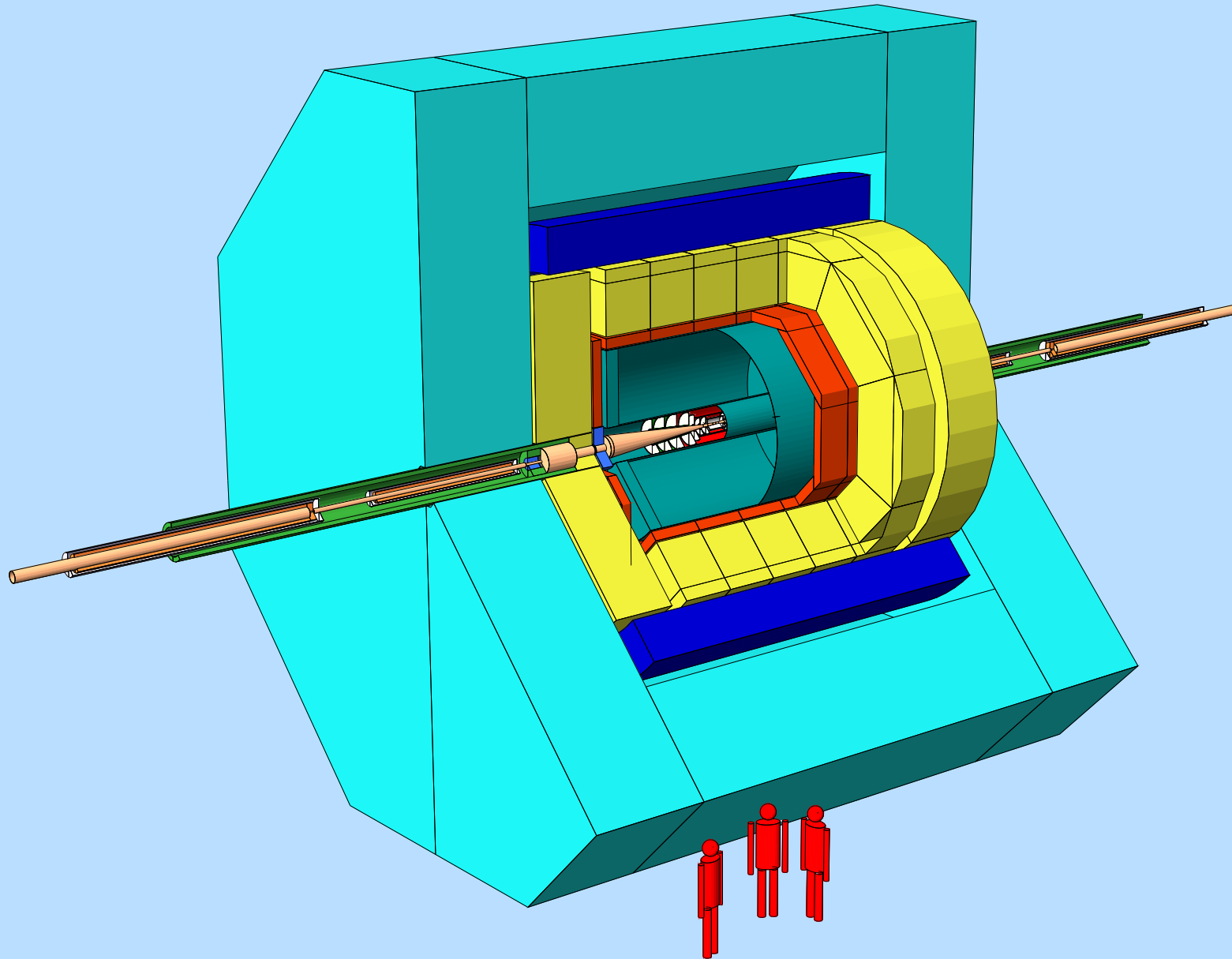
- hervorragende Vertexrekonstruktion (← Vertexdetektor)
- hervorragende Impulsauflösung (← Spurdetektor)
- Rekonstruktion jedes einzelnen Teilchens (auch in Jets)

„LDC“ ist eines von derzeit vier Detektorkonzepten

- Siliziumpixeldetektoren direkt um den WW-Punkt
- TPC als zentrale Spurkammer
- Kalorimeter mit hoher Granularität (auch im HCAL)
- Solenoid-Magnetfeld mit 4 Tesla

Detektor ist für das „Particle Flow“-Konzept optimiert

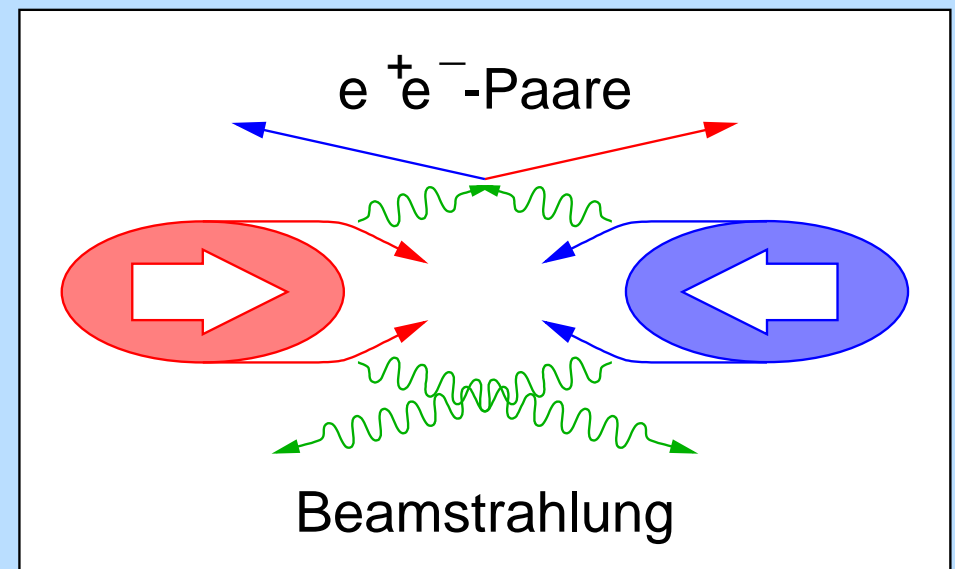
LDC – Gesamtansicht



Beamstrahlung am ILC

Der ILC hat das neuartige Problem der „Beamstrahlung“

- hohe Luminosität ist für Messungen unverzichtbar
- Strahlen müssen auf einen winzigen Punkt fokussiert werden ($\sigma_x = 500 \text{ nm}$, $\sigma_y = 5 \text{ nm}$, d. h. $(\frac{1}{1000})^2$ LEP)
- Teilchenpakete haben eine sehr hohe Raumladung
- Teilchen im entgegengerichteten Paket werden abgelenkt und können Photonen abstrahlen
- Photonen können streuen und e^+e^- -Paare erzeugen



Paare aus der Beamstrahlung

e^+e^- -Paare sind eine Hauptuntergrundquelle ($10^5 / \text{BX}$)

- Energien bis zu einigen GeV (insgesamt 100 TeV / BX)
- stark in die Vorwärtsrichtung gebündelt (kleines θ)

Die Teilchen treffen verschiedene Teile des Detektors

- direkte Treffer auf dem Vertexdetektor (nur für großes θ)
- viele Treffer auf dem Vorwärtskalorimeter „BeamCal“
- außerdem Magnete und andere Teile der Strahlführung

Rückstreuung von Teilchen aus Schauern

- indirekte Treffer auf dem Vertexdetektor
- Photonen und Neutronen können die TPC erreichen

Simulationswerkzeuge

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

- simuliert die Strahl-Strahl-Wechselwirkung
- verwendet verschiedene ILC-Strahlparametersätze

Mokka (volle Detektorsimulation)

- baut auf dem Geant4-Framework auf
- simuliert die Wechselwirkung von Teilchen mit Materie
- enthält die neuesten LDC-Detektormodelle
- liest Paare aus Guinea-Pig als Eingabedateien
- gibt Treffer auf verschiedenen Detektoren aus

Simulationsjobs werden auf dem Grid (NAF) gerechnet

Detektorgeometrie – Vorwärtsregion

- LumiCal (rot)
 $R_i = 120 \text{ mm}$
- Graphitabsorber
- BeamCal (blau)
 $R_{i1} = 15 \text{ mm}$
 $R_{i2} = 20 \text{ mm}$
- auf der Achse des auslaufenden Strahls
- Kreuzungswinkel von 14 mrad
- Anti-DID-Magnetfeld

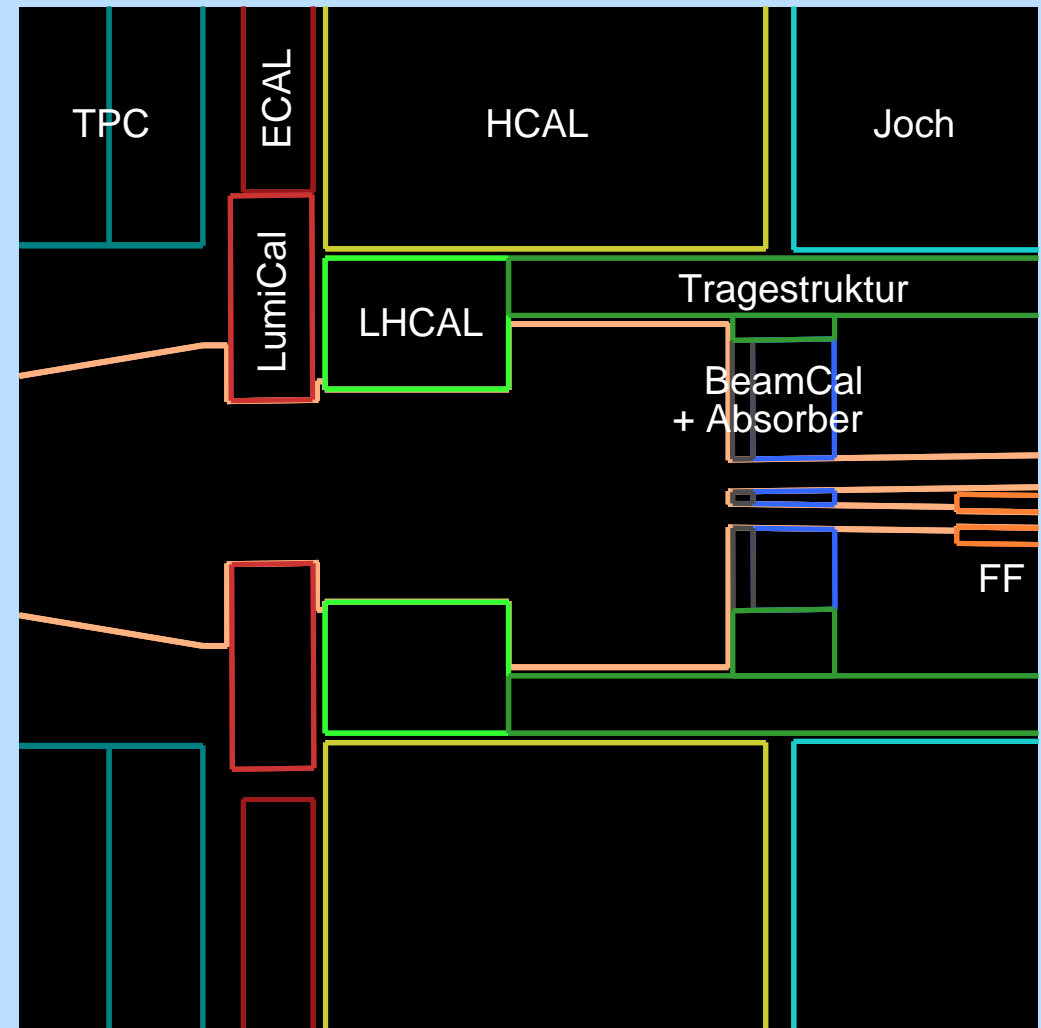
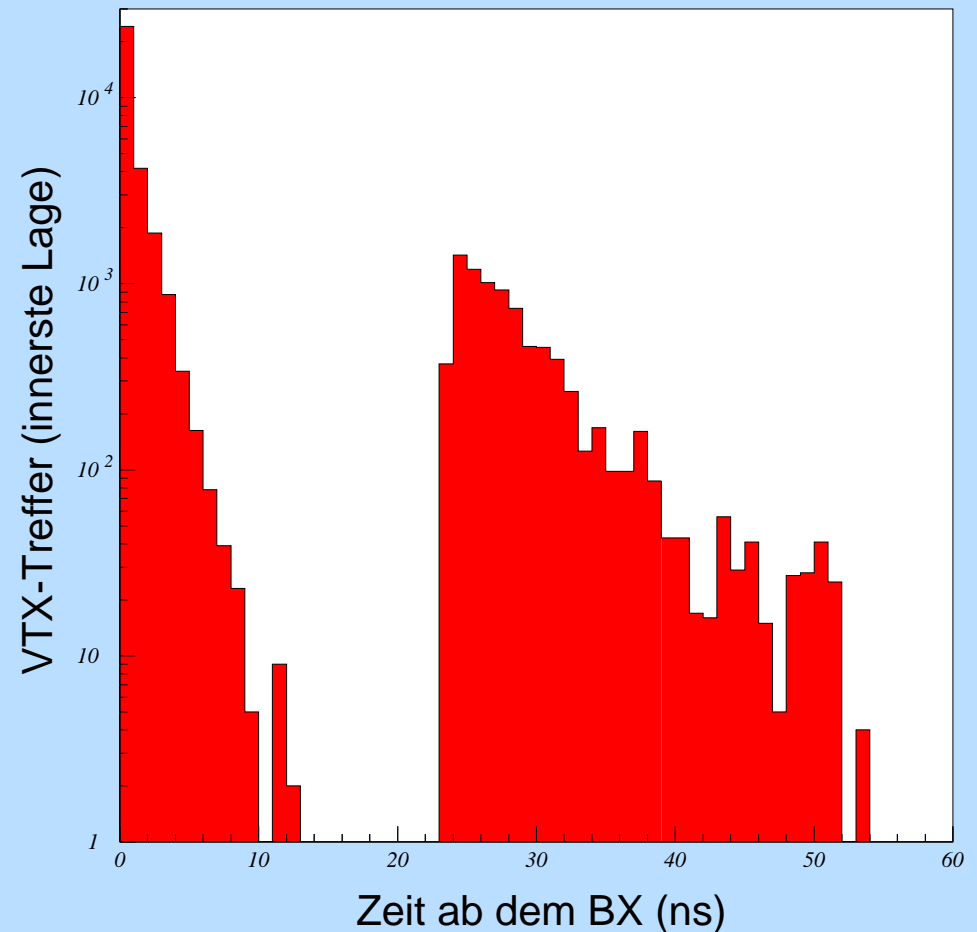


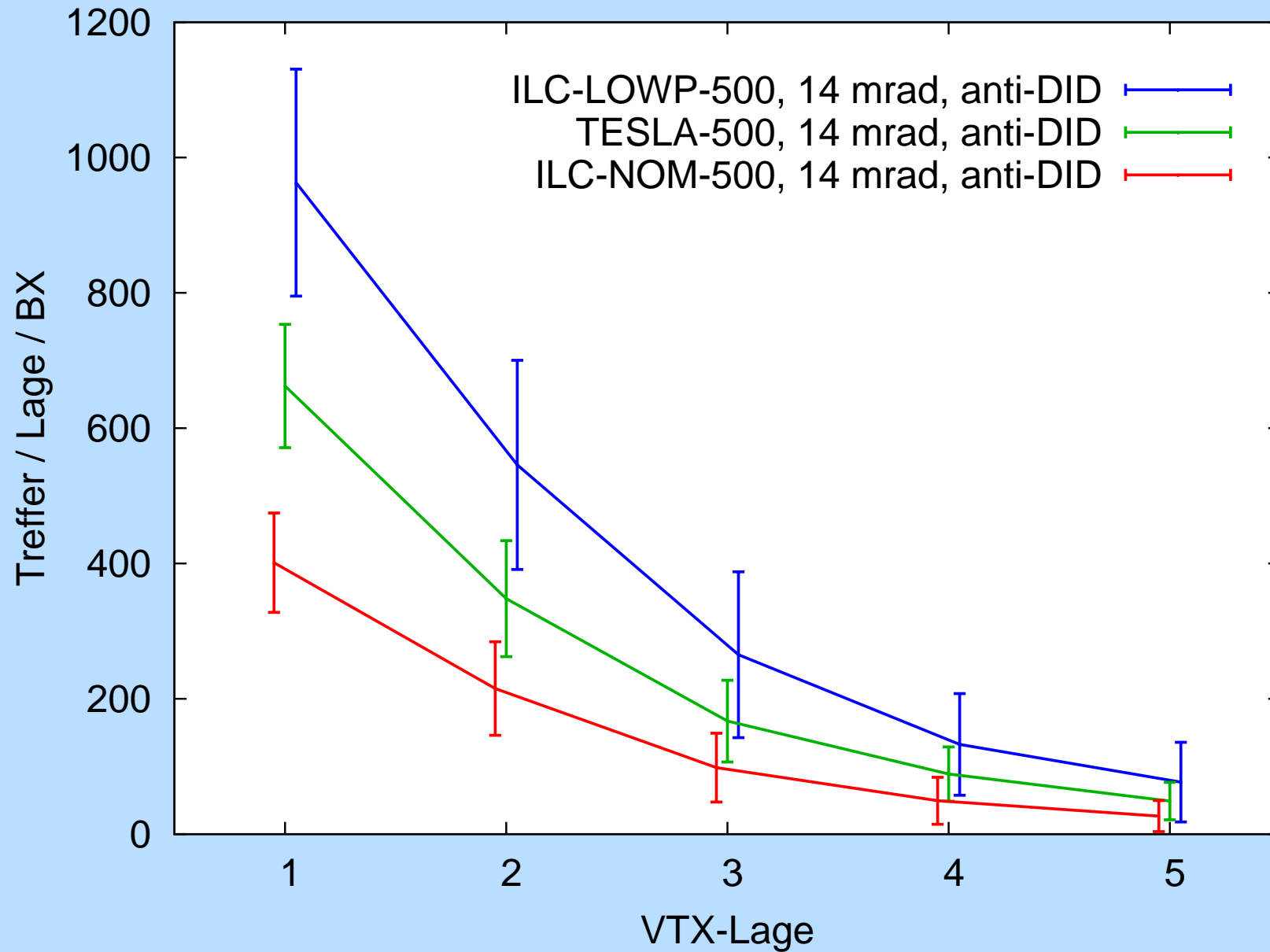
Abb. in z-Richtung gestaucht

VTX-Treffer – Zeitstruktur

- Simulation zeigt Trennung zwischen direkten Treffern und Rückstreuung
- $t \approx 23$ ns entsprechen Abstand von 7,0 m (3,5 m hin und zurück)
- Die meisten rückgestreuten Teilchen kommen vom BeamCal

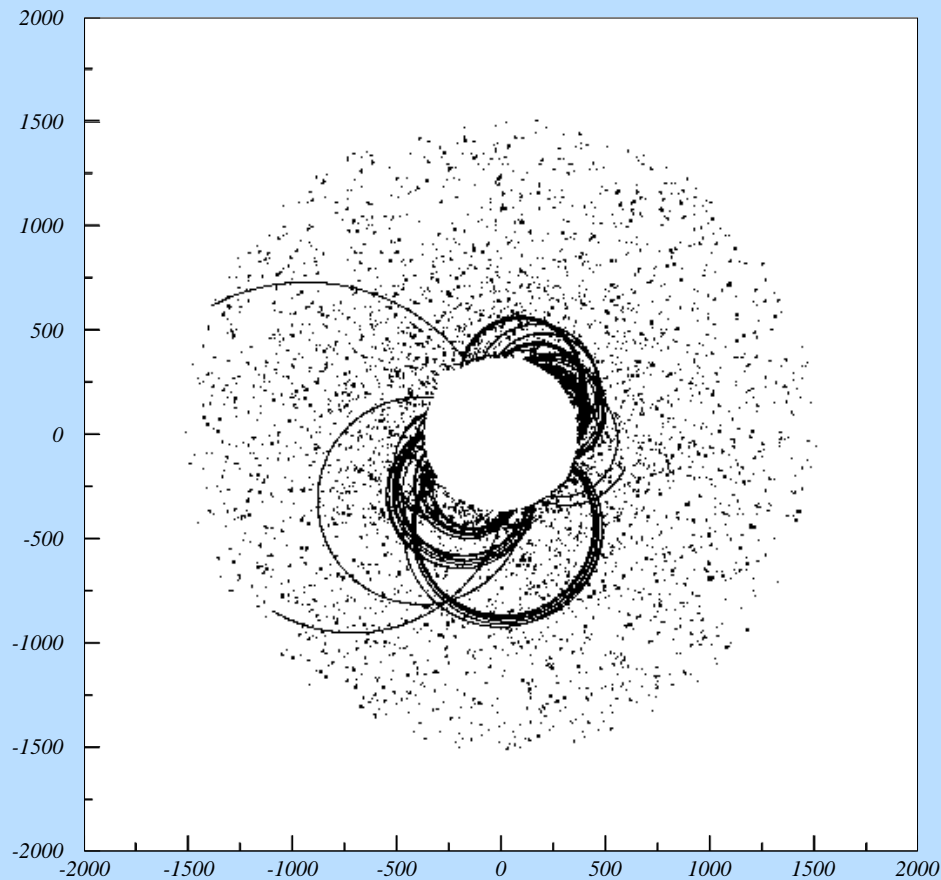


VTX-Treffer – Strahlparameter

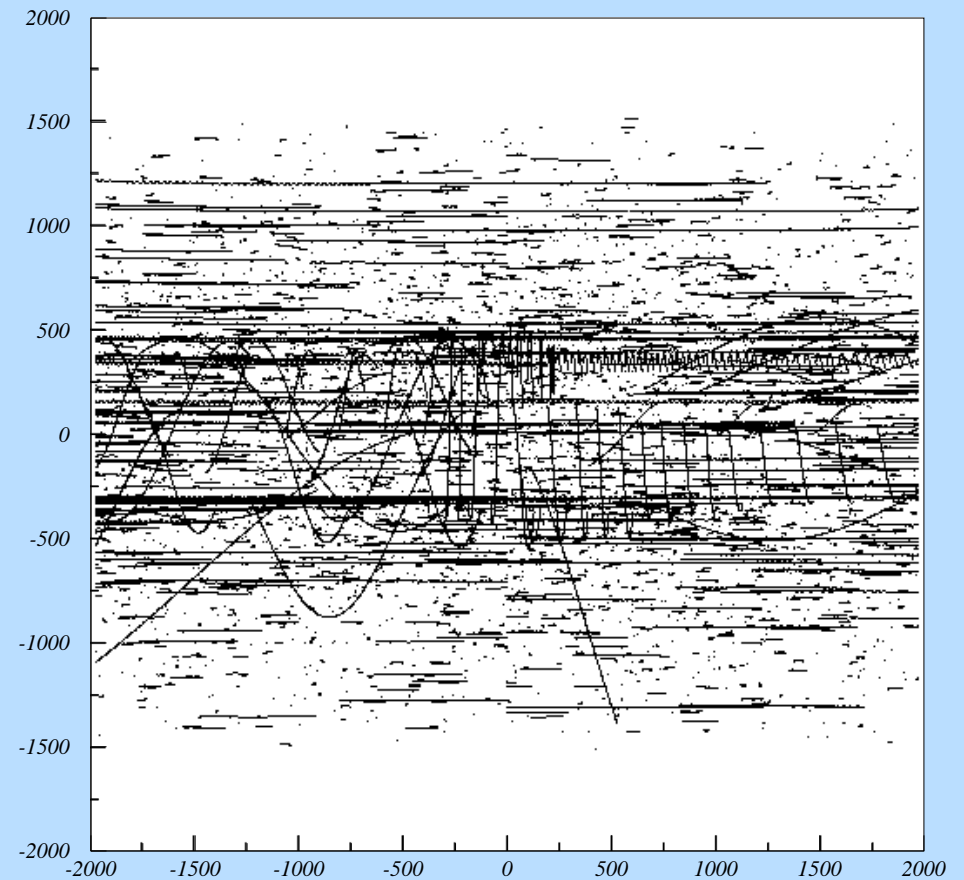


TPC-Treffer – „Pfeffer und Salz“

Mokka-Hits in der TPC (100 BX überlagert)



Frontalansicht



Seitenansicht

Zusammenfassung und Ausblick

e^+e^- -Paare sind eine Hauptquelle von Untergrund

- Anzahl und Energien hängen von Strahlparametern ab
- sorgfältige Gestaltung der Vorwärtsregion ist wichtig!

Der Vertexdetektor reagiert am empfindlichsten auf Paare

- Untergrundbelastung bestimmt das VTX-Design
- Unterdrückung der Rückstreuung ist entscheidend

Einfluss auf die TPC scheint unkritisch zu sein

- „Occupancy“ sollte kein Problem darstellen
- Wird der Untergrund schließlich Mustererkennung, Effizienzen und Auflösungen verschlechtern?