

# Simulationsstudien zum Untergrund am ILC-Detektor

*– von Meerschweinchen und türkischem Kaffee –*

Adrian Vogel  
DESY FLC

# Quellen von Untergrund am ILC

Elektron-Positron-Paare sind die maßgebliche Quelle von Untergrund für den ILC-Detektor

- Strahlen müssen stark fokussiert werden ( $\sigma_y = 5 \text{ nm}$ )
- durch Strahl-Strahl-WW entsteht Beamstrahlung
- Photonen der Beamstrahlung erzeugen  $e^+e^-$ -Paare
- $e^+e^-$  treffen auf Vorwärtskalorimeter und Magnete
- Neutronen, Photonen und geladene Teilchen entstehen in großer Zahl im Inneren des Detektors

Andere Untergrundquellen gelten als vernachlässigbar (Beamdump, Synchrotronstrahlung, radiative Bhabhas)

# Probleme durch den Untergrund

## Innere Spurdetektoren (VTX, SIT, FTD)

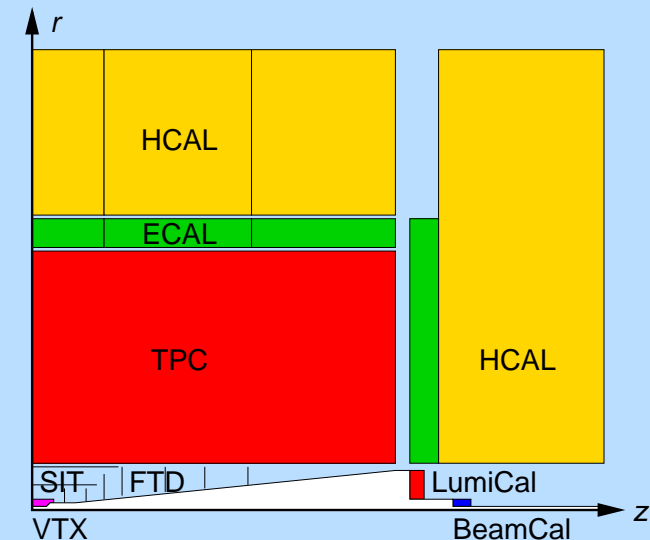
- Treffer von geladenen Teilchen
- Schäden am Halbleitermaterial

## Zentraler Spurdetektor (TPC)

- Compton-Streuung, Paarerzeugung
- Neutron-Proton-Stöße im Gas (Rückstoßprotonen)
- zusätzliche Primärionisation, Feldverzerrungen

## Kalorimeter (ECAL, HCAL)

- weitere Photonen aus Kernreaktionen, Neutroneneinfang
- niederenergetische Einträge, Strahlenschäden (?)



# Simulationssoftware – Guinea Pig

## Eingabedaten

- Satz von Strahlparametern ( $E, \vec{\sigma}, \vec{\beta}, Q, \dots$ )

## Ausgabedaten

- Teilchen des auslaufenden Strahls
- Photonen der Beamstrahlung
- Elektron-Positron-Paare
- hadronische Streuprodukte („Minijets“)

## Existierende Simulationsdaten

- TESLA-Strahlparameter (500 GeV, 800 GeV)
- verschiedene ILC-Parametersätze (500 GeV, 1 TeV)

# Simulationssoftware – Mokka

Mokka ist eine volle Detektorsimulation

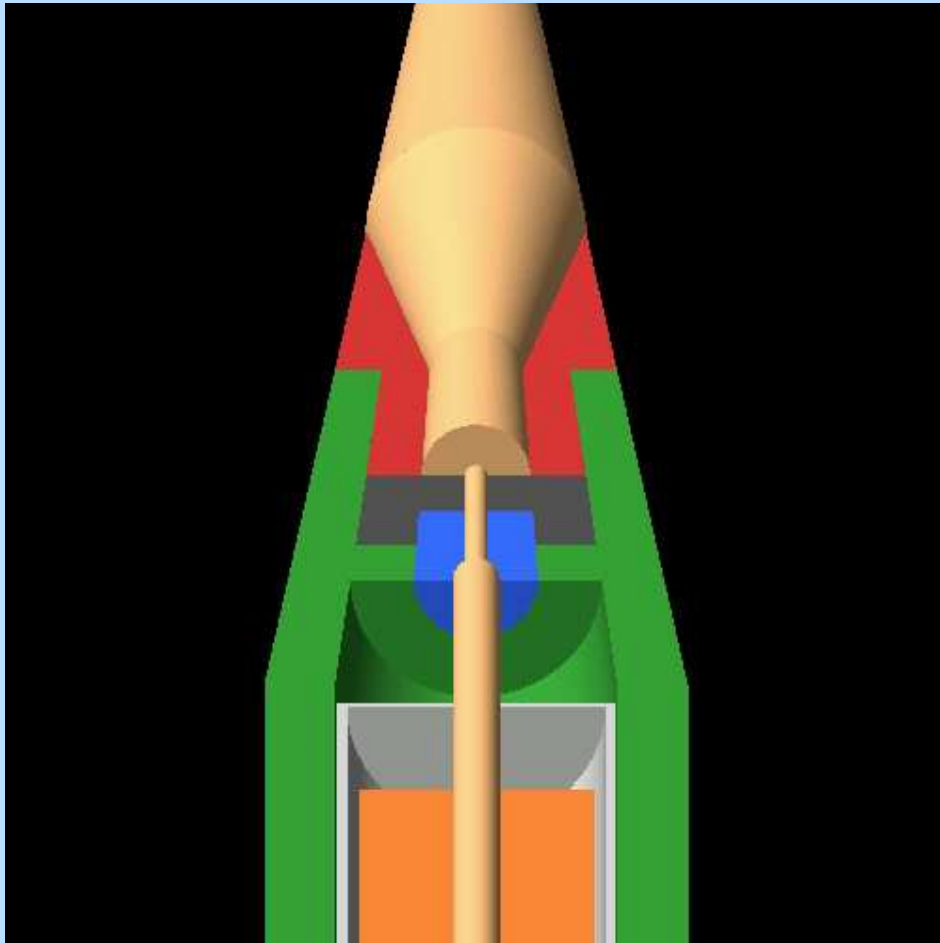
- baut auf dem Geant-4-Framework auf
- in C++ geschrieben, modulares Design
- hauptsächliche Entwicklung am LLR, Frankreich
- Beiträge von vielen verschiedenen Benutzern

Ein- und Ausgabe mit Mokka

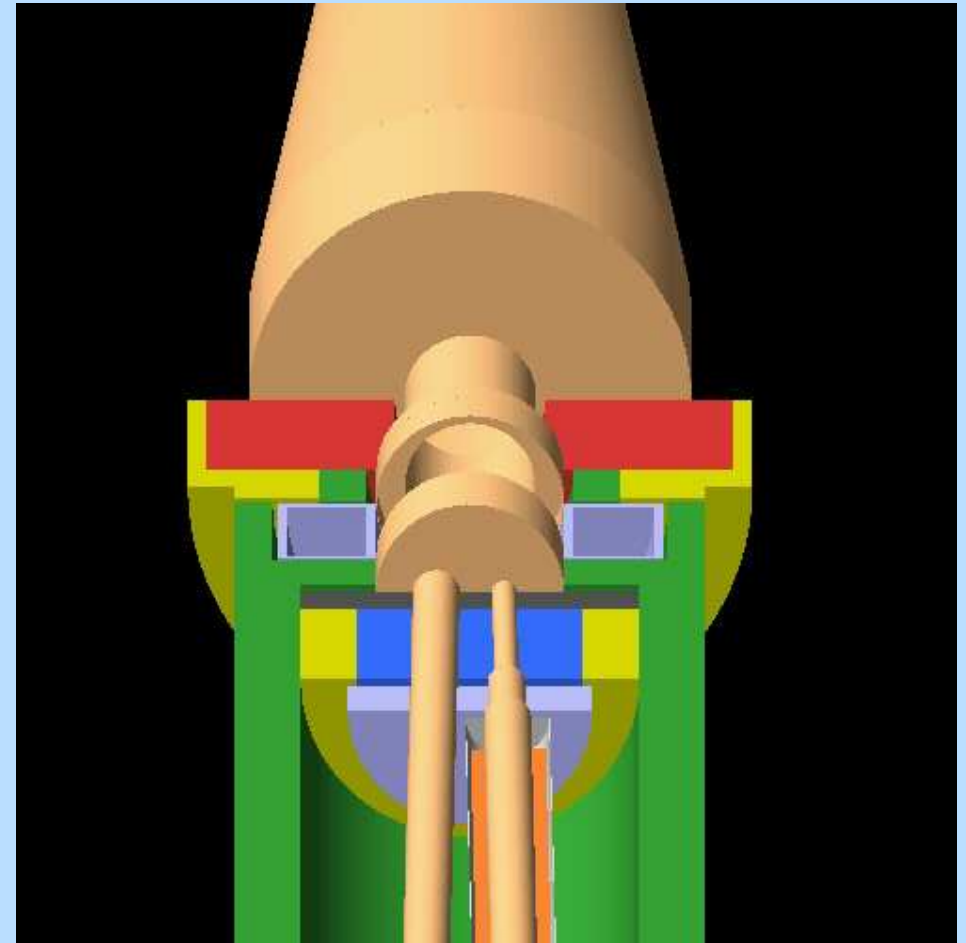
- Geometriedaten in MySQL-Datenbanken gespeichert
- Primärteilchen werden aus Generatordateien gelesen
- Ausgabe (MC-Teilchen, Detektorsignale) mit LCIO

Weitere Verarbeitung der Daten mit Marlin

# Vorwärtsgeometrien in Mokka



TDR-Layout  
(frontale Kollision)



Vorschlag von A. Stahl  
(Kreuzungswinkel 20 mrad)

# Simulationen mit Mokka

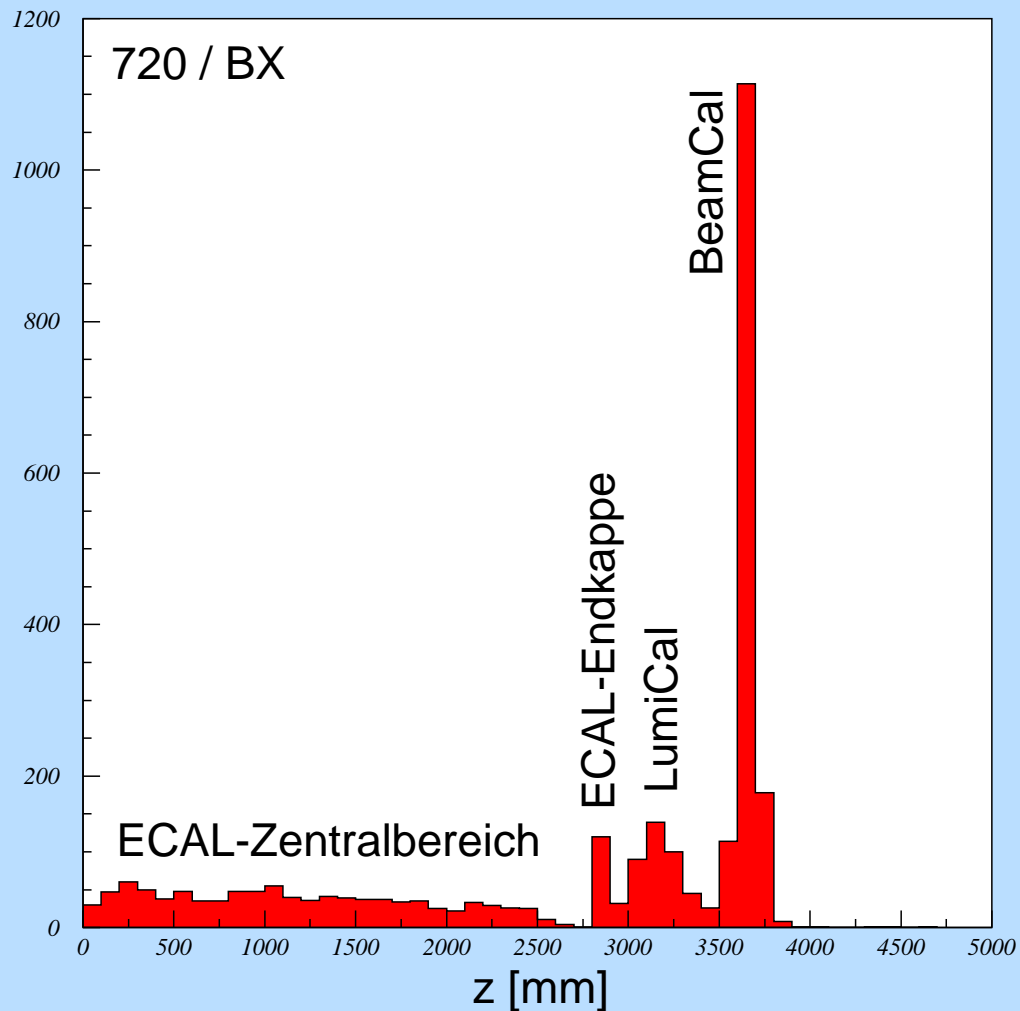
## Eingabe

- TESLA-Strahlparameter
- $e^+e^-$ -Paare aus Guinea Pig (5 BX)
- verschiedene Geometrien und Magnetfelder
- Neutronenproduktion in Geant 4 aktiviert
- Standardcuts für Teilchen in Geant 4

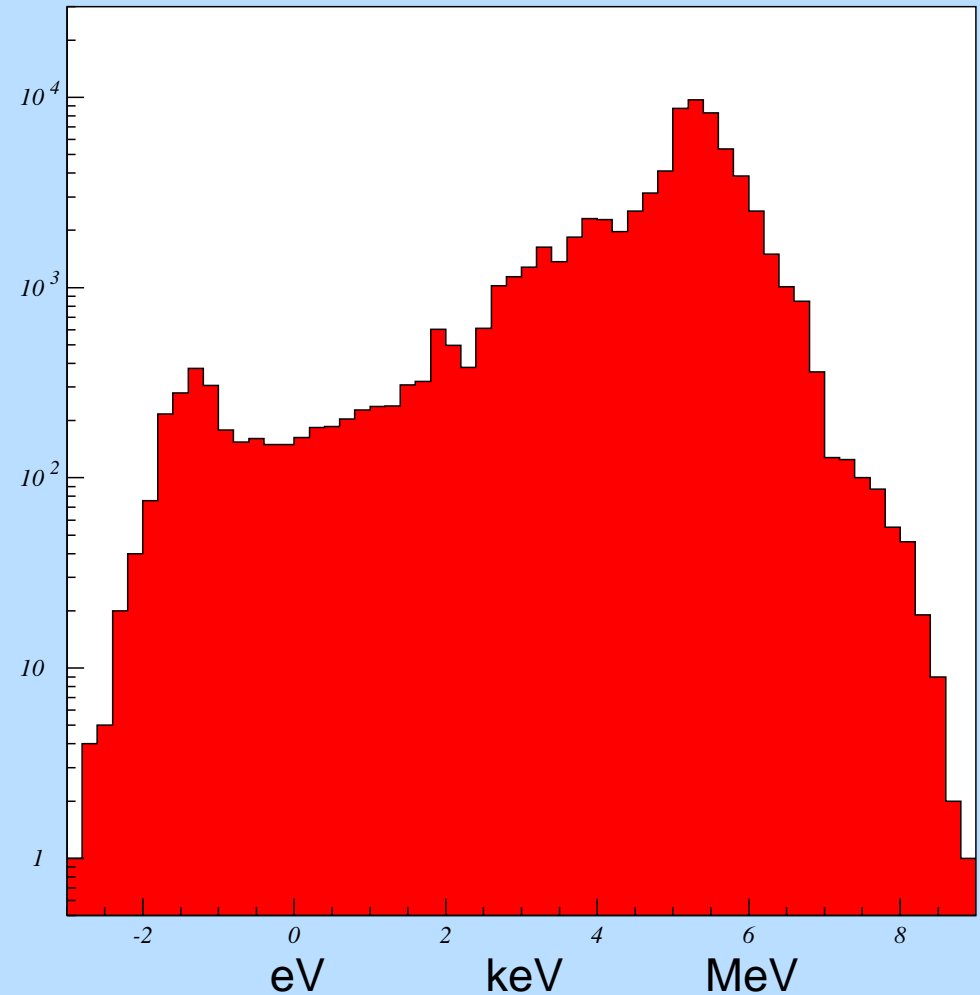
## Ausgabe

- Detektorsignale werden in LCIO weggeschrieben
- alle Teilchen, die in die TPC oder ins HCAL eindringen, werden gesondert beobachtet

# Quellen und Energien von Neutronen

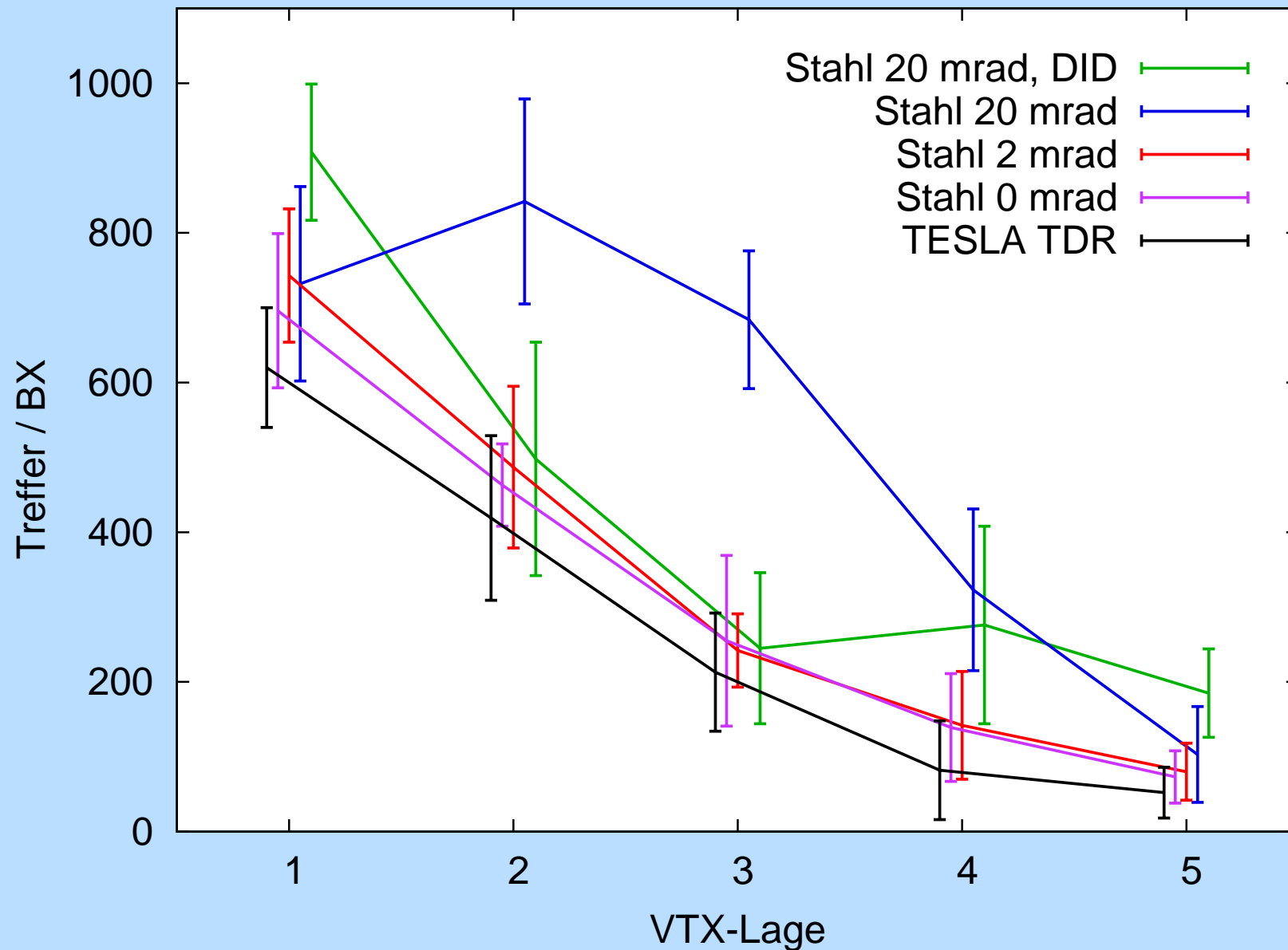


Quellen von Neutronen,  
die die TPC erreichen (Stahl)

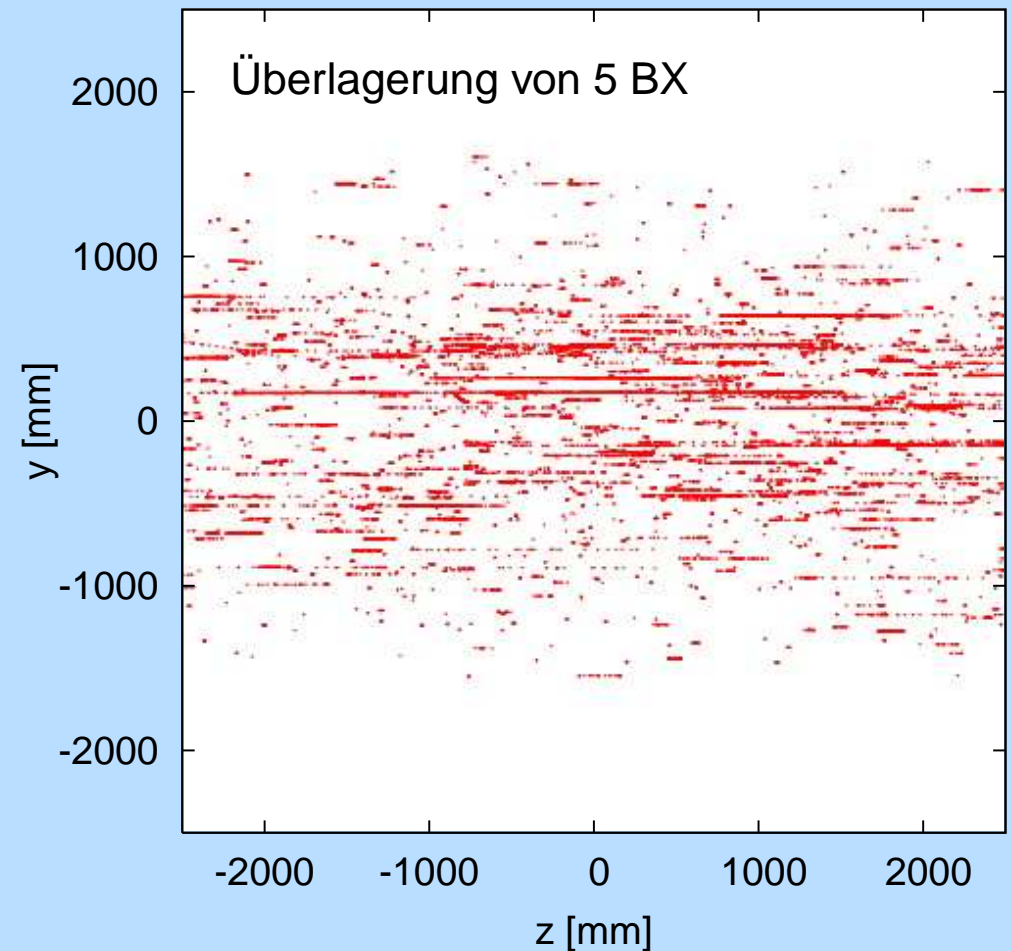
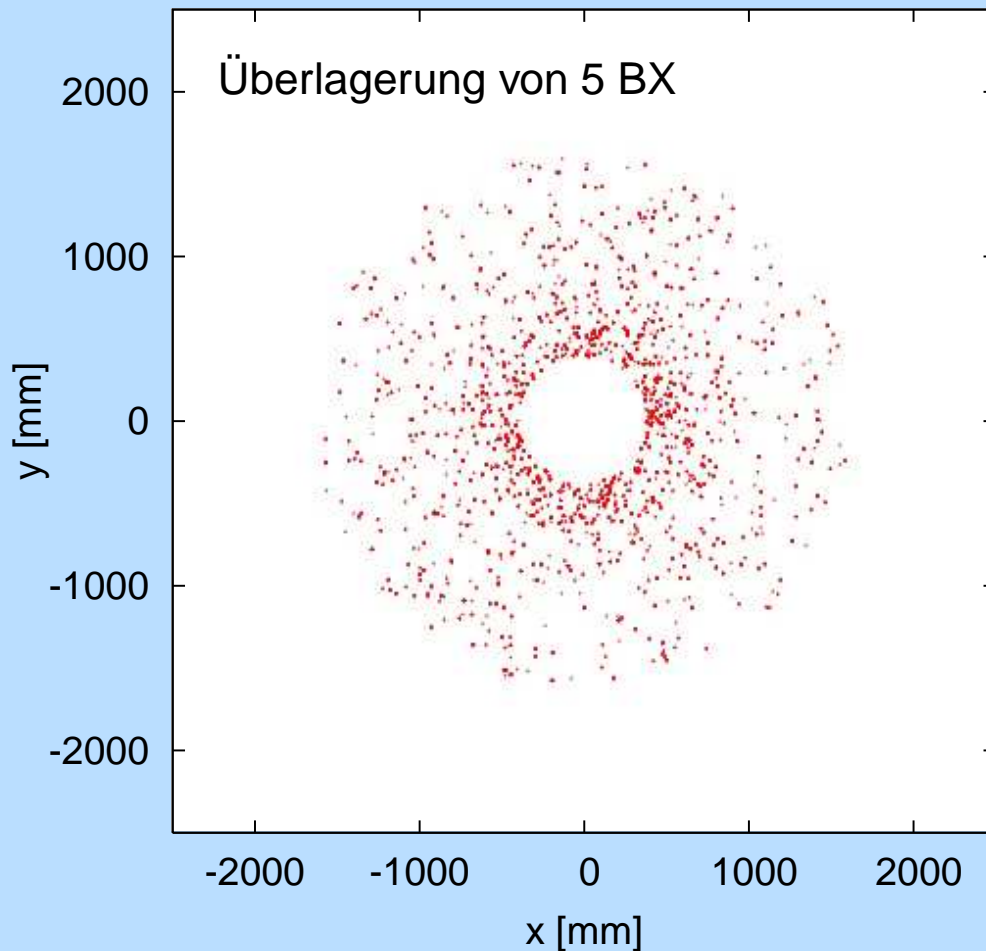


Energien von Neutronen  
beim Eintritt in die TPC

# Treffer auf dem Vertexdetektor



# Signale in der TPC



Stahl-Layout, TDR-Gas:  $5500 \pm 900$  Mokka-Hits / BX

Stahl-Layout, P 10:  $5000 \pm 600$  Mokka-Hits / BX

# Teilchen in der TPC

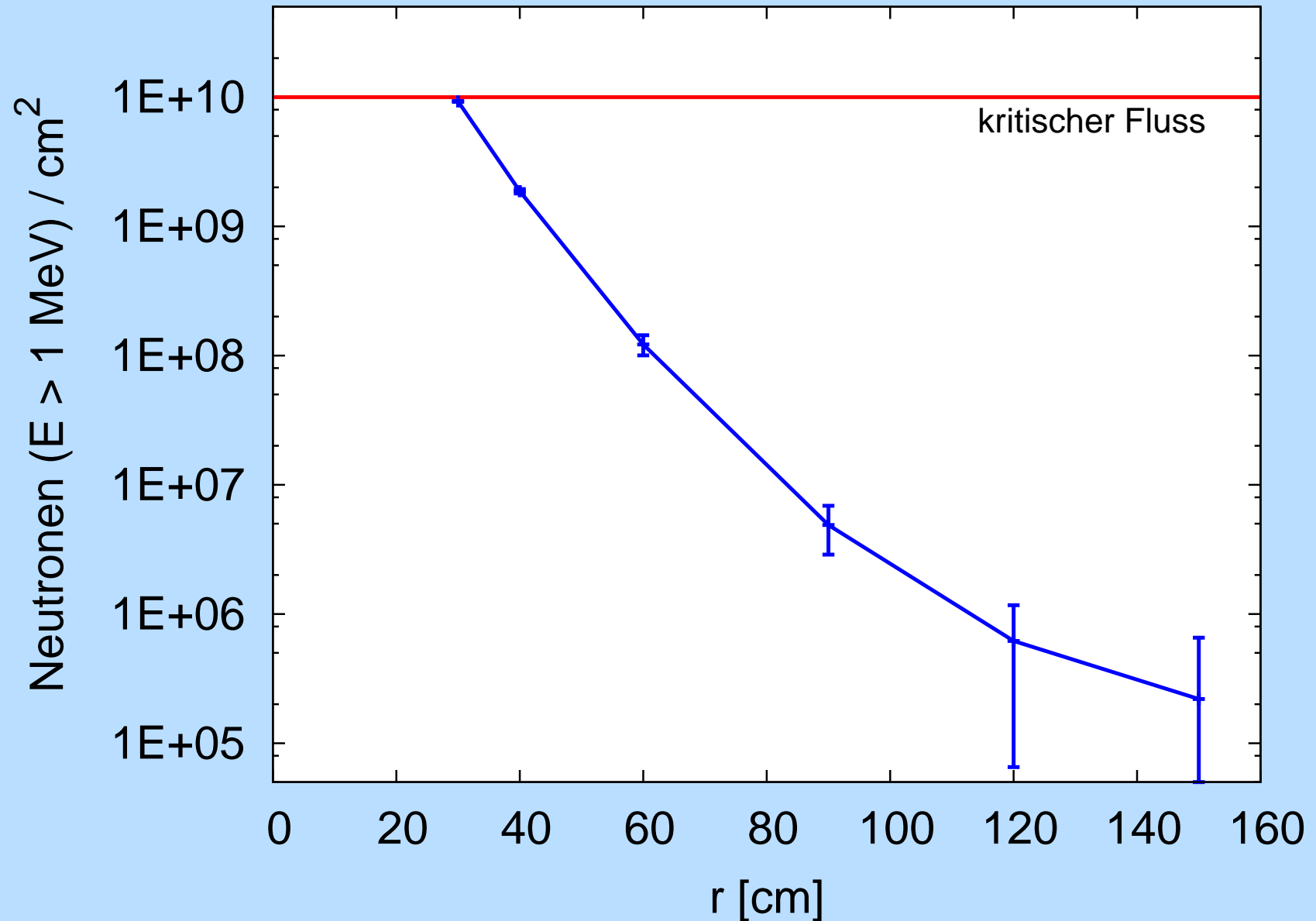
- Teilchen, die in die TPC eindringen (pro BX)

	TDR-Layout	Stahl-Layout
Neutronen	$14700 \pm 400$	$720 \pm 70$
Photonen	$9400 \pm 200$	$5500 \pm 100$
Elektronen	$70 \pm 60$	$40 \pm 40$

- Teilchen, die in der TPC erzeugt werden (pro BX)

	TDR-Layout	Stahl-Layout
Elektronen	$3700 \pm 400$	$2550 \pm 350$
Protonen	$150 \pm 10$	$12 \pm 2$

# Neutronenflüsse im HCAL



## Anstehende Aufgaben

- Implementierung der neuen LDC-Geometrien
- besseres Verständnis der hadronischen Modelle (Ist Geant 4 verlässlich? Brauchen wir Fluka?)
- neue Simulationsläufe mit aktuellen Versionen von Geant 4 und Mokka – mehr Statistik

## Ziel der TPC-Simulationen

- „Untergrund-Bibliothek“ mit simulierten Ereignissen
- Abschätzung des kompletten Untergrunds zu einem gegebenen Zeitpunkt (mit Überlagerung von 160 BX)

# Offene Fragen

- Auf wie viel Untergrund müssen sich die verschiedenen Detektorsysteme gefasst machen?
- Wie lässt sich der Untergrund allgemein verringern? Welche Maßnahmen helfen dagegen, welche nicht?
- Wie viel Untergrund kann eine TPC verkraften, ohne dass ihre Leistungsfähigkeit abnimmt?
- Welche Gesichtspunkte des Detektordesigns haben Einfluss auf die TPC? In welcher Weise?
- Ist eine TPC als zentraler Spurdetektor geeignet? Sind die Higgs-Teilchen damit überhaupt zu sehen?