1 Aufgabe 11

1.1 a)

Zunächst galt es, mithilfe der Transformationsmethode Zufallszahlen entsprechend des Neutrinoflusses zu simulieren. Dieser ist gegeben durch

$$\phi = \phi_0 \left(\frac{E}{\text{TeV}}\right)^{-\gamma}$$

Mit dem spektralen Index $\gamma = 2.7$ und der Normierungskonstante ϕ_0. Sie wird wie in Abbildung 1 berechnet.

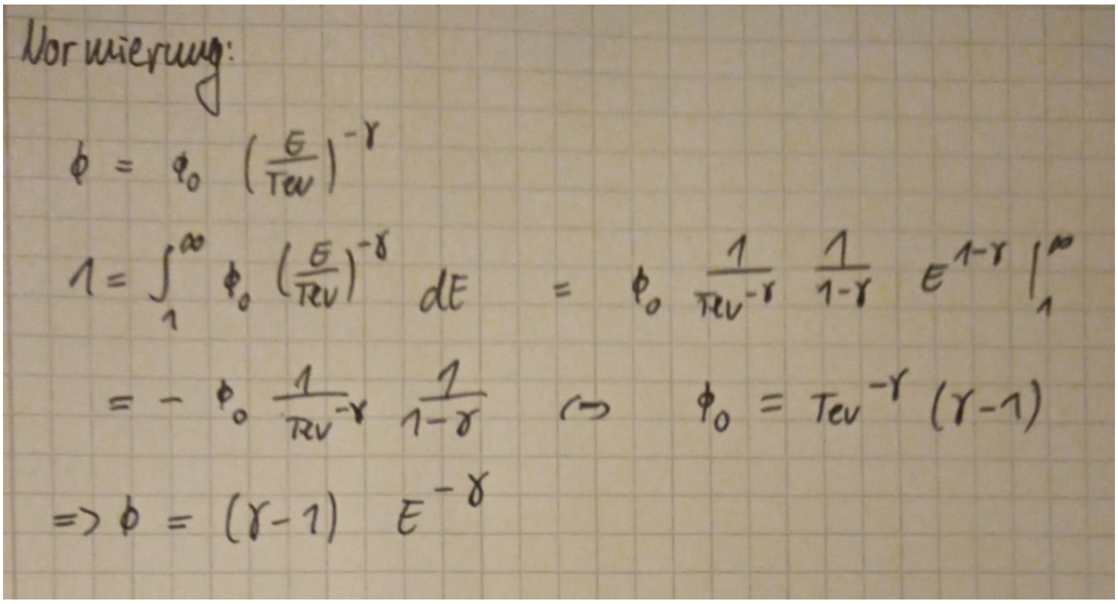

Abbildung 1: Normierung des Neutrinoflusses.

Daraufhin muss die Funktion integriert und invertiert werden, wie in Abbildung 2 gezeigt.

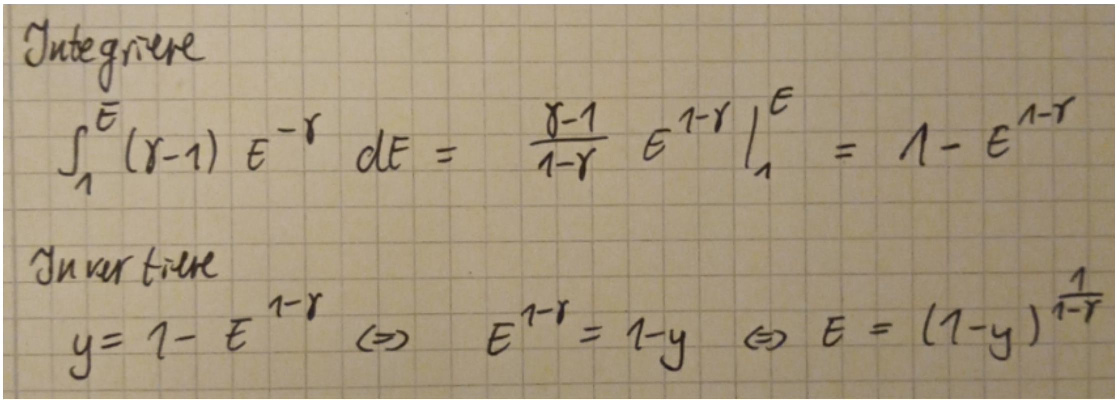

Abbildung 2: Integration und Invertierung des Flusses.

Mithilfe dieser Funktion werden nun gleichverteilte Zufallszahlen transformiert.

1.2 b) Akzeptanz

Die Detektionswahrscheinlichkeit folgt der Verteilung

$$P(E) = \left(1 - e^{-\frac{E}{2}}\right)^3$$

Es wird das Neumann-Rückweisungsverfahren verwendet, um diese zu berücksichtigen.

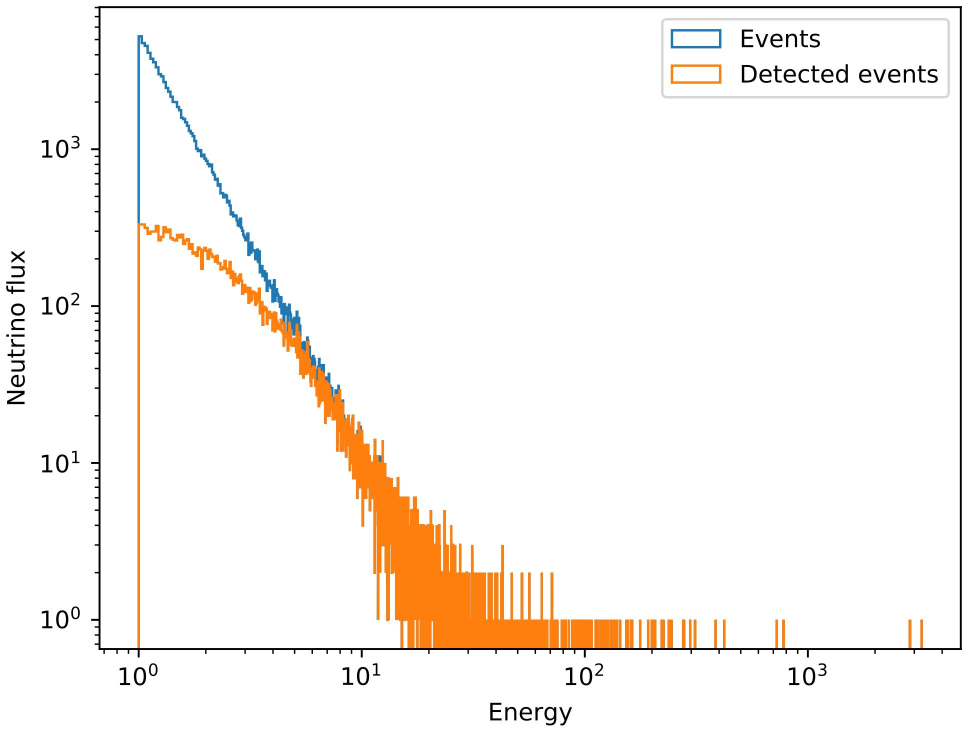

Abbildung 3: Events und Detektion.

1.3 c) Polarmethode

Gemäß der Vorlesung wird die Polarmethode implementiert. Die Ergebnisse der Tests sind in Abbildung 4 zu sehen.

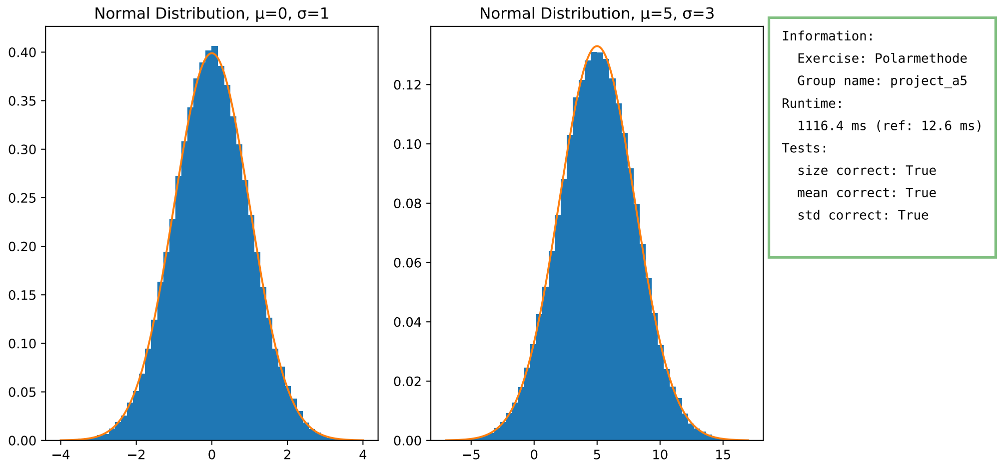

Abbildung 4: Ergebnisse der Tests der Polarmethode.

1.4 d) Energiemessung

Ein realer Detektor kann Ereignisse nicht absolut genau messen, stattdessen muss zum Beispiel die Zahl der Hits in Betracht gezogen werden. Dazu wird die für die Anzahl der Hits eine Normalverteilung mit Mittelwert $10 \cdot \frac{E}{\text{TeV}}$ und Standardabweichung $2 \cdot \frac{E}{\text{TeV}}$ angenommen.

1.5 e) Ortsmessung

Die Ortsauflösung ist ebenfalls energieabhängig, es gilt

$$\sigma = \frac{1}{\log_{10}(N+1)}$$

Damit werden die x und y Koordinaten als normalverteilte Zufallszahlen zwischen 0 und 10 berechnet.

1.6 f) Untergrund MC

Für den Untergrund werden 10^7 Ereignisse simuliert, deren Zehnerlogarithmus einer Normalverteilung folgt. Diese ist in Abbildung 5 dargestellt.

Die Ortsvariablen hängen zusammen mit einem Korrelationskoeffizienten von $\rho = 0.5$. Dargestellt in einem zweidimensionalen Histogramm ergibt sich 6.

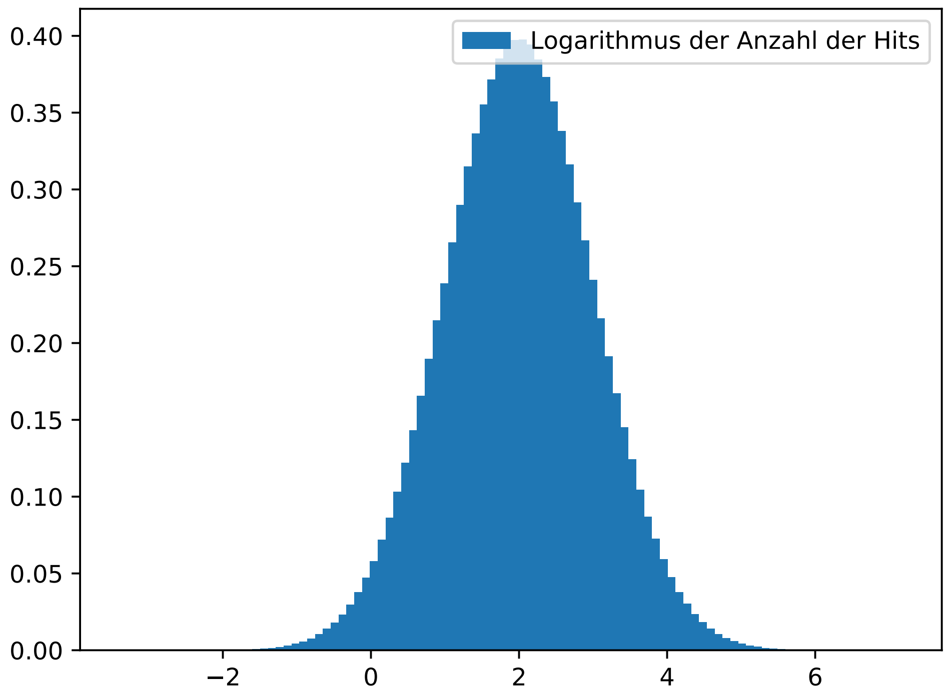

Abbildung 5: Zehnerlogarithmus der Hits für den Untergrund.

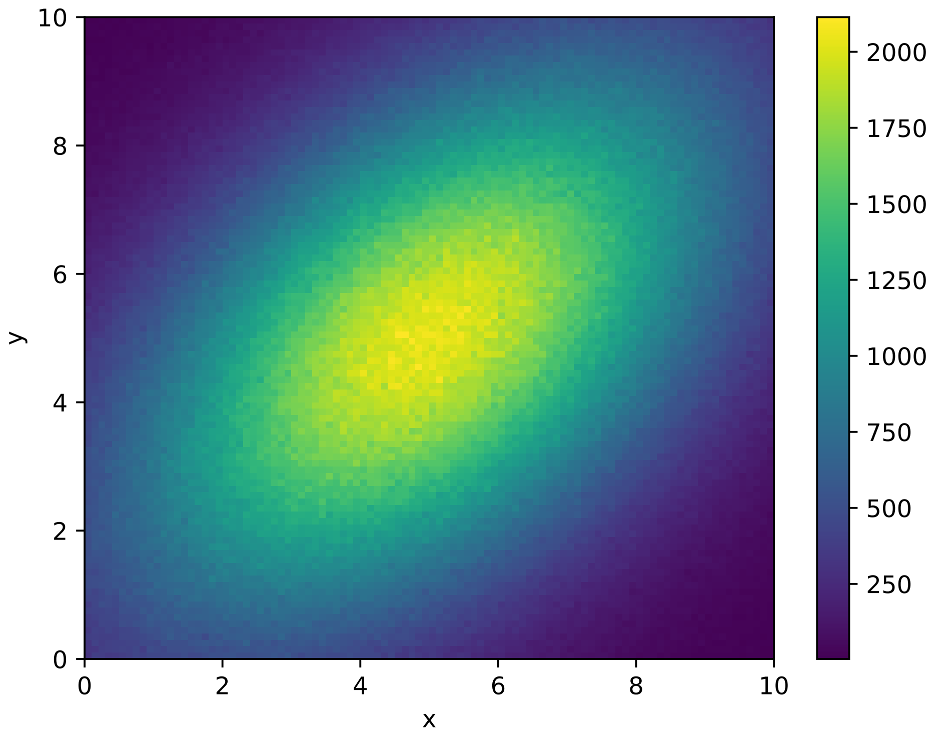

Abbildung 6: Ortsverteilung der Untergrund-Hits.