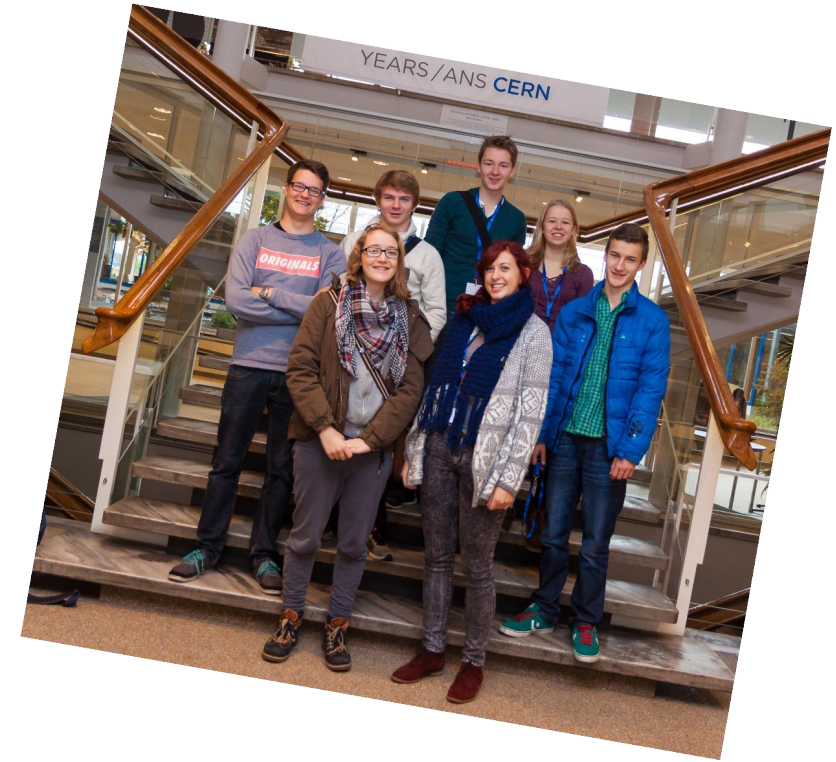


Entwicklung einer neuen Supersymmetrie Masterclass

Bachelorvortrag von Johanna Rätz

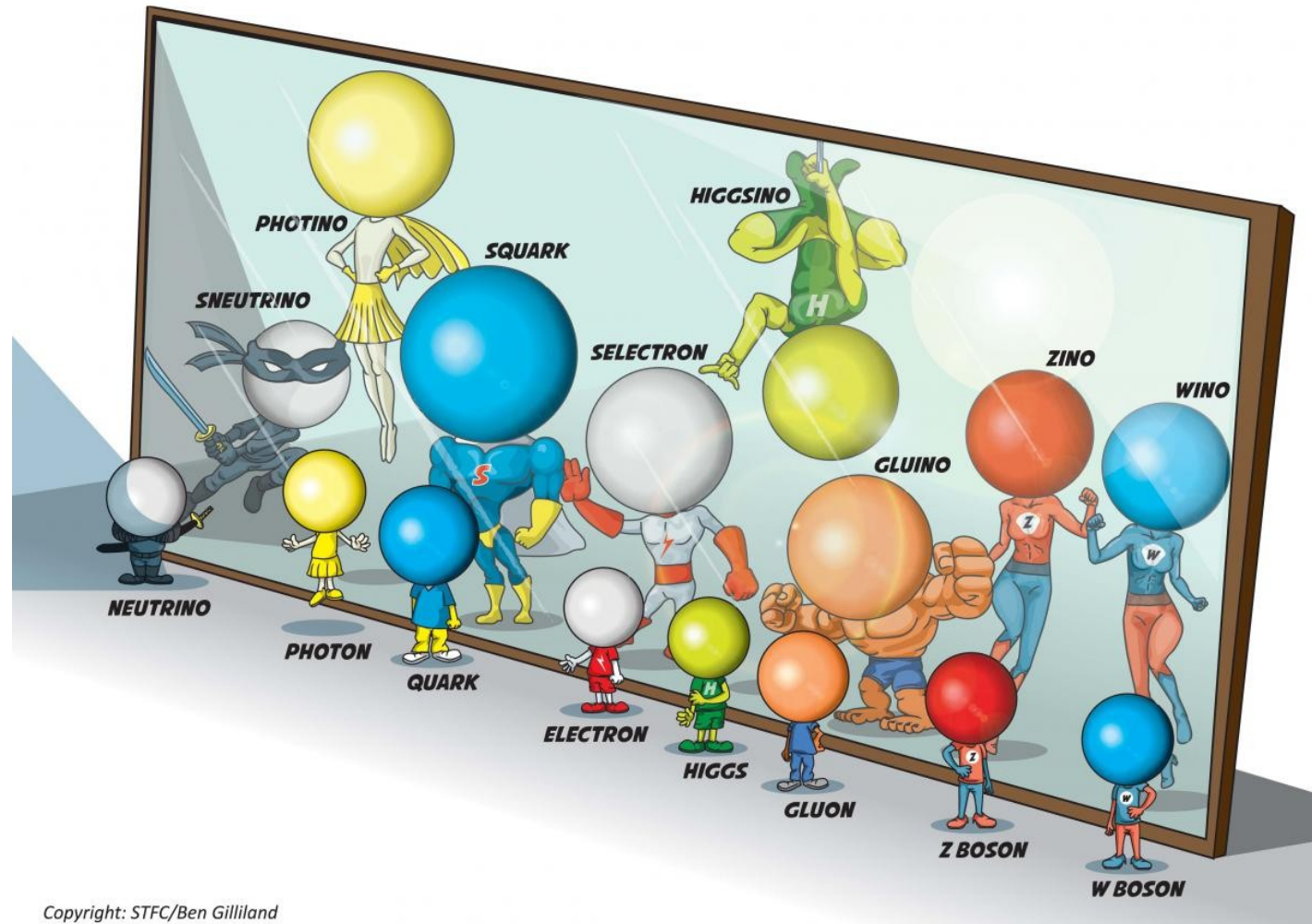
Warum überhaupt Teilchenphysik und das Netzwerk Teilchenwelt?!



Lernziele der Masterclass

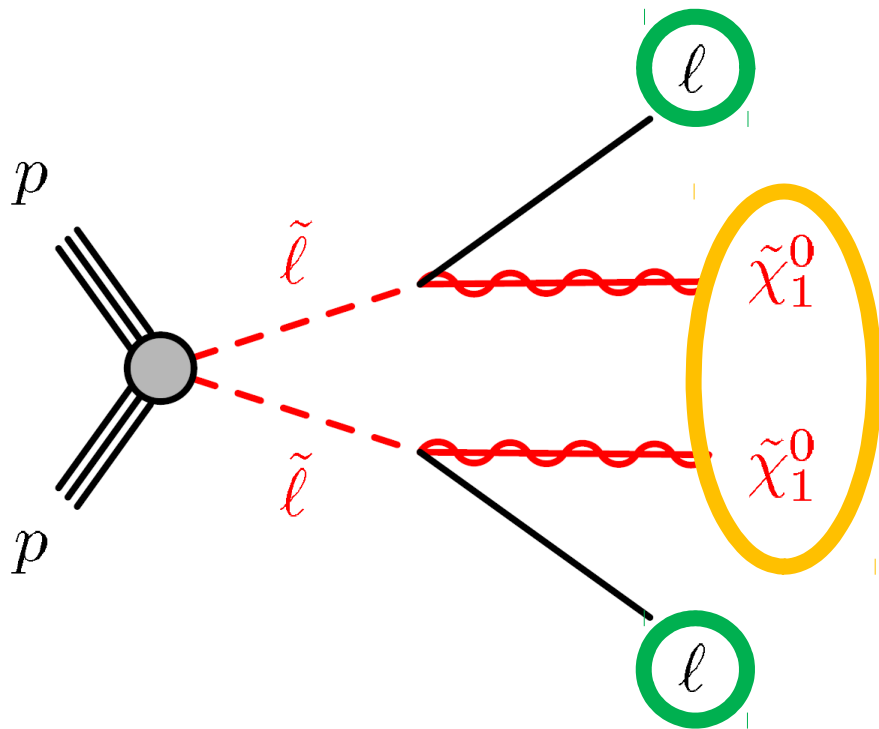
- Vorgehensweise bei einer Datenanalyse in der Teilchenphysik verstehen
 - Konzept des Untergrund
 - Bedeutung der Kontrollregion
 - Eigenschaften der Signalregion
- Interpretation der Datenanalyse
 - Hypothesentest
 - Statistische Signifikanz

Supersymmetrie



Copyright: STFC/Ben Gilliland

Physikalisches Szenario



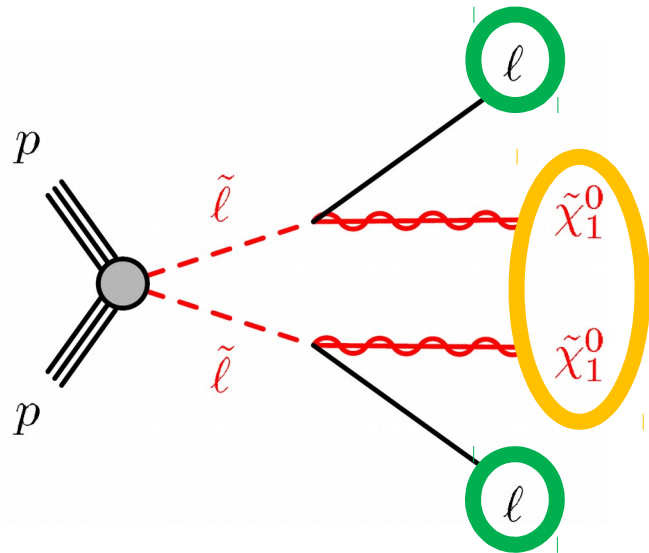
- Datensatz: Run 2, $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$, $\mathcal{L}_{\text{int}} = 139 \text{ fb}^{-1}$
- Einfacher Zerfallskanal (2l0j)
- Slepton Paarerzeugung mit Zerfall in den Endzustand mit zwei Leptonen und zwei Neutralinos
- Neutralino: Kandidat für leichtestes supersymmetrisches Teilchen

<https://arxiv.org/abs/1908.08215>

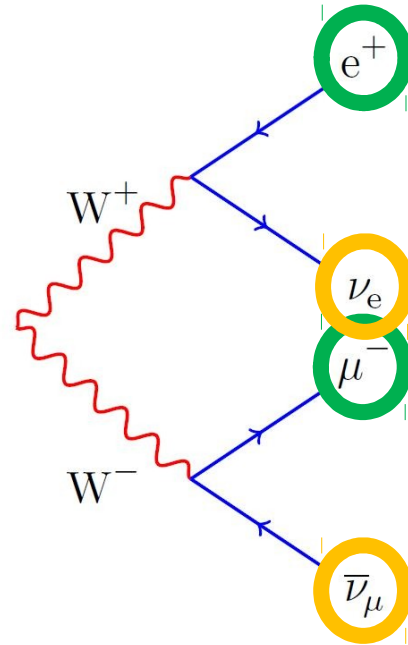
(S. Williams, M. Primavera u. a., Search for direct chargino pair production with W-boson mediated decays in events with two leptons and missing transverse momentum in the final state at $\sqrt{s}=13 \text{ TeV}$ with the ATLAS detector, 2019)

Untergrund und Simulation

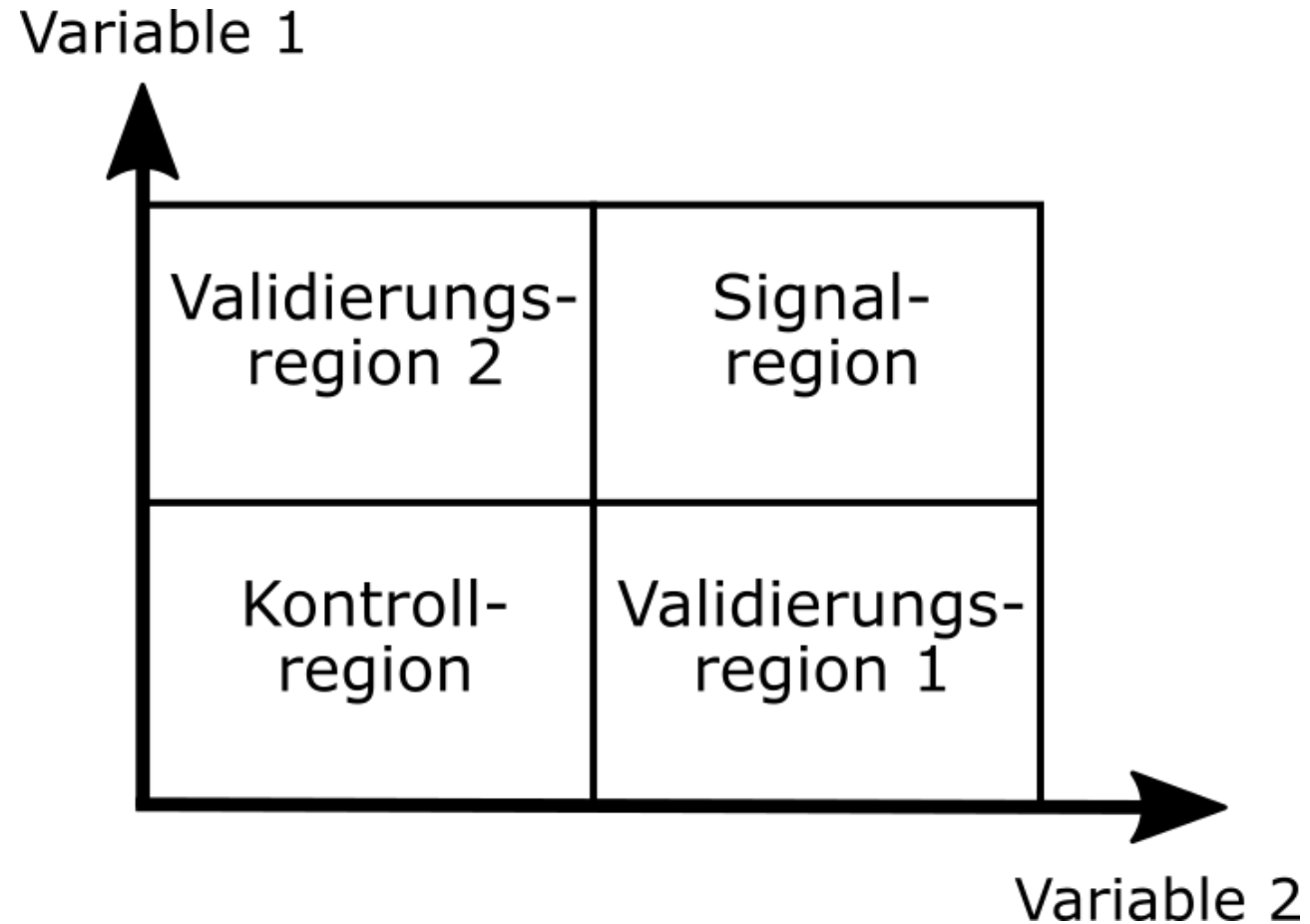
- Ereignisse, die wie das Signal aussehen



- Erwartete Untergrund-Ereignisse werden durch Simulation dargestellt

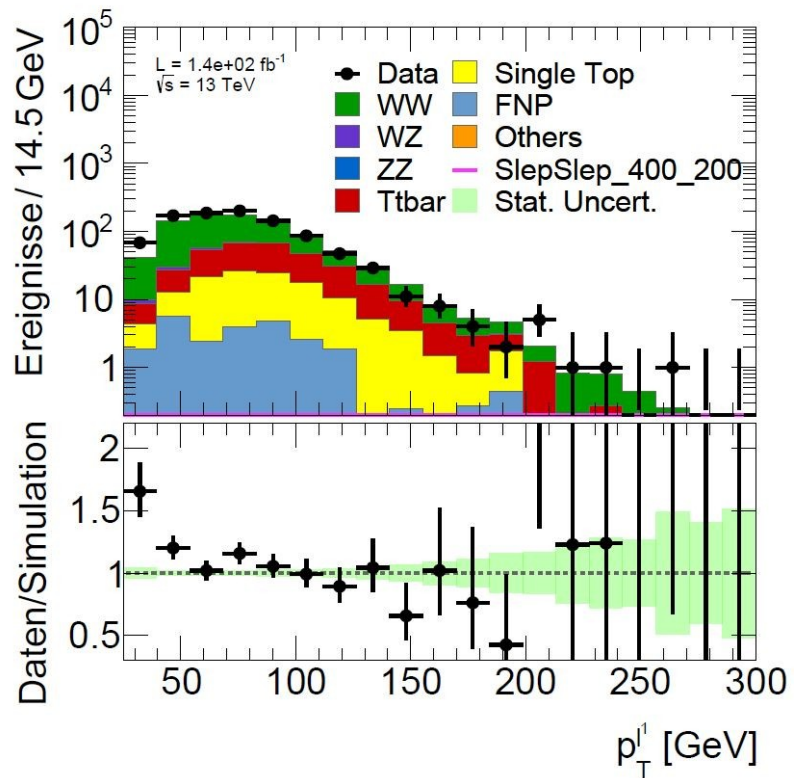


Phasenraum

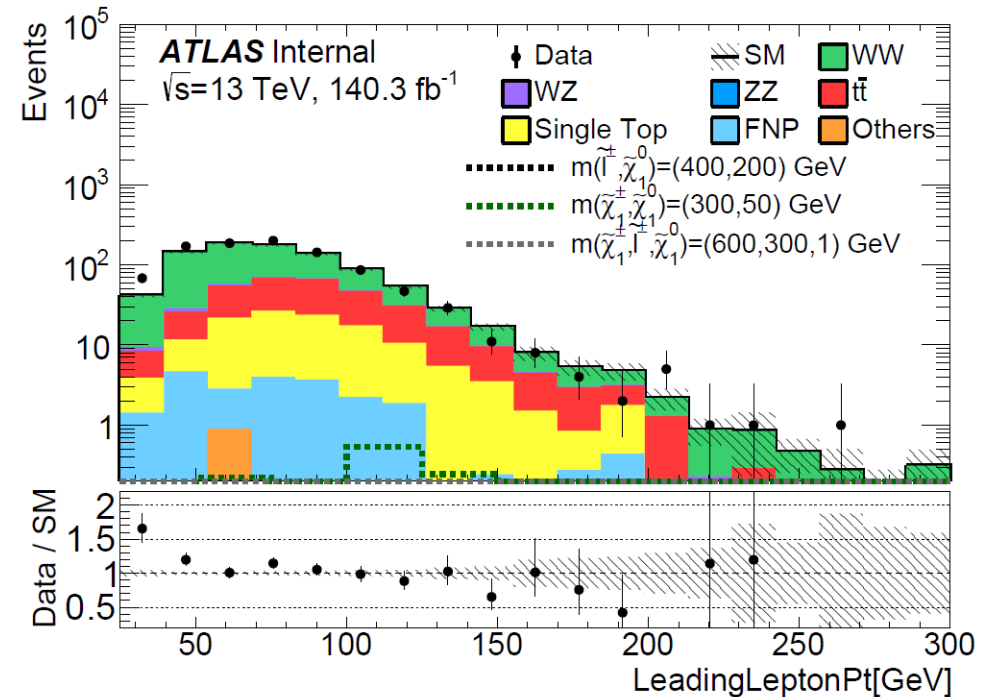


Vergleich der Resultate

Mein Ergebnis



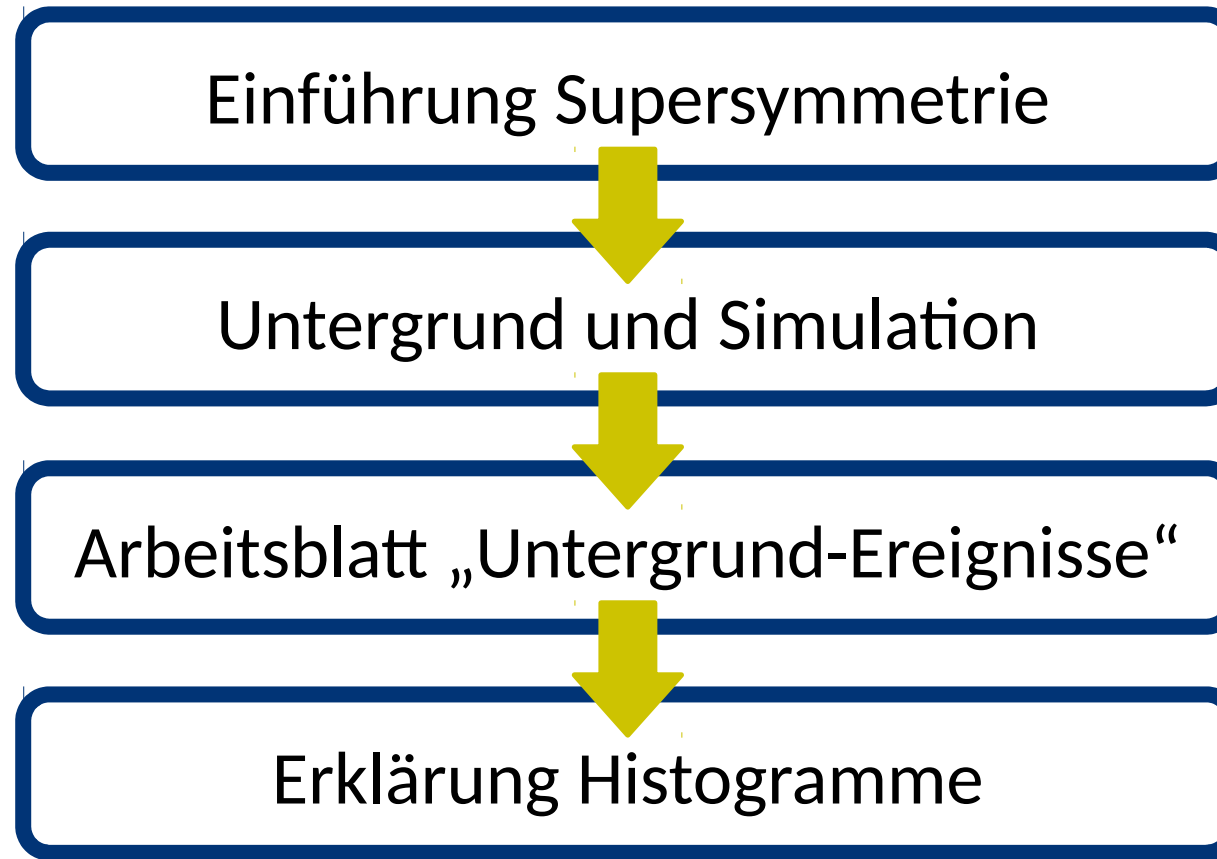
Paper



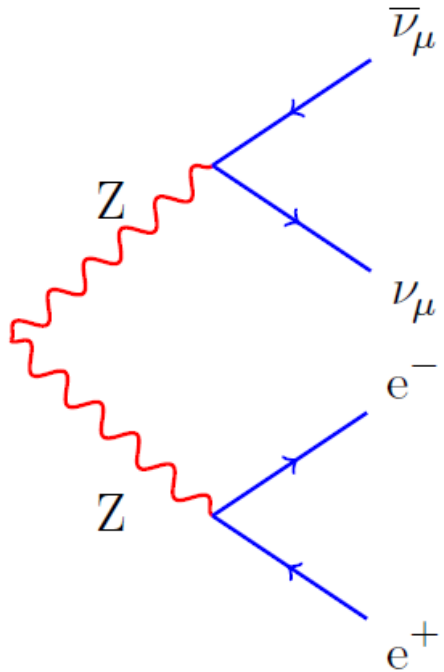
[5]

Umsetzung

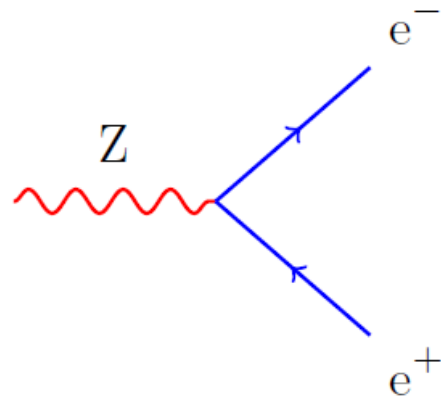
Teil 2: Vorbereitung der Datenanalyse



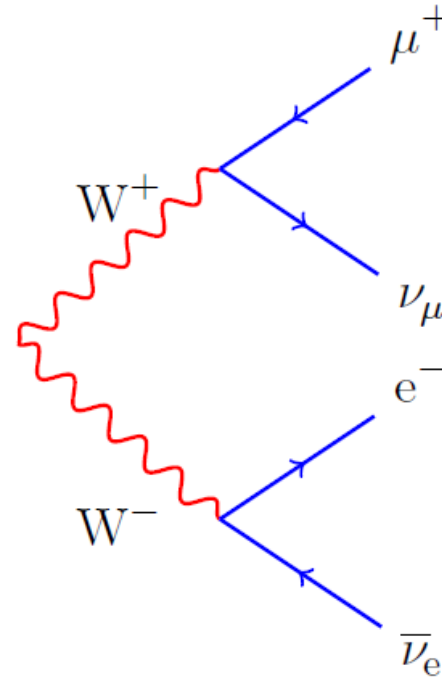
Arbeitsblatt „Untergrund-Ereignisse“



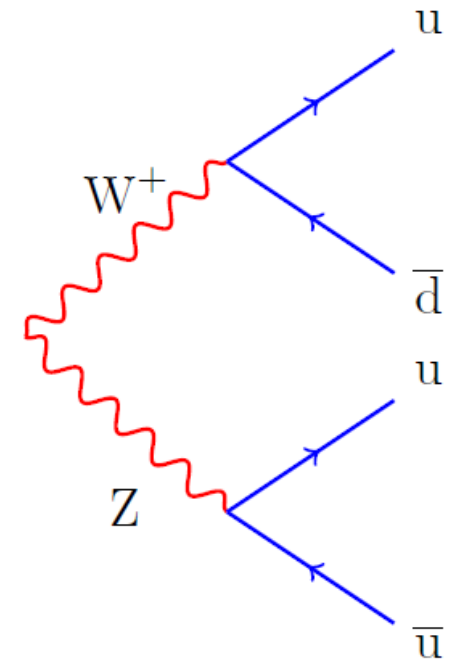
(i) $Z Z \rightarrow \bar{\nu}_\mu \nu_\mu e^- e^+$



(j) $Z \rightarrow e^- e^+$



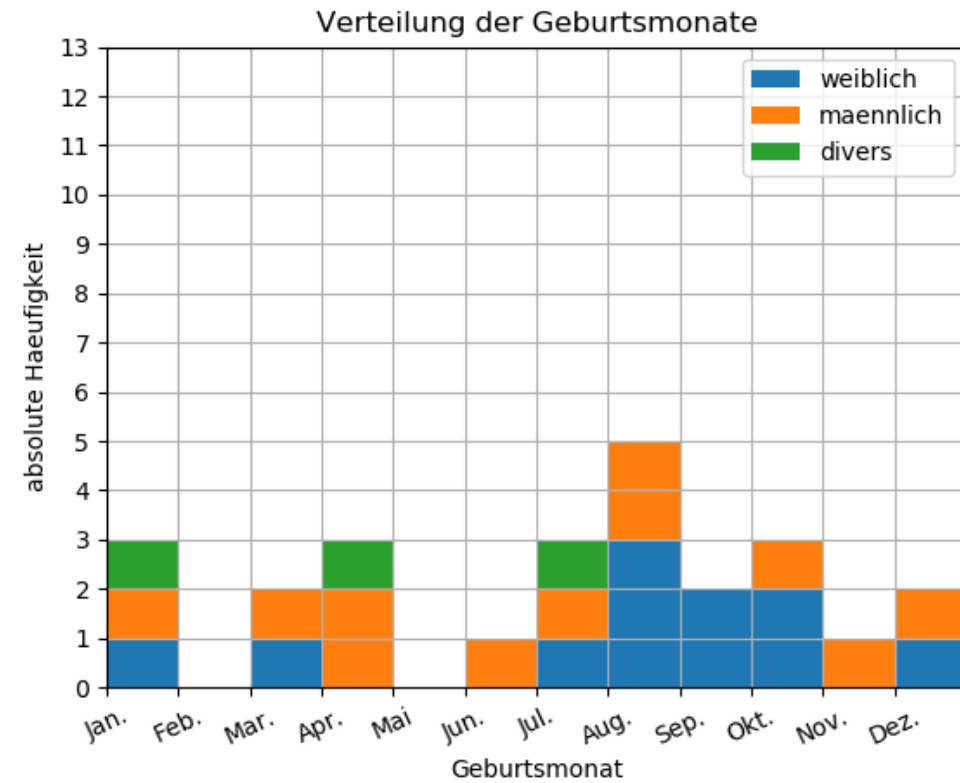
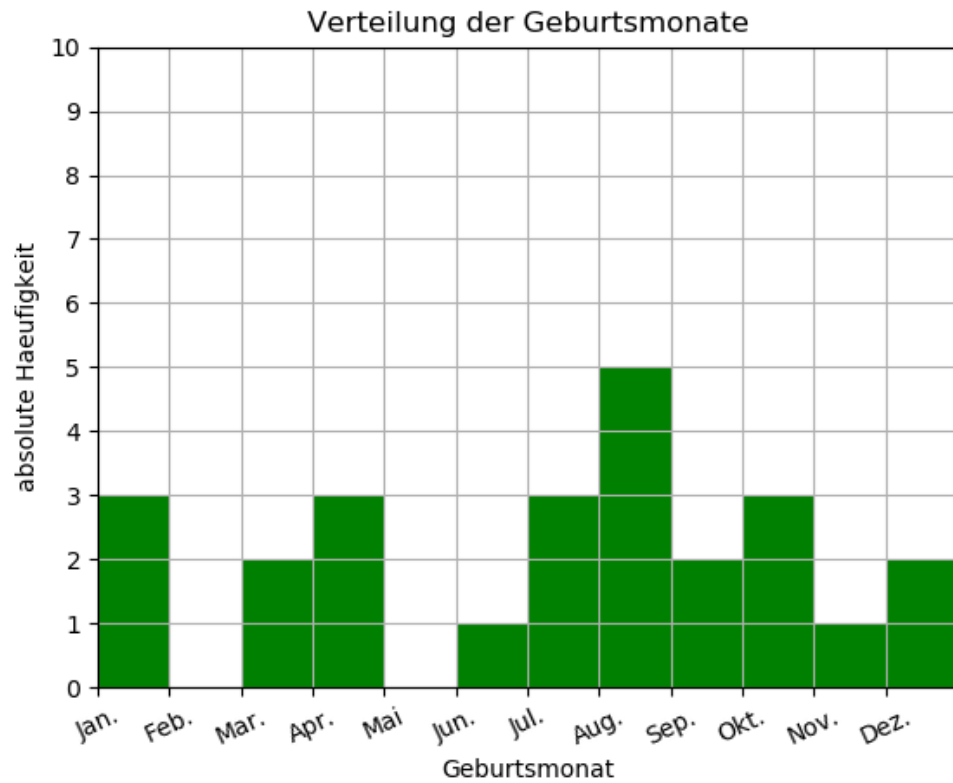
(k) $W^+ W^- \rightarrow \mu^+ \nu_\mu e^- \bar{\nu}_e$



(l) $W^+ Z \rightarrow u \bar{d} u \bar{u}$



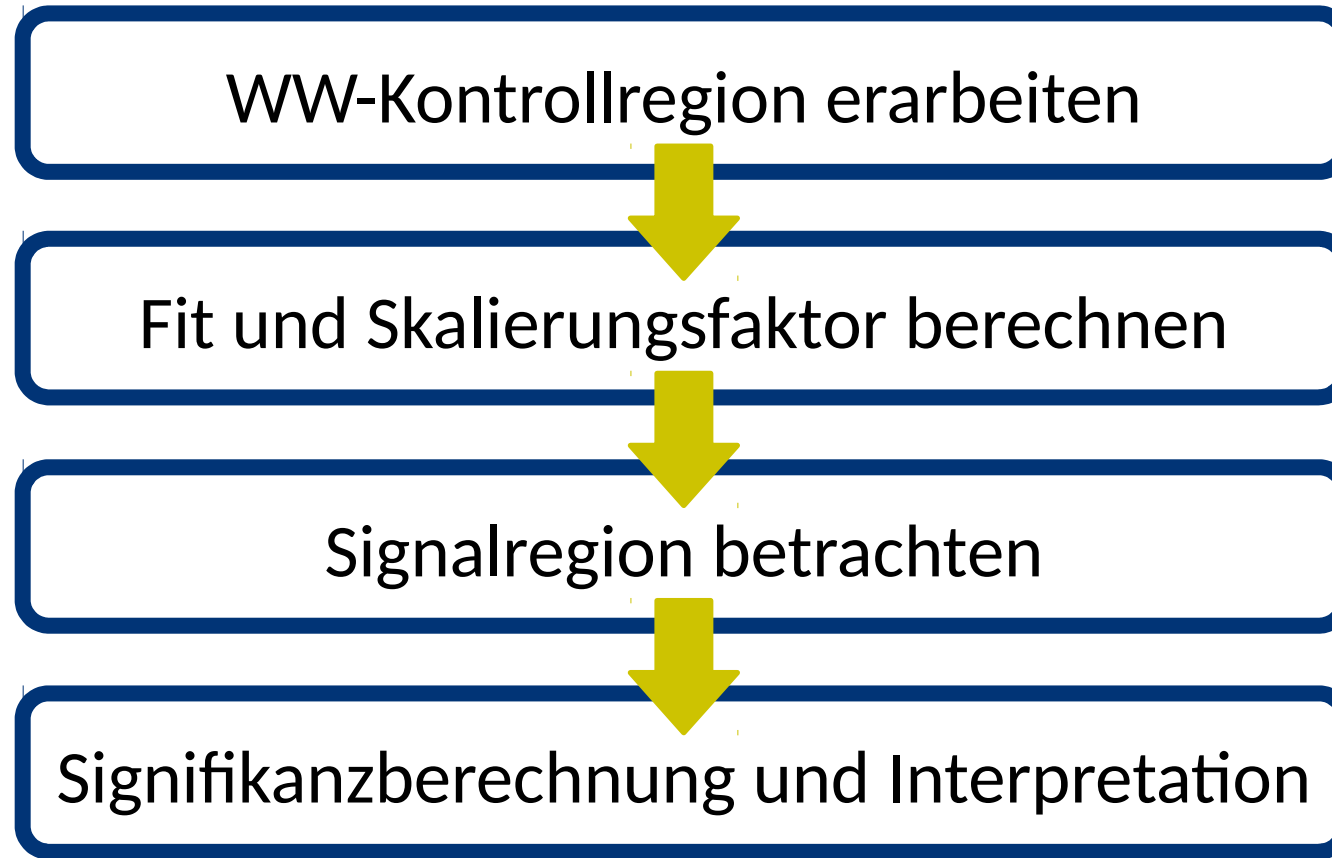
Erklärung Histogramme



Technische Umsetzung

- **SU**persymmetrie**MA**s**TeR**cl**Ass**: Programm mit dem Schüler*innen die einzelnen Analyseschritte selbstständig durchführen können
- Ermöglicht:
 - Definition von Schnitten
 - Erzeugen von Histogrammen
 - Durchführung eines Fits
 - Betrachtung der Signalregion
- Zur einfacheren Nutzung erhalten die Schüler*innen ein Hilfsblatt

Teil 3: Durchführung der Analyse



WW-Kontrollregion

- Ausgewählte Schnitte werden schrittweise von Schüler*innen erarbeitet:
 - Schritt 1: Histogramme der verschiedenen Variablen untersuchen
 - Schritt 2: WW- und ZZ-Untergrund vergleichen
 - Schritt 3: mit Hilfe von Schritt 1 & 2 Schnitte für Ladung, Sorte und fehlende transversale Energie festlegen
- Schnitte implementieren

Signifikanzberechnung und Interpretation

- Einführung Hypothesentest
- Signifikanz wird mit folgender Formel approximiert:

$$S = \frac{d-u}{\sqrt{u + \left(\frac{uf}{SF}\right)^2}}$$

- d: Summe aller Daten in Signalregion
 - u: Summe aller Untergründe in Signalregion
 - f: Fehler des Skalierungsfaktors
 - SF: Skalierungsfaktor
- Diskussion des Ergebnisses

Praxistest

- Projektkurs Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium
 - 28.06.2019
 - 10 Schüler*innen
 - Zeitrahmen: 2 Stunden
- Schülerakademie Physik/Astronomie
 - 19.07.2019
 - 20 Schüler*innen
 - Zeitrahmen: 5 Stunden

Blick in die Zukunft

- Entwicklung einer graphischen Oberfläche für die Masterclass
- Idee: Schüler*innen arbeiten zum Teil mit simulierten Supersymmetrie-Daten
- Nutzung auf Schulcomputern technisch realisieren
- Weitere Tests, insbesondere an einem Grundkurs der Oberstufe