Physik jenseits des Standard–Modells

9. Übung Lösung

Aufgabe 1: Gluinos und Squarks am LHC

- Die Ausschlusskurven sind stark abhängig von $m_{1/2}$, hängen aber nur wenig von m_0 ab. Grundsätzlich sind kleine Werte von $m_{1/2}$ am besten geeignet um SUSY-Teilchen zu finden. Bei der kombinierten Suche (0l + 1l + 2l OS) kann man mit Design-Luminosität Squarks mit bis zu 2.5 TeV finden für alle Werte von m_0 und $m_{1/2}$. Die Gluinos sind nahezu unabhängig von m_0. Für grosse m_0 ist es daher nicht möglich Gluinos mit Massen von 2.5 TeV zu finden.
  Im allgemeinen gilt, dass der Wirkungsquerschnitt grösser ist für kleine SUSY-Massen.

- Hier benutzt man die approximativen Formeln für die SUSY-Massen.

  Sfermionen: $m_{\tilde{f}}^2 = \alpha M_0^2 + \gamma M_{1/2}^2 + \ldots$
  $\rightarrow$ Ellipsen mit Zentrum bei $(m_{1/2}, m_0) = (0, 0)$

  Gauginos:
  $$M_1 = M(\tilde{\chi}_1^0) \sim \frac{1}{2} m_{1/2}$$
  $$M_2 = M(\tilde{\chi}_2^0) \sim (\tilde{\chi}_1^{\pm}) \sim m_{1/2}$$
  $$M_3 = M(\tilde{g}) \sim 3 m_{1/2}$$

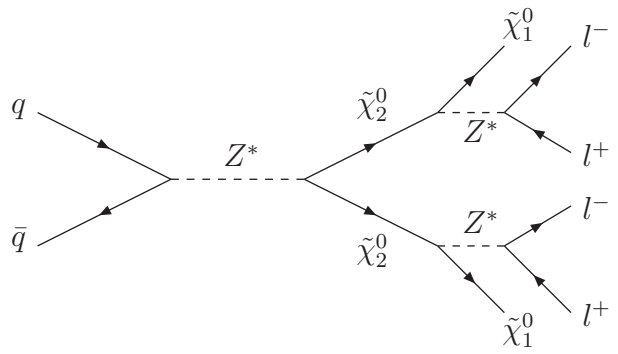
  Wie würde so ein Plot für $\tan\beta = 5$ aussehen?

  - Sfermion: Die Massen sind vom Winkel β nur schwach abhängig, da diese Terme proportional zu M_Z sind

    $$m_{\tilde{f}} = \alpha M_0^2 + \gamma M_{1/2}^2 + \lambda M_Z^2 \cos 2\beta.$$

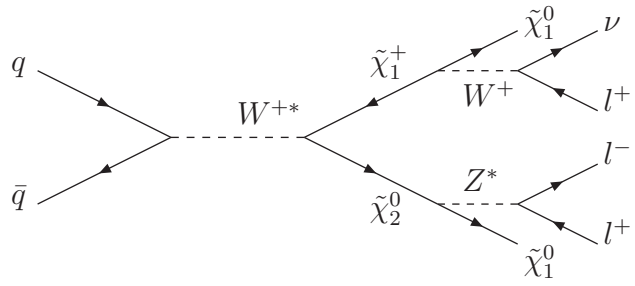
    $\tan\beta = 30(5) \Rightarrow \beta = 88.3°(78.7°) \Rightarrow \cos 2\beta = -1.00(-0.92)$
    $\Rightarrow m_{\tilde{f}}$ wird kleiner (grösser) für grössere $\tan\beta$'s, falls λ positiv (negativ) ist.
  - Gluino: Die Gluinomasse ist abhängig von der Unification Masse $M_3 \sim 3m_{1/2}$. Da diese aber ein laufender Parameter ist bekommt man Korrekturen, welche auch von den Sfermion Massen abhängen. Es ist somit schwierig zu sagen, wie die Gluinomasse von β ahängt.

- Feynman-Graphen:
  - möglicher Prozess mit $4l$-Endzustand



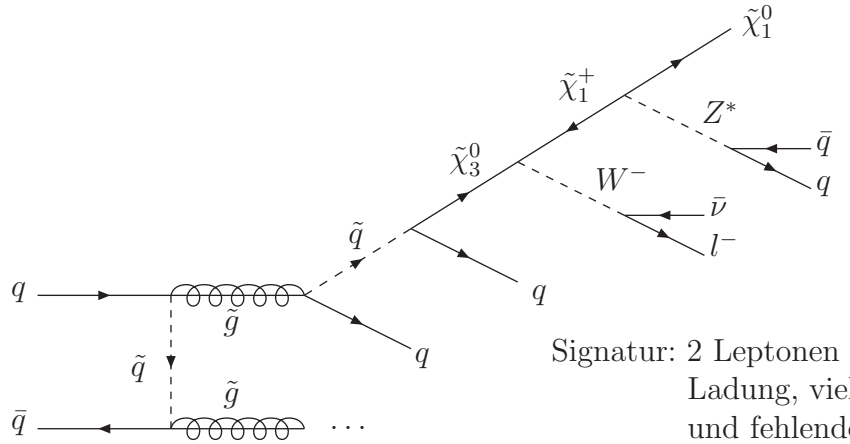
Signatur: 4 Leptonen und fehlende Energie

  - möglicher Prozess mit $3l$-Endzustand



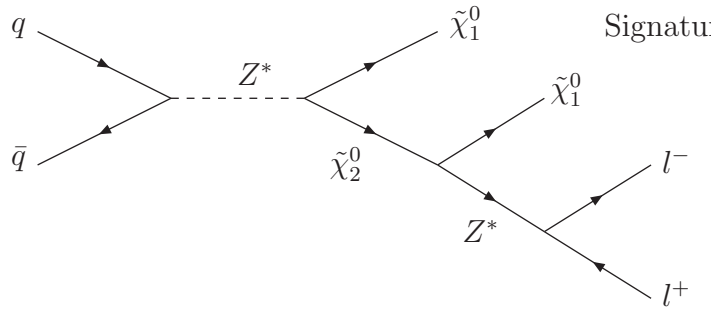
Signatur: 3 Leptonen und fehlende Energie

  - möglicher Prozess mit $2l$-Endzustand mit gleicher Ladung



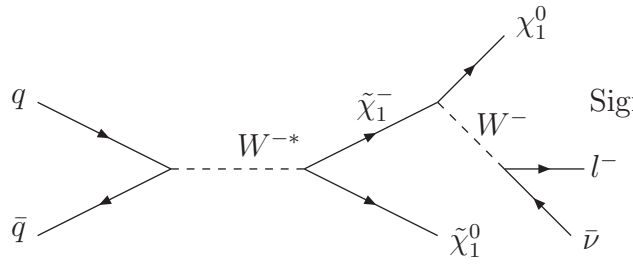
Signatur: 2 Leptonen mit gleicher, Ladung, viele Jets und fehlende Energie

– möglicher Prozess mit 2l-Endzustand mit entgegengesetzter Ladung



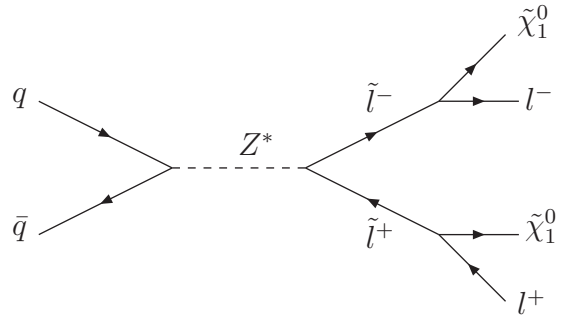
Signatur: 2 Leptonen mit ungleicher Ladung, und fehlende Energie

– möglicher Prozess mit 1l-Endzustand



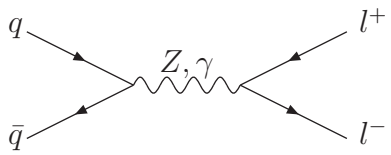
Signatur: 1 Leptonen und fehlende Energie

Aufgabe 2: Slepton Suche

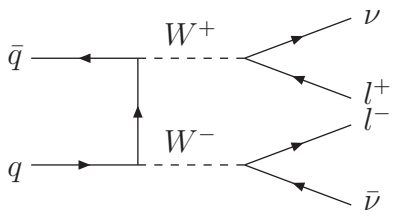
- 

- Signatur: 2 Leptonen und fehlende Energie

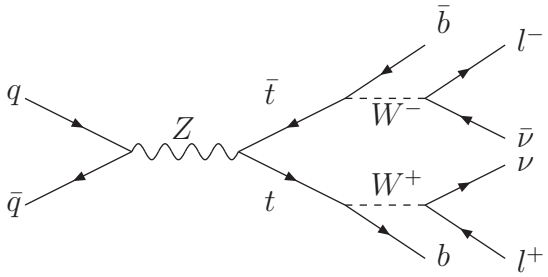
- Background:
  - Drell-Yan: $pp \to l^+l^-$



  - W-Paar Produktion: $pp \to W^-W^+ \to l^+\nu l^-\bar{\nu}$



  - $t\bar{t}$ Produktion: $pp \to t\bar{t} \to bl^+\nu\bar{b}l^-\bar{\nu}$



- Der Drell-Yan Untergrund wird durch einen Schnitt auf den fehlenden transversalen Impuls reduziert. Der $t\bar{t}$ Untergrund durch ein jet veto und die $W-$Paar Produktion kann durch einen Schnitt auf den Leptonenwinkel reduziert werden.

- e^+e^--Collider:
  - Der Wirkungsquerschnitt ist anderst
  - Die CM-Energie ist bekannt → wir können direkt die fehlende Energie anstatt der fehlenden transversalen Energie verwenden und es besteht die Möglichkeit eine Energie-scans.