



Squark-Zerfälle im vollhadronischen Zerfallskanal bei CMS

Christian Autermann, Ulla Gebbert, Kolja Kaschube, Friederike Nowak,
Benedikt Mura, Christian Sander, Peter Schleper, Torben Schum, Jan
Thomsen



Universität Hamburg



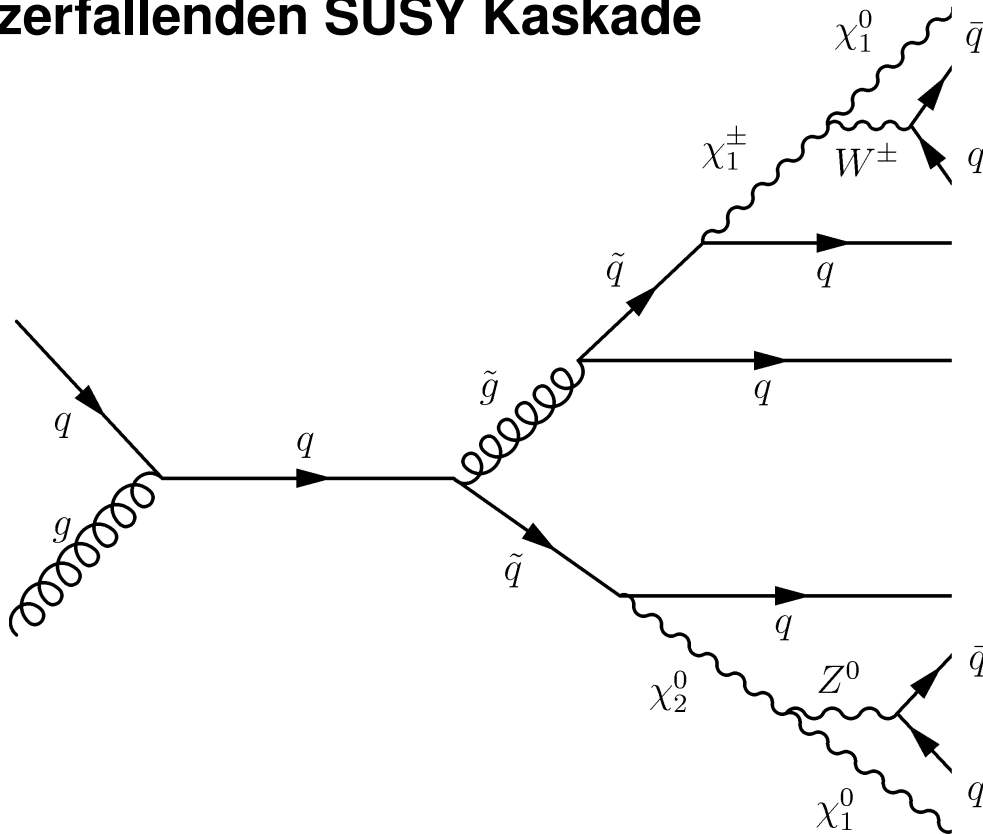
DPG Frühjahrstagung Freiburg

5. März 2008



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Beispiel einer vollhadronisch zerfallenden SUSY Kaskade

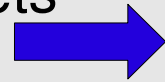


- SUSY Modell: mSUGRA
- Paarweise Produktion von SUSY Teilchen
- R-Parität ist erhalten
→ stabiles LSP (Lightest Supersymmetric Particle) in jeder Kaskade
→ MET
- Gute SM-Unterdrückung möglich (Diplomarbeit J. Thomsen, 2007)

1. Rekonstruktion des Squarkzerfalls (Trijet-Massenkanten)
2. Reduktion von kombinatorischem Untergrund
3. Einschränkung des Parameterraumes möglich?

Kombination

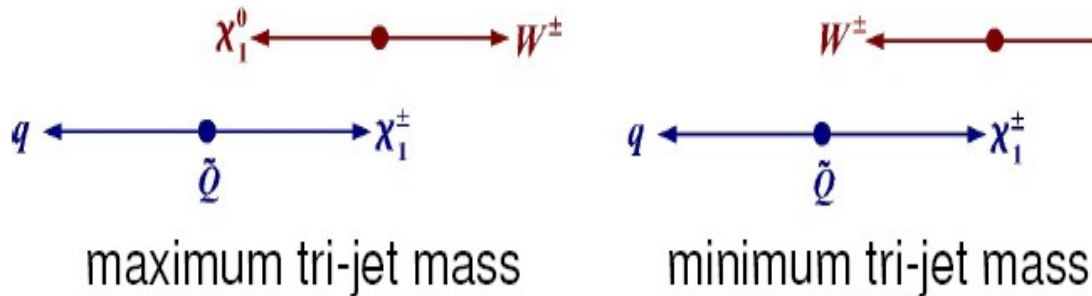
- der beiden W/Z – Jets
- des Squark – Jets
- des LSP



Invariante
Squarkmasse
aber LSP nicht
messbar

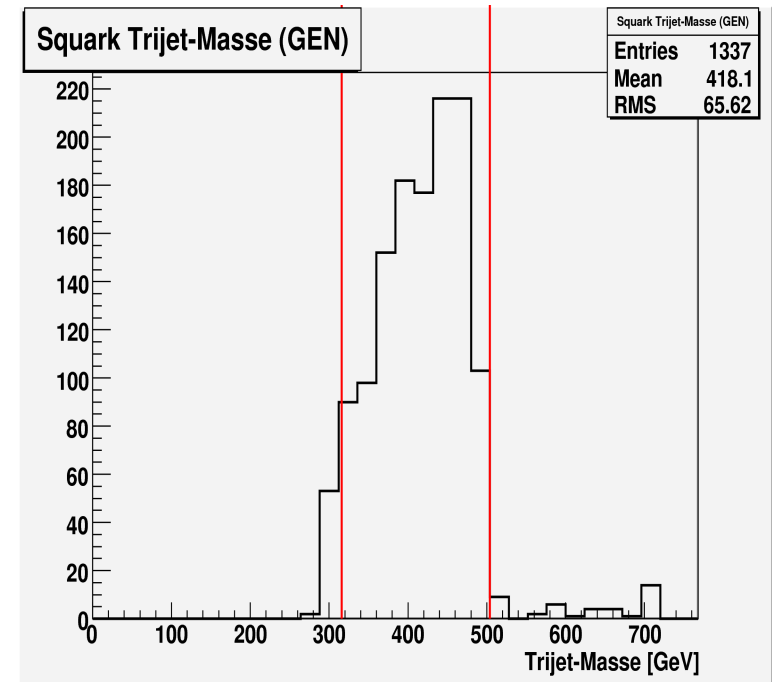


Massenkanten
im Trijet -
Massenspektrum



$$\begin{aligned}
 (M_{Wq}^{max})^2 &= M_W^2 + \frac{M_{\tilde{Q}}^2 - M_{\chi^\pm}^2}{2M_{\chi^\pm}^2} \cdot (M_{\chi^\pm}^2 - M_{\chi^0}^2 + M_W^2 \\
 &\quad + \sqrt{(M_{\chi^\pm}^2 - M_{\chi^0}^2 - M_W^2)^2 - 4M_{\chi^0}^2 M_W^2}) \\
 (M_{Wq}^{min})^2 &= M_W^2 + \frac{M_{\tilde{Q}}^2 - M_{\chi^\pm}^2}{2M_{\chi^\pm}^2} \cdot (M_{\chi^\pm}^2 - M_{\chi^0}^2 + M_W^2 \\
 &\quad - \sqrt{(M_{\chi^\pm}^2 - M_{\chi^0}^2 - M_W^2)^2 - 4M_{\chi^0}^2 M_W^2})
 \end{aligned}$$

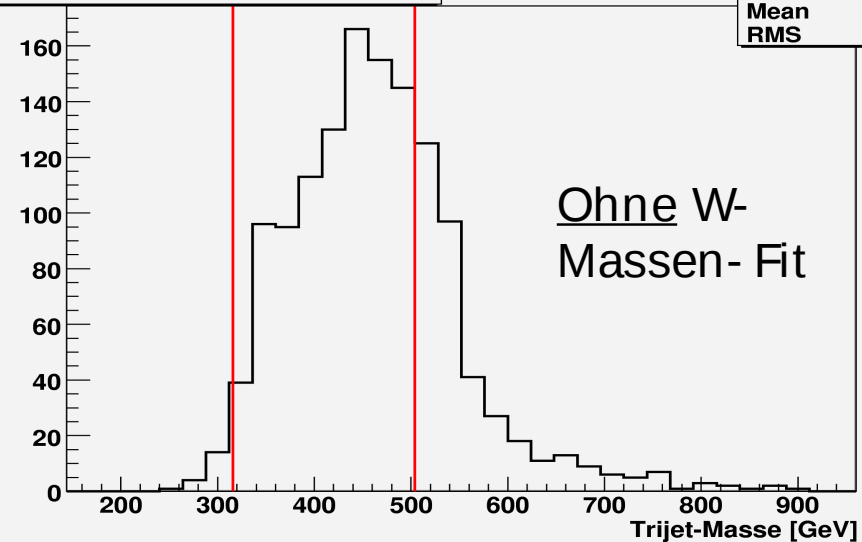
Generatorniveau:



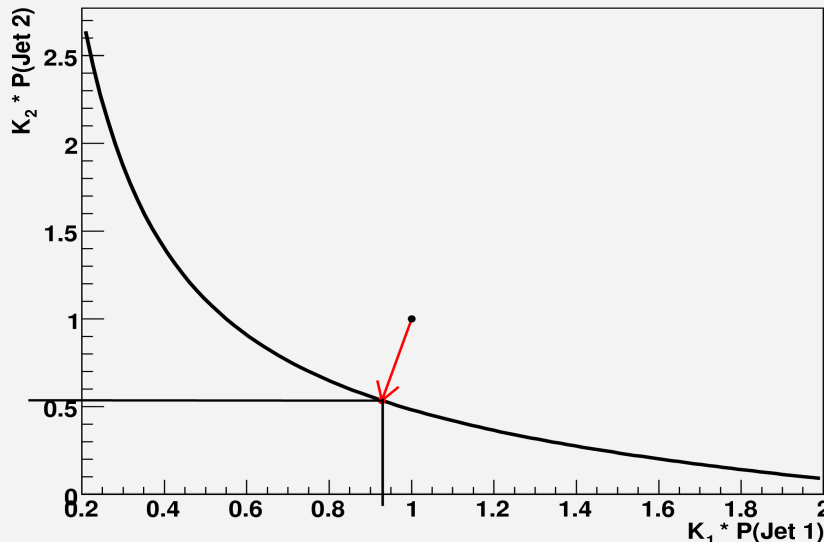
Korrektur der Jet – Energie – Skala: lokaler Fit auf die W - Mass

- Auf Reco – Level: Überkorrektur der Jets $\sim 10\%$
 - ➔ lokaler Fit der Boson-Jets auf die bekannte W-Masse
 - Definition χ^2 unter Berücksichtigung der Fehler
 - minimales $\chi^2 \rightarrow$ Korrektur der Jets
- ➔ Korrektur der Massenkanten

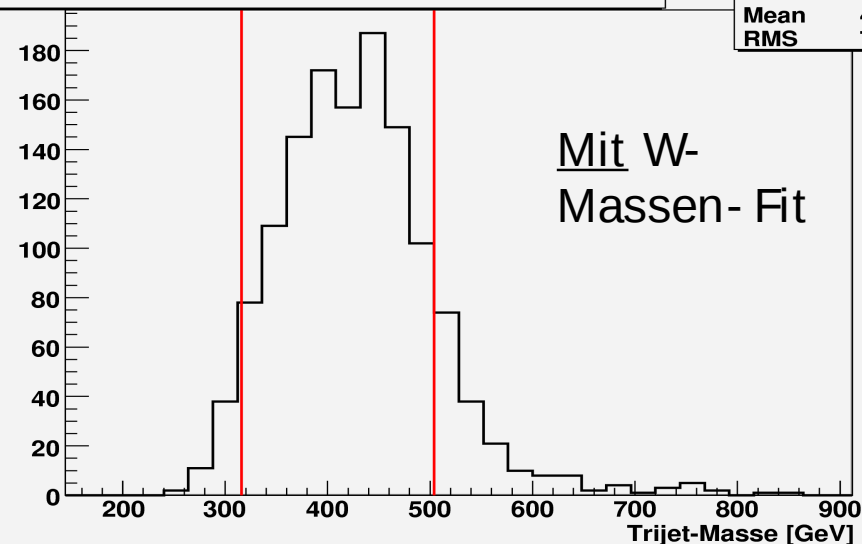
Squark Trijet-Masse (RECO)



Lokaler Fit der Dijet-Masse auf die W-Masse



Squark Trijet-Masse (RECO, gefittete Dijet-Masse)



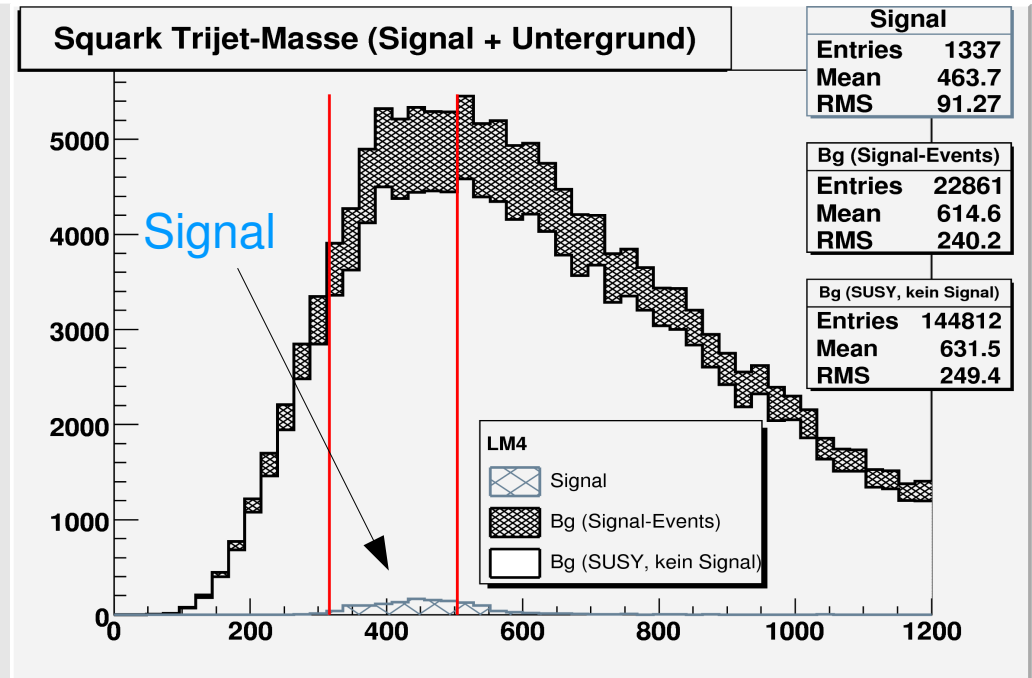
- SUSY Events mit mind. 3 Jets
- 2 Jets mit Dijet-Masse 70 - 120 GeV
- Trijetkombinationen: alle Dijetobjekte + Pt stärkster oder zweitstärkster Jet ('Squark-Jet-Kandidat')

➡ bis zu 20 Kombinationen pro Event

- Untergrundreduktion mit Hilfe des Likelihood – Ratio:

Variablen mit verschiedenen Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen z.B.

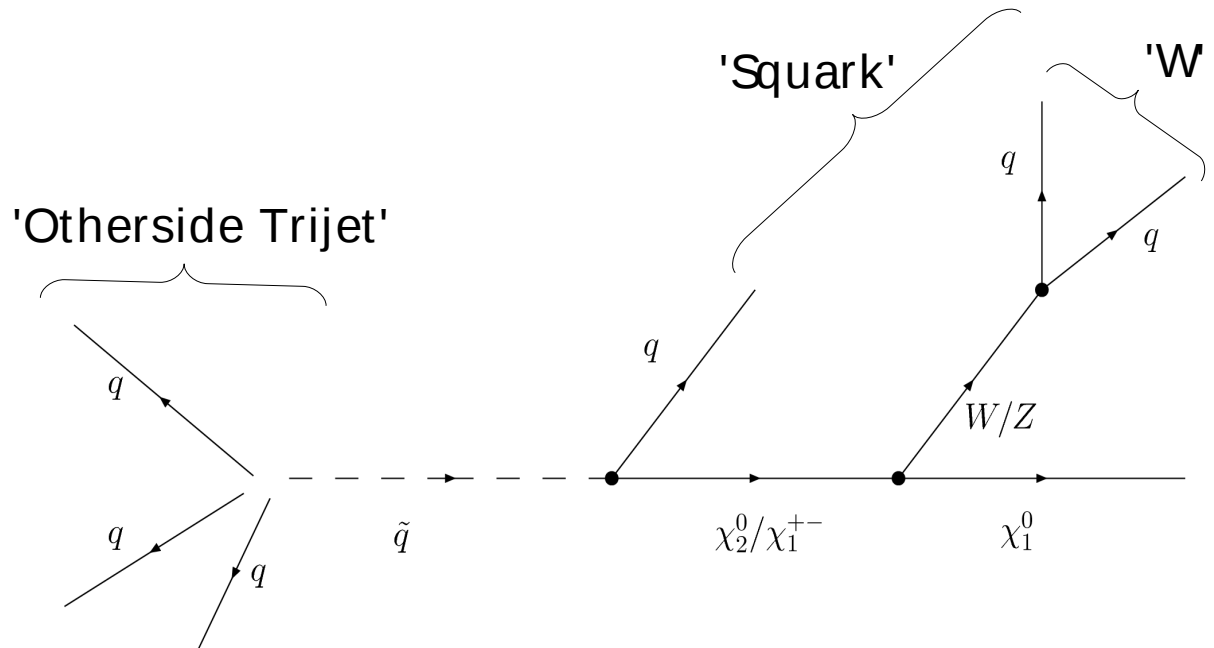
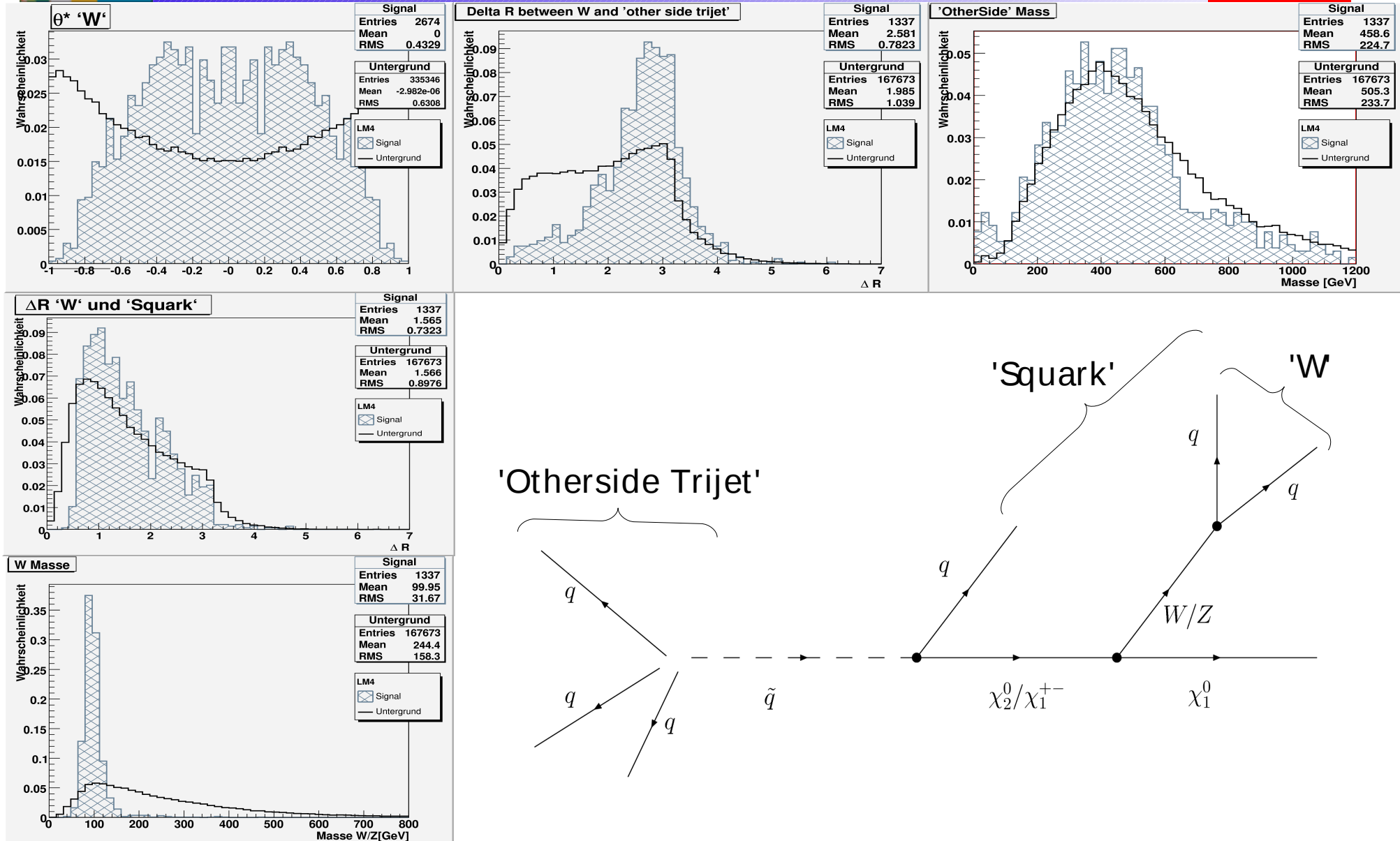
- χ^2 oder invariante Masse des Dijetobjektes
- Invariante Masse der restlichen Jets des Events
- ΔR zwischen Dijet-Objekt und Squark-Jet-Kandidat

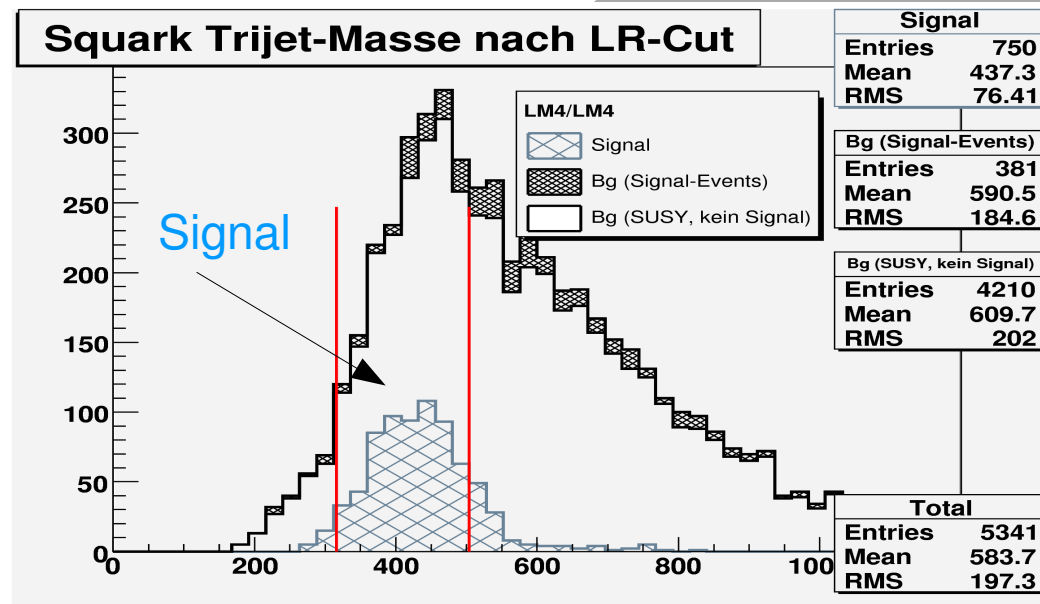
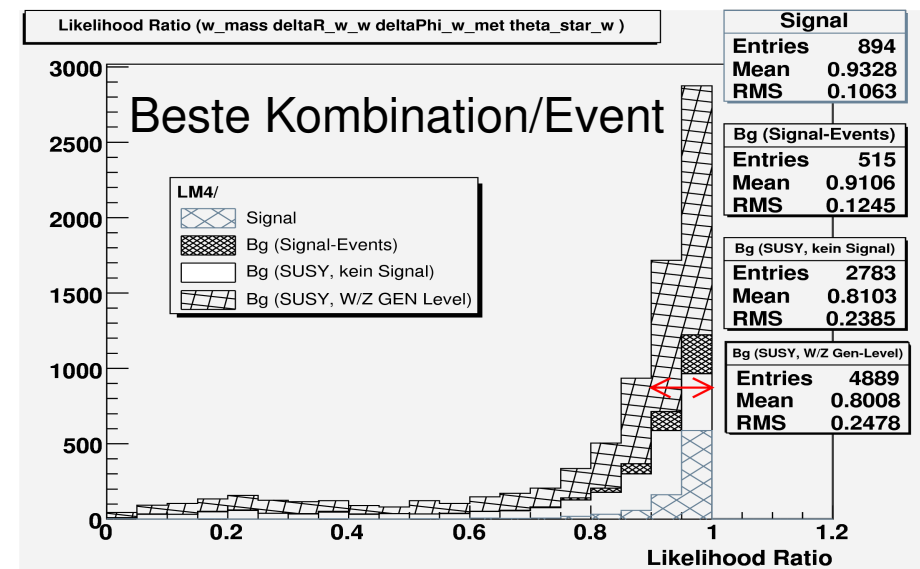
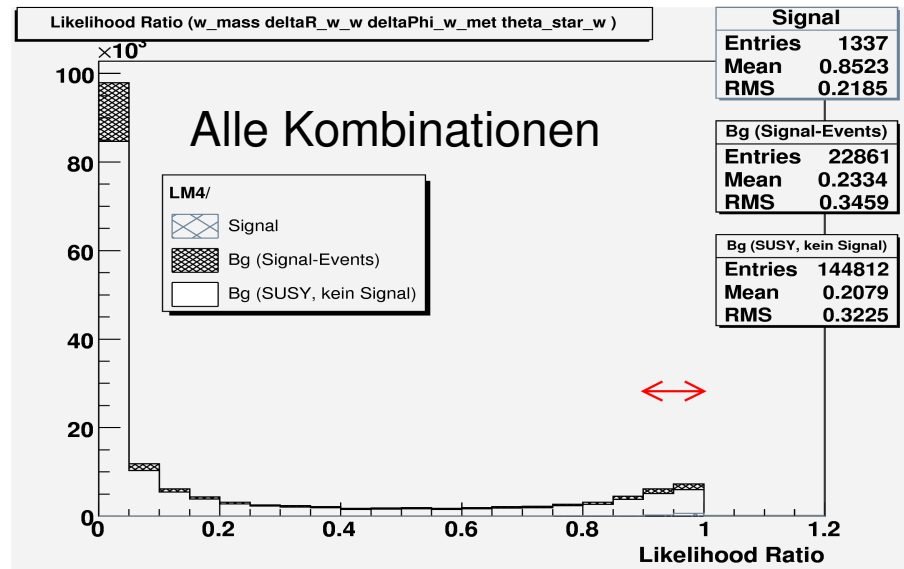


Vor Anreicherung: S/B ~ 1/100

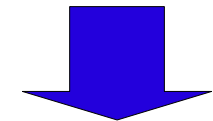
Likelihood Ratio :

$$LR = \frac{\prod_i L_i^{true}}{\prod_i L_i^{true} + \prod_i L_i^{false}}$$





Vor Anreicherung:
S/B ~ 1/100

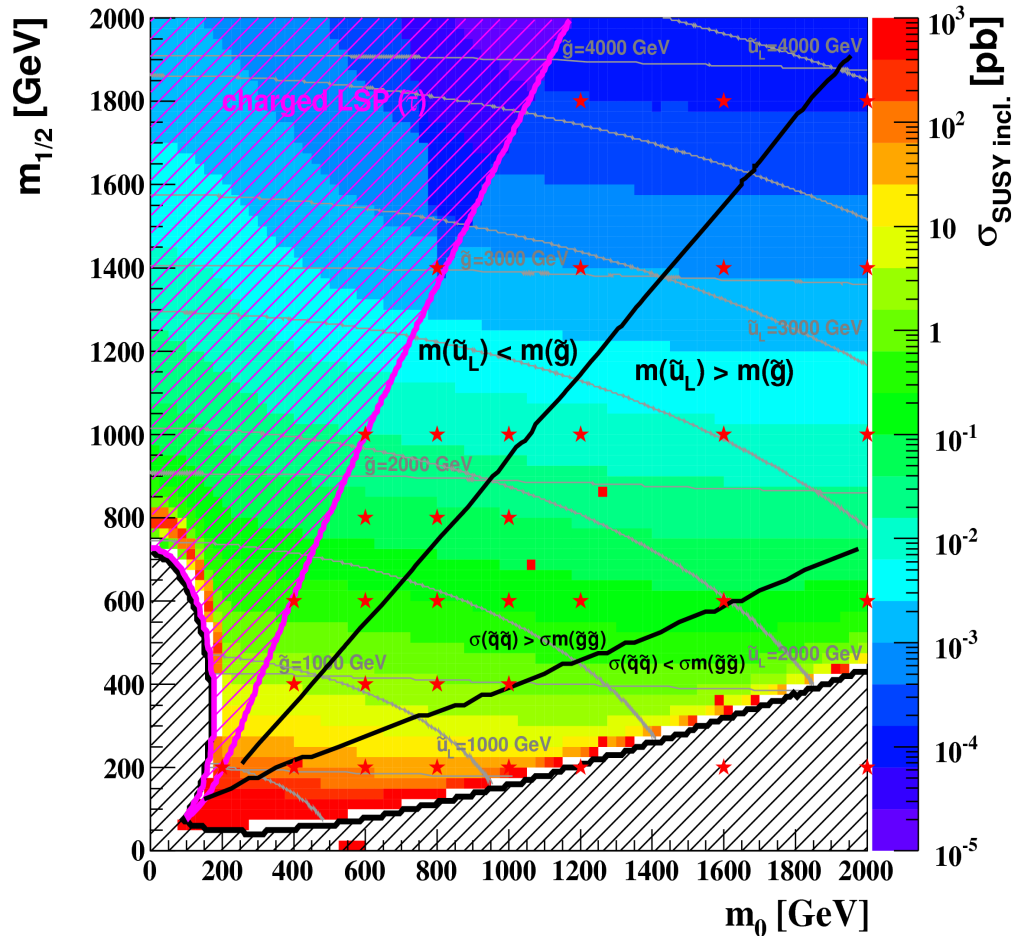


Nach Anreicherung:
S/B ~ 1/10

Cut auf LR:
 $LR \geq 0,9$

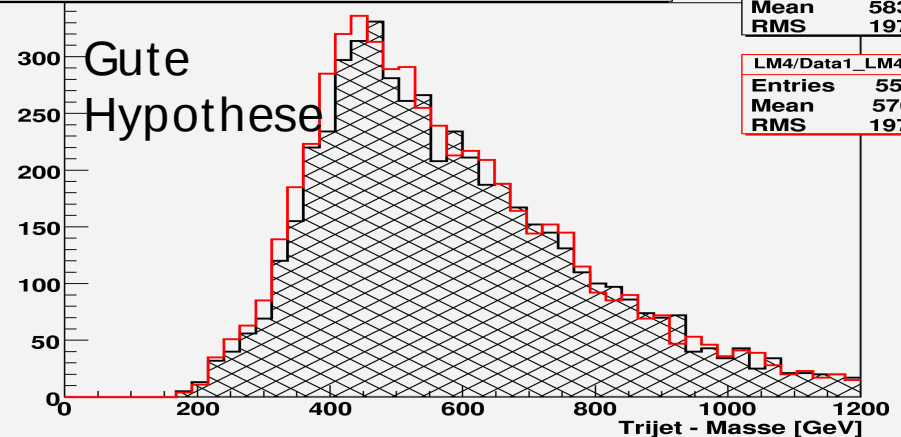
SUSY Parameterbestimmung mit Hilfe der Trijet- Massenverteilung:

The mSUGRA parameter space

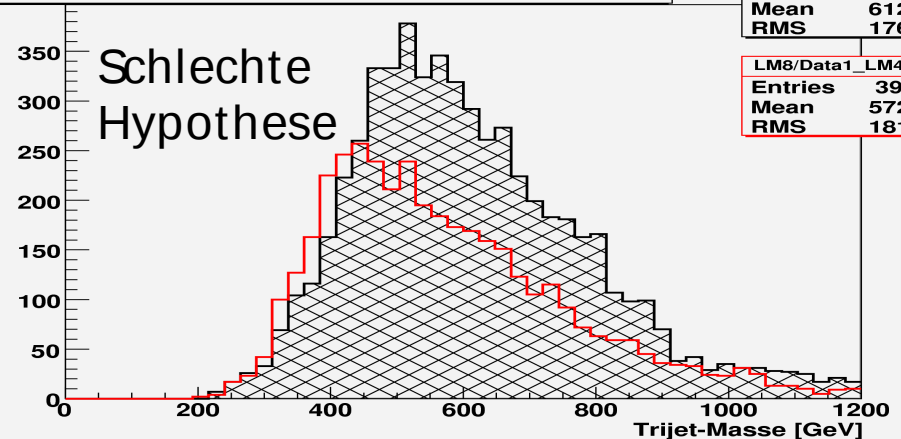


$$\tan\beta = 50, \mu > 0, A_0 = 0$$

Squark Trijet-Masse (Hypothese und Daten)



Squark Trijet-Masse (Hypothese und Daten)



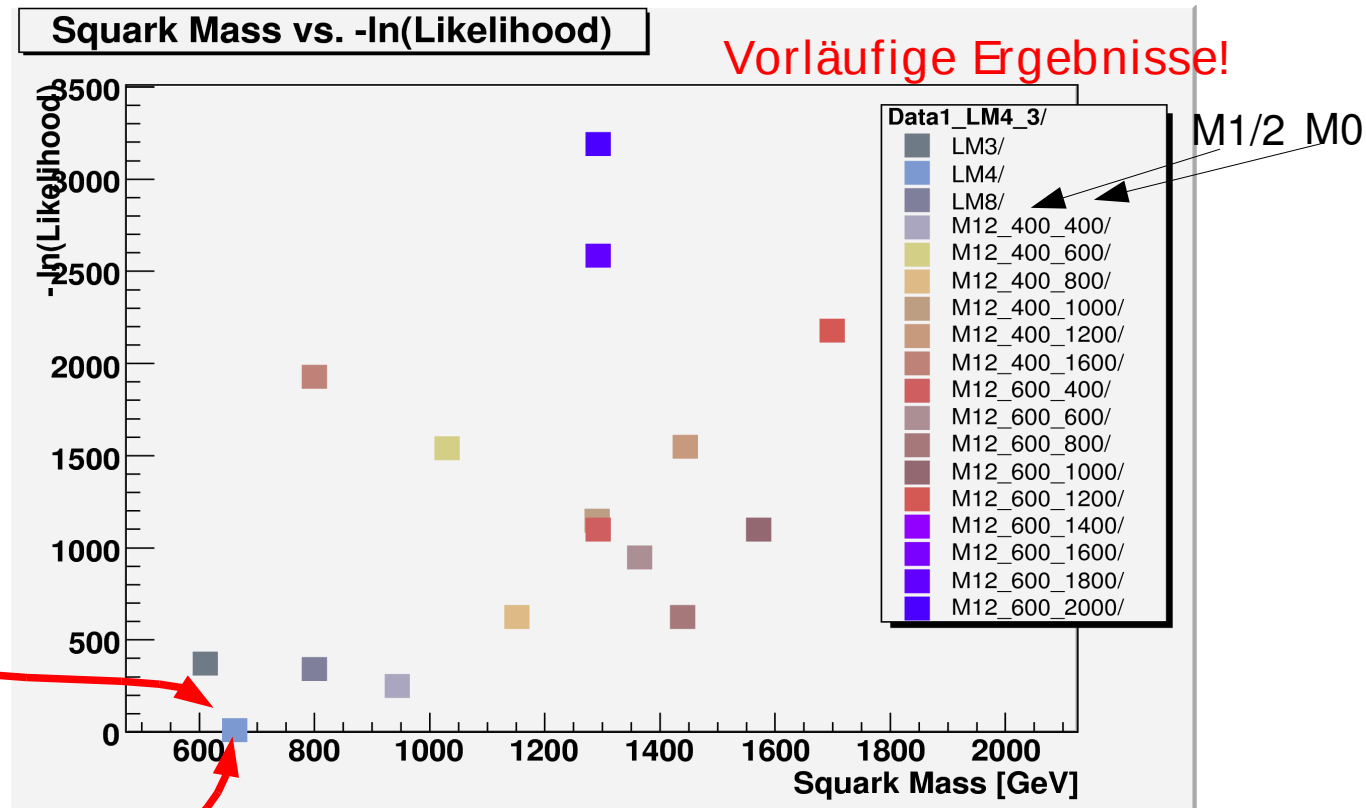
Maximum Likelihood
$$L = \frac{H^D \cdot e^{-H}}{D!} \cdot \prod_{i=1}^{\text{Anzahl Bins}} \frac{e^{-H_i} \cdot H_i^{D_i}}{D_i!}$$

H: Hypothese
D: Daten

Anzahl Events Form der Trijetmasse

Hypothese mit minimalem $-\log(\text{Likelihood})$ liefert Parameter die am Besten mit den Daten übereinstimmen!

Squarkmasse der Daten:
d.h. 'echte' Masse ~660 GeV



- Mit Hilfe der Likelihood-Ratio-Methode ist es möglich das Signal-Untergrund-Verhältnis je nach Parameterpunkt um den Faktor ~ 10 zu verbessern
- Lokaler Fit auf die W-Masse korrigiert die Jet-Energie-Skala und verbessert so die Auflösung der Squark-Trijet-Massenkanten
- Anwendung der Maximum-Likelihood-Methode liefert Ansätze zur Einschränkung des SUSY Parameterraumes
 - Berücksichtigung statistischer Fehler d. Hypothesen
 - Quantitative Abschätzung der Parameter