

DPG Frühjahrstagung

Studie von τ - Endzuständen in GMSB Modellen bei ATLAS

Philip Bechtle, Wolfgang Ehrenfeld, Johannes Haller

Dörthe Ludwig

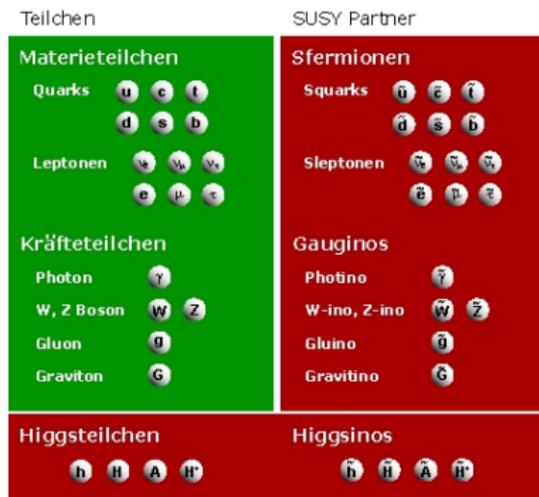
04. März 2008

Gliederung

- 1 Einführung in SUSY und GMSB
- 2 Der ATLAS Detektor
- 3 Entdeckungspotential
- 4 Zusammenfassung

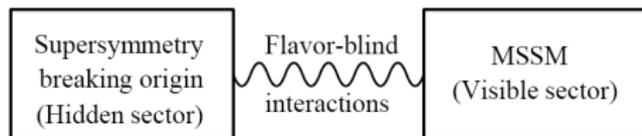
Motivation für SUSY

- Standardmodell sehr erfolgreich - aber unvollständig
- SUSY - vielversprechende Erweiterung
 - Erklärung dunkler Materie
 - Vereinheitlichung der Kräfte an der GUT Skala $\approx 10^{16}$ GeV
 - Lösung des Hierarchie Problems der Higgsmasse
- Brechungsmechanismen: mSUGRA, GMSB, AMSB
 - Reduzierung auf wenige Parameter
 - ausreichend für
 - Massenspektrum
 - physikalische Prozesse (Verzweigungsverhältnisse, Wirkungsquerschnitte)



GMSB

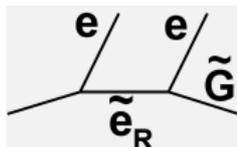
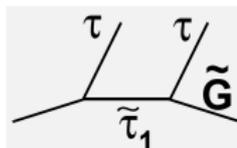
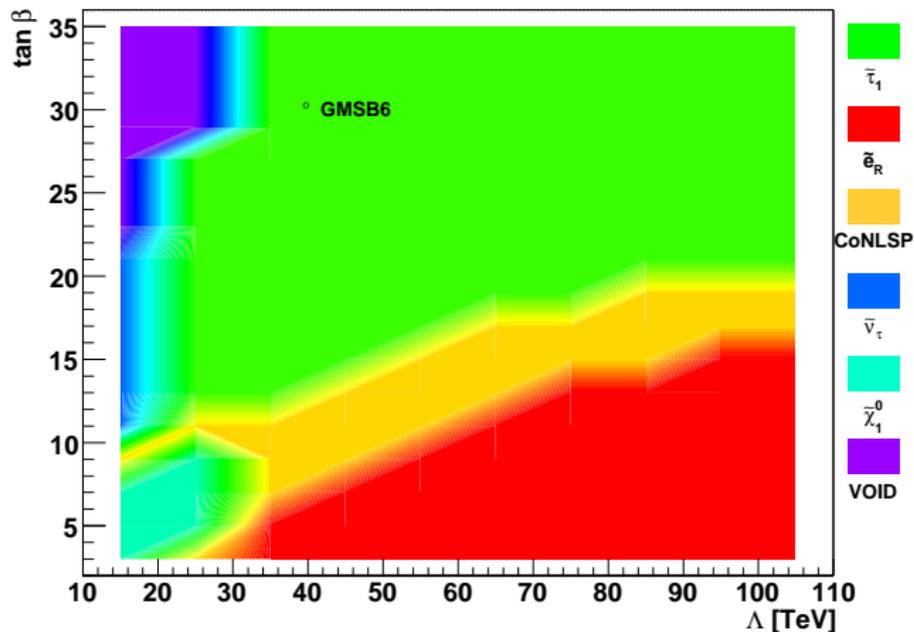
- Gauge Mediated Supersymmetry Breaking
- Brechung wirkt durch Kopplung an Messenger Teilchen
- Messenger Teilchen geben Superpartnern der Eichbosonen, Quarks und Leptonen ihre Masse \Rightarrow Masse der Superpartner durch Eichwechselwirkung



- Annahme: R-Paritäts Erhaltung
- Parameter
 - Λ - Massenskala der SUSY-Brechung
 - M_{mes} - Masse der Messenger Teilchen
 - N_5 - Anzahl der Messenger Felder
 - $\tan\beta$ - Verhältnis der Vakuumerwartungswerte des Higgsfeldes
 - $\text{sgn}\mu$ - Vorzeichen des Higgsino Massenterms
 - C_{grav} - Skalenfaktor für Gravitinomasse (bestimmt Lebensdauer NLSP)

- LSP (Lightest Supersymmetric Particle)
 - fast masseloses, ungeladenes Gravitino $m(\tilde{G}) = o(eV)$
- NLSP (Next to Lightest Supersymmetric Particle)
 - bestimmt Phänomenologie

NLSP in GMSB ($M_{\text{mes}}=250 \text{ TeV}$, $N_5=3$, $\text{sgn}(\mu)=+1$, $C_{\text{grav}}=1$)



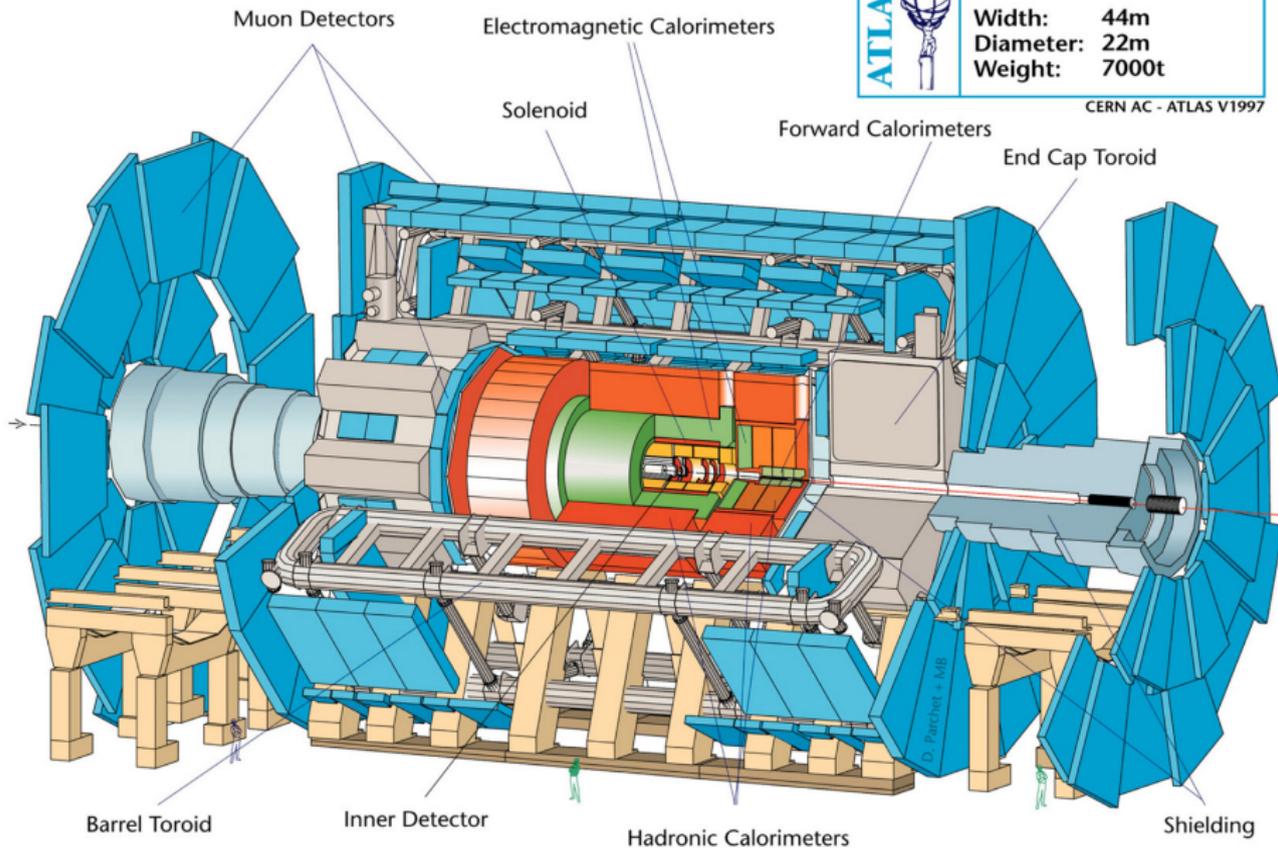
GMSB 6:
 $\Lambda = 40 \text{ TeV}$
 $\tan\beta = 30$
 $M_{\text{mes}} = 250 \text{ TeV}$
 $N_5 = 3$



Detector characteristics

Width: 44m
 Diameter: 22m
 Weight: 7000t

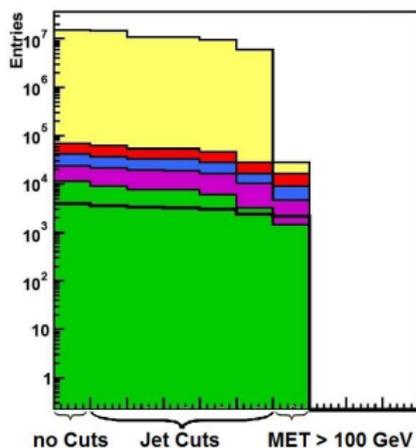
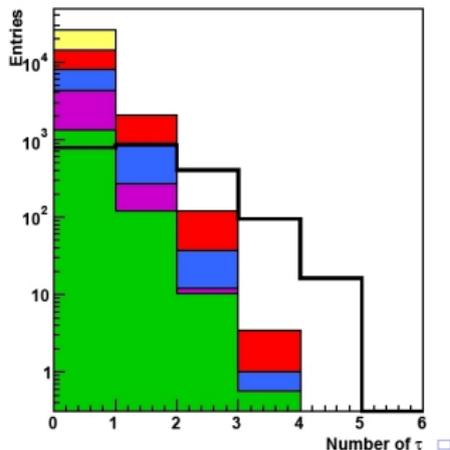
CERN AC - ATLAS V1997



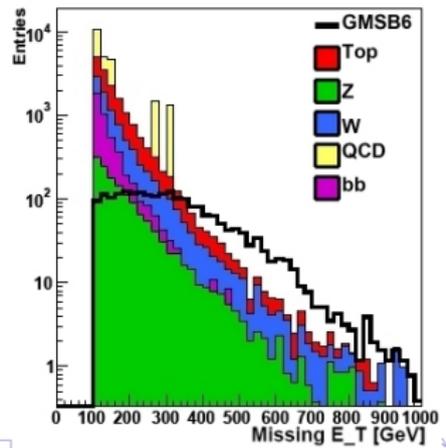
Schnitte

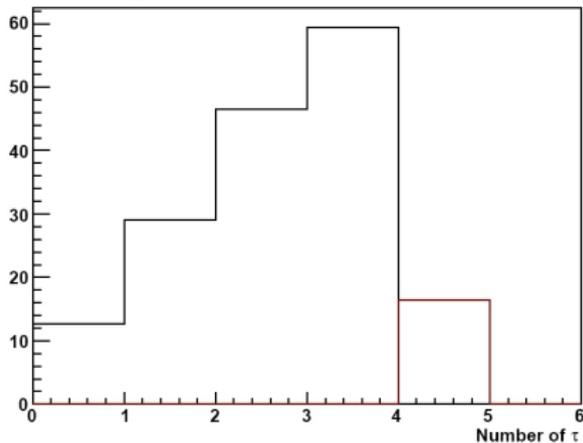
- Schnitte:
 - Anzahl der Jets > 3
 - p_T des ersten Jets > 100 GeV, p_T der nächsten 3 Jets > 50 GeV
 - Fehlende Transversal-Energie MET > 100 GeV
- Rekonstruktion von hadronischen τ -Zerfällen
- Signal dominiert bei Ereignissen mit vielen Taus (und viel MET)
- $\mathcal{L} = 1 \text{ fb}^{-1}$

Cut-Flow

Number of τ 

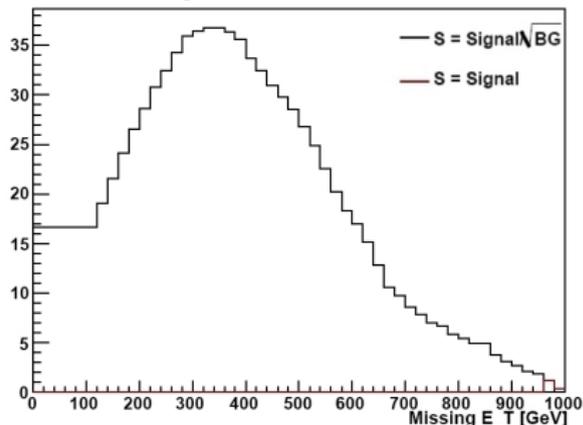
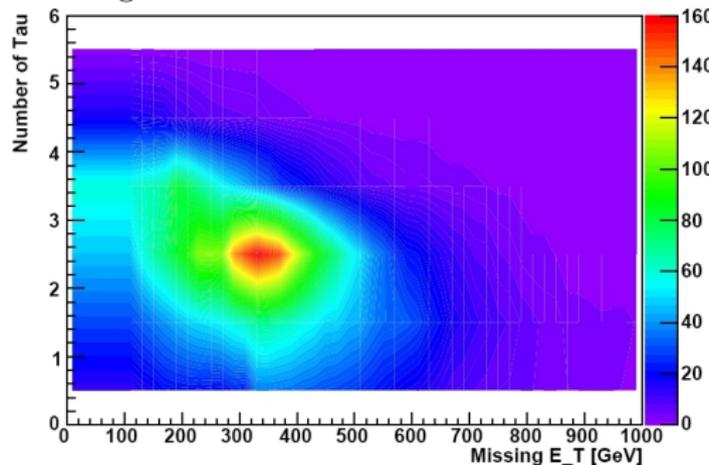
MET



Significance in Number of τ 

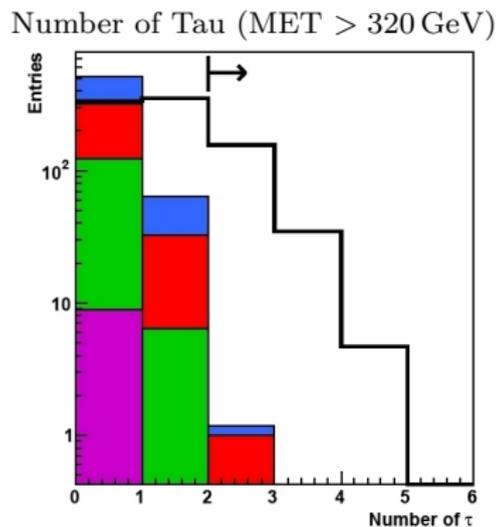
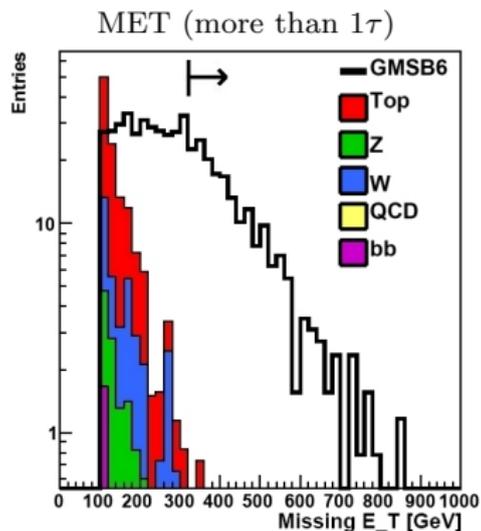
- Signifikanz $\sigma = \frac{\text{Signal}}{\sqrt{\text{BG}}}$
- steigt mit Anzahl der Taus (kein Untergrund bei 4τ)
- Maximum in MET bei ≈ 300 GeV
- 2dim: max. bei 2τ , MET > 320 GeV
 $\Rightarrow \sigma = \frac{196}{\sqrt{1.5}} \approx 160$

Significance in MET

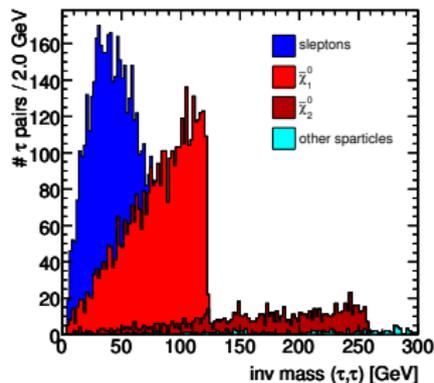
Significance in MET and Number of τ 

Finale Schritte

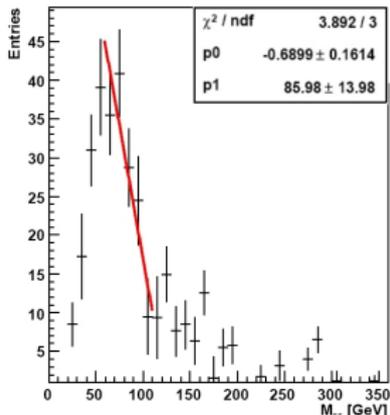
- Schritte einzeln angewandt
- MET mit mind. 2τ , Anzahl der τ mit mind. 320 GeV MET
- größter verbleibender Untergrund: Top
- großes Entdeckungspotential



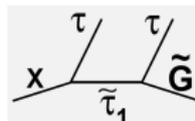
Invariant Mass of 2τ (Generator Level)



Invariant Mass of 2τ



- invariante Masse $2\tau \rightarrow$ Massenkante wegen unsichtbarem Gravitino



$$M_{\tau\tau,\max}^2 = \frac{(m_X^2 - m_{\tilde{\tau}_1}^2)(m_{\tilde{\tau}_1}^2 - m_{\tilde{G}}^2)}{m_{\tilde{\tau}_1}^2}$$

$$m_{\tilde{G}} = 2.41 \text{ eV} \Rightarrow$$

$$M_{\tau\tau,\max}^2 = m_X^2 - m_{\tilde{\tau}_1}^2$$

$$M_{\tau\tau,\max} = \sqrt{m_{\tilde{\chi}_1^0}^2 - m_{\tilde{\tau}_1}^2} = 121.57 \text{ GeV}$$

- Fit mit Geraden
- anfällig auf Größe des Fitbereichs
- $M_{\tau\tau,\max} = \frac{85.98 \text{ GeV}}{0.6899} = 124.6 \text{ GeV}$

Zusammenfassung

- GMSB - ein mögliches Supersymmetriemodell
- Anzahl der Taus und fehlende Transversalenergie eignen sich gut zur Trennung von Signal und Untergrund
- GMSB 6 - hohes Entdeckungspotential in den ersten Daten
- Massenkante trotz fehlender Energie (Neutrinos) abschätzbar

Ausblick

- Verbesserung der Bestimmung der Massenkante
- Scan des Parameterraumes

Backup - Mass Spectrum

