



# Neuinterpretation von ATLAS-Resultaten zur Suche nach Supersymmetrie mit R-Paritätsverletzung

Vortrag von Dominik Krauss, betreut von Mike Flowerdew

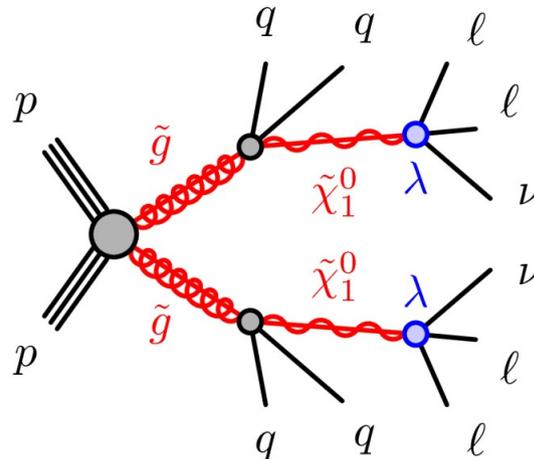


Max-Planck-Institut für Physik  
(Werner-Heisenberg-Institut)

Masterarbeit: MPP-2015-30

# R-Parität

- R-Parität:  $(-1)^{3(B-L)+2s}$ 
  - +1 (SM) und -1 (SUSY)
- R-Paritätserhaltung im MSSM
  - Keine Lepton- und Baryonzahlverletzung
  - Proton ist stabil
  - LSP ist Kandidat für dunkle Materie
- R-Paritätsverletzung (RPV)
  - Andere Symmetrien (z.B: Baryon-Trialität) erlauben auch ein stabiles Proton  
=> Nur eine der beiden Verletzungen möglich (in diesem Vortrag: Leptonzahl)
  - LSP ist instabil

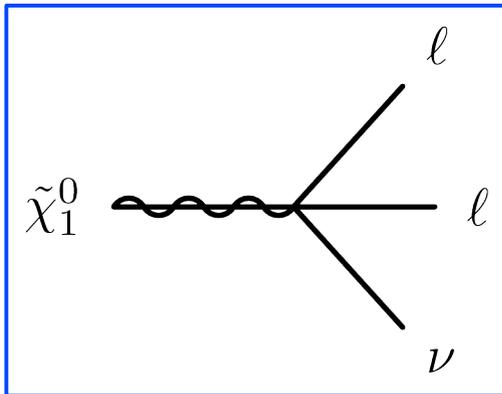
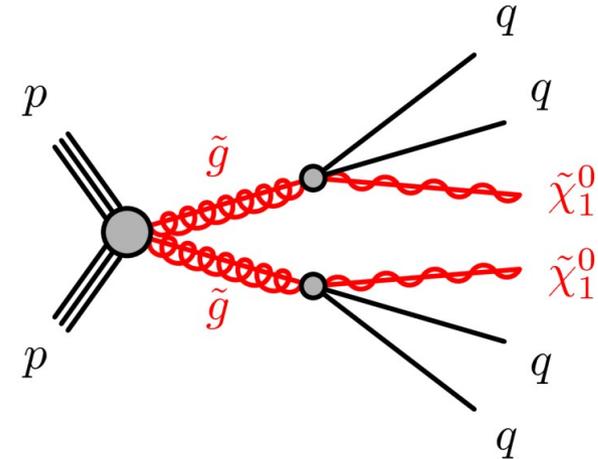


# Studie von RPV SUSY Modellen

- Neuinterpretation von ATLAS-Analysen zur Suche nach Supersymmetrie  
=> Existierende Ergebnisse der jeweiligen Analysen werden verwendet:
  - Selektion der Ereignisse und Signalregionen
  - Abschätzungen des Standardmodell-Untergrunds
  - Beobachtete Ereignisse in den Daten
- Ablauf der Studie
  - Entwicklung der drei Signalmodelle
  - Vorbereitende Studien auf Generatorebene um sensitive Analysen zu finden
  - Aufwendige Monte Carlo Simulationen (mit Detektorsimulation)  
=> 4.6 Millionen Signalereignisse
  - Bestimmung von modellabhängigen systematischen Unsicherheiten
  - Statistische Analyse der rekonstruierten Simulationen

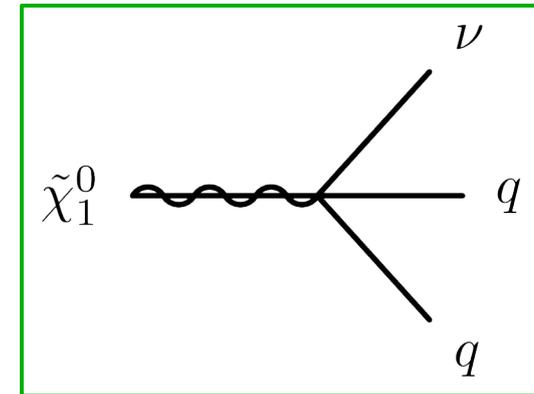
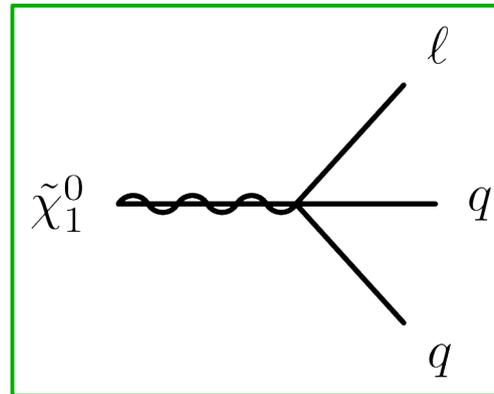
# Supersymmetrische Modelle mit RPV

- Paarproduktion von Gluinos
- Neutralino ist das LSP
- Alle anderen SUSY Teilchen sind entkoppelt
- Betrachtete Gluinomassen: 600 GeV bis 1.6 TeV
- $R = m_{\text{Neutralino}}/m_{\text{Gluino}} = 0.1, 0.5 \text{ oder } 0.9$
- LSP Zerfall:



Modell 1

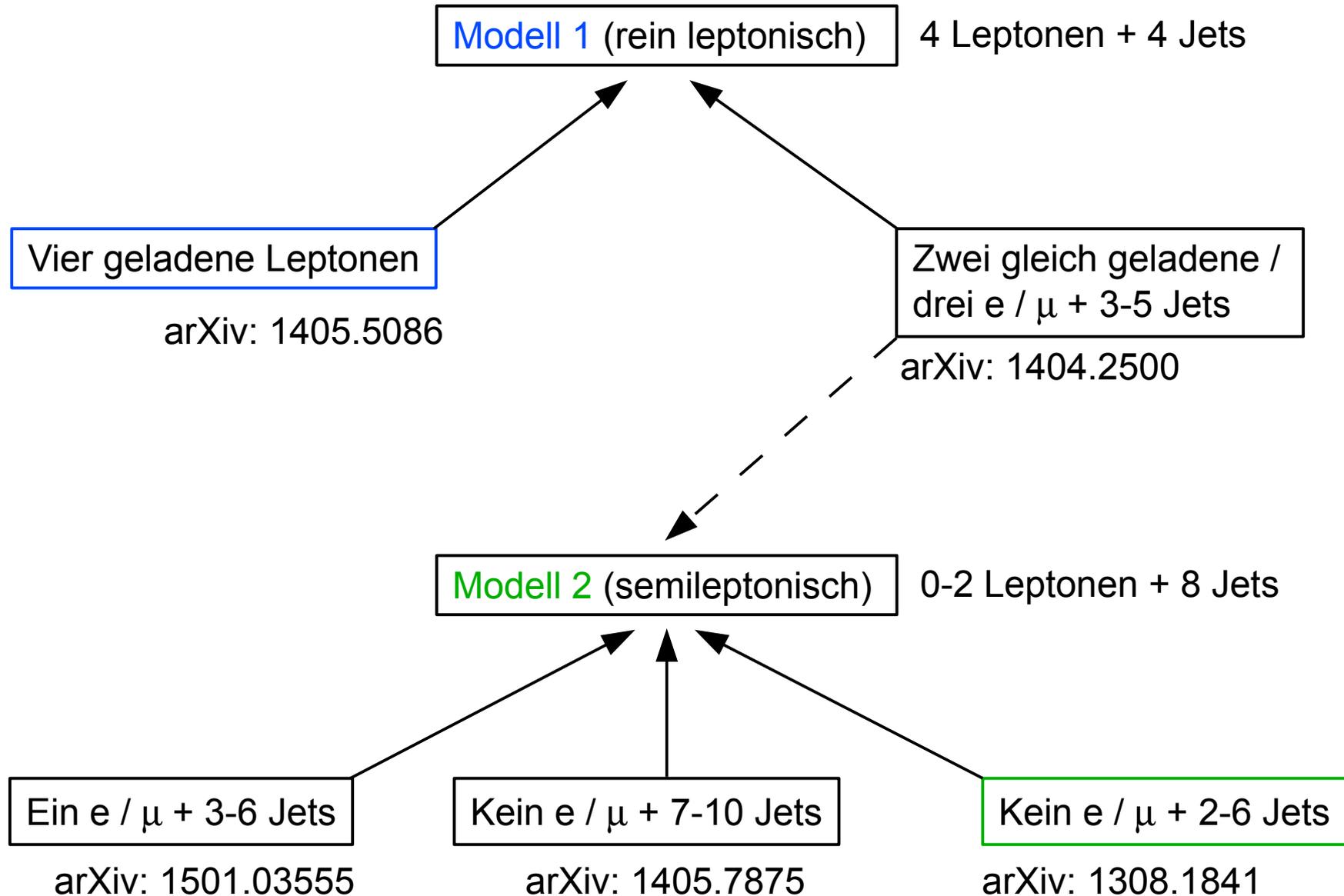
4 Leptonen + 4 Jets +  $E_T^{\text{miss}}$



Modell 2

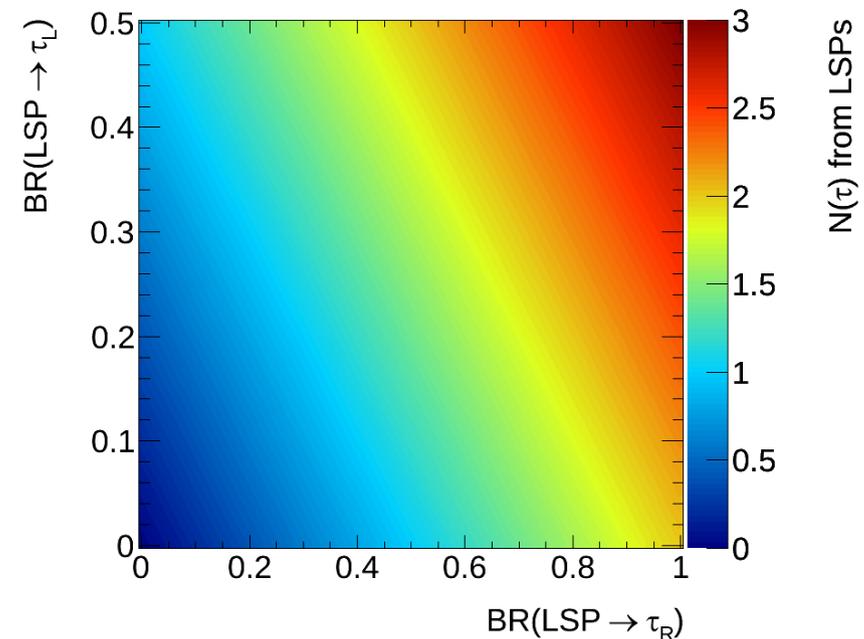
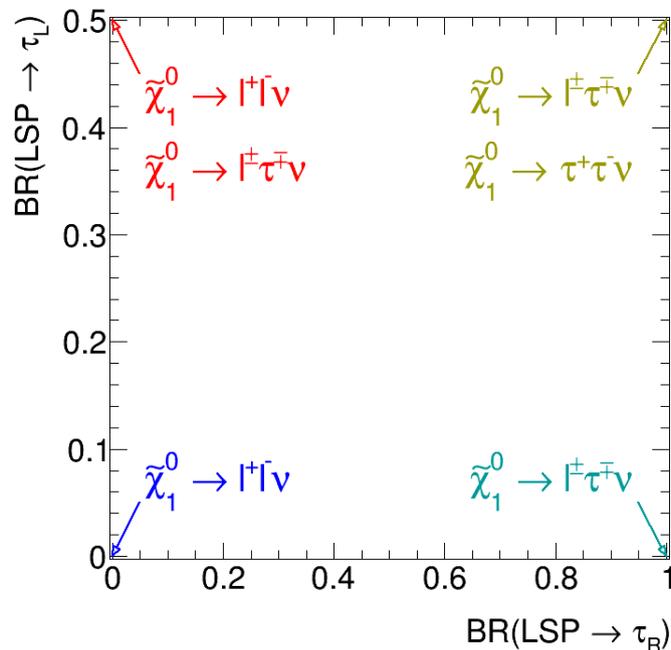
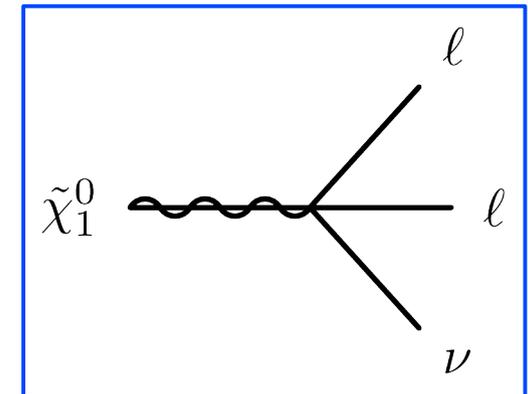
0-2 Leptonen + 8 Jets (+  $E_T^{\text{miss}}$ )

# Sensitive ATLAS-Analysen



# Parameterisierung des LSP Zerfalls: Modell 1

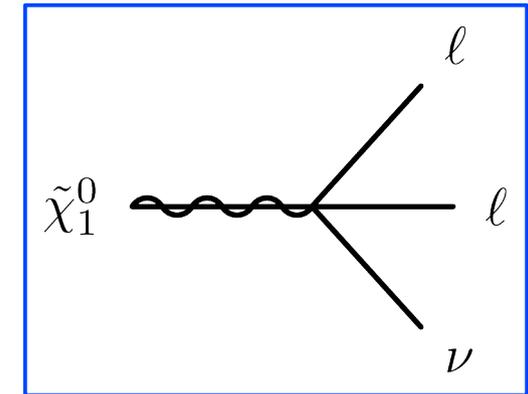
- Detektoreffizienzen verschieden für  $e/\mu$  und  $\tau$ .
  - Geringe Rekonstruktionseffizienz für hadronische  $\tau$
  - Sensitivität hängt hauptsächlich von  $BR(LSP \rightarrow \tau)$  ab
- Ziel: Berücksichtigung von möglichst vielen LSP Zerfällen
  - Scan aller möglichen Werte für  $BR(LSP \rightarrow \tau)$
  - Zwei Leptonen pro LSP Zerfall  $\Rightarrow$  2D Scan



# Suche nach Endzuständen mit vier Leptonen

- Mindestens vier Leptonen im Endzustand
- Drei Signal Regionen sind sehr sensitiv zu **Modell 1**:

$N(e/\mu)$	$N(\tau)$	$E_T^{\text{miss}}$ [GeV]	oder	$m_{\text{eff}}$ [GeV]
$\geq 4$	$\geq 0$	$> 75$		$> 600$
$= 3$	$\geq 1$	$> 100$		$> 400$
$= 2$	$\geq 2$	$> 100$		$> 600$

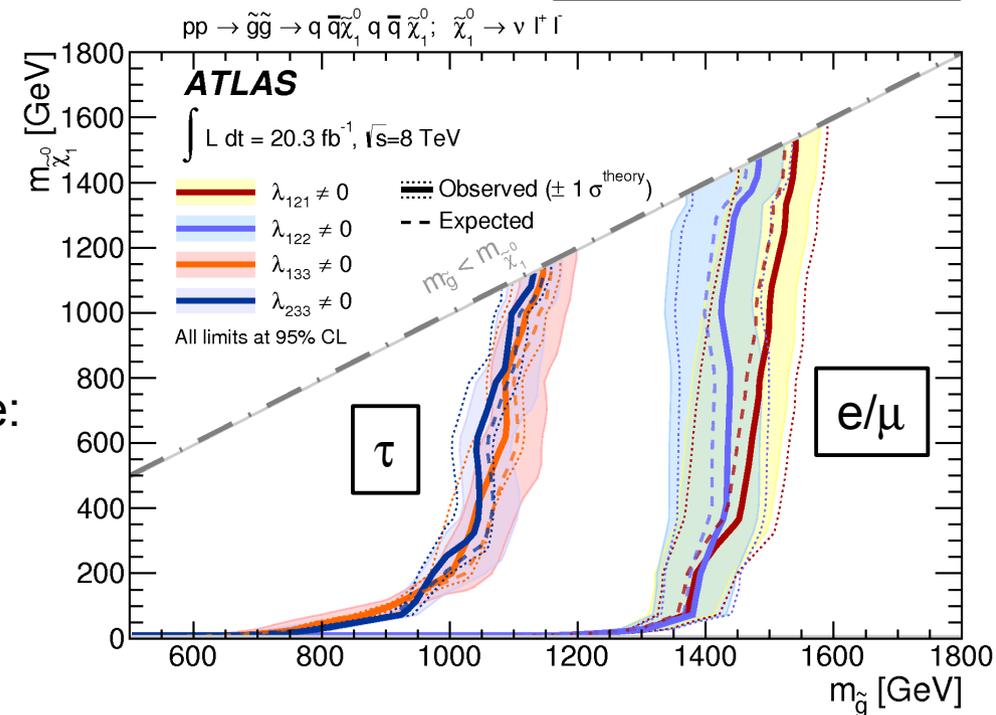


arXiv: 1405.5086

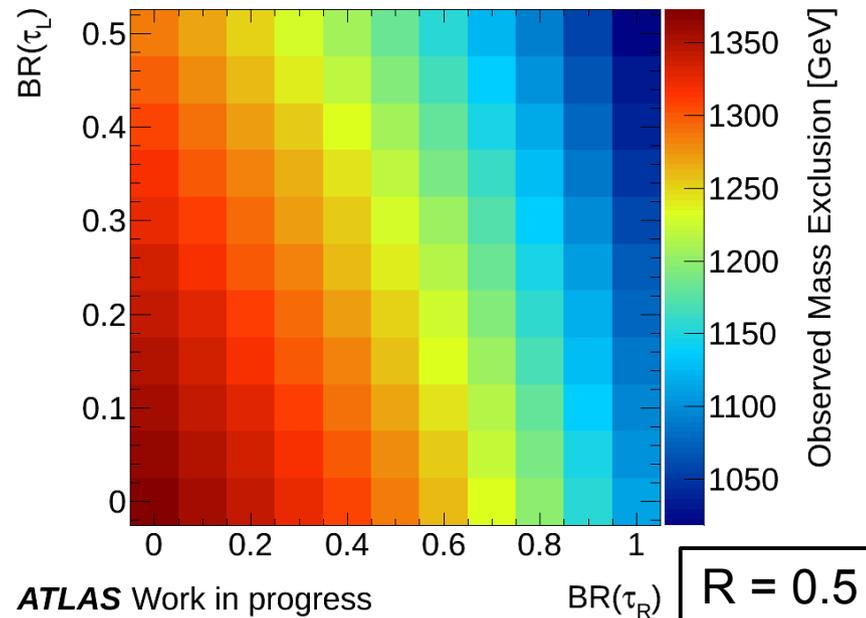
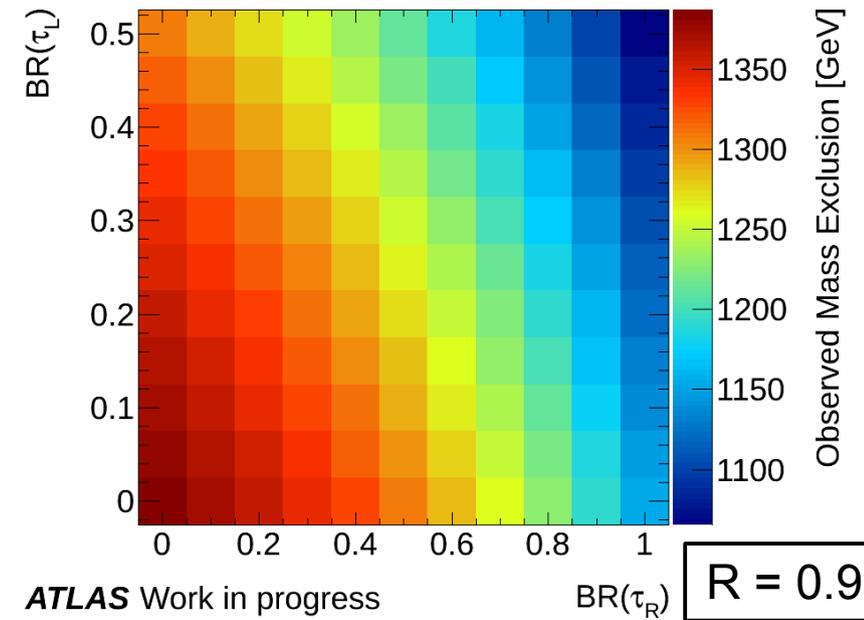
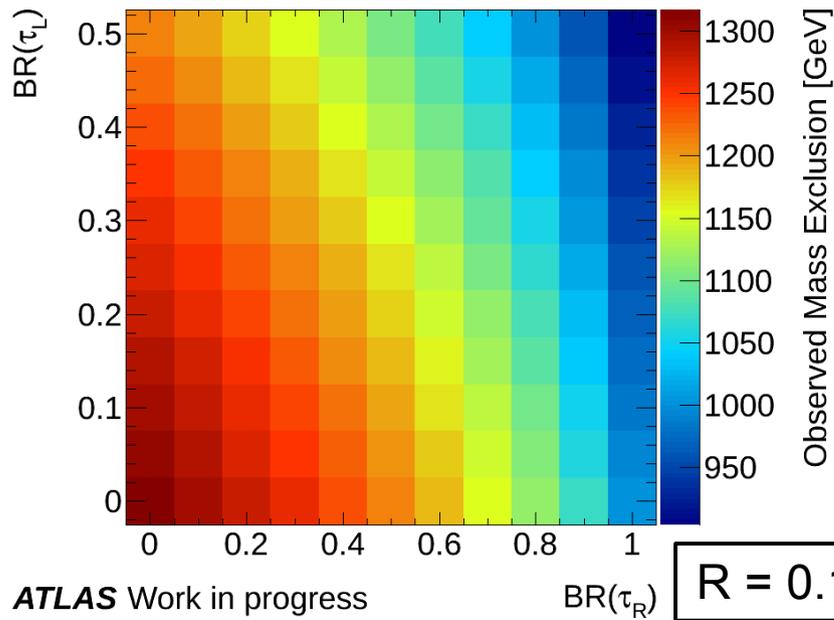
$$- m_{\text{eff}} = E_T^{\text{miss}} + \sum_{\text{Leptonen}} p_T + \sum_{p_T > 40 \text{ GeV}} p_T$$

- Ereignisse mit Z Kandidaten werden verworfen

- Ausschlussgrenzen für **Modell 1** aber nur für vier verschiedene LSP Zerfälle:



# Untergrenzen für die Gluinomasse: Modell 1



$$R = m_{\text{Neutralino}} / m_{\text{Gluino}}$$

Untergrenzen maximal:

- $BR(\tau) = 0$
- Masse des LSP maximal

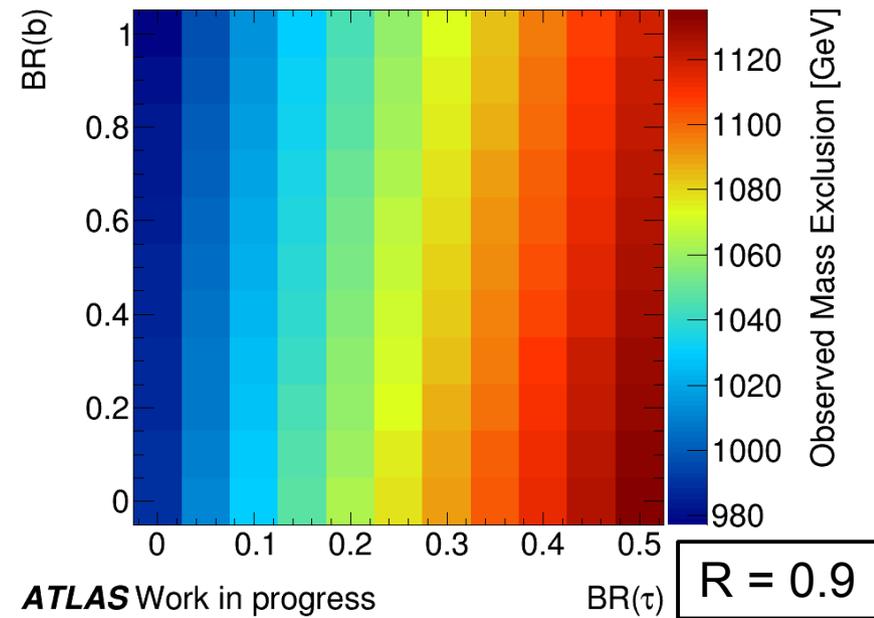
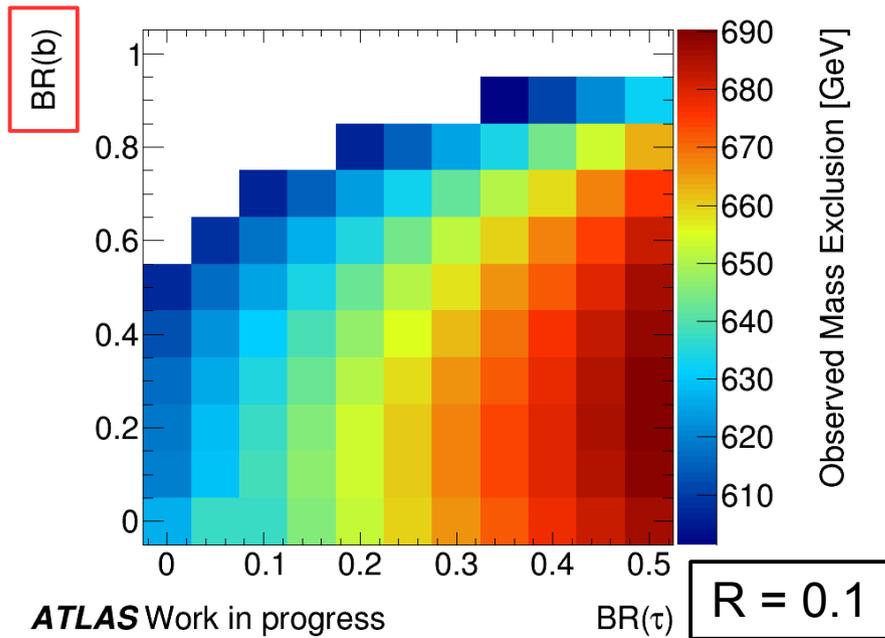
# Suche nach Endzuständen ohne Leptonen

- Endzustand: 0 Leptonen + 2-6 Jets +  $E_T^{\text{miss}}$
- 15 Signalregionen, nur zwei sind relevant für die Ausschlussgrenzen
- Ereignisse mit mindestens einem Elektron oder Myon werden verworfen
- Taus werden als Jets rekonstruiert
- $m_{\text{eff}} = E_T^{\text{miss}} + \sum^{\text{Jets}} p_T$ 
  - $m_{\text{eff}}(\text{inkl})$ :  
Summe über alle Jets mit  $p_T > 40 \text{ GeV}$
  - $m_{\text{eff}}(N_{\text{Jet}} = 6)$ :  
Summe über die 6 energiereichsten Jets

Requirement	Signal Regions	
$N_{\text{jet}} \geq$	6	
$E_T^{\text{miss}} [\text{GeV}] >$	160	
$p_T(\text{jet}_1) [\text{GeV}] >$	130	
$p_T(\text{jet}_2) [\text{GeV}] >$	60	
$p_T(\text{jet}_3) [\text{GeV}] >$	60	
$p_T(\text{jet}_4) [\text{GeV}] >$	60	
$p_T(\text{jet}_5) [\text{GeV}] >$	60	
$p_T(\text{jet}_6) [\text{GeV}] >$	60	
$\Delta\Phi(\text{jet}_{1,2,(3)}, E_T^{\text{miss}})_{\text{min}} >$	0.4	
$\Delta\Phi(\text{jet}_{i>3}, E_T^{\text{miss}})_{\text{min}} >$	0.2	
$E_T^{\text{miss}}/m_{\text{eff}}(N_{\text{jet}} = 6) >$	0.2	0.15
$m_{\text{eff}}(\text{incl}) [\text{GeV}] >$	900	1700

arXiv: 1308.1841

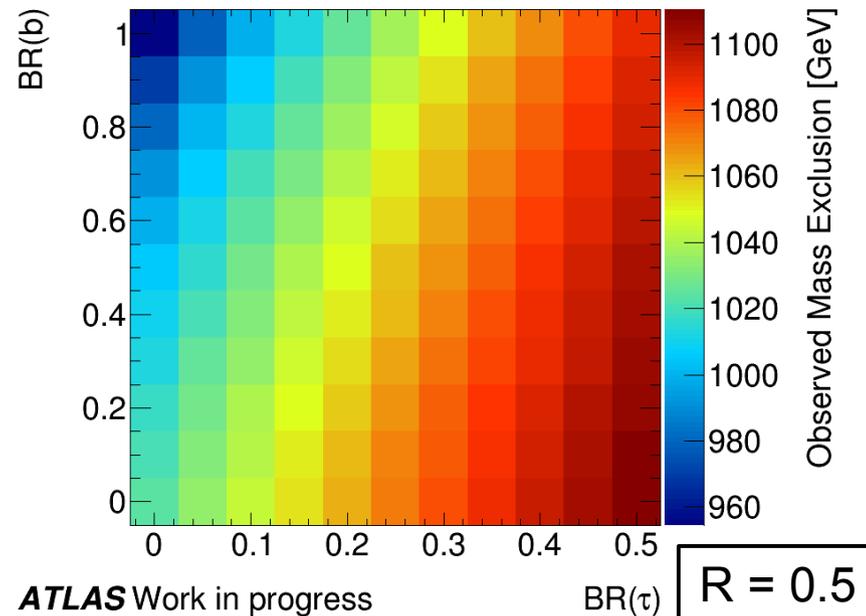
# Untergrenzen für die Gluinomasse: Modell 2



$$R = m_{\text{Neutralino}} / m_{\text{Gluino}}$$

Untergrenzen maximal:

- $BR(\tau) = 0.5$
- Masse des LSP maximal



# Zusammenfassung

- Suchen nach R-Paritätserhaltender Supersymmetrie können hohe Sensitivitäten für RPV Modelle besitzen
- Ausschlussgrenzen der Gluinomasse für zwei ATLAS-Analysen gezeigt
- Prompte semileptonische LSP Zerfälle zum ersten Mal bei ATLAS untersucht
- Drittes Modell mit Paarproduktion von Squarks und semileptonischen LSP Zerfällen wurde auch betrachtet
- Die gezeigten Ergebnisse werden im Rahmen einer CONF note veröffentlicht

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!