

# Optimierung des Myonnachweises für die Suche nach $pp \rightarrow H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4\ell$ mit dem ATLAS-Detektor

Maximilian Goblirsch-Kolb, betreut von Oliver Kortner, Sandra Kortner und Hubert Kroha

Max-Planck-Institut für Physik, München

28.03.2011

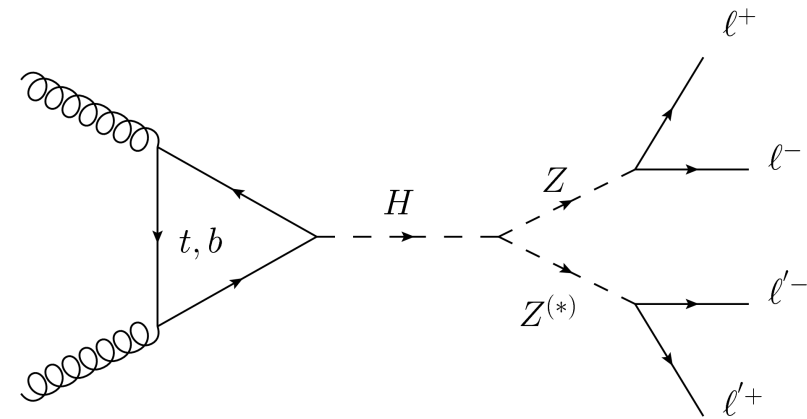


Max-Planck-Institut für Physik  
(Werner-Heisenberg-Institut)

# Nachweis des Zerfalls $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$

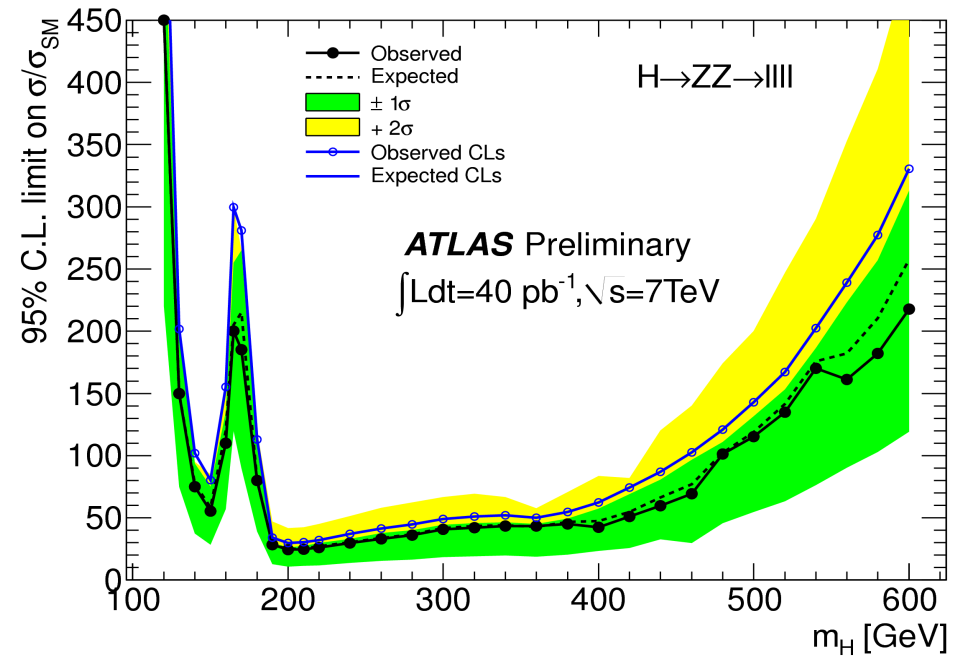


- **Signatur:** 4 isolierte Leptonen (in dieser Analyse:  $l, l' = e, \mu$ )
- **Betrachtete Endzustände**  $4\mu, 4e, 2e2\mu$
- **Relevant für**  $M_H = 130 \dots 500 \text{ GeV}/c^2$
- **Reduzible Untergründe:**  $bbZ, t\bar{t}, Z+\text{jets}$
- **Irreduzibler Untergrund:**  $ZZ$



## Ereignisselektion

- **mindestens 4 Leptonen**
  - $p_T > 7/15 \text{ GeV}/c$  für  $\mu/e$
  - min. 2 mit  $p_T > 20 \text{ GeV}/c$
- **Isolierung** der Leptonen
- **Dilepton-Massenschnitte**
- **Impaktparameter** ( $d_0$ )
- **Suchmassenfenster**



# Myonnachweis



- Selektion erfordert **simultanen Nachweis von 4 Leptonen**

→ Bedeutende Rolle der Myonnachweiseffizienz

- **Standardrekonstruktion:** Kombination der Spurmessungen im Innendetektor und Myonspektrometer

- Innendetektor: Deckt Pseudorapiditäten ( $\eta$ ) bis zu  $|\eta| = 2.5$  ab

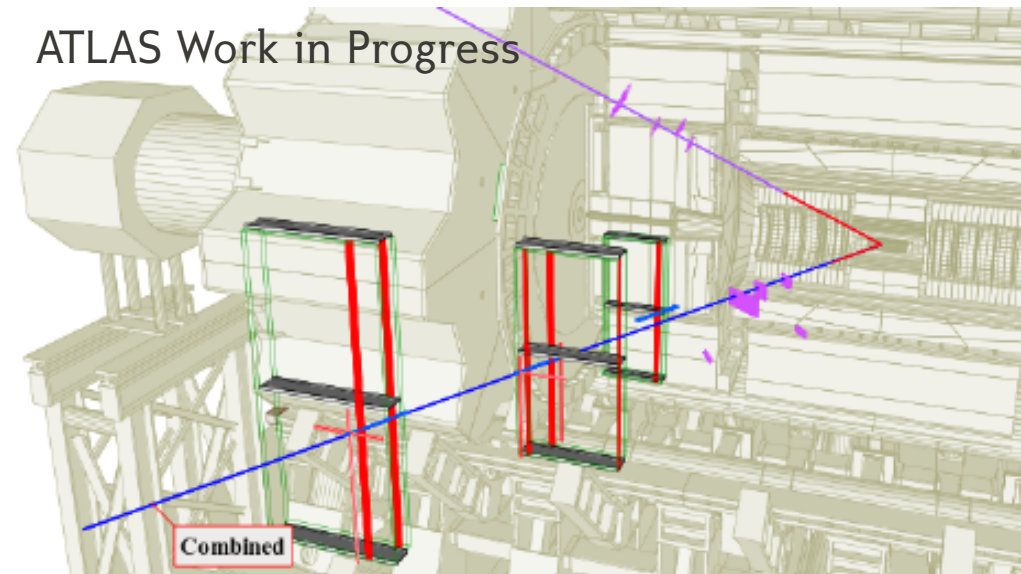
- Myonspektrometer erfasst  $|\eta| < 2.7$

- nicht abgedeckte Regionen nahe der Transversalebene ( $|\eta| < 0.1$ )

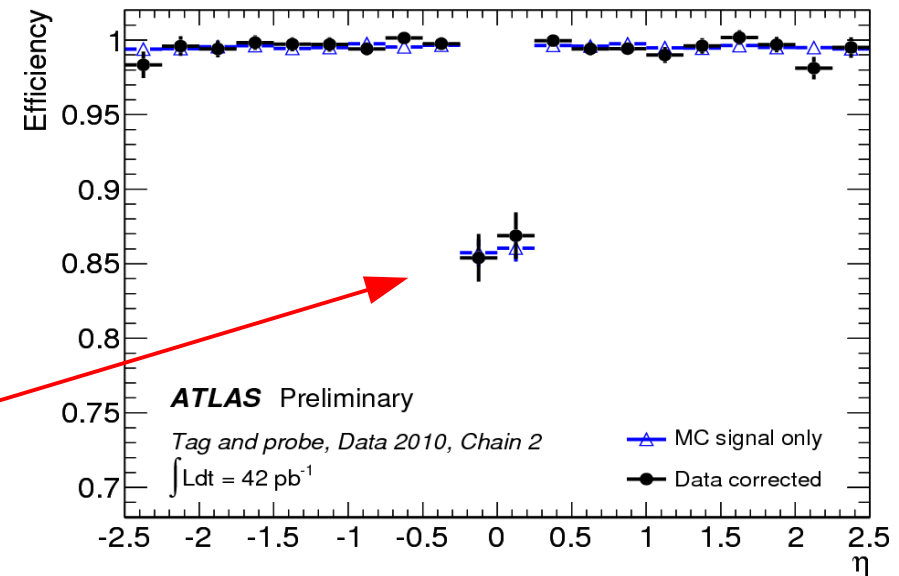
## Akzeptanzl cher der bisherigen Analyse

- Der Winkelbereich  $2.5 < |\eta| < 2.7$  wird nicht verwendet, obwohl er vom Myonspektrometer erfassbar ist
- In der **Transversalebene** ist die Effizienz aufgrund fehlender MS-Abdeckung eingeschr nkt

ATLAS Work in Progress

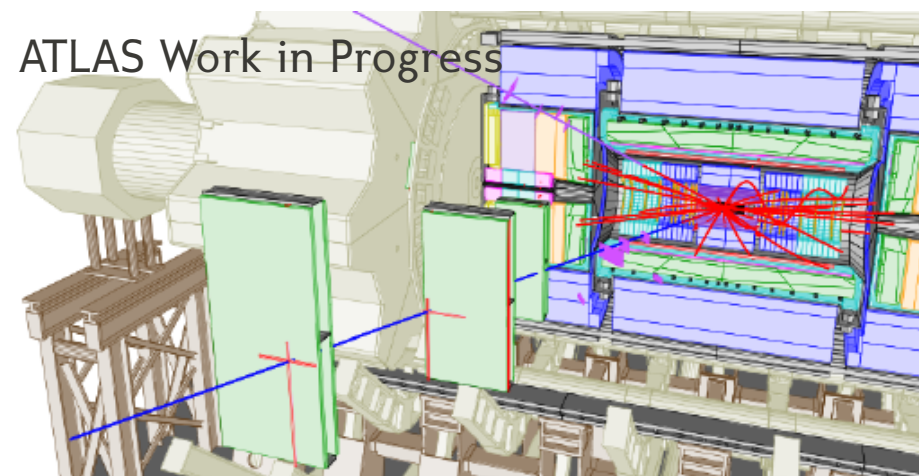


*Eve Le M n deu, for the ATLAS Collaboration*



## Kalorimetermyonen

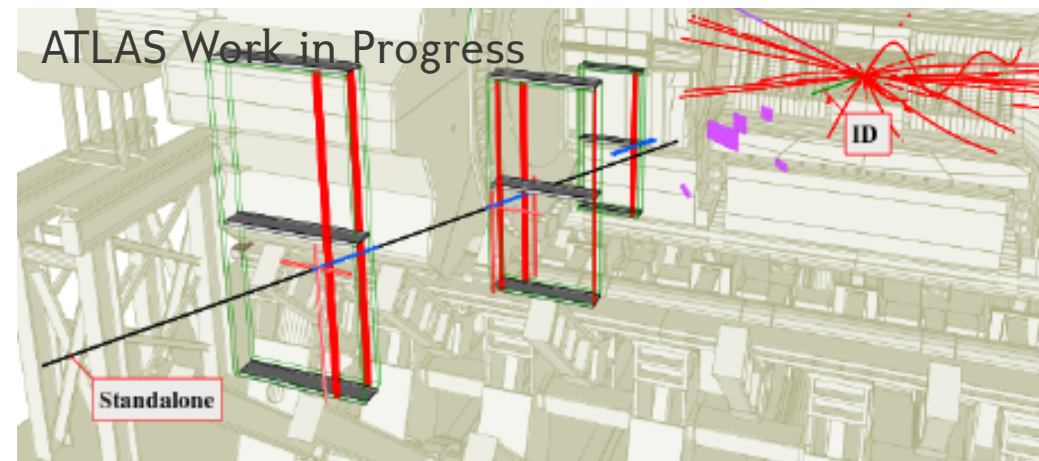
- Rekonstruiere Myon aus Spur im **inneren Detektor** und Energieverlustsignatur im **Kalorimeter**
- Mögliche Verwendung: Abdeckung des Akzeptanzlochs bei  $|\eta| < 0.1$



Eve Le Méneüeu, for the ATLAS Collaboration

## Spektrometermyonen

- Rekonstruiere Myon allein im **Myonspektrometer**
- Mögliche Verwendung: Einbeziehung der Region  $2.5 < |\eta| < 2.7$  in die Analyse
- Keine Abdeckung durch inneren Detektor: unpräzise Spurinformaton



Eve Le Méneüeu, for the ATLAS Collaboration

## Typischer Untergrund bei diesen Verfahren:

sekundäre Myonen aus  $\pi/K$ -Zerfällen

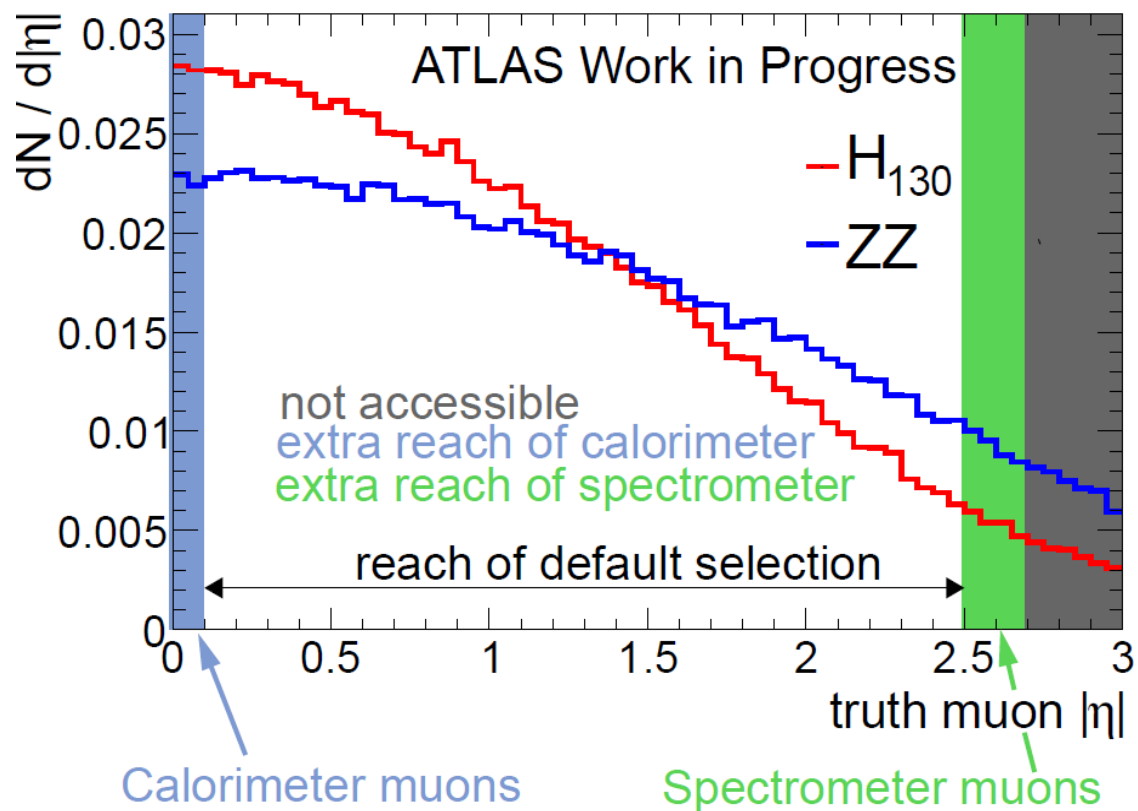
- stark unterdrückbar durch Isolierungsschnitte  
speziell bei  $H \rightarrow 4l$  daher beherrschbar

## Vorüberlegung:

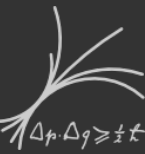
**Pseudorapiditätsverteilung** für Monte-Carlo-Datensätze (130 GeV  $H \rightarrow 4l$  als Signal, ZZ als irreduzibler Hintergrund) auf Wahrheitsebene.

Wie wahrscheinlich ist es, ein Myon in den durch die Standardanalyse nicht völlig abgedeckten Bereichen vorzufinden?

- **Zentralbereich:** signaldominiert
  - Ansatz: **Kalorimetermyonen**
  - Erwarte mehr relativen Signalgewinn als Untergrundzunahme
- **Vorwärtsbereich:** untergrunddominiert
  - Ansatz: **Spektrometermyonen**
  - Erwarte mehr relative Untergrundzunahme als Signalgewinn

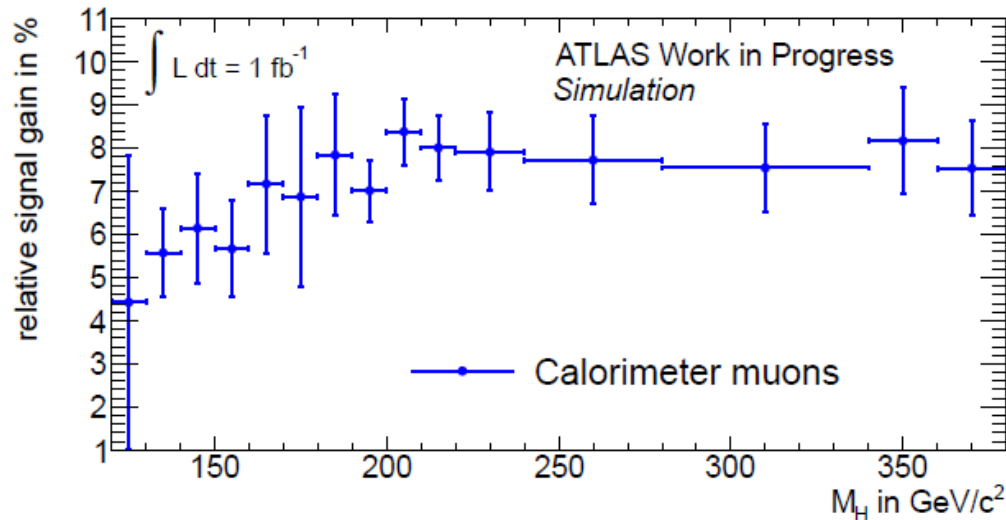


# Test der Auswirkung auf $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$

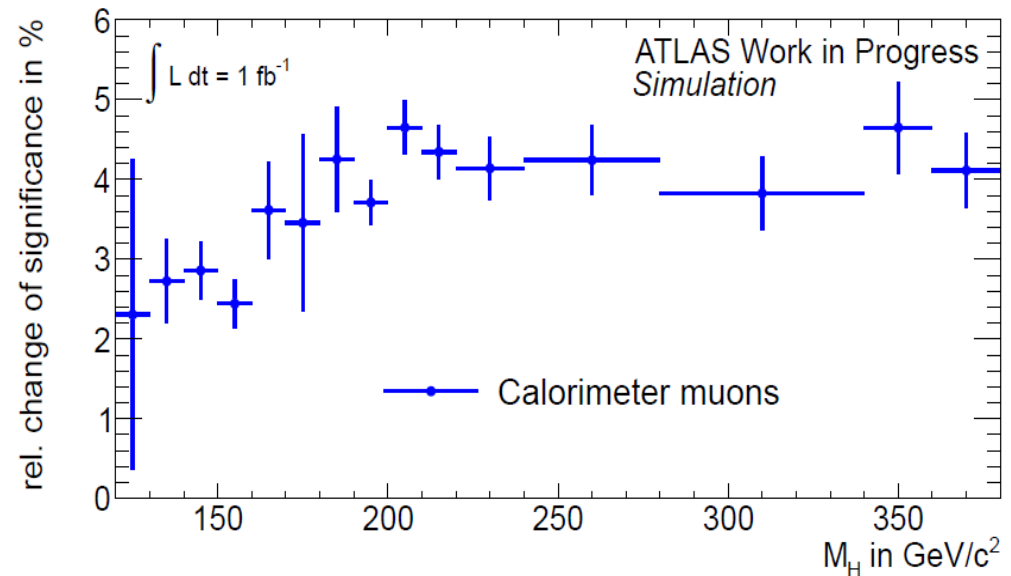
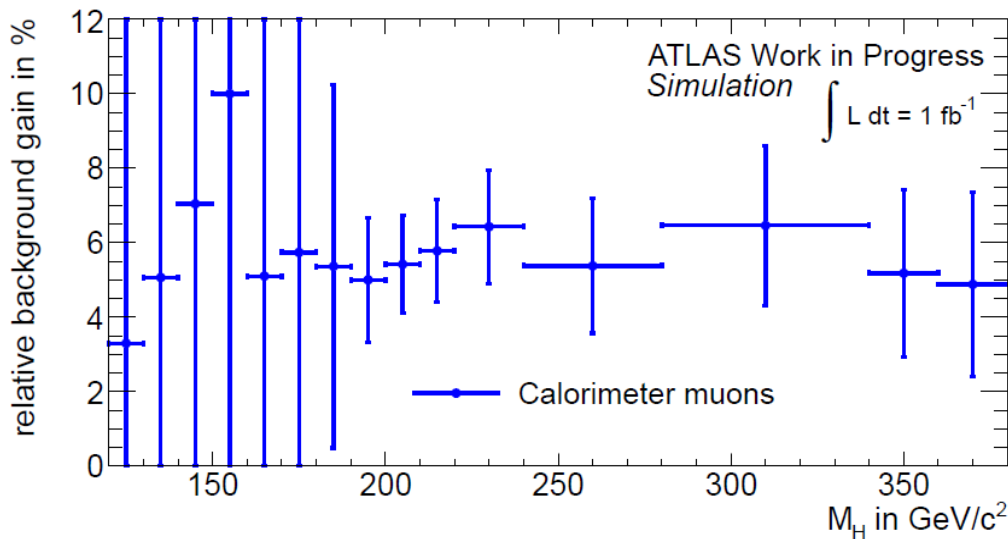


- **Erweitere die Standardanalyse um zusätzliche Myonen**
  - Spektrometermyonen mit  $2.5 < |\eta| < 2.7$
  - Kalorimetermyonen
- **Optional: Z-Massenschnitt für Leptonpaare mit Kalorimetermyonen**
  - Ersatz nicht anwendbarer Qualitätsschnitte (kein Innendetektor)
  - $2e2\mu$ -Kanal: mögliche Akzeptanz von  $bbZ$ -Ereignissen
- **Kalorimetermyonen : verlange  $p_T > 20 \text{ GeV}/c$** 
  - Erinnerung: Standardmyonen  $7 \text{ GeV}/c$
  - Vermeidung von Fehlidentifikationen
- **Vergleiche auf Monte-Carlo-Basis Ergebnisse bei verschiedener Myonauswahl**
  - Nur Kalorimetermyonen / nur Spektrometermyonen / beide
  - Betrachte  $4\mu$ -Kanal um den maximal möglichen Effekt zu sehen

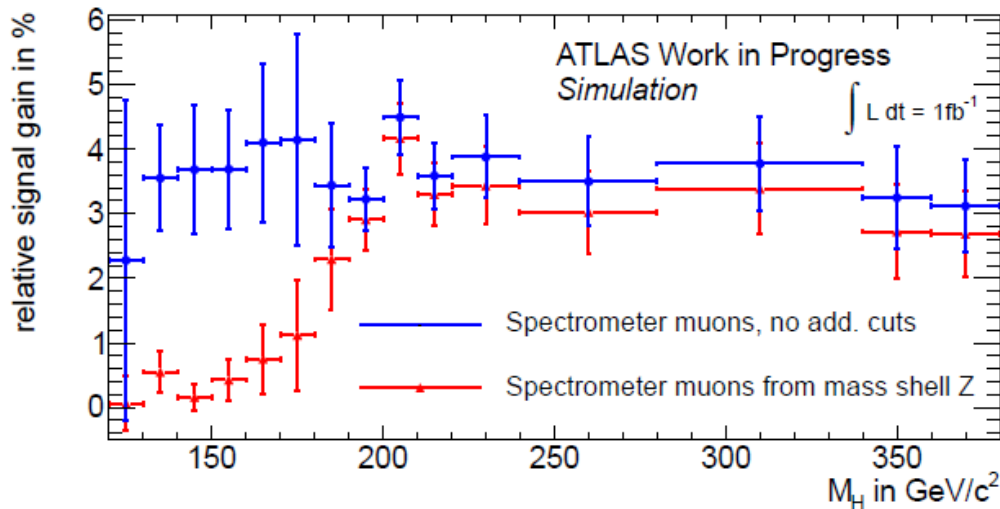
# Signal und Untergrund mit Kalorimetermyonen



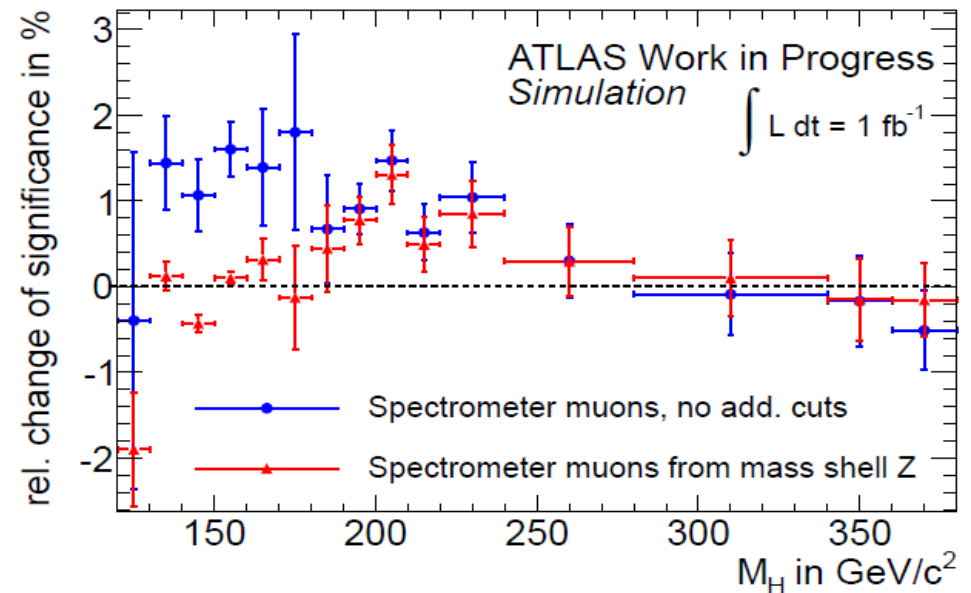
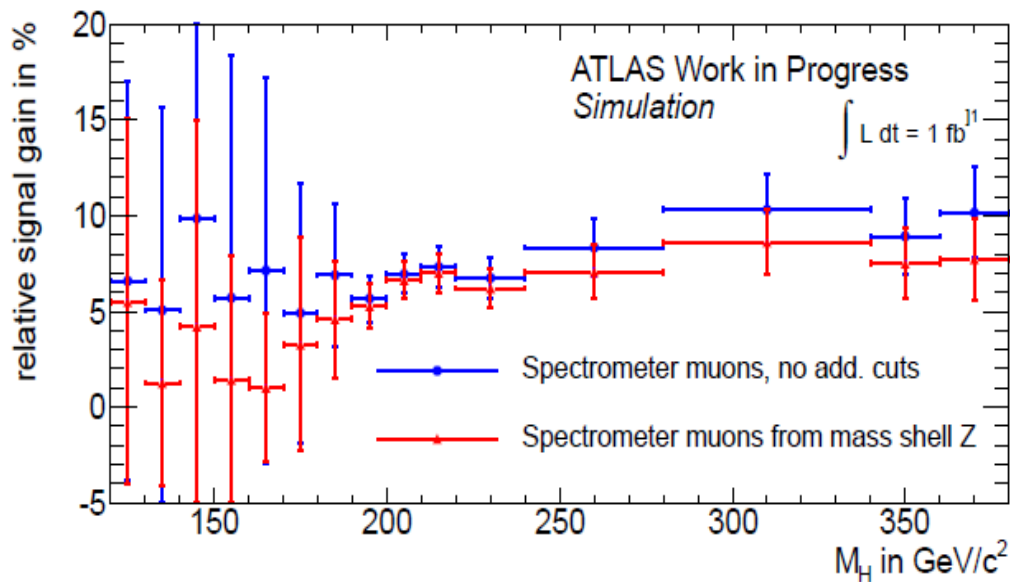
- relativer Signalgewinn überwiegt Untergrundzuwachs
  - Entspricht Erwartung aus Vorbetrachtung
- Unsicherheit: Untergrundstatistik bei niedrigen Suchmassen
  - kleine Ereigniszahlen von ZZ
- sichtbare Erhöhung der Signalsignifikanz ( $\sim 4\%$ )



# Signal und Untergrund mit Spektrometermyonen

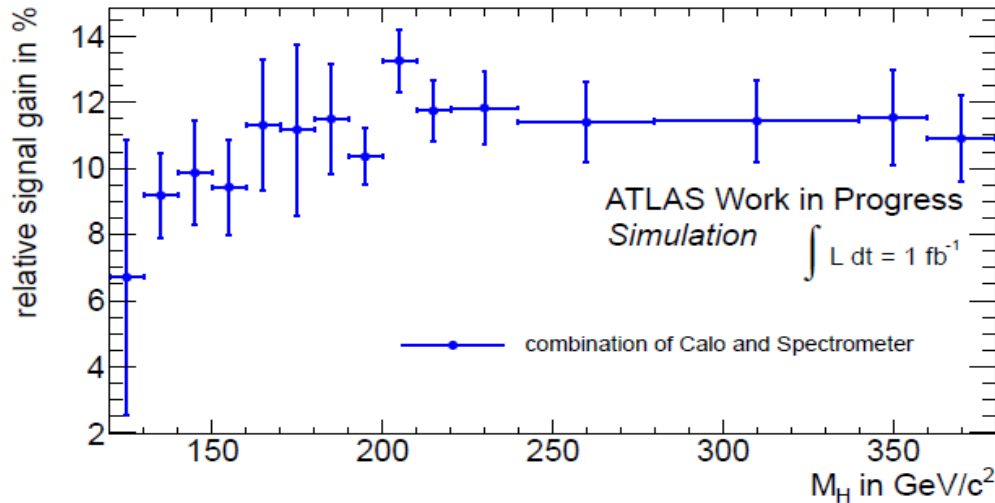


- Relativer Untergrundzuwachs überwiegt relativen Signalgewinn
  - Deckt sich mit Erwartung aus der Vorüberlegung
- Massenschalen-Z-Schnitt vor allem bei niedrigen Massen bemerkbar
- nur minimale Signifikanzänderung

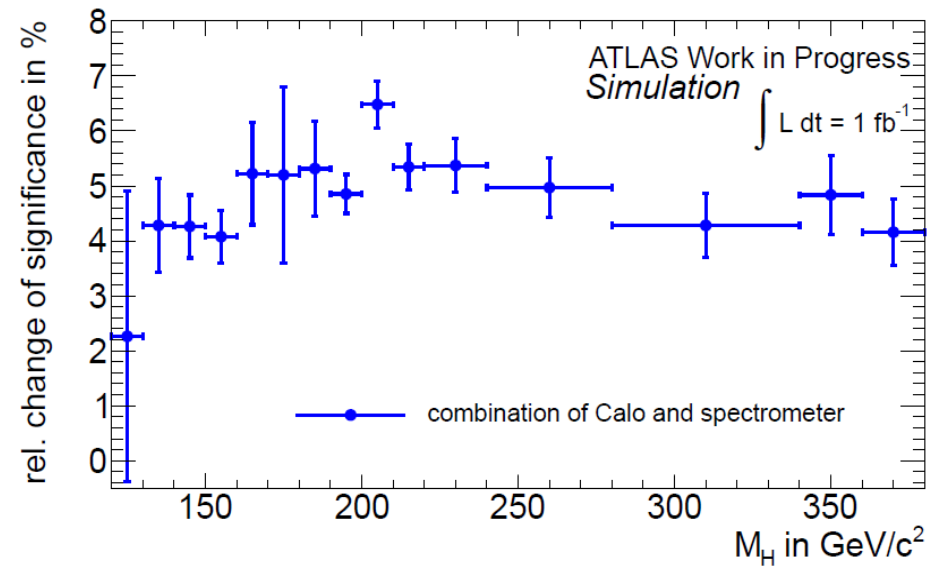
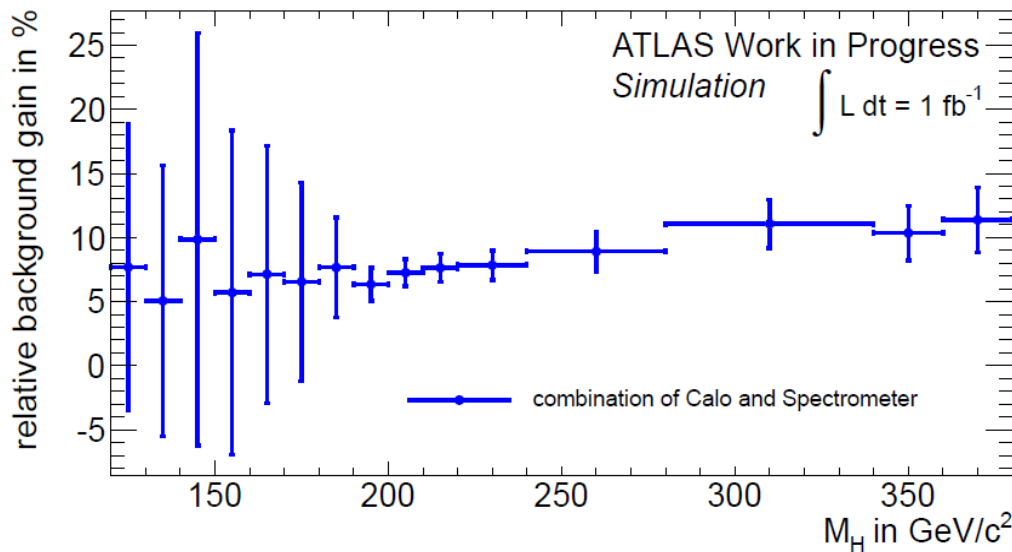




# Kombination der Verfahren



- Signalgewinn über 10%
  - Hauptbeitrag: Zentralregion
- ausgeprägte Untergrundzunahme
- Hohe Suchmassen: Keine Signifikanzverbesserung durch Vorwärtsregion



- **Standardanalyse** zum Higgszerfall im  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$  Kanal: **Akzeptanzlücken** im Vorwärtsbereich und der Zentralregion
- Lücken durch erweiterte Myonrekonstruktionsalgorithmen behebbar
  - **Kalorimetermyonen** - Zentralregion
  - **Spektrometermyonen** - Vorwärtsbereich
- **Winkelverteilungen** bei Higgs und ZZ-Untergrund: **Zentralregion attraktiver für die Higgsanalyse**
  - Vorwärtsbereich: Untergrundgewinn dominiert
  - Zentralbereich: Signalgewinn dominiert
- **Erwartete Verbesserung:** über 10% Signalgewinn, über 4% Signifikanzgewinn
  - hohe Suchmassen: Einbeziehen der Vorwärtsregion bewirkt keine Signifikanzverbesserung
- **nächste Schritte:**
  - Anwendung der erweiterten Analyse auf 2011-Daten
  - datenbasierte Qualitätsstudien für die erweiterten Myontypen