

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

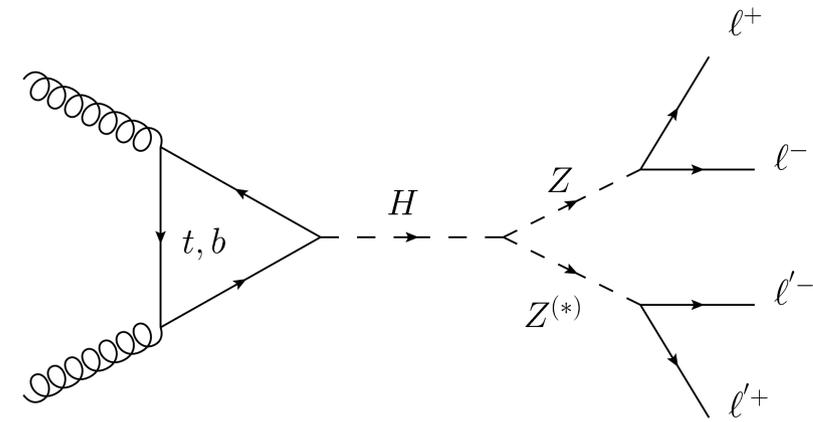
28.03.2011



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

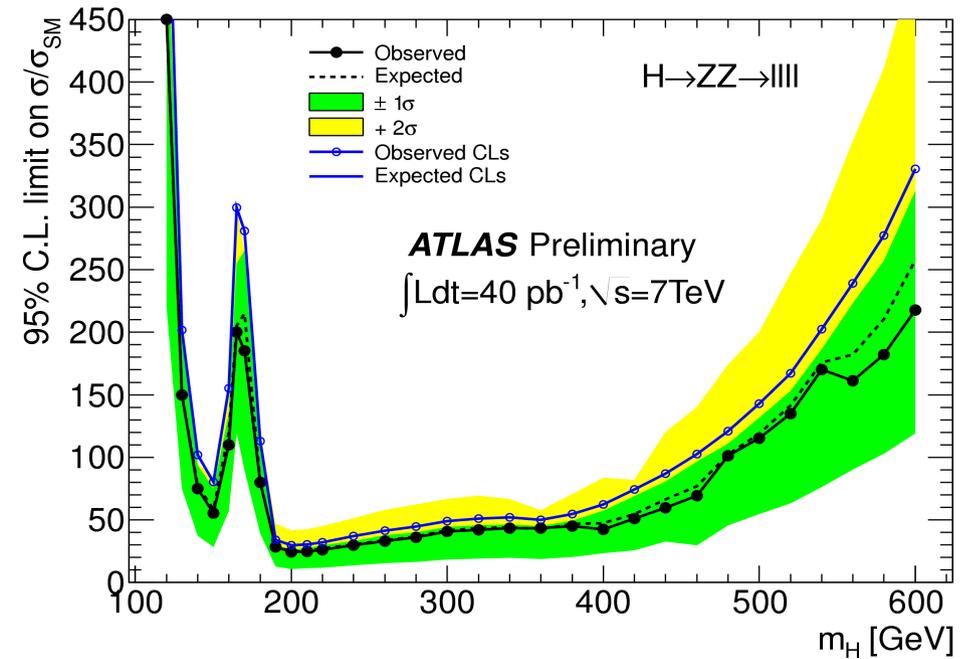


- **Signatur:** 4 isolierte Leptonen (in dieser Analyse: $l, l' = e, \mu$)
- **Betrachtete Endzustände** $4\mu, 4e, 2e2\mu$
- **Relevant für** $M_H = 130 \dots 500 \text{ GeV}/c^2$
- **Reduzible Untergründe:** $bbZ, t\bar{t}, Z+\text{jets}$
- **Irreduzibler Untergrund:** ZZ



Ereignisselektion

- **mindestens 4 Leptonen**
 - $p_T > 7/15 \text{ GeV}/c$ für μ/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 (η) bis zu $|\eta| = 2.5$ ab

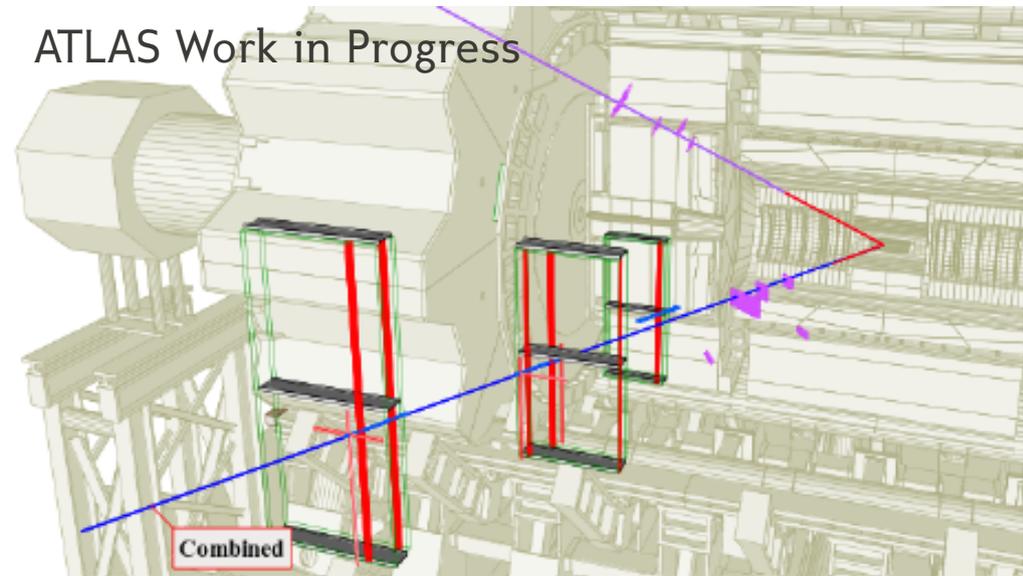
- Myonspektrometer erfasst $|\eta| < 2.7$

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

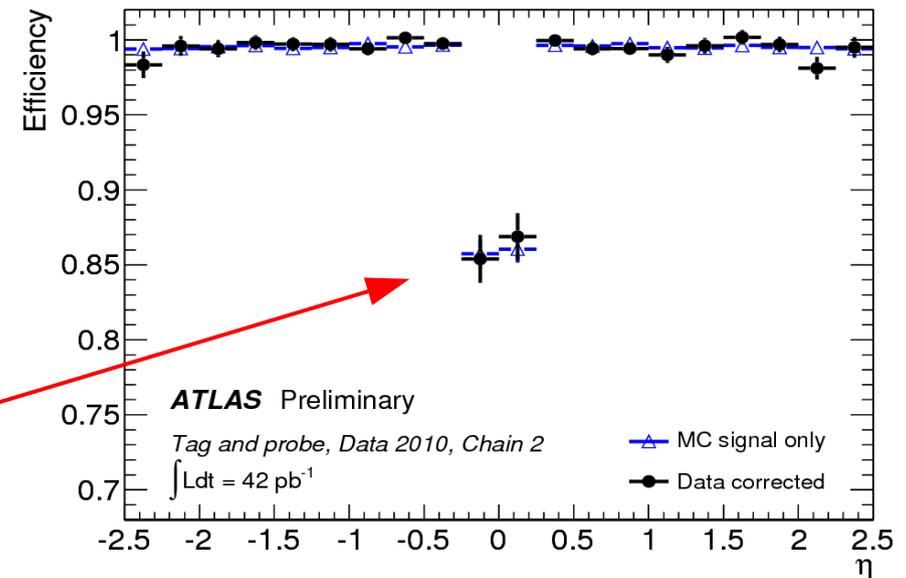
Akzeptanzl cher der bisherigen Analyse

- 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

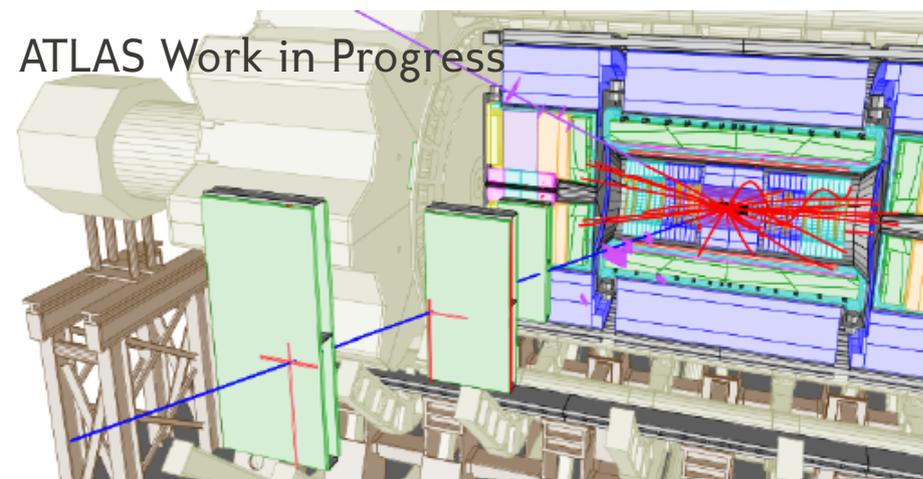


Eve Le M n deu, for the ATLAS Collaboration



Kalorimetermyonen

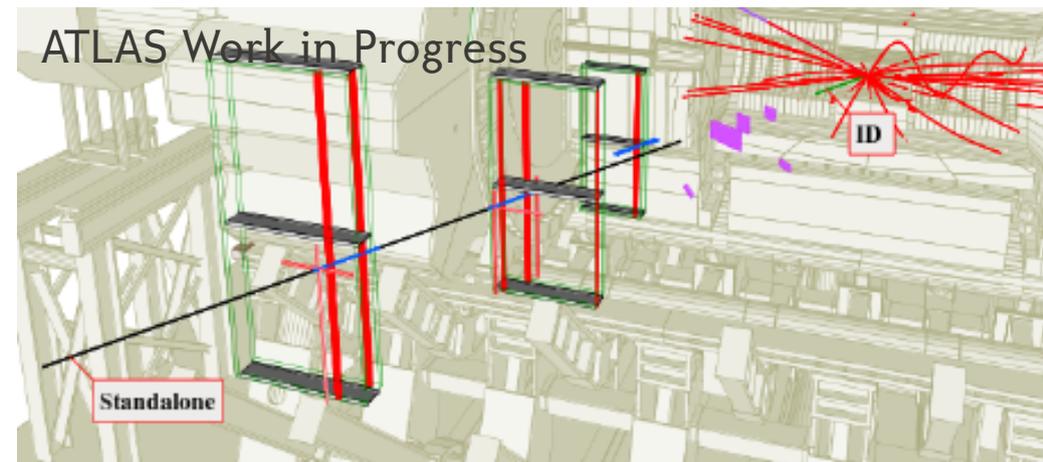
- Rekonstruiere Myon aus Spur im **inneren Detektor** und Energieverlustsignatur im **Kalorimeter**
- Mögliche Verwendung: Abdeckung des Akzeptanzlochs bei $|\eta| < 0.1$



Eve Le Méneúeu, 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 Méneúeu, for the ATLAS Collaboration

Typischer Untergrund bei diesen Verfahren:

sekundäre Myonen aus π/K -Zerfällen

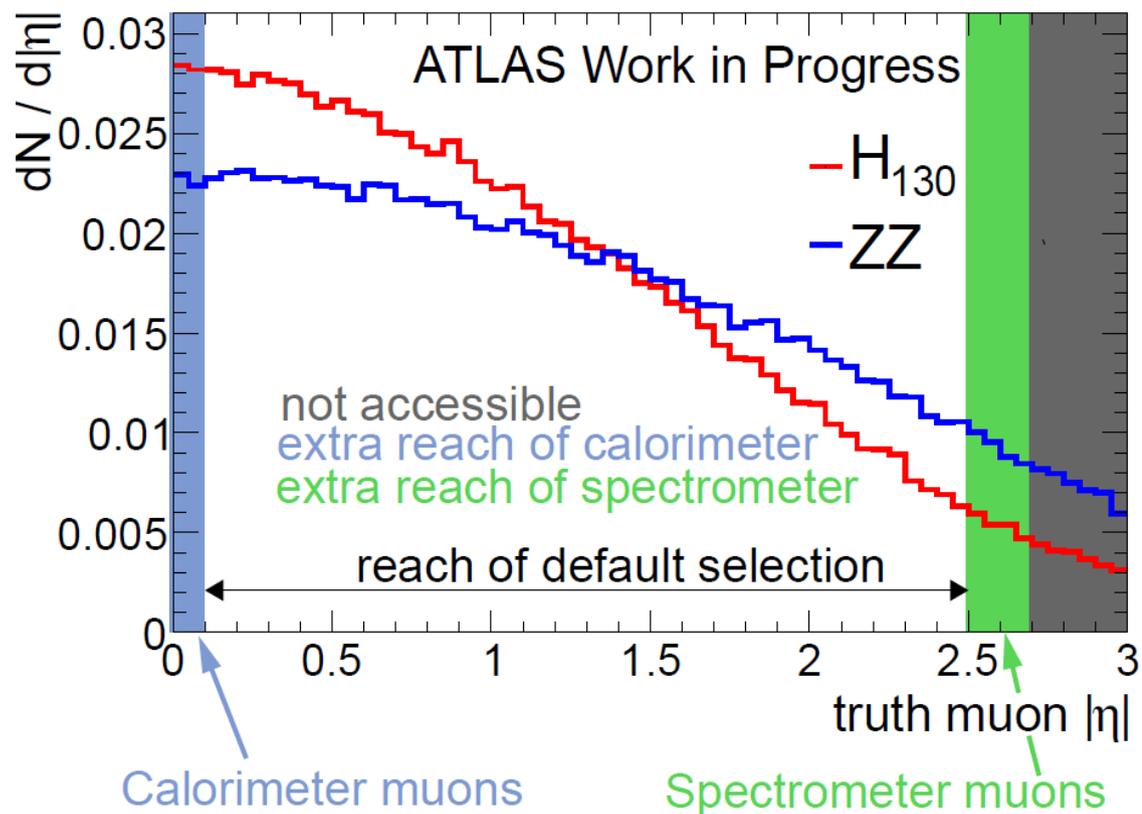
- stark unterdrückbar durch Isolierungsschnitte
speziell bei $H \rightarrow 4l$ daher beherrschbar

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

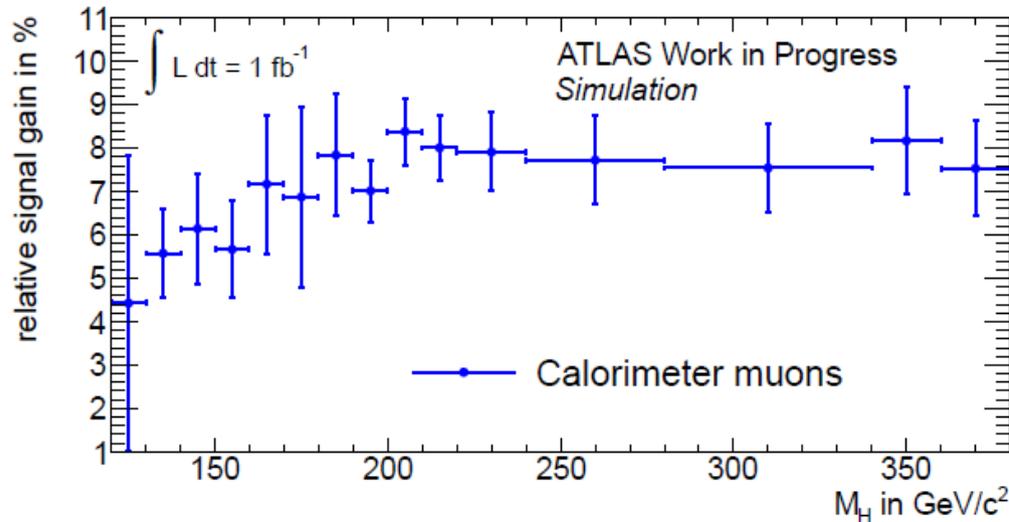


Test der Auswirkung auf $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$

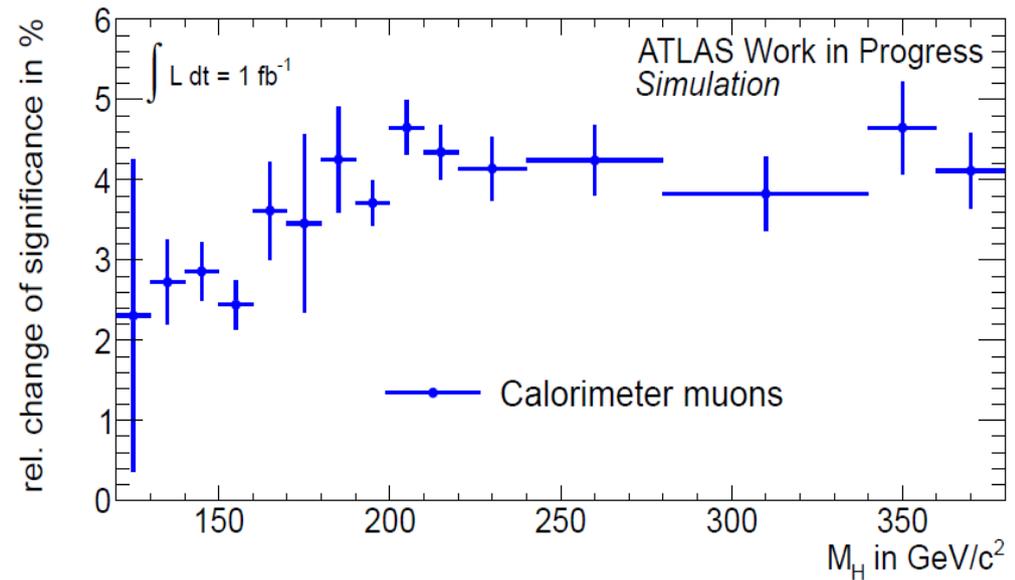
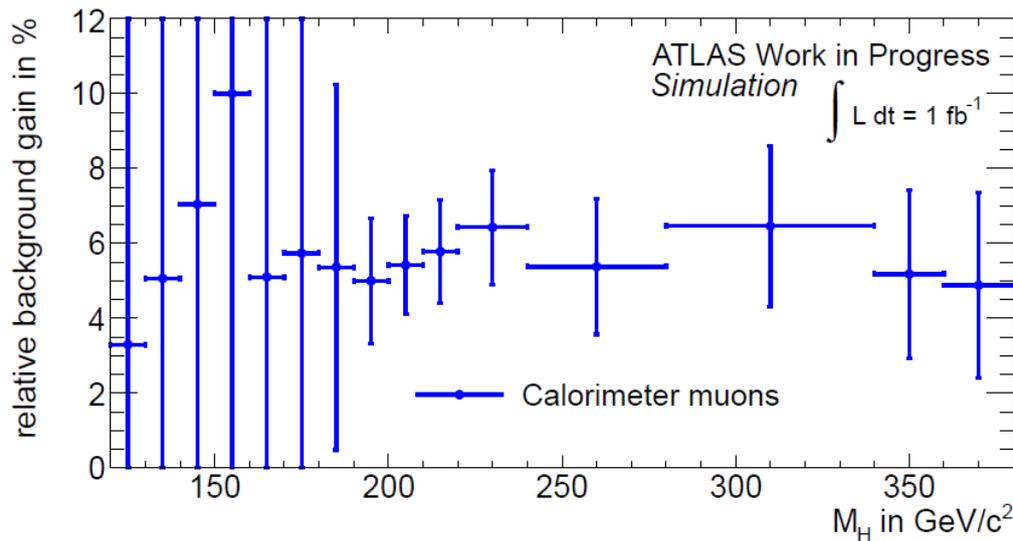


- **Erweitere die Standardanalyse um zusätzliche Myonen**
 - Spektrometermyonen mit $2.5 < |\eta| < 2.7$
 - Kalorimetermyonen
- **Optional: Z-Massenschnitt für Leptonpaare mit Kalorimetermyonen**
 - Ersatz nicht anwendbarer Qualitätsschnitte (kein Innendetektor)
 - $2e2\mu$ -Kanal: mögliche Akzeptanz 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 4μ -Kanal um den maximal möglichen Effekt zu sehen

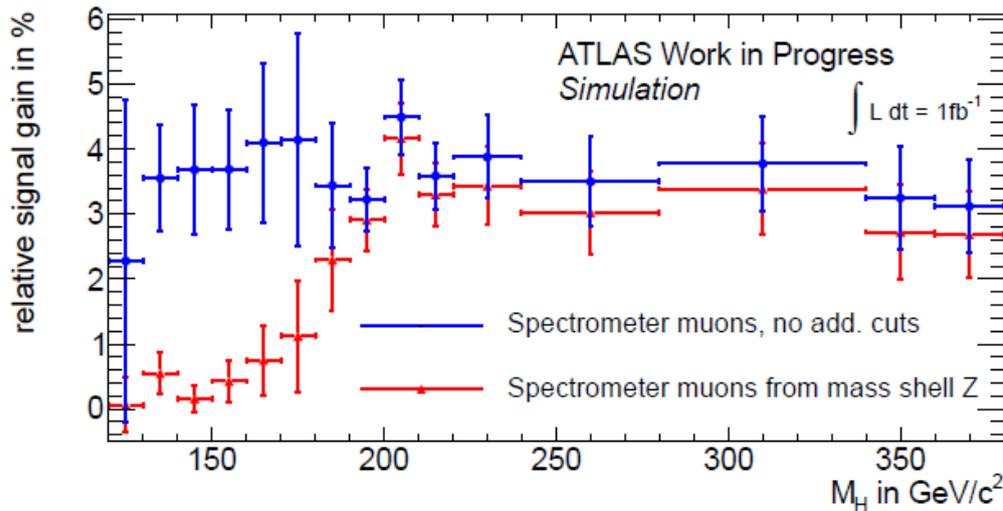
Signal und Untergrund mit Kalorimetermyonen



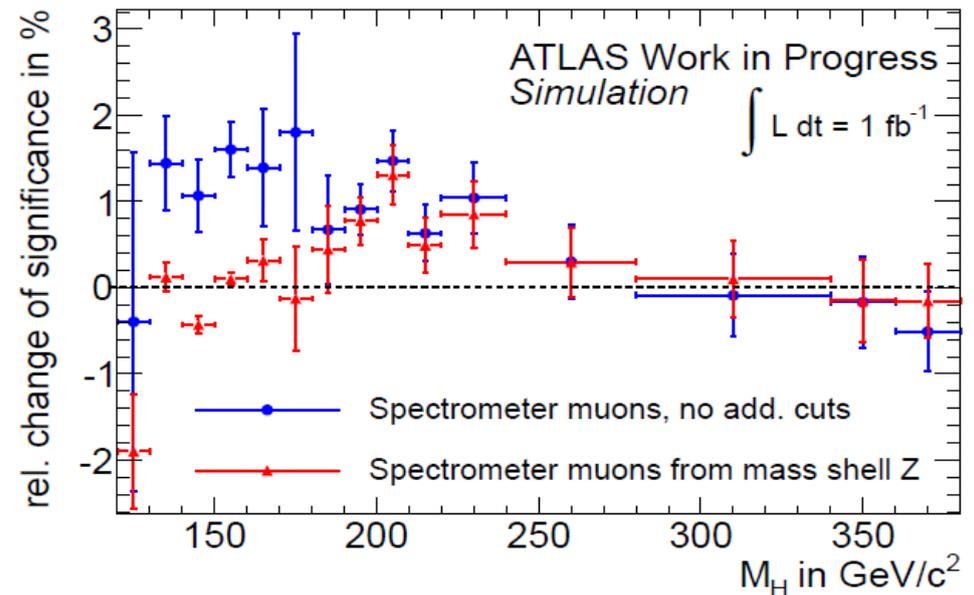
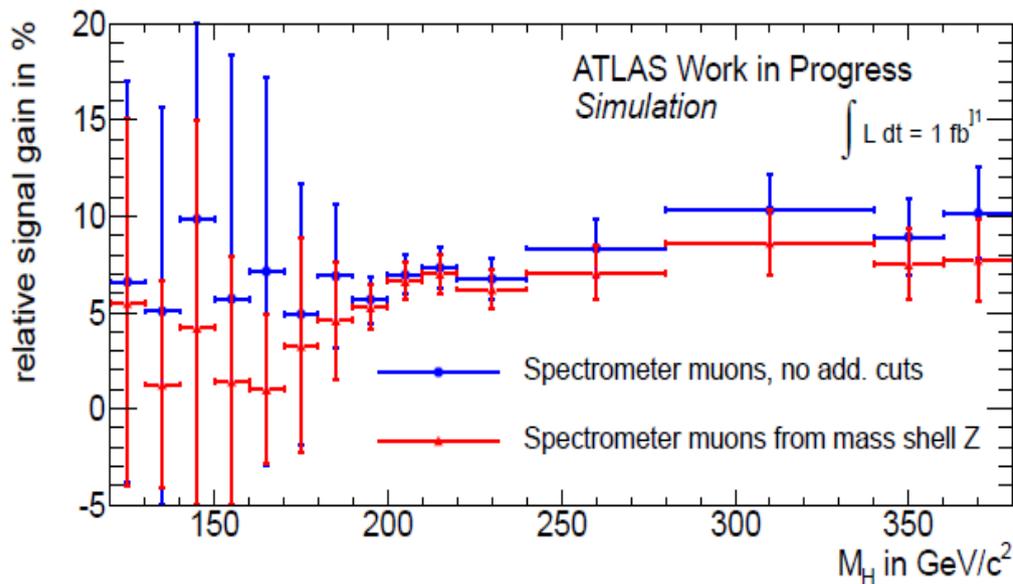
- relativer Signalgewinn überwiegt Untergrundzuwachs
 - Entspricht Erwartung aus Vorbetrachtung
- Unsicherheit: Untergrundstatistik bei niedrigen Suchmassen
 - kleine Ereigniszahlen von ZZ
- sichtbare Erhöhung der Signalsignifikanz ($\sim 4\%$)



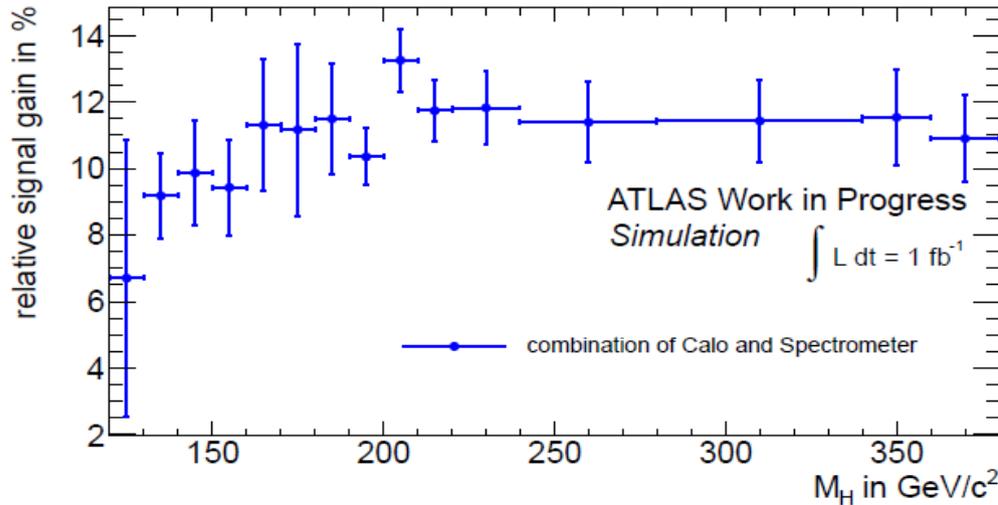
Signal und Untergrund mit Spektrometermyonen



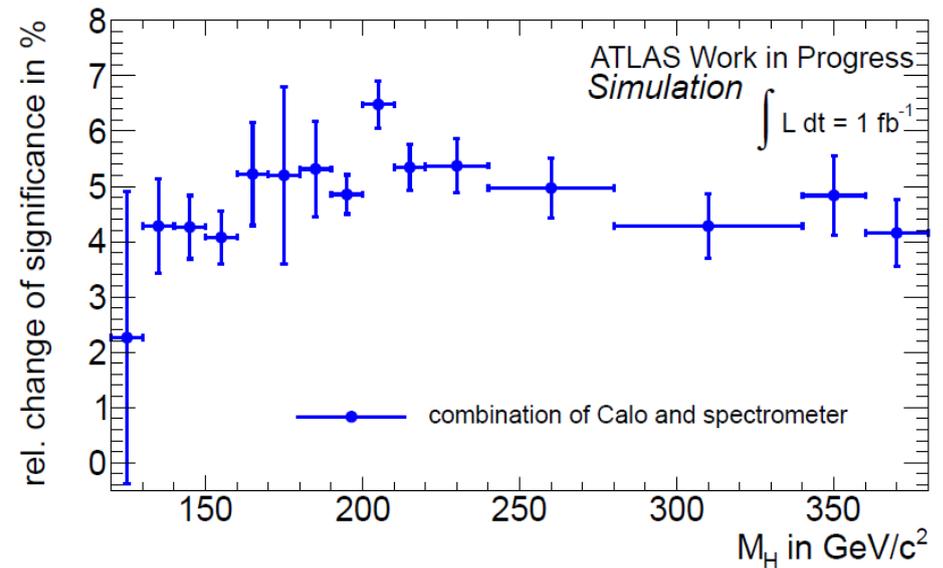
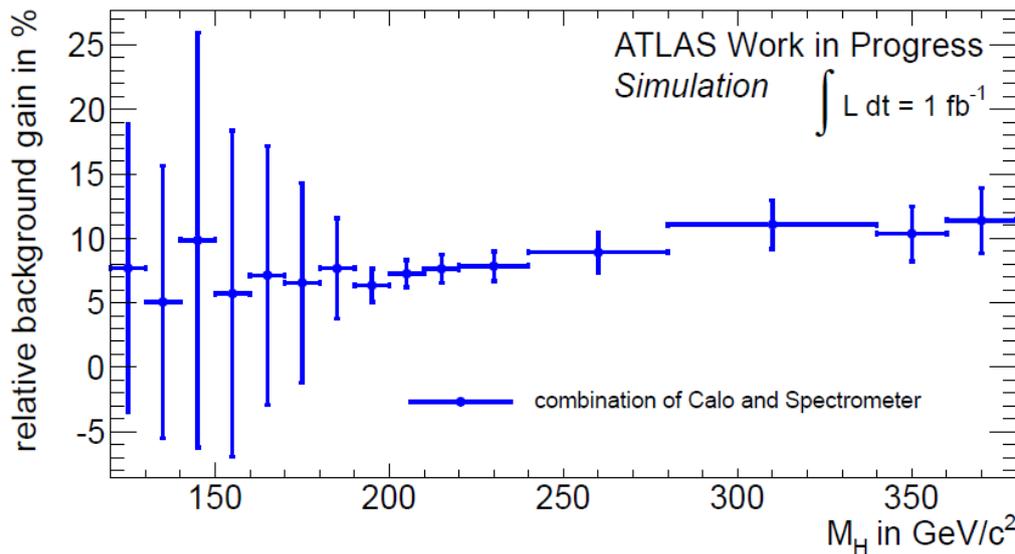
- Relativer Untergrundzuwachs überwiegt relativen Signalgewinn
 - Deckt sich mit Erwartung aus der Vorüberlegung
- Massenschalen-Z-Schnitt vor allem bei niedrigen Massen bemerkbar
- nur minimale Signifikanzänderung



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