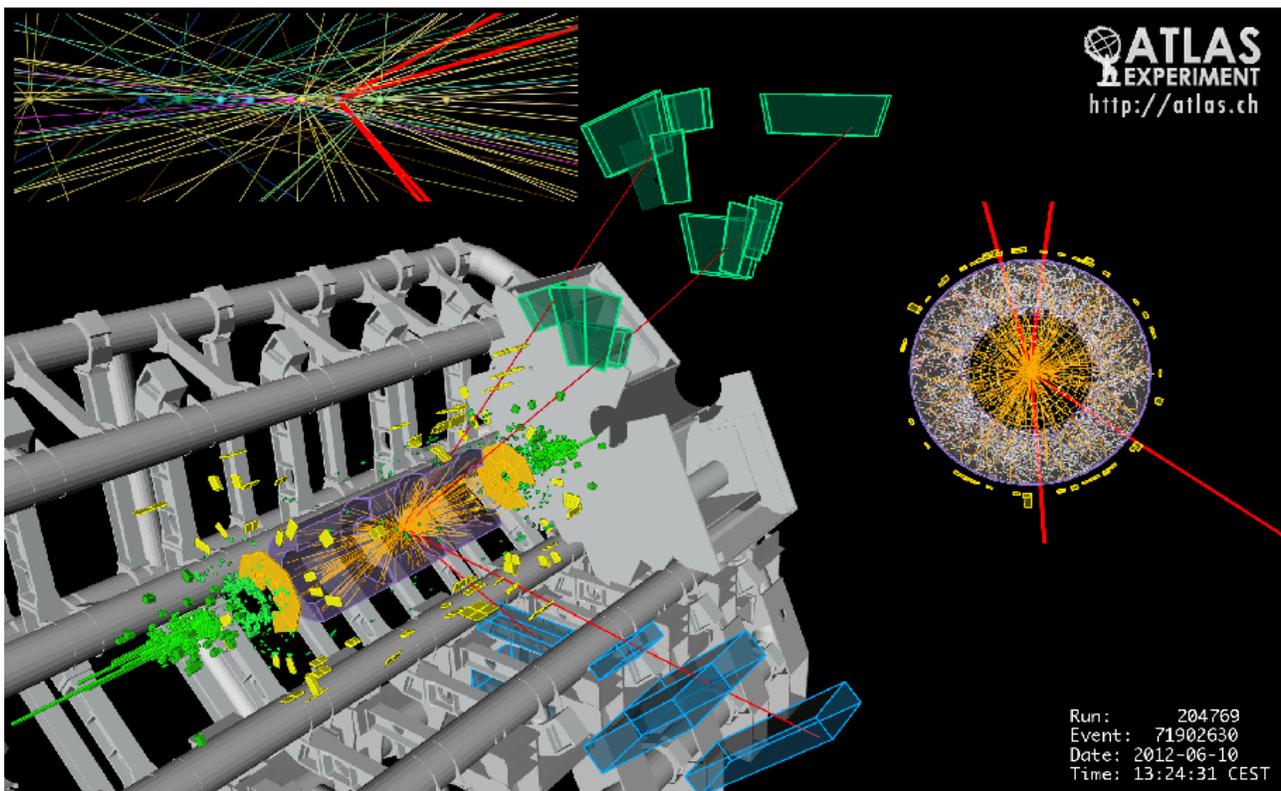


# Bachelor-Arbeiten 2015 in experimenteller Elementarteilchenphysik

am Lehrstuhl Schaile



# A Ausbildungsprogramm

Wir bieten im Sommersemester 2015 am Lehrstuhl Schaile ein integriertes Programm, das Ihnen einen vielseitigen Einblick in die Arbeiten der experimentellen Elementarteilchenphysik gibt. Im Zentrum des Programms stehen Arbeiten mit engem Bezug zu Forschungsthemen des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider des internationalen Forschungszentrums CERN in Genf. Wir möchten Ihnen hierbei Einblicke vermitteln in die physikalischen Ziele des LHC und Analysemethoden für hochenergetische Teilchenkollisionen, in Detektorkonzepte und Entwicklung neuer Detektorkomponenten und in Grid-Computing als innovative Technologie der LHC Datenverarbeitung. Elemente unseres Programms sind

- Wahlpflichtlehrveranstaltung des Moduls V für Bachelor-Studenten (3+1 SWS, 6 ECTS Punkte): ‘Advanced Course in Particle Physics for Bachelor Students’

## **Teil I:** Datenanalyse in der Teilchenphysik

Dieser Kurs ist eine grundlegende Einführung zur Darstellung und statistischen Auswertung experimenteller Daten, zur Modellierung elementarer Teilchenreaktionen, zur Simulation von Detektoren und des Teilchennachweises und zur Rekonstruktion der Primärreaktion aus einem komplexen Ereignismuster.

Die Teilnahme am Teil I dieses Kurses (13.4.-17.4.2015 ganztägig) ist **verpflichtend** für alle Bachelor-Studenten in der Experimentellen Elementarteilchenphysik

## **Teil II:** Vertiefungsvorlesung Teilchenphysik

Teil II vertieft die Konzepte der Elementarteilchenphysik und des experimentellen Nachweises spezieller Ereignistopologien. Vorlesung und Übungen finden begleitend zur 10-wöchigen Bachelor-Arbeit statt. Die Teilnahme am Teil II dieses Kurses wird allen Bachelor-Studenten in der Experimentellen Elementarteilchenphysik **empfohlen**.

Die Teilnahme an einer Klausur zu Teil I und Teil II des Kurses ist Voraussetzung für den Erwerb von 6 ECTS Punkten im Bereich der Wahlpflichtveranstaltungen des Moduls V.

- Physikalisches Seminar: Moderne Aspekte der Teilchenphysik  
Dieses Seminar findet wöchentlich begleitend zur Bachelor-Arbeit statt. Die Teilnahme am Seminar wird allen Bachelor-Studenten in der Experimentellen Elementarteilchenphysik **empfohlen**, Voraussetzung für den Erwerb von 3 ECTS Punkten ist die aktive Teilnahme und ein Referat.
- Eine betreute Bachelor-Arbeit (12 ECTS Punkte, **20.4.-3.7.2015**, die Zeitspanne entspricht einer Bearbeitungszeit von 10 Wochen unter Berücksichtigung von Feiertagen und vorlesungsfreien Tagen) mit aktuellem Bezug zu unseren Forschungsarbeiten zu einem der nachfolgend aufgeführten Themen.

Weiterhin haben Sie bei uns in Garching die Möglichkeit an einem breiten Spektrum wissenschaftlicher Veranstaltungen in unserem Forschungsumfeld im Rahmen des ‘BMBF Forschungsschwerpunkts FSP-101 ATLAS’, des Exzellenzclusters ‘Origin and Structure of the Universe’, der HGF-Allianz ‘Physics at the Terascale’, des Maier-Leibnitz-Laboratoriums und der ‘Munich Particle Physics School’ teilzunehmen.

Ansprechpersonen: Wenn Sie Fragen zum Programm haben, oder wenn Sie sich bei der Auswahl der angebotenen Themenbereiche beraten lassen wollen, wenden Sie sich bitte an

**Prof. Dr. Otmar Biebel** ([Otmar.Biebel@physik.uni-muenchen.de](mailto:Otmar.Biebel@physik.uni-muenchen.de))

**Prof. Dr. Dorothee Schaile** ([Dorothee.Schaile@physik.uni-muenchen.de](mailto:Dorothee.Schaile@physik.uni-muenchen.de))

Wenn Sie Interesse an oder Fragen zu einem spezifischen Thema haben, können Sie sich auch direkt an die angegebenen **Kontaktpersonen** wenden.

# B Themenkatalog für Bachelor-Arbeiten am LS Schaile

## 1 Higgs-Bosonen

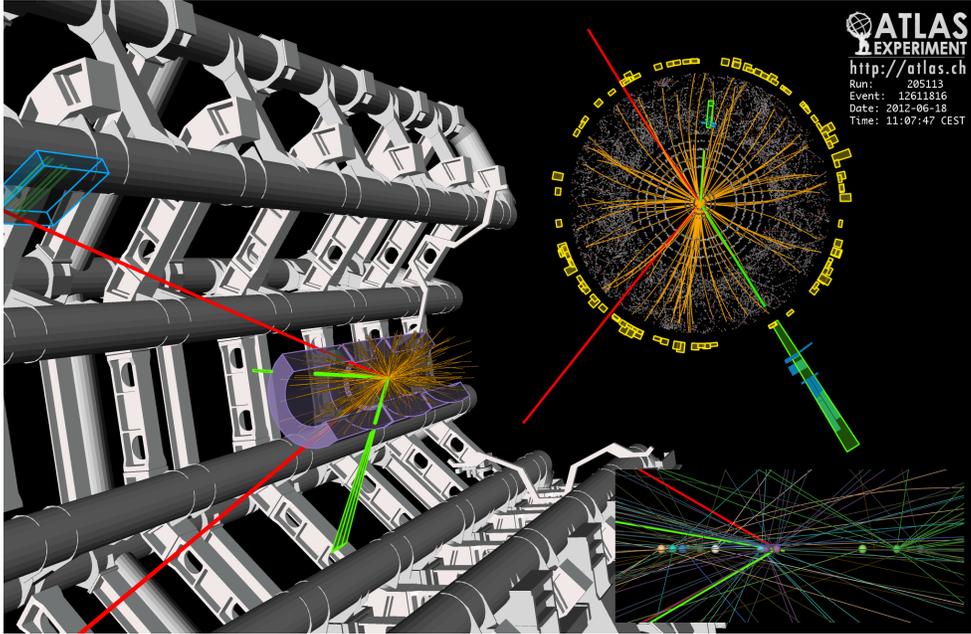


Abbildung 1: Ereignisdarstellung eines Higgs-Kandidaten in ATLAS Daten. Die Selektionskriterien der Analyse sind für Higgs-Bosonen, die in ein virtuelles und ein reelles Z-Boson zerfallen optimiert. Die beiden Z-Bosonen zerfallen wiederum nach  $\mu^+\mu^-$  und  $e^+e^-$ . Die invariante Masse der 4 Leptonen beträgt  $m(4\ell) = 122.6$  (123.9)  $GeV$  ohne (mit) Zwangsbedingungen.

Jüngere Colliderexperimente (LEP, HERA, TeVatron) haben das Standardmodell der Teilchenphysik mit phantastischer Präzision etabliert. Die Generierung der Massen von Fermionen und Bosonen durch den Higgs-Mechanismus war allerdings nur sehr indirekt mit experimentellen Hinweisen belegt. Der Higgs-Mechanismus sagt zwingend mindestens ein physikalisch beobachtbares skalares Teilchen, das Higgs-Boson, voraus. In einem weltweit mit Spannung verfolgten Seminar im Juli 2012 am CERN in Genf berichteten die beiden großen LHC Experimente ATLAS und CMS über Fortschritte bei der Suche nach dem legendären Higgs-Boson. Im August 2012 veröffentlichten beide Experimente die Entdeckung eines neuen Bosons, dessen Produktions- und Zerfallsraten kompatibel mit einem Standardmodell Higgs Boson sind. Weitere Analysen mit mehr Statistik bestätigten, dass es sich bei diesem neuen Boson um ein Higgs-Boson handelt.

### 1.1 Studien zu $H \rightarrow W^+W^-$ und $H \rightarrow \mu\mu$ Zerfällen bei LHC

Der Zerfall in W-Boson Paare ist ein wichtiger Zerfallskanal für ein Higgs-Boson mit der Masse  $M_H \approx 125$  GeV. Zerfallen beide W-Bosonen leptonisch, d.h. in einen Endzustand mit 2 geladenen Leptonen und 2 Neutrinos, so hat man für diesen Kanal eine klare und gut studierbare Signatur. Der Zerfall des Higgs-Bosons im seltenen Zerfallskanal  $H \rightarrow \mu^+\mu^-$  bietet ebenso eine klare Signatur, ist aber aufgrund des relativ großen Untergrundes schwieriger zu studieren. Moderne Multi-variate Analyseverfahren wie z.B. Deep-Learning Neuronale Netze oder Boosted-Decision-Trees sollen angewendet werden, um Signal-Ereignisse besser von Untergrund-Ereignissen trennen zu können, als es mit einer klassischen Schnitte-basierten Analyse möglich ist.

**Kontakt:** Dr. Günter Duceck (Gunter.Duceck@physik.uni-muenchen.de),  
Thomas Maier (Thomas.Maier@physik.uni-muenchen.de),  
Friedrich Hönig (friedrich.g.hoenig@physik.uni-muenchen.de)

## 1.2 Higgs-Boson Suche als Versuch im Fortgeschrittenenpraktikum

Der Nachweis des Higgs Bosons gilt als wichtigste Erkenntnis der Teilchenphysik der letzten Jahrzehnte. Die publizierten Ergebnisse beruhen auf komplexen Analysen großer Arbeitsgruppen der Experimente mit dem Ziel die Sensitivität der Messungen zu optimieren. Die Hauptschwierigkeit ist die Unterscheidung der sehr seltenen Signal-Ereignisse von verschiedenen Untergrund-Prozessen mit ähnlicher Signatur. Dazu wurden aufwendige multivariate Selektionsverfahren-Verfahren und ausgefeilte statistische Methoden verwendet. Allerdings zeichnen sich die beiden wichtigsten Zerfallskanäle ( $H \Rightarrow \gamma\gamma, H \Rightarrow ZZ$ ) durch sehr klare Ereignissignaturen aus, die prinzipiell auch eine ausreichend gute Selektion von solchen Ereignissen mit relativ einfachen Algorithmen erlauben und damit einen statistisch signifikanten Nachweis des Higgs möglich machen.

Die Arbeit soll unter Nutzung der Originaldaten des ATLAS Experiments geeignete Verfahren für die Selektion der Higgs-Ereignisse sowie den statistischen Nachweis erstellen, so dass es im Rahmen eines Versuchs im F-Praktikum durchführbar ist.

**Kontakt:** Dr. Günter Dückeck (Gunter.Duckeck@physik.uni-muenchen.de)

## 2 Suche nach Supersymmetrie

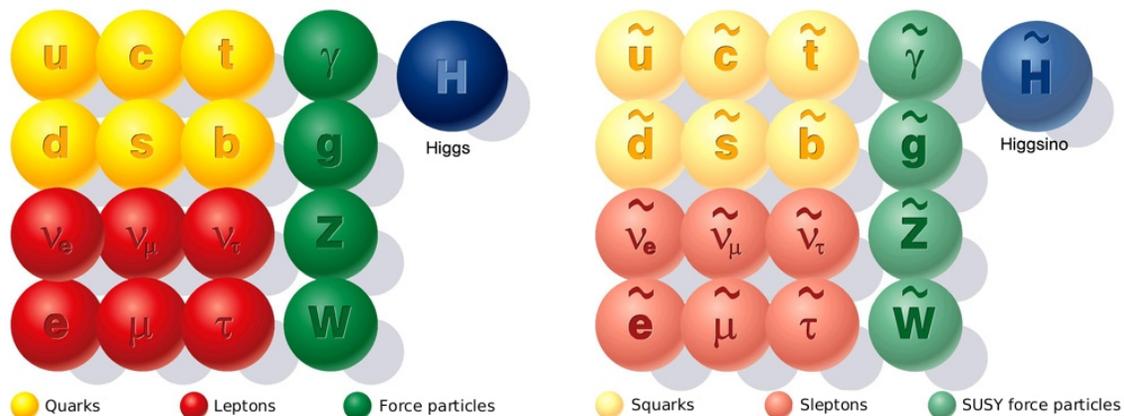


Abbildung 2: Die Standardmodell-Teilchen (links) und ihre von Supersymmetrie vorhergesagten Partnerteilchen (rechts).

Mit der Entdeckung eines Higgs-Bosons am Large Hadron Collider (LHC) am CERN im Juli 2012 wurde der letzte fehlende Baustein des Standardmodells experimentell nachgewiesen. Doch trotz seines Erfolgs kann das Standardmodell nicht alle Beobachtungen erklären. Ein prominentes Beispiel ist die Dunkle Materie, die im Standardmodell nicht enthalten ist. Es sind daher Theorien nötig, die über das Standardmodell hinausgehen. Supersymmetrie (SUSY) ist eine solche, sehr gut motivierte Erweiterung, in der jedem Fermion ein neues bosonisches Partnerteilchen zugeordnet wird und umgekehrt, wie in Abbildung 2 gezeigt. Hierdurch kann nicht nur die Existenz der Dunklen Materie auf natürliche Weise erklärt werden, sondern es lassen sich auch einige andere Konsistenzprobleme des Standardmodells beheben.

Mit dem Neustart des LHC im Jahr 2015 bietet sich eine noch nie da gewesene Gelegenheit für eine Vielzahl von SUSY-Suchen, da sich die Ereignisraten für zahlreiche erwartete SUSY-Prozesse beim Wechsel von 8 auf 13 TeV relativ zum Untergrund um ein Vielfaches erhöhen werden.

In unserer Arbeitsgruppe bieten wir eine Reihe von Themen an, die unterschiedliche Aspekte auf dem Gebiet der Suche nach Supersymmetrie abdecken.

## 2.1 Suche nach Stop-Quark-Produktion im Gluinozerfall

Im 1-Lepton Kanal wird nach der starken Produktion von Gluinos und Squarks, den supersymmetrischen Partnern des Gluons und der Quarks, gesucht, die über Zwischenzustände in mehrere Jets, in nicht detektierbare Teilchen, und ein Elektron oder Myon zerfallen können. Besonders interessant sind Zerfälle mit dem supersymmetrischen Partner des Top-Quarks, dem Stop-Quark, als Zwischenprodukt, von dem erwartet wird, dass es das leichteste der Squarks ist. Daher ist die Suche nach diesem Teilchen vielversprechend für eine Entdeckung von Supersymmetrie.

In dieser Arbeit sollen die Eigenschaften dieser speziellen Zerfälle näher untersucht werden. Die Produktionsrate dieser Prozesse am LHC im Run 2 bei einer Schwerpunktsenergie von 14 TeV wird klein sein im Vergleich zu der von Standardmodell Prozessen. Daher sollen in der Arbeit auch Selektionskriterien entwickelt werden, mit denen diese speziellen Zerfälle heraus gefiltert werden können. Hierbei soll ein besonderer Augenmerk auf geboostete Jets gelegt werden, die in den angesprochenen Zerfällen und bei hohen Energien zahlreich produziert werden sollten.

**Kontakt:** Dr. Jeanette Lorenz (Jeanette.Lorenz@physik.uni-muenchen.de)

## 2.2 Supersymmetrie mit Tau-Leptonen im Endzustand

Für die Suche nach Supersymmetrie interessieren uns im Rahmen dieses Themas insbesondere Prozesse, bei denen supersymmetrische Teilchen produziert werden, welche dann in die schwersten Leptonen, die Tau-Leptonen, zerfallen. Tau-Leptonen können, im Gegensatz zu Elektronen und Myonen, sowohl in leichtere Leptonen als auch in Hadronen zerfallen. Ihre Detektorsignaturen sind daher besonders vielfältig.

Die Produktion der supersymmetrischen Teilchen kann über die starke und über die elektroschwache Wechselwirkung erfolgen. Dabei sind die Wirkungsquerschnitte für die starke Wechselwirkung deutlich größer. Falls die Produktion von supersymmetrischen Teilchen über die starke Wechselwirkung jedoch außerhalb des vom LHC abgedeckten Energiebereichs liegt, ist es vielversprechender, nach der Produktion von supersymmetrischen Teilchen über die elektroschwache Wechselwirkung zu suchen. Je nach Produktionsmechanismus sind die Detektorsignaturen leicht unterschiedlich und erfordern unterschiedliche Suchstrategien.

In dieser Bachelorarbeit wird es darum gehen, die Aussichten für die Suche nach Supersymmetrie mit Tau-Leptonen im Endzustand näher zu studieren, vor allem in Hinblick auf den geplanten Beginn der Datennahme am LHC im Jahr 2015 bei einer noch nie zuvor erreichten Schwerpunktsenergie, und zu untersuchen, welche Änderungen sich dadurch für die Suche ergeben.

**Kontakt:** Christopher Bock (Christopher.Bock@physik.uni-muenchen.de),  
Dr. Alexander Mann (A.Mann@lmu.de)

## 2.3 Supersymmetrie-Suchen im Rahmen des pMSSM

Selbst die minimale supersymmetrische Erweiterung des Standardmodells (MSSM) hat 105 zusätzliche freie Parameter, was es sehr erschwert, aus der Theorie Vorhersagen für experimentelle Beobachtungen abzuleiten, oder umgekehrt aus experimentellen Beobachtungen Rückschlüsse auf die zugrundeliegende Theorie zu machen. Ein Modell mit einer moderaten Anzahl von 19 Parametern, das eine Reihe durch experimentelle Beobachtungen gut motivierte Annahmen verwendet, ist das phänomenologische MSSM (pMSSM). Da der 19-dimensionale Parameterraum immer noch zu groß ist, um ihn vollständig abzurastern, wurde statt dessen eine sehr große Anzahl von zufälligen Parametersätzen generiert. Bei dieser Bachelorarbeit wird es darum gehen, diese Modelle zu nutzen, um die bisher mit dem ATLAS-Detektor durchgeführten Suchen nach Supersymmetrie im Rahmen des pMSSM auszuwerten. Ziel ist es dabei, das Ausschlusspotential von ATLAS auszuloten und Lücken aufzuzeigen, die von zukünftigen Analysen geschlossen werden müssen.

**Kontakt:** Dr. Alexander Mann (A.Mann@lmu.de), Dr. Jeanette Lorenz (Jeanette.Lorenz@physik.uni-muenchen.de)

## 2.4 Suche nach schweren langlebigen geladenen Teilchen

In einer Vielzahl supersymmetrischer Modelle werden neue Teilchen vorhergesagt, deren Lebenszeit lang genug ist, den Detektor zu erreichen und gegebenenfalls zu durchdringen. Die Suche nach diesen Teilchen ist zu großen Teilen orthogonal zu "klassischen" SUSY-Suchen und stellt eine besondere experimentelle Herausforderung dar. Spezielle Rekonstruktionsmethoden und Simulationen zur Charakterisierung von Teilchen, die sich zum Teil deutlich langsamer als mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, müssen entwickelt und / oder optimiert werden. Ein weiterer wichtiger Baustein in nahezu jeder Analyse in der Teilchenphysik ist die sogenannte Monte-Carlo-Simulation von hypothetischen Signal- und bekannten Untergrundeignissen.

In einer möglichen Bachelorarbeit sollen Monte-Carlo-Studien mit einem der gängigsten Monte-Carlo-Generatoren in der Teilchenphysik am LHC durchgeführt werden. Die Arbeit soll einen Einblick in die Funktionsweise und Handhabung eines der grundlegendsten Softwarepakete in der Teilchenphysik geben und die Analysen zum Neustart des LHC in 2015 mit vorbereiten.

**Kontakt:** Dr. Sascha Mehlhase (sascha.mehlhase@physik.uni-muenchen.de)

## 3 Suche nach Dunkler Materie

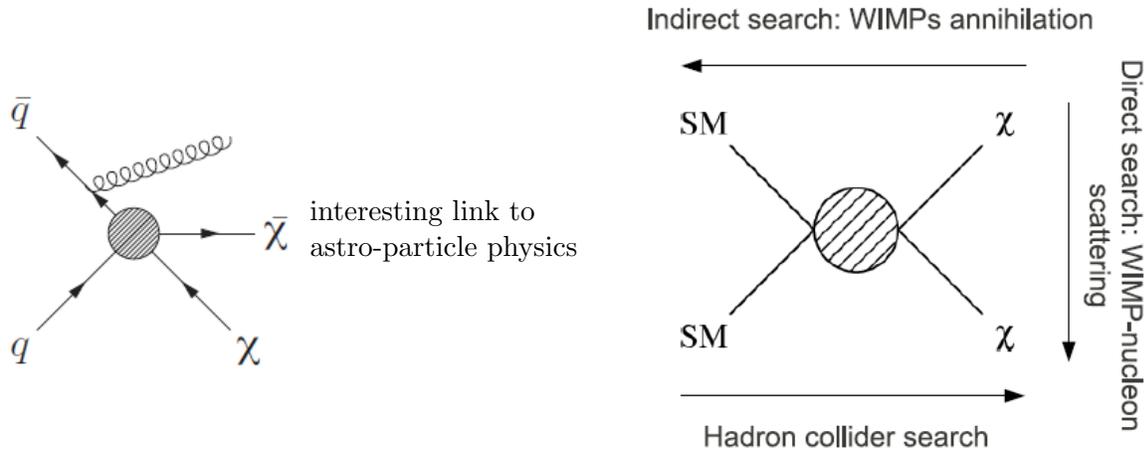


Abbildung 3: Bezug der Mono-X und hier speziell der Mono-Jet Suche zu direkten und indirekten Suchen in der Teilchen-Astrophysik nach Teilchen  $\chi$ , welche die Dunkle Materie repräsentieren.

Diverse kosmologische Beobachtungen deuten auf die Existenz Dunkler Materie (DM) hin, so etwa die Rotationsgeschwindigkeiten von Sternen in Galaxien, Gravitationslinseneffekte oder Fluktuationen im Temperaturspektrum der kosmischen Hintergrundstrahlung. In der Annahme, dass DM aus schwach wechselwirkenden, massiven Teilchen (sogenannte WIMPs - weakly interacting massive particles) besteht, könnte sie in Proton-Proton-Kollisionen am Large Hadron Collider (LHC) erzeugt werden. Abgesehen von Supersymmetrie können auch vereinfachte Modelle oder generischere Theorien betrachtet werden, um die Produktion von DM vorherzusagen. Die hypothetisch erzeugten DM-Teilchen werden als stabil genug angenommen, um den ATLAS-Detektor ohne wechselzuwirken zu passieren und würden daher als fehlende Energie zu beobachten sein.

### 3.1 Untersuchung von mono-X-Ereignissen

Aufgrund der Energieerhaltung in der transversalen Ebene des ATLAS-Detektors wären die DM-Kandidaten durch zusätzliche Teilchen balanciert, die entweder zusammen mit den DM-Teilchen produziert oder von den kollidierenden Partonen abgestrahlt würden. Daher untersucht man sogenannte mono-X-Signaturen, bestehend aus hoher fehlender Transversalenergie und einem hoch-energetischen

Teilchen X (einem Jet, einem Photon, einem top-Quark, einem W, einem Z oder selbst einem Higgs). Die mono-X-Suchen decken eine grosse Vielfalt an Endzuständen ab, je nachdem, welches Teilchen X man betrachtet. Das Thema der Bachelor-Arbeit würde darin bestehen, die Selektion von erwarteten Signalereignissen für eine bestimmte Variante der Analyse zu optimieren. Dazu müssten geeignete Schnitte definiert werden, um den Untergrundbeitrag von Standard-Modell-Prozessen zu reduzieren. Darüber hinaus könnten die bestehenden Methoden zur Modellierung der verbleibenden oder irreduziblen Untergründe verbessert werden, indem die systematischen Unsicherheiten besser kontrolliert werden, und schliesslich könnte die Analyse-Strategie für den bevorstehenden run-2 des LHC angepasst werden.

**Kontakt:** Dr. Philippe Calfayan (philippe.calfayan@physik.uni-muenchen.de)

## 4 Physik des Top-Quarks

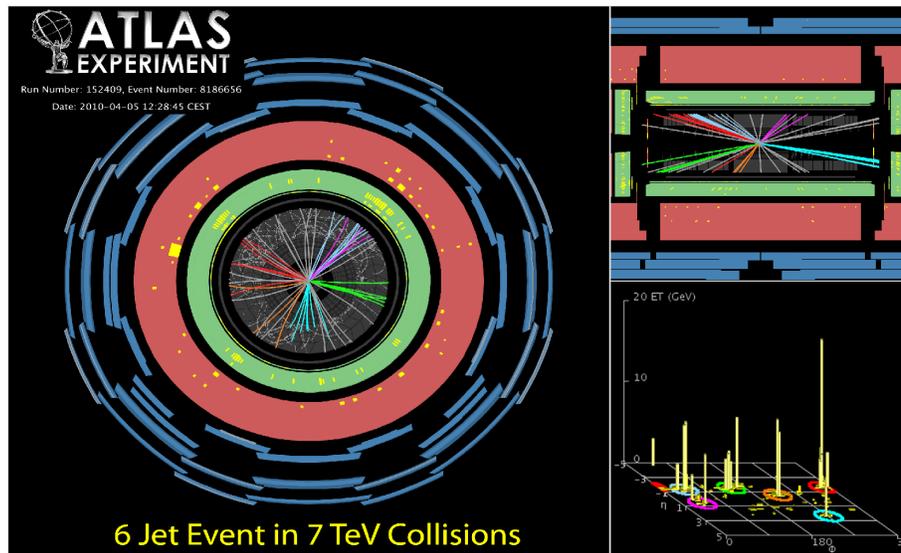


Abbildung 4: Kandidat für ein  $t\bar{t}$  Ereignis mit 6 Jets.

Das Top-Quark hat viele Besonderheiten im Vergleich zu den anderen Quarks. So hadronisiert es aufgrund seiner hohen Masse nicht und 'vererbt' seine Eigenschaften direkt an seine Zerfallsprodukte. Da bis heute noch nicht alle seine vorhergesagten Eigenschaften überprüft werden konnten, stellt es auch weiterhin ein interessantes Studienobjekt dar. Der LHC mit seiner hohen Luminosität und Schwerpunktsenergie ist eine Top-Fabrik und ermöglicht somit erstmals Messungen zum Top-Quark mit hoher Statistik. Darüber hinaus spielt das Top-Quark eine wichtige Rolle in vielen Suchen nach Physik jenseits des Standardmodells.

### 4.1 Messung der Top-Quarkmasse

In Proton-Proton Kollisionen, wie sie am LHC stattfinden, entstehen Top-Quarks hauptsächlich in Top-Antitop-Paaren ( $t\bar{t}$ ). Gemäß Standardmodellvorhersage zerfallen diese beinahe ausschließlich in jeweils ein b-Quark sowie ein W-Boson, welches wiederum in zwei leichte Quarks oder ein Lepton-Neutrino-Paar zerfällt.

Bislang erfolgt die Bestimmung der Top-Quarkmasse durch die präzise Vermessung von Energie und Impuls der Zerfallsprodukte. Damit hängt jedoch die experimentelle Präzision der Top-Quarkmasse von der Genauigkeit ab, mit der diese Energien und Impulse mit dem ATLAS-Detektor gemessen werden können. Letztlich ist es die so genannte Energiekalibration der Messungen in den Kalorimetern, welche die Skala für die erreichbare Genauigkeit festlegen. Nur mit großem Aufwand

kann man die Präzision der Energiekalibration weiter verbessern. Dieser Aufwand ist jedesmal neu aufzubringen, wenn etwas an den Betriebsbedingungen des Detektors oder sogar des Beschleunigers verändert wird. Die Beschränkung der Genauigkeit der Energiekalibration äußert sich in einer systematischen Unsicherheit für die Top-Massenbestimmung.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit sollen Methoden zur verbesserten Präzision der Top-Quarkmassenmessung untersucht und weiterentwickelt werden. Hierzu kann eines der nachfolgenden Themengebiete bearbeitet werden:

#### 4.1.1 Neue Methoden zur Top-Quarkmassenbestimmung

Mit alternativen Messmethoden, welche nicht auf der direkten Energiemessung der Top-Zerfallsprodukte basieren, können Unsicherheitsbeiträge auf Grund der Energiekalibration möglicherweise vollständig vermieden werden. Ein solcher Ansatz nutzt die Besonderheit der Kinematik eines Top-Quarkzerfalls aus, um aus den Winkeln zwischen den Zerfallsprodukten deren Energie zu berechnen. Damit kann dann die Top-Quarkmasse experimentell mit minimaler Abhängigkeit von der Energiekalibration bestimmt und deren bislang immer vorhandene systematische Unsicherheitsbeiträge vermieden werden. Bevor diese neuartige Methode tatsächlich eingesetzt werden kann, soll sie mit dieser Bachelorarbeit weiter systematisch anhand von Simulationsdaten untersucht werden.

**Kontakt:** Prof. Dr. Otmar Biebel (Otmar.Biebel@physik.uni-muenchen.de)

#### 4.1.2 Messung der Top-Quarkmasse in Top-Antitop-Z Reaktionen

Die Quarks aus dem Top-Zerfall werden im ATLAS-Detektor als Teilchenbündel, so genannten Jets, nachgewiesen. Ein Trick, die Unsicherheit für die Top-Massenbestimmung erheblich zu vermindern besteht darin, die präzise bekannte W-Bosonmasse für die Korrektur der Jetenergien zu verwenden. Damit kann allerdings nur die Energiemessung der leichten Jets auf den W-Bosonmassenwert bezogen werden. Um auch den b-Quarkjet mit einem solchen Trick an eine präzise bekannte Teilchenmasse zu knüpfen, kann man eine Reaktion betrachten, bei der neben dem Top-Antitop-Quarkpaar noch ein Z-Boson entsteht, welches in ein Paar von b-Quarks zerfällt. Auf diese Weise wäre es möglich, die experimentell gemessenen Energien aller im Top-Quarkzerfall auftretenden Jets an den sehr genau bekannte Teilchenmassen von W- und Z-Boson zu eichen.

Die Herausforderung der Bestimmung der Top-Quarkmasse in  $t\bar{t}Z$ -Ereignissen besteht allerdings in der Seltenheit des Prozesses. Es ist entscheidend konkurrierende Untergrundprozesse mit teils vielfach größerem Wirkungsquerschnitt korrekt zu modellieren und von  $t\bar{t}Z$ -Ereignissen zu unterscheiden. Ein möglicher Untergrund ist z.B. die Reaktion  $pp \rightarrow WZ + 4 \text{ Jets}$ , bei der neben einem W- und Z-Boson zusätzlich vier Jets im Endzustand produziert werden. Solch ein Ereignis kann fälschlich als Top-Antitop-Zerfall identifiziert werden, da beide Prozesse identische Endzustände aufweisen können.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit sollen Selektionskriterien entwickelt und optimiert werden, die geeignet sind  $t\bar{t}Z$  von Untergrundprozessen zu unterscheiden.

**Kontakt:** Dr. Stefanie Adomeit (stefanie.adomeit@physik.uni-muenchen.de), Michael Bender (Michael.Bender@physik.uni-muenchen.de)

## 4.2 Suche nach neuer Physik mit Top-Quarks und schweren geladenen Higgs Bosonen

In vielen Erweiterungstheorien des Standardmodells werden geladene Higgs-Bosonen ( $H^\pm$ ) vorhergesagt. Für schwere geladene Higgs Bosonen, d.h.  $H^\pm$  mit einer Masse größer  $m_{\text{top}}$ , spielen Top-Quarks sowohl bei der Produktion als auch beim Zerfall eine wichtige Rolle: So wird gemäß theoretischer Vorhersage erwartet, dass die Produktion schwerer geladener Higgs-Bosonen bei LHC hauptsächlich gemeinsam ('in Assoziation') mit einem Top-Quark erfolgt, während der Zerfall in ein Top-Quark und ein b-Quark einen der dominanten Zerfallskanäle schwerer geladener Higgs-Bosonen darstellt.

In der Bachelorarbeit sollen die Eigenschaften von  $\text{top}+H^\pm$ -Ereignissen anhand von simulierten Daten untersucht werden. Besonderes Augenmerk soll hierbei auf dem Vergleich mit Top-Antitop

( $t\bar{t}$ ) Ereignissen liegen, welche  $top+H^\pm$ -Ereignissen sehr ähnlich sind und somit einen der wichtigsten Untergrundprozesse zur  $top+H^\pm$ -Produktion darstellen.

**Kontakt:** Dr. Stefanie Adomeit (stefanie.adomeit@physik.uni-muenchen.de), Michael Bender (Michael.Bender@physik.uni-muenchen.de)

## 5 Detektor-R&D zum Teilchennachweis

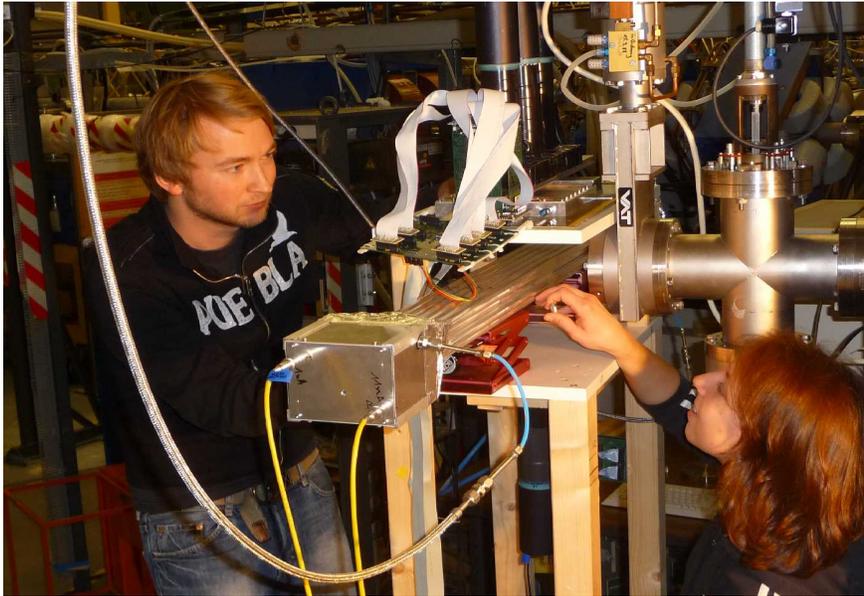


Abbildung 5: Detektor R&D am Tandem-Beschleuniger des Maier-Leibnitz-Laboratoriums

### 5.1 Micropatterndetektoren

Micromegas (MICROMesh Gaseous Structures) sind moderne gasgefüllte Detektoren mit mikrostrukturierter Anodenauslese und vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in der fundamentalen oder interdisziplinären Forschung. Sie ermöglichen eine sehr gute Ortsauflösung von besser  $50\mu\text{m}$ , und können Teilchen auch bei sehr hohen Raten noch mit hoher Effizienz und Genauigkeit detektieren.

Am Lehrstuhl Schaile werden gerade erste Prototypen der grössten je gebauten Micromegas Detektoren entwickelt. Diese sind  $2\text{ m}^2$  gross und sollen am ATLAS Experiment am Cern ab 2018 eingesetzt werden. Im Frühjahr 2015 werden wir einen ersten Prototypen fertiggestellt haben. Dieser soll im Rahmen einer Bachelorarbeit u.a. in unserem Höhenstrahlungsmessstand in Garching detailliert vermessen werden. Dabei geht es nicht nur um die erreichbare Ortsauflösung, ein wichtiges Kriterium für die Impulsauflösung im Atlas Experiment, sondern auch um die Ratenfestigkeit dieser Detektoren, so dass diese nach der Erweiterung von LHC zu high luminosity LHC noch mit der dadurch bedingten erhöhten Untergrundrate zurechtkommen werden.

Die Arbeit bietet Einblick in modernste Detektortechnologie und somit auch in die dafür zugrundeliegende Physik, sowie in modernste Ausleseelektronik. Sie können auch gerne in einem Team aus mehreren Studenten arbeiten. Am besten, Sie schauen auf ein persönliches Gespräch bei uns vorbei, dann finden wir bestimmt ein für Sie passendes Thema.

**Kontakt:** Prof. Dr. Otmar Biebel (Otmar.Biebel@physik.uni-muenchen.de),  
Dr. Ralf Hertenberger (Ralf.Hertenberger@Physik.Uni-Muenchen.DE),