

Bachelor-Arbeiten 2026

in experimenteller

Elementarteilchenphysik

am Lehrstuhl für experimentelle Teilchenphysik und
in der Arbeitsgruppe Kuhr



New Small Wheel Detektor vor Installation im ATLAS-Experiment

A Ausbildungsprogramm

Wir bieten im Sommersemester 2026 in der experimentellen Elementarteilchenphysik ein integriertes Programm, das Ihnen einen vielseitigen Einblick in unsere Forschungsarbeiten gibt. Im Zentrum des Programms stehen Bachelorarbeiten mit engem Bezug zu Forschungsthemen des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider am Forschungszentrum CERN in Genf und des Belle II-Experiments am Beschleunigerzentrum KEK in Japan. Wir möchten Ihnen hierbei Einblicke vermitteln in die physikalischen Ziele und Analysemethoden der Experimente, in Detektorkonzepte und die Entwicklung neuer Detektorkomponenten und in Grid-Computing als innovative Technologie der Datenverarbeitung in der Teilchenphysik.

Elemente unseres Programms sind

- Wahlpflichtlehrveranstaltung zu WP4, WP5, WP13, WP14 für Bachelor-Studenten (2×2 SWS zu 3 ECTS oder $1 \times 3+1$ SWS zu 6 ECTS Punkte): ‘Datenauswertung in der Teilchenphysik’ und ‘Teilchenphysik an Hadron-Collidern’

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 (voraussichtlich **13.4.-17.4.2026** ganztägig) ist **nachdrücklich empfohlen** 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 $3+3$ ECTS Punkten.

- Physikalisches Seminar: Moderne Aspekte der Teilchenphysik

Dieses Seminar wird von PD Dr. Sascha Mehlhase organisiert und geleitet. Es findet begleitend zu den Bachelor-Arbeiten jeweils freitags, 10-12 Uhr in der Schellingstr. 4 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.-06.7.2026**; die Zeitspanne entspricht einer Bearbeitungszeit von 10 Wochen (unter Berücksichtigung von Feiertagen und einem vorlesungsfreien Tag), mit aktuellem Bezug zu unseren Forschungsarbeiten zu einem der nachfolgend aufgeführten Themen.

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@lmu.de)

Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.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 Lehrstuhl für experimentelle Teilchenphysik

1 Higgs-Boson-Selbstwechselwirkung

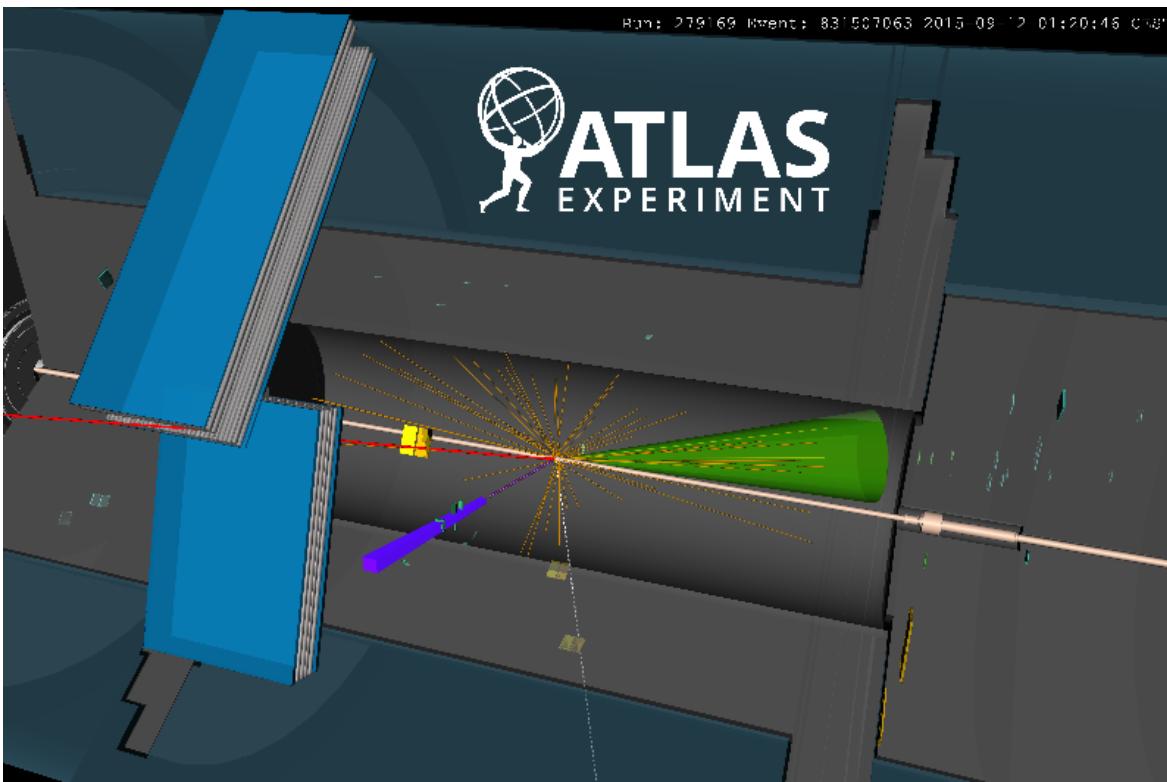


Abbildung 1: Kandidat für ein Vektor-Boson-Fusion (VBF) $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow \mu^+\nu_\mu e^-\bar{\nu}_e$ Ereignis (Elektronensignal in blau und lila, Myonspur in rot).

Das Higgs-Boson ist ein Teilchen, das auch in der Kosmologie bedeutsam ist. Dies liegt daran, dass der sombrero-förmige Verlauf des Higgs-Potenzial durch von Quanteneffekten v.a. durch das top-Quark mit zunehmender Energie deformiert wird, möglicherweise bis zu einem Grad, bei dem kein stabiles Minimum im Potenzial mehr vorliegt. Dann gäbe es keinen stabilen Zustand des elektroschwachen Vakuums, was auf einen signifikanten Phasenübergang während der Frühphase des Universums hindeuten würde, bei dem erst das heute beobachtete stabile elektroschwache Vakuum entstanden ist.

Dieses Verhalten des Higgs-Potenzials kann experimentell durch eine Messung der Higgs-Selbstwechselwirkung überprüft werden. Eine solche Messung ist allerdings schwierig und benötigt die enorme Datenmenge des zukünftigen Hochluminositäts-LHC-Beschleunigers. Die Bachelorarbeitsthemen sind dabei ein wichtiger Schritt zur erstmaligen Beobachtung der Higgs-Selbstwechselwirkung.

1.1 Untersuchung der Spinkorrelation in Zerfällen bei HH und $t\bar{t}$ -Produktion

Die Higgs-Paarproduktion (HH -Endzustand) ist ein sehr seltener Prozess im LHC Beschleuniger. Daher können in seltenen Fällen auch andere Prozesse ähnliche Endzustände wie eine Higgs-Paarproduktion erzeugen. Dieser Effekt ist besonders relevant für Prozesse die deutlich häufiger als Higgs-Paare im LHC-Beschleuniger erzeugt werden. Ein solcher Konkurrenzprozess ist die Erzeugung eines Top-Quark Paars ($t\bar{t}$ -Endzustand), einer der am häufigsten im LHC erzeugten Prozesse. Für den Fall, dass ein Higgs-Paar in ein bottom-antibottom Quark-Paar und

ein W^+W^- Paar zerfällt, ist der $t\bar{t}$ -Endzustand identisch und trotz der relativ großen Unterschiede in den Massen von Higgs-Bosonen und Top-Quarks kann es in seltenen Fällen passieren, dass die Endzustände auch kinematisch kaum zu unterscheiden sind. Allerdings unterscheiden sich der Spin des Top-Quarks und des Higgs-Bosons. Während das Quark einen halbzahligen Spin hat, ist das Higgs-Boson ein skalares Teilchen mit Spin 0. Dieser Spin muss in einem Zerfallsprozess erhalten werden, was speziell für den $t\bar{t}$ -Endzustand dafür sorgt, dass nur bestimmte Spin Richtungen möglich sind. Dies schränkt dann auch die möglichen Flugrichtungen der Zerfallsteilchen ein. Eine solche Eigenschaft soll in einer Bachelorarbeit untersucht werden, um damit eine bessere Unterscheidung von $t\bar{t}$ - und HH -Endzustände zu erreichen.

Kontakt: Prof. Dr. Otmar Biebel (Otmar.Biebel@lmu.de)

1.2 Rekonstruktion von Higgs-Paarproduktion durch Vektor-Boson-Fusion

Der Higgs Mechanismus sagt unter anderem eine 4-Teilchen Kopplung zwischen einem Paar Higgs-Bosonen und einem Paar von Vektor-Bosonen der elektroschwachen Wechselwirkung voraus. Eine Messung der Stärke dieser Kopplung bietet eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der genauen Form des Higgs-Potenzials. Die Produktion eines Higgs-Paares durch eine sogenannte Vektor-Boson-Fusion bietet sich hierbei für diese Messung sehr gut an und soll im Rahmen dieser Bachelorarbeit genauer untersucht werden. Hierfür wird der Zerfall des Higgs-Paares in ein bottom-antibottom Quark-Paar sowie ein W^+W^- -Paar verwendet, da sich dieser Endzustand für den Fall dass eines der W -Bosonen in ein Lepton und Neutrino zerfällt, vergleichsweise leicht im Detektor identifizieren lässt. In Simulationen kann zudem die Stärke der Kopplung variiert werden und somit das unterschiedliche Verhalten des Endzustandes in Abhängigkeit von der Kopplungsstärke analysiert werden. Der Vergleich mit tatsächlich gemessenen Daten liefert dann am Ende eine Messwert für die Stärke der Kopplung.

Kontakt: Prof. Dr. Otmar Biebel (Otmar.Biebel@lmu.de),
Celine Stauch, MSc (C.Stauch@physik.uni-muenchen.de)

2 Detektor-R&D zum Teilchennachweis

2.1 Micropatterndetektoren

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

Am Lehrstuhl für experimentelle Teilchenphysik wurden vor kurzem 32 jeweils 2 m^2 große Micromegas-Detektoren (MICROMEsh GAseous Structures) gebaut, im ATLAS-Detektor am CERN installiert und nun für die Messung von Myon-Teilchen eingesetzt. Zusammen mit weiteren Micromegas-Detektoren, die von anderen Universitäten beigesteuert wurden, bilden diese die New-Small-Wheels (siehe Titelbild), welche jeweils eine Gesamt-Detektorfläche von über 45 m^2 besitzen.

2.1.1 Verbesserung der Positionsauflösung der ATLAS NSW Micromegas Detektoren

Die $2\text{-}3\text{ m}^2$ großen Micromegas Detektoren des New-Small-Wheels (NSW) sind Teil des Myon-spektrometers im ATLAS-Detektor. Sie tragen durch präzise Messung der Position von Myonen zur Rekonstruktion der Teilchenflugbahn bei. Der Krümmungsradius R dieser Myonspuren im NSW hängt über $m \cdot v = q \cdot B \cdot R$ mit dem Impuls des Teilchens ($m \cdot v$) zusammen. Je genauer die Flugbahn der Teilchen bestimmt werden kann, desto besser ist die Impulsbestimmung. Folglich wird eine exzellente Positionsauflösung des Detektors von $< 100\mu\text{m}$ gefordert (in etwa die Dicke eines menschlichen Haars!).

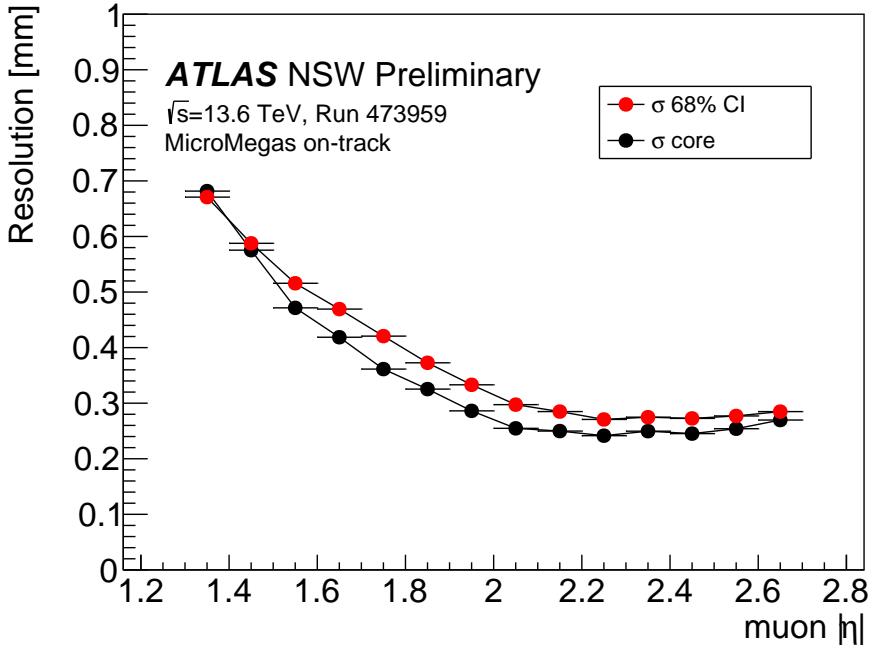


Abbildung 2: Micromegas Positionsauflösung als Funktion der Pseudorapidität η . Die Auflösung wird bestimmt durch das Fitten einer Doppel-Gauss Funktion an das Residuum zwischen rekonstruierter Referenzposition und gemessener Position innerhalb des Detektors. σ_{core} entspricht der Breite des inneren Gauss, und $\sigma_{68\%}$ entspricht dem 68% Confidence Levels der Verteilung.

Um diese Auflösung erreichen zu können, müssen verschiedenste Effekte aus der Geometrie der Detektormodule, aus der NSW Micromegas signalverarbeitenden Elektronik, aus der Einwirkung des toroidalen Magnetfeldes, und weitere Effekte berücksichtigt und korrigiert werden. In Messungen an einem Teststrahl konnte mit baugleichen Micromegas Detektoren eine Auflösung σ_{core} von $70 - 150 \mu\text{m}$ für Einfallsinkel zwischen 0° und 29° erreicht werden. Aktuelle Ergebnisse von ATLAS zeigen jedoch eine schlechtere Performance (siehe Abbildung).

Ziel der Bachelorarbeit ist die Untersuchung der aufgenommenen ATLAS Daten auf Effekte, die den Unterschied zu den Teststrahldaten beschreiben, und diese schlussendlich anzuwenden, um eine ähnlich gute Positionsauflösung wie bei der Teststrahlzeit zu erzielen. Dazu müssen u.a. geometrische Effekte wie Verschiebungen oder Verdrehungen betrachtet werden. Zusätzlich ist die Implementierung zeitabhängiger Positionsrekonstruktionsalgorithmen oder weiterer, bisher nicht betrachteter Algorithmen notwendig.

Interessierte Studierende sollten Programmiererfahrung (vorzugsweise C++) und Spaß am Arbeiten mit komplexen Datensätzen haben. Logisches Denken und exzellentes räumliches Vorstellungsvermögen sind ebenso notwendig. Wir bieten hier ein einmaliges Thema, welches nicht aktueller und näher am tatsächlichen ATLAS Experiment sein könnte, mit der Möglichkeit, dass die Resultate der Bachelorarbeit direkt in den Myon-Positionsmessungen des ATLAS NSW Anwendung finden könnten.

Kontakt: Dr. Fabian Vogel (Fabian.Vogel@physik.uni-muenchen.de)

2.1.2 Untersuchung der Signalstrukturen und Signalausbreitung in resistiven Streifen-Micromegas

Resistive Streifen-Micromegas stellen eine Weiterentwicklung des klassischen Micromegas-Detektors dar und unterscheiden sich insbesondere durch eine zusätzliche resistive Anodenschicht. Auf dieser Schicht werden die Ladungsträger ionisierender Teilchen gesammelt und kapazitiv

auf eine darunterliegende Auslesestruktur — meist in Form von Kupferstreifen — übertragen.

Im Rahmen des NSW-Upgrades des ATLAS-Experiments am CERN wurden großflächige resistive Streifen-Micromegas mit Flächen von bis zu $2\text{-}3 \text{ m}^2$ entwickelt und gebaut. Dabei zeigte sich, dass neben der gewünschten kapazitiven Kopplung zwischen resistiver Schicht und Auslesestruktur auch ein Übersprechen innerhalb der Streifen auftritt. Dieses Übersprechen skaliert mit der Länge der Streifen und kann bei Streifenlängen von einem Meter oder mehr Werte von über 30 % erreichen. Da die Position eines ionisierenden Teilchens über einen ladungsgewichteten Mittelwert bestimmt wird, führt diese falsche Ladungsinformation zu einer verfälschten Positionsrekonstruktion.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die systematische Untersuchung dieses Effekts. Die Arbeit umfasst sowohl die Simulation der kapazitiven Kopplung als auch experimentelle Messungen an einem realen Detektor. Auf Basis der gewonnenen Ergebnisse sollen anschließend Messdaten korrigiert werden, um den Einfluss des Übersprechens zu kompensieren.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Korrektur von Sättigungseffekten der Ausleseelektronik. Durch die Kombination der gewonnenen Erkenntnisse zur Signalstruktur mit den Shaping-Funktionen der Elektronik soll untersucht werden, inwieweit verlorene oder verzerrte Ladungsinformationen rekonstruiert werden können.

Die Arbeit bietet spannende Einblicke in die moderne Teilchendetektortechnologie und verbindet Simulation, experimentelle Messmethoden sowie Datenanalyse.

Kontakt: Dr. Fabian Vogel (Fabian.Vogel@physik.uni-muenchen.de)

2.2 Erweiterung der Einsatzgebiete von mikrostrukturierten Gasdetektoren



Abbildung 3: Team vor dem Messaufbau bei der Mess-Expedition ans CERN: neu-entwickelte mikrostrukturierte Gasdetektoren wurde mit einem Myon-Teilchenstrahl detailliert untersucht und vermessen.

Mikrostrukturierte Gasdetektoren haben ein großes Potenzial für verschiedenste Anwendun-

gen. Wir arbeiten an der Weiterentwicklung dieser Detektortechnologie, um sie für neue Anwendungen nutzen zu können. Zielrichtungen dieser Arbeiten sind:

- Excellent spatial resolution regularly requires a large number of electronic readout channels. One way to reduce the number of readout channels without compromising position measurement accuracy is to encode the precise position information of the particle's passage through the detector via charge sharing using relatively few electronic channels. For this purpose, the charge quantity generated by the particle (e.g., 4 units of charge) is divided by capacitive coupling, e.g., from 5 small measuring electrodes to 2 overlapping signal electrodes, which then encode the information about which of the small electrodes was hit via the divided charge quantity (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, 0:4). With higher charge measurement accuracy at the readout electrodes, the resolution can even be better than the size of the smaller electrodes. Investigating this concept with real detectors with more than one stage of charge division is the subject of a bachelor's thesis project. The thesis project can be based on simulating the behaviour of this detector or the analysis of the measurements taken with a 120 GeV muon beam (see foto).

Kontakt: Eshita Kumar, MSc (Eshita.Kumar@physik.uni-muenchen.de)

- Gasdetektoren sind weit verbreitete Teilchendetektoren, die in vielen Bereichen eingesetzt werden. Detektoren mit mikrostrukturierten Anoden sind in vielen der großen Experimente am CERN im Einsatz (u.a. ATLAS & CMS). Die Position des Teilchens wird meist mit einem Ladungsschwerpunkt auf über mehrere Auslesestreifen bestimmt. Je nach Art und Eigenschaft des Teilchens, gibt es auch andere Rekonstruktionsmethoden. Die Idee ist nun eine vollständige Detektorsimulation aufzubauen, die alle Teilprozesse (Ionisation, Bewegung der Elektronen und Signalformung) berücksichtigt, um mit ihrer Hilfe neue Rekonstruktionsansätze/-methoden auszuprobieren.

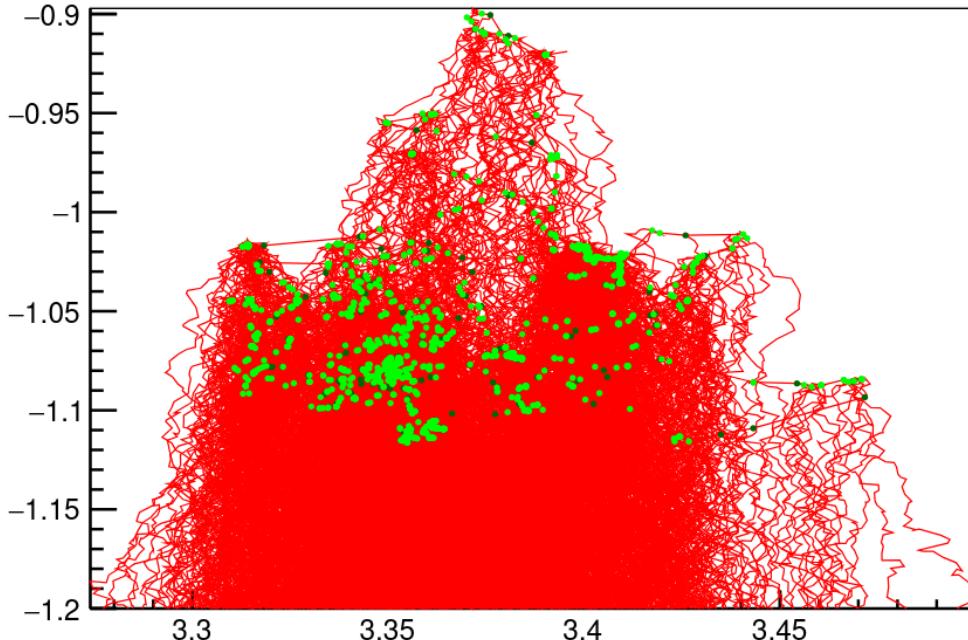


Abbildung 4: Simulierte Spur eines hochenergetischen Elektrons in einem Gasdetektor. Es erzeugt auf seinem Weg neue freie Elektronen durch Stoßionisation im Gas (grüne Punkte). Alle Elektronen werden durch ein homogenes E-Feld nach unten gezogen. Ihre Bewegungen werden als rote Linien dargestellt.

Kontakt: Nick Schneider, MSc (Nick.Schneider@physik.uni-muenchen.de)

Die Bachelorarbeiten bieten Einblick in modernste Detektortechnologie und 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.

Kontakte: Prof. Dr. Otmar Biebel(Otmar.Biebel@lmu.de),
Eshita Kumar, MSc (Eshita.Kumar@physik.uni-muenchen.de),
Nick Schneider, MSc (Nick.Schneider@physik.uni-muenchen.de),
Dr. Fabian Vogel (Fabian.Vogel@physik.uni-muenchen.de)

C Themenkatalog für Bachelor-Arbeiten in der AG Kuhr

3 Flavor-Physik beim Belle II-Experiment

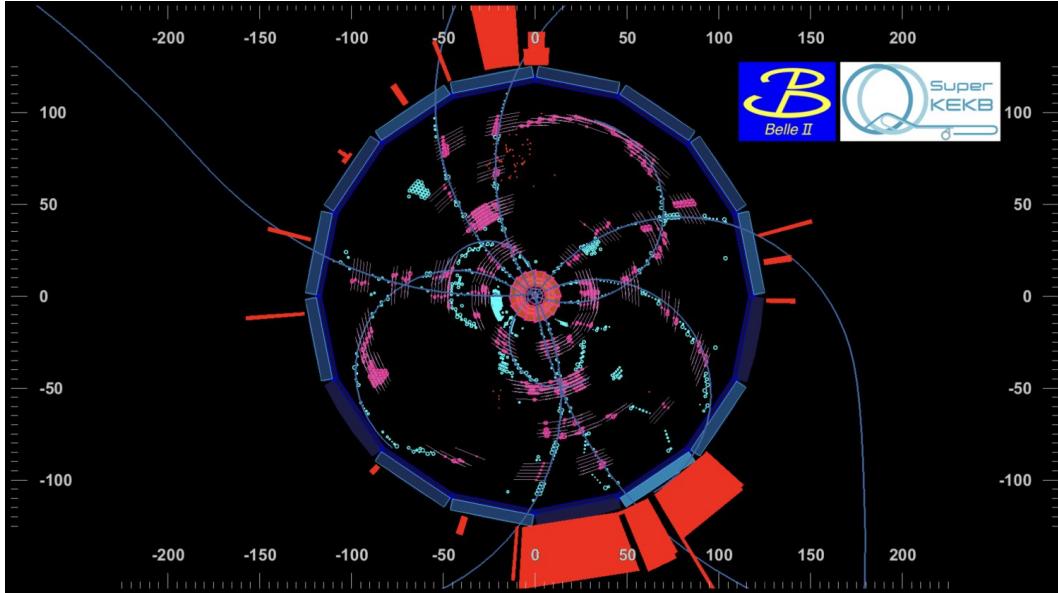


Abbildung 5: Ein Ereignis im Belle II-Detektor.

Das Standardmodell der Teilchenphysik beschreibt bisherige experimentelle Resultate erstaunlich gut. Trotzdem muss es eine allgemeinere Theorie geben, um zum Beispiel die Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie im Universum zu erklären. Deshalb wurde in Tsukuba, Japan eine sogenannte Super-B-Fabrik in Betrieb genommen, an der Paare von B - und Anti- B -Mesonen in einer bisher unerreichten Rate erzeugt und analysiert werden. Im Vergleich zum Vorgängerexperiment, das zur Zeit den weltweit größten Datensatz solcher Ereignisse besitzt, soll mit dem Belle II-Experiment eine 50 mal größere Datenmenge aufgezeichnet werden. Damit wird es möglich sein, viele Messungen mit bisher unerreichter Präzision durchzuführen und somit nach neuer Physik in bisher unerforschten Bereichen zu suchen.

3.1 Suche nach resonanten Strukturen in $B \rightarrow D^{(*)} n\pi$ Zerfällen

Bei der Messung von semileptonischen B-Meson-Zerfällen ($B \rightarrow D_x \ell \nu$) gibt es eine Diskrepanz zwischen der inklusiv gemessenen Rate und der Summe der exklusiv gemessenen Raten. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre der Zerfall in schwere D-Mesonen (D_h), die ein leichtes D -Meson und mehrere Pionen im Endzustand erzeugen. Diese wurden in Messungen von semileptonischen B-Meson-Zerfällen bisher nicht berücksichtigt. Ziel der Arbeit ist es, den Zerfall $B \rightarrow D^{(*)} n\pi B \rightarrow D^{(*)} n\pi$ mit $n \geq 4$ zu rekonstruieren, um damit nach Signaturen für den Zerfall eines schweren D -Mesons, $D_h \rightarrow D^{(*)}(n-1)\pi$, zu suchen.

Kontakt: Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)

3.2 Suche nach B-Meson-Zerfällen mit Baryonenzahlverletzung um zwei Einheiten

Eine Bedingung für die Erzeugung einer Materie-Antimaterie-Asymmetrie in unserem Universum ist die Verletzung der Baryonenzahlerhaltung. Während die Verletzung der Baryonenzahl um eine Einheit ($\Delta B = 1$) in Prozessen mit Quarks der ersten oder zweiten Generation durch

die Nicht-Beobachtung von Proton-Zerfällen stark eingeschränkt ist, sind die Grenzen auf baryonenzahlverletzende Prozesse mit Quarks der dritten Generation deutlich schwächer. Prozesse, die die Baryonenzahl um zwei Einheiten verletzen, sind noch weniger untersucht. Mit den Daten des Belle II-Experiment können wir nach Prozessen mit $\Delta B = 2$ suchen, wie der Zerfall eines B-Mesons in ein Deuteron und leichte Mesonen oder Leptonen.

Kontakt: Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)

3.3 Bestimmung der B-Meson-Quantenzahlen

Es ist wohlbekannt und oft angenommen, dass, entsprechend dem Quark-Modell, die B-Mesonen im Grundzustand pseudoskalare Mesonen sind. Interessanterweise wurden der Spin und die Parität von B-Mesonen nie explizit gemessen. Mit einer Winkelanalyse sollen die Quantenzahlen von B-Mesonen bei Belle II gemessen werden.

Kontakt: Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)

3.4 Entwicklung eines Fit-Modells für $B \rightarrow D^{**}\ell\nu$ Zerfälle

Mit semileptoинische B-Meson-Zerfällen werden Parameter des Standardmodells gemessen und es wird die Leptonuniversalität getestet. Ein wesentlicher Untergrund bei vielen Messungen sind semileptonische B-Meson-Zerfälle in angeregte D-Mesonen. Da diese D^{**} -Mesonen stark zerfallen und eine signifikante Breite haben, können unterschiedliche D^{**} -Zustände miteinander interferieren. Für eine Messung von $B \rightarrow D^{**}\ell\nu$ Zerfällen mit Belle II-Daten soll ein Modell entwickelt und verifiziert werden, dass die Interferenzeffekte korrekt berücksichtigt.

Kontakt: Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)

3.5 Test eines neuen Datenformates für Belle II Analysen

Belle II hat zum Ziel 50 ab^{-1} an Daten bis zum Ende seiner Laufzeit zu nehmen, was etwa 50 mal der Datenmenge seiner Vorgängerexperimente entspricht. Um diese große Datenmenge effizient zu verarbeiten, muss auch die Datenverarbeitung von Belle II optimiert werden. Diese Arbeit zielt darauf ab, ein neues Datenformat, das sogenannte RNTuple, für die Verwendung bei Belle II zu testen. Dabei unterteilt sich die Arbeit in einen technischen Teil, bei dem das neue Datenformat in die Belle II Software integriert wird, und einen Analyseteil, in dem die Performance des neuen Datenformats anhand der Rekonstruktion eines spezifischen Zerfallskanals des B-Mesons getestet wird. Vorkenntnisse in C++ wären von Vorteil, sind aber nicht zwingend notwendig und können im Laufe der Arbeit erworben werden.

Kontakt: Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)

3.6 Belle II Software Checkpointing

Für das Prozessieren und Generieren von Daten für das Belle II-Experiment werden große Computing-Ressourcen benötigt. Beim Einsatz regenerativer Energiequellen variiert deren Verfügbarkeit zeitlich. Für eine optimale Nutzung regenerativer Energien ist es deshalb wünschenswert, dass Programme angehalten und später fortgesetzt werden. Dieses als Checkpointing bezeichnete Feature soll in der Belle II-Software implementiert werden. Dieses Projekt erfordert gute C++-Kenntnisse.

Kontakt: Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)

3.7 Belle II Opendata Analyse

In Zukunft sollen Daten aus Elektron-Positron-Kollisionen, die am Belle- II-Experiment aufgezeichnet wurden, öffentlich zugänglich gemacht werden. Ziel ist es, Teilchenphysik für Schülerinnen und Schüler sowie Studierende anschaulich und niederschwellig zugänglich zu machen.

Auf Basis einer bestehenden Analyse soll ein verständliches Analysebeispiel in Form eines Jupyter-Notebooks entwickelt werden. Dieses Notebook soll sowohl das zugrunde liegende physikalische Thema lehrreich aufbereiten als auch die einzelnen Schritte der Datenanalyse didaktisch nachvollziehbar erklären. Die Darstellung soll so gestaltet sein, dass sie auch für Nicht-Expertinnen und -Experten verständlich ist.

Ziel der Bachelorarbeit ist es, einerseits das physikalische Problem anschaulich zu vermitteln und andererseits den Einsatz moderner Datenanalysetools exemplarisch zu demonstrieren.

Als Inspiration und Orientierung können bestehende Opendata- Analysebeispiele anderer Experimente herangezogen werden, beispielsweise aus dem CERN Open Data Portal (<https://opendata.cern.ch/>).

Kontakt: Dr. Guenter Duckeck (GDuckeck@lmu.de),

Dr. Alexander Heidelbach (Alexander.Heidelbach@lmu.de),

Prof. Dr. Thomas Kuhr (Thomas.Kuhr@lmu.de)