

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Schlussbericht

Verbund: nein

Zuwendungsempfänger: Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Projektleitung: Prof. Dr. Christoph Blume

E-Mail: blume@ikf.uni-frankfurt.de

Förderkennzeichen: 05P09RFCA3

Förderzeitraum: 01.07.2009 - 31.12.2012

Thema: CERN-ALICE: Aufbau und Inbetriebnahme des TRD für ALICE  
und Untersuchung des Quark-Gluon-Plasmas am LHC

Zuwendung: 425.250,00 €

Projektträger: Projektträger DESY

Zusätzlicher Kontakt: Frey@atom.uni-frankfurt.de

Zusätzlicher Name: Marianne Frey

| Genutzte Großgeräte: | Labor | Gerät | Experiment |
|----------------------|-------|-------|------------|
|                      | CERN  | LHC   | ALICE      |
| Diplomarbeiten:      | 0     |       |            |
| Dissertationen:      | 3     |       |            |
| Habilitationen:      | 0     |       |            |
| Publikationen:       | 46    |       |            |
| Konferenzbeiträge:   | 7     |       |            |
| Patente:             | 0     |       |            |
| Bachelorarbeiten:    | 0     |       |            |
| Masterarbeiten:      | 3     |       |            |

Dieser Bericht wurde beim Projektträger über einen individuellen Online-Zugang vom Projektleiter eingereicht und am 28.06.2013 09:38 für eine Veröffentlichung freigegeben.

## Schlussbericht

### *CERN-ALICE: Aufbau und Inbetriebnahme des TRD für ALICE und Untersuchung des Quark-Gluon Plasmas am LHC*

Zuwendungsempfänger: Goethe-Universität Frankfurt

Projektleitung: Prof. Dr. C. Blume

## Zusammenfassung

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) ist das dedizierte Experiment zur Schwerionen-Physik am Large Hadron Collider (LHC). Der hauptsächliche Forschungsgegenstand ist die Untersuchung von stark wechselwirkender Materie bei extremen Temperaturen, insbesondere das Studium der neuartigen Materiephase des Quark-Gluon Plasmas (QGP), die bei diesen hochenergetischen Kernreaktionen entsteht.

ALICE hat seit der Inbetriebnahme des LHC im Herbst 2009 kontinuierlich und erfolgreich Daten aufgenommen. Bis zum November 2010 wurden pp Kollisionen bei zunächst  $\sqrt{s} = 0.9$  TeV und 2.36 TeV und dann seit Frühjahr 2010 bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV, bzw.  $\sqrt{s} = 8$  TeV seit 2012, gemessen. Die Analyse der pp Daten, die bislang mehr als 28 dedizierte Publikationen ergeben hat von denen eine die erste LHC Publikation überhaupt ist, hat sich bislang als überaus erfolgreich erwiesen. Im Herbst 2010 wurden dann zum ersten Mal auch schwere Ionen im LHC zur Kollision gebracht (Pb-Pb bei  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV). Diese Strahlzeit stellt einen bedeutsamen Meilenstein für ALICE dar und hat es erlaubt noch vor Beendigung der Datenaufnahme bereits fünf Publikationen fertig zu stellen. Eine zweite Strahlzeit mit Pb-Ionen mit deutlich erhöhter Statistik und der Verwendung eines Triggers auf die Ereigniszentralität folgte im Jahre 2011.

Der Transition Radiation Detector (TRD), dessen Hauptaufgabe die Identifikation von Elektronen ist, hat an der gesamten Datenaufnahme teilgenommen, wobei bis Ende 2010 sieben Sektoren von maximal 18 installiert und betriebsbereit waren. Während des Winter-Shutdowns 2010-11 konnten drei weitere Sektoren installiert werden, die im folgenden Jahr um drei zusätzliche Sektoren ergänzt wurden, so dass für die Datenaufnahme 2012 insgesamt 13 Sektoren zur Verfügung standen.

Die Gruppe des Antragstellers hat sich, in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. Dr. Appelshäuser, im Verlauf der Förderperiode unter anderem mit der Fertigstellung der Offline-Software und der Kalibration des TRDs befasst. Die Mittel aus der BMBF CERN-Nutzungsinitiative (BCN) haben es erlaubt, einen Teil der Arbeitsgruppe direkt am CERN zu stationieren. Die beinhaltet den Antragsteller selber, der im Zeitraum zwischen Anfang August 2010 und Ende März 2011 die Funktion eines System Run Coordinators (SRC) für das TRD Projekt übernommen hat, als auch zwei Doktoranden (H. Beck und J. Book). Auf diese Weise konnten wichtige Beiträge zur Datenaufnahme und zur TRD Installation

geleistet werden. Seit April 2011 hat der Antragsteller darüber hinaus den Posten eines Deputy Technical Coordinators für das TRD Projekt inne.

Mit Beginn der zweiten Hälfte der Förderperiode hat sich die Gruppe auch sehr in der Analyse der gemessenen Daten engagiert. Der Schwerpunkt dieser Aktivitäten lag dabei in der Messung von  $J/\psi$  Mesonen über ihren Zerfall in Di-Elektronen mit Hilfe der zentralen Detektoren (ITS, TPC, TRD) von ALICE. Die entsprechende Physics Analysis Group (PAG) der Kollaboration wird zur Zeit vom Antragsteller mit geleitet. Zu diesem Thema konnten von den Mitgliedern der Arbeitsgruppe eine Reihe von interessanten Resultaten erzielt werden. Besonderes Interesse hat dabei die Untersuchung der Multiplizitätsabhängigkeit der  $J/\psi$  Produktion in Proton-Proton Kollisionen hervor gerufen (publiziert in Phys. Lett. **B712**, 165 (2012)). Weitere wichtige Beiträge innerhalb dieser PAG konnten zum Studium der Medium-Modifikationen von  $J/\psi$  Mesonen in Pb-Pb Reaktionen gemacht werden, die ein qualitativ neuartiges Verhalten im Vergleich zu Messungen bei niedrigeren Energien zu Tage gefördert haben. Weitere, thematisch etwas anders gelagerte, Analysen haben sich mit der Messung von Jet-Fragmentations-Eigenschaften und mit der Untersuchung der Korrelationen von Baryonen und Photonen befasst.

## Bericht

### Projektumfeld

Die Arbeiten zu diesem Projekt waren in den BMBF Förderungsschwerpunkt 201 „ALICE“ eingebunden. Sie wurden in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. Dr. Harald Appelshäuser an der Universität Frankfurt und den weiteren deutschen ALICE Gruppen an der Universität Heidelberg (Prof. Dr. Johanna Stachel, Projektleiterin ALICE-TRD), der Universität Münster (Prof. Dr. Hannes Wessels), der Universität Darmstadt (Dr. Helmut Öschler), dem FIAS Frankfurt (Prof. Dr. Volker Lindenstruth), der GSI Darmstadt (Prof. Dr. Peter Braun-Munzinger) und den Fachhochschulen in Köln und Worms durchgeführt. Das ALICE-TRD Projekt beinhaltet als internationale Kollaborateure die Institute JINR Dubna (Russland), IFIN-HH Bukarest (Rumänien) und die Universitäten von Tokyo und Tsukuba (Japan). Die ALICE Kollaboration am europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf (Schweiz) hat über 1200 Mitglieder aus mehr als 130 Institutionen in 36 Ländern.

### Darstellung des Projekts

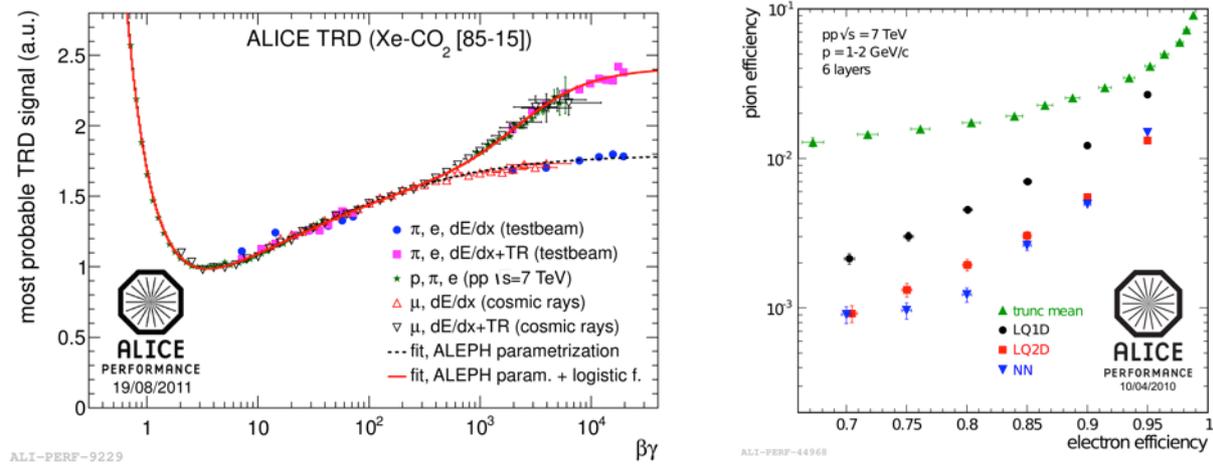
#### TRD Aufbau und Integration

Die Produktion der TRD-Ausleseammern im Detektorlabor des Instituts für Kernphysik konnte mittlerweile abgeschlossen werden. Die augenblicklichen Aktivitäten in Frankfurt beinhalten weiterhin die Integration und den Test der Ausleseelektronik auf den einzelnen Kammern. Diese Arbeiten wurden unter wesentlicher Beteiligung der Studenten (u.a. J. Book und H. Leon Vargas) durchgeführt, die auf diese Weise einen wertvollen Einblick in die Funktionsprinzipien der Detektoren gewinnen konnten. Nach dieser Vorbereitung der Kammern werden sie am Institut für Kernphysik der Universität Münster zu kompletten Sektoren (sog. Supermodulen) zusammengesetzt und zum Einbau in ALICE vorbereitet. Bislang konnten so 14 Supermodule fertig gestellt und getestet werden. Davon sind 13 mittlerweile in den ALICE Aufbau integriert. Die Fertigstellung des vollständigen TRDs hatte sich aufgrund der Schwierigkeiten in der Produktion der fehlenden Elektronik verzögert, kann aber nun wieder aufgenommen werden. Die entsprechenden Prozeduren und Aufbauten am IKF wurden dazu bereits wieder in Betrieb genommen, so dass der Detektor voraussichtlich im Laufe des Jahres 2013 komplettiert werden kann.

Mitglieder der Arbeitsgruppe (C. Blume, H. Beck, J. Book) haben sich aktiv an der Integration eines Teils des TRDs in ALICE am CERN während des Winter-Shutdowns 2010-11 beteiligt. Das für den Betrieb des Detektors benötigte Xenon-Gas wurde hauptsächlich mit den Investitionsmitteln dieses Antrags beschafft.

#### TRD Offline Software und Kalibration

Das Softwarepaket zur Simulation und Auswertung der Daten des ALICE Detektors („ALIROOT“) wurde im Verlauf des letzten Jahres erfolgreich zur Analyse der pp und Pb-Pb Daten verwendet. Darüber hinaus wurde mit diesem Programmpaket eine Vielzahl von simulierten Datensätzen erzeugt, die zur Berechnung von Korrekturen (z.B. Akzeptanz- und Effizienzkorrekturen) von Wichtigkeit sind. Die Betreuung des TRD spezifischen Teils wurde dabei vom Antragsteller koordiniert und von ihm als Mitglied im ALICE Computing Board innerhalb des ALICE Experiments vertreten. Es wurden dazu regelmäßige Treffen der TRD Software-Gruppe organisiert, die sich aus Mitgliedern der Arbeitsgruppen an den



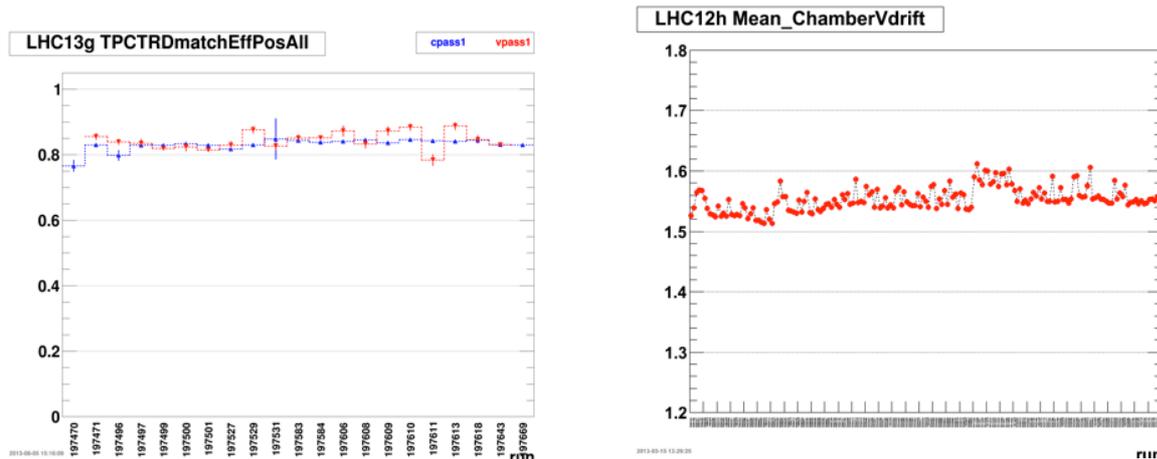
**Abb. 1:** Elektronidentifikation mit dem TRD. Gezeigt ist im linken Bild das im TRD gemessene Signal als Funktion der Geschwindigkeit des Teilchens. Dargestellt sind Daten aus Teststrahlzeiten, kosmischer Strahlung und realen Proton-Proton Kollisionen im Vergleich zu den theoretischen Erwartungen.

Das rechte Bild zeigt die erzielten Unterdrückungsfaktoren für Pionen in Abhängigkeit von der Elektron-Effizienz für verschiedene Algorithmen (trunc. mean: mittleres gemessenes Signal, LQ1D: ein-dimensionaler Likelihood, LQ2D: zwei-dimensionaler Likelihood, NN: Neuronales Netzwerk).

Universitäten Heidelberg, Frankfurt, Darmstadt und Münster, der GSI, Darmstadt, sowie des IFIN-HH Instituts in Bukarest, Rumänien, zusammensetzt.

Die eigentliche Entwicklung der Software konnte vor Beginn der Datenaufnahme abgeschlossen werden. Soweit dies noch nicht auf der Basis simulierter Ereignisse geschehen konnte, wurden die Algorithmen im Verlauf der Datenaufnahme weiter auf die Bedingungen der realen Messung angepasst. Dies beinhaltet zum einen die Bestimmung einer exakten Parametrisierung der Messfehler für Spurpunkte im TRD und zum anderen die Verbesserung des Verständnisses der Detektorantwort, die zur Identifikation von Elektronen essentiell ist. In diesem Bereich konnten im Verlauf des Jahres 2009 wesentliche Fortschritte erzielt werden. Als Beispiele sind in Abb. 1 Ergebnisse zur Bestimmung der Elektron-Pion Separation gezeigt. Das linke Bild fasst die TRD Signale für verschiedene Teilchen (Myonen, Pionen, Protonen und Elektronen) bei verschiedenen Geschwindigkeiten zusammen. Die Daten stammen aus Messungen in Teststrahlzeiten, mit kosmischer Strahlung (Myonen) und in normalen Produktionsstrahlzeiten. Es zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen theoretischer Erwartung und den Messungen unter den verschiedensten Bedingungen. Das rechte Bild zeigt die Pionen-Unterdrückung wie sie für realen Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV erzielt werden konnte. Abhängig vom benutzten Algorithmus kann ein Unterdrückungsfaktor von 100 und mehr bei einer Elektroneffizienz von 90% erzielt werden. Damit erreicht der TRD nach einer sorgfältigen Kalibration der Daten sein ursprünglich gestecktes Ziel ohne Probleme.

Die Kalibration der TRD Daten erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst wird online eine vorläufige Kalibration auf den Computern der Datenerfassung (DAQ), sowie alternativ auf dem High Level Trigger (HLT) erstellt. Dieser Schritt ergibt einen Überblick über den Status aller Auslesekanäle und eine erste Abschätzung der Driftgeschwindigkeit, welche die Durchführung eines ersten Rekonstruktionsschrittes erlaubt. Während dieser ersten Rekonstruktion wird eine weitere Kalibration durchgeführt (offline-pass0), die nun genaue Werte für die Driftgeschwindigkeiten, Verstärkungsfaktoren und lokalen Startzeiten der Auslese ergibt. Dies ermöglicht nun eine vollständige Rekonstruktion der TRD Daten. Da während der pass0 Kalibration noch keine endgültig kalibrierten Informationen der TPC zur



**Abb. 2:** Beispiel für das Online Monitoring der Datenqualität und der Kalibration für den TRD. Die linke Abbildung zeigt die Matching-Effizienz der Spuren zwischen der TPC und dem TRD, während rechts die durch die Kalibrationsprozeduren bestimmte Driftgeschwindigkeit im TRD dargestellt ist. Beide Werte sind gegen die Run-Nummer aufgetragen und werden automatisch während der Kalibration und Rekonstruktion bestimmt und auf einer Webpage dargestellt.

Verfügung stehen, wird die TRD Kalibration nach dieser ersten Kalibration wiederholt (offline-pass1). Mit Hilfe der nun verwendbaren globalen Spuren aus der TPC lassen sich nun weitere Verbesserungen der Driftgeschwindigkeiten und lokalen Startzeiten erzielen, die dann in einem finalen Rekonstruktionsschritt (pass2) verwendet werden können. Die Entwicklung und Überwachung der Kalibrations-Algorithmen wird hauptsächlich in Frankfurt durchgeführt (R. Bailhache, J. Book, H. Beck). Insbesondere ist die direkte Überwachung der Kalibrationsergebnisse und der Qualität der rekonstruierten Daten von großer Wichtigkeit, um eventuelle Probleme zeitnah feststellen und gegebenenfalls während der laufenden Rekonstruktion korrigieren zu können. Die entsprechenden Programme wurden von H. Beck und J. Book entwickelt und werden auch von ihnen im Betrieb überwacht. Insbesondere werden die Ergebnisse sofort über eine Webpage für alle Kollaborationsmitglieder zugänglich gemacht (siehe die in Abb. 2 gezeigten Beispiele).

Ein weiterer wichtiger Beitrag der Arbeitsgruppe bestand darin die Kommunikation zwischen der Front-End Elektronik (FEE) und der Offline Datenbank (OCDB) zu etablieren. Dies ist von Bedeutung, damit zum Zeitpunkt der Datenrekonstruktion alle notwendigen Informationen über die Konfiguration der Elektronik und des L1-Triggers zur Verfügung stehen. Die notwendigen Programme wurden von F. Kramer implementiert und wurden bereits während der Datenaufnahme erfolgreich benutzt. Die weitere Betreuung dieser Prozeduren wird nun von H. Beck fortgesetzt.

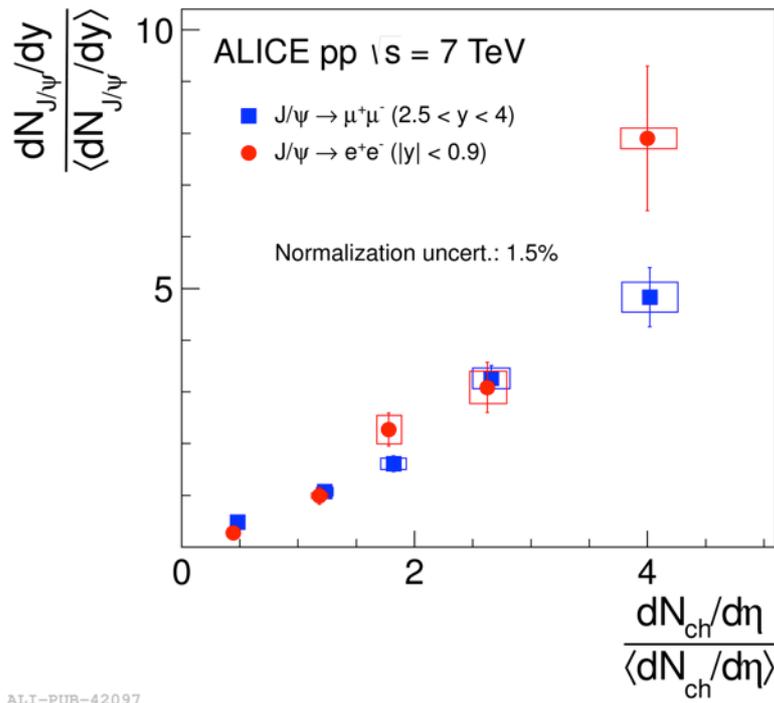
Bei der Entwicklung und Optimierung der Rekonstruktions-Software für den TRD war der Gesichtspunkt, dass die gleichen Programme, die zur Offline-Rekonstruktion nach der Datenaufnahme benutzt werden, auch für eine Online-Analyse mit dem High Level Trigger verwendbar sein sollen, von besonderer Bedeutung. Dies verringert zum einen den Wartungsaufwand immens und erleichtert zum anderen die spätere Vergleichbarkeit. Es setzt allerdings voraus, dass diese Programme auf ihre Geschwindigkeit und ihren Speicherplatzverbrauch hin optimiert werden. Hier wurden in der ersten Hälfte der Förderperiode wesentliche Fortschritte erzielt (T. Rascanu), so dass der Offline Clusterfinder jetzt mit der erforderlichen Geschwindigkeit online im HLT verwendet werden kann. Diese Entwicklungen werden hinsichtlich der Upgrades für Run2 von großer Bedeutung sein, da die Kalibrationsprozeduren von der Offline Software auf den HLT verlagert werden sollen.

## Datenaufnahme

Die Gruppe hat seit Beginn der Datenaufnahme im Herbst 2009 an den ALICE Strahlzeiten im regulären Schichtbetrieb teilgenommen. Neben den üblichen Schichten während des Strahlzeitbetriebs, zu denen jedes Kollaborationsmitglied verpflichtet ist und die entsprechend von den Doktoranden H. Beck, J. Book, F. Kramer und H. Leon Vargas geleistet wurden, hat der Antragsteller ab August 2010 die Funktion des System Run Coordinators (SRC) für das TRD Projekt übernommen. Diese Verpflichtung erfordert während des Strahlbetriebs die ständige Anwesenheit am CERN, was durch die Mittel der BNC gewährleistet werden konnte. Die Aufgabe eines SRC besteht unter anderem darin, den reibungslosen Betrieb eines Detektorsystems zu koordinieren und als Ansprechpartner für den ALICE Run Coordinator zu fungieren. Zusätzlich zum CERN Aufenthalt des Antragstellers selber wurde die längerfristige Stationierung der Doktoranden H. Beck und J. Book am CERN aus den BNC Mitteln finanziert. Dies ermöglichte ihnen, insbesondere während der für ihre Doktorarbeit besonders wichtigen Schwerionen-Strahlzeit im Herbst 2010, das Experiment aus erster Hand kennen zu lernen und wichtige Beiträge zum Aufbau und Betrieb des TRDs zu leisten.

## Datenanalyse

Die im Verlauf des Jahres 2010 gemessene Statistik an Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV wurde von F. Kramer im Rahmen seiner Doktorarbeit hinsichtlich der Produktion von  $J/\psi$  analysiert. Diese Analyse benutzt die Daten, die mit den zentralen Detektoren ITS (Inner Tracking System), TPC (Time Projection Chamber) und TRD gemessen wurden. Herr Kramer hat eine entsprechende Analysesoftware entwickelt, die insbesondere zum ersten Mal das ALICE efficiency framework in diese Art von Analyse einbezieht. Dieser Teil floss dann mit in das offizielle Dielektronen Analyse Programmpaket der Physics Analysis Group (PAG) Jpsi2ee ein. Ein wesentliches Resultate seiner Arbeit war eine Bestimmung des  $J/\psi$  Produktions-wirkungsquerschnitts und der entsprechenden Transversalimpulsspektren. Zusammen mit den Resultaten des ALICE Muon-Arms ergeben diese Messungen eine fast vollständige Abdeckung des Phasenraumes, was unter der LHC Experimenten ein Alleinstellungsmerkmal von ALICE ist. Neben ihrer Bedeutung als Referenz für die Pb-Pb Studien, stellen diese Daten auch einen wichtigen Test für die verschiedenen Modelle zur  $J/\psi$  Produktion in pp Kollisionen. Es zeigt sich, dass eine gute Beschreibung der Daten nur unter Berücksichtigung von Color Oktett Beiträgen, wie er im NRQCD Ansatz realisiert ist [1], möglich ist. Diese Studien wurden zusammen mit anderen Mitgliedern der PAG durchgeführt und bereits publiziert (Phys. Lett. **B704**, 442 (2011)). Ein weiteres und viel diskutiertes Ergebnis der Untersuchungen von Herrn Kramer war die Bestimmung der Abhängigkeit der  $J/\psi$  Produktion von der Multiplizität geladener Teilchen in pp Kollisionen. Es zeigte sich innerhalb des experimentell zugänglichen Bereiches eine annähernd lineare Abhängigkeit (s. Abb. 3). Dies war zunächst unerwartet, da die  $J/\psi$  Produktion als „harter“ Prozess unabhängig von der durch „weichen“ Prozessen dominierten Produktion geladenen Teilchen sein sollte. Die Daten legen jedoch nahe, dass Multi Parton Interactions (MPI) auch auf für die  $J/\psi$  Produktion relevanten Skalen in der gleichen Weise von Bedeutung sind, wie für weiche Streuprozesse. Insbesondere für entsprechende Monte Carlo Modelle (z.B. Pythia) stellen diese Messungen eine Herausforderung dar und sollten in der Modellierung von MPI berücksichtigt werden. Die Resultate wurden bereits publiziert (Phys. Lett. **B712**, 165 (2012)) und darüber hinaus in einem Kurzartikel des Antragstellers im CERN Courier vorgestellt. Weiterhin wurden sie in einer Reihe von Konferenzbeiträgen beschrieben (F. Kramer et al., eConf **C110613** (2011), F. Kramer et al., J. Phys.: Conf. Ser. **230**, 012042 (2010).) Die Doktorarbeit von Herrn Kramer wurde ergänzt durch die Analysen von Frau A. Bernhard, die in ihrer Master-Arbeit spezielle Aspekte der  $J/\psi$  Akzeptanz- und Effizienzkorrektur und deren Beitrag zum systematischen Fehler studiert hat.

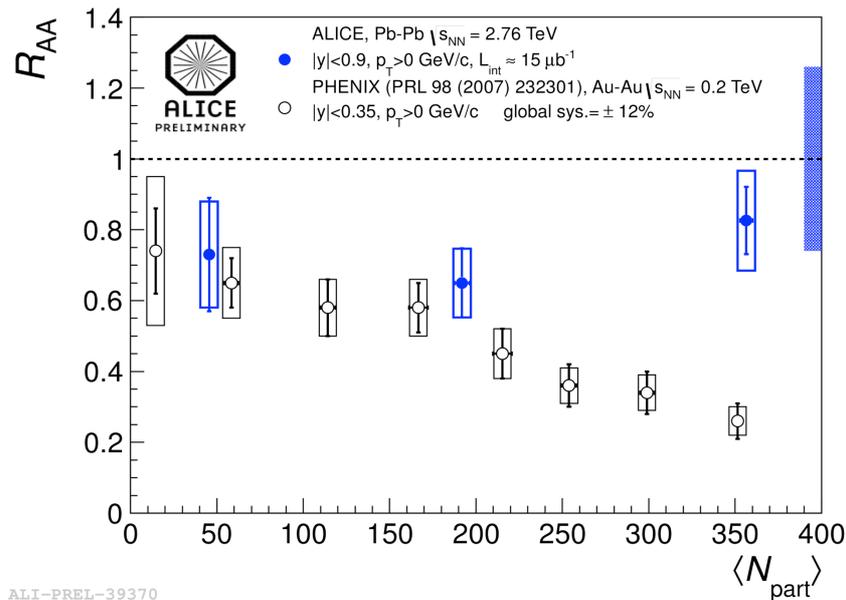


**Abb. 3:** Die relative  $J/\psi$  Multiplizitätsdichte als Funktion der relativen Multiplizitätsdichte für geladene Teilchen für Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s_{NN}} = 7$  TeV. Gezeigt sind Messungen für Vorwärts-Rapiditäten (blaue Quadrate) und mittlere Rapiditäten (rote Kreise).

Die  $J/\psi$ -Rekonstruktion über die Messung ihrer Zerfallselektronen wird jedoch dadurch beeinflusst, dass Elektronen durch Bremsstrahlung einen substantiellen Teil ihrer Energie verlieren können und deshalb durch die existierenden Algorithmen (Kalman-Filter zur Spur-Rekonstruktion) teilweise nur verfälscht oder gar nicht rekonstruiert werden. Es wurden deshalb Untersuchungen durchgeführt, um diese Algorithmen für die korrekte Bestimmung von Elektron-Spurparametern zu optimieren (F. Kramer). Frau Amely Tampe hat in ihrer Master-Arbeit anhand von Simulationen untersucht, wo innerhalb des ALICE Aufbaus diese Bremsstrahlungsverluste dominant auftreten. Ihre Ergebnisse legten nahe, dass sich diese im Bereich des ITS Detektors konzentrieren, was in der Rekonstruktionsstrategie für Elektronspuren berücksichtigt werden konnte und eine höhere Effizienz ermöglicht hat.

Da ein bedeutender Anteil der gemessenen  $J/\psi$  aus dem Zerfall angeregter Quarkonia-Zustände stammt, ist es für die Interpretation der  $J/\psi$  Messungen von großer Bedeutung diesen Anteil experimentell zu bestimmen. Unter anderem spielt das  $\psi(2S)$  hier eine wichtige Rolle. Da dessen Messung über den Dielektron-Zerfallskanal aufgrund des sehr geringen Verzweigungsverhältnisses ( $7.72 \times 10^{-4}$ ) schwierig ist, wurde von Herrn M. Pohl in seiner Master-Arbeit untersucht, ob die zentralen ALICE Detektoren geeignet sind das  $\psi(2S)$  über den Zerfall  $\psi(2S) \rightarrow J/\psi + \pi^+ + \pi^- \rightarrow e^+ + e^- + \pi^+ + \pi^-$  zu messen. Die Resultate seiner Simulationen zeigten, dass die Akzeptanz zwar ausreichend groß ist, jedoch das zu erwartende Signal/Untergrund-Verhältnis eine signifikante Messung nicht erlauben würde.

Herr J. Book hat sich im Rahmen seiner Doktorarbeit den  $J/\psi$  Analyseaktivitäten angeschlossen und konzentriert sich auf die Daten der Pb-Strahlzeit von 2011. Das  $J/\psi$  spielt in der ultra-relativistischen Schwerionenphysik eine sehr wichtige Rolle, da es schon sehr früh als eine mögliche Signatur für die Bildung eines QGPs vorgeschlagen worden ist [2]. Die freien Farbladungsträger im QGP können eine Temperatur-abhängige Abschirmung

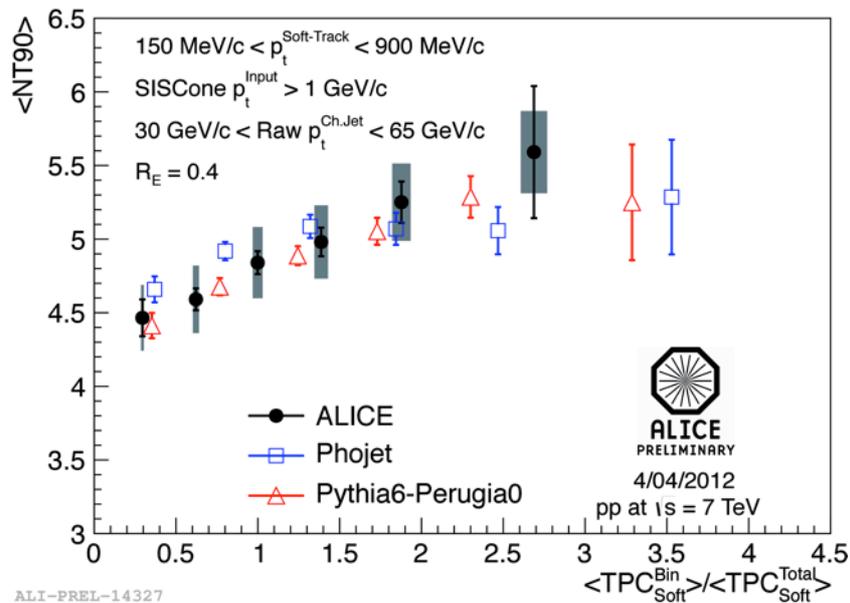


**Abb. 4:** Der nukleare Modifikationsfaktor  $R_{AA}$  für  $J/\psi$  bei mittleren Rapiditäten in Pb-Pb (Au-Au) Kollisionen als Funktion der mittleren Zahl der Participants. Die ALICE Daten für  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV sind hier im Vergleich zu Resultaten der PHENIX Kollaboration bei  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV gezeigt.

des Quark-Antiquark-Potentials bewirken, was sich in einer Unterdrückung der  $J/\psi$  Rate relativ zu  $N_{coil}$ -skalierten pp Kollisionen widerspiegeln würde. Entsprechende Beobachtungen wurden bereits am SPS und RHIC gemacht, jedoch ohne eindeutige theoretische Interpretation. Dies motiviert die weiter gehenden Studien am LHC, die ein systematischeres Vorgehen ermöglichen. Herr Book untersucht im Rahmen seiner Doktorarbeit zum einen die Möglichkeit eine Messung des elliptischen Flusses von  $J/\psi$  in semi-zentralen Pb-Pb Kollisionen bei mittleren Rapiditäten über den Dielektron-Zerfallskanal. Eine erste Messung bei Vorwärts-Rapiditäten mit dem Myon-Arm deutet darauf hin, dass der elliptische Fluss größer als Null zu sein scheint und eine entsprechende Messung bei mittleren Rapiditäten wäre entsprechend von großer Bedeutung. Zum anderen studiert Herr Book den nuklearen Modifikationsfaktor  $R_{AA}$  des  $J/\psi$  um den Einfluss des Mediums auf dessen Produktionsrate zu quantifizieren. Es zeigt sich, dass  $R_{AA}$  signifikant höher liegt als es z.B. am RHIC bei niedrigeren Energien bestimmt wurde (s. Abb. 4). Dies deutet darauf hin, dass in Schwerionenreaktionen bei LHC Energien ein zusätzlicher Produktionsprozess, die Quark Koaleszenz, eine wichtige Rolle zu spielen scheint [3]. Dieser Prozess wirkt der bislang beobachteten  $J/\psi$  Unterdrückung entgegen und könnte damit das beobachtete höhere  $R_{AA}$  erklären. Diese Resultate werden derzeit viel diskutiert und zur Publikation vorbereitet. Vorläufige Ergebnisse wurden auf internationalen Konferenzen präsentiert und in Proceedings beschrieben (J. Book et al., J. Phys.: Conf. Ser. **389**, 012028 (2012)). Derzeit werden diese Studien dahingehend erweitert zusätzlich zur Zentralitätsabhängigkeit auch die Abhängigkeit von  $R_{AA}$  vom Transversalimpuls zu bestimmen.

Die PAG zur Messung von  $J/\psi$  über den Dielektron-Kanal wird seit Beginn 2012 vom Antragsteller mit koordiniert. Weitere Publikationen, neben den bereits erwähnten, die aus Analysen innerhalb dieser PAG hervor gingen, sind JHEP **1211**, 065 (2012) und Phys. Lett. **B718**, 295 (2012).

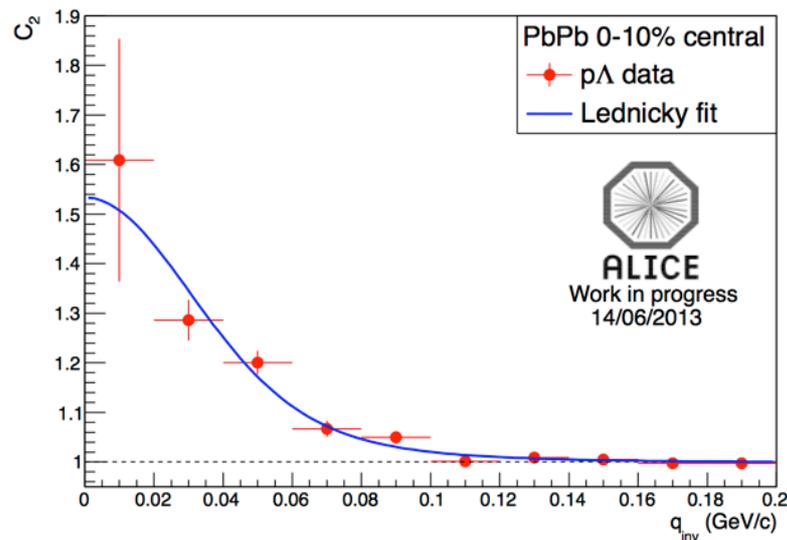
Neben der Messung von  $J/\psi$  befassen sich die Mitglieder der Arbeitsgruppe mit der Analyse von Jets in pp und Pb-Pb Reaktionen. Hier hat sich Herr H. Leon Vargas darauf spezialisiert Algorithmen zur Separation von Quark- und Gluon-Jets zu entwickeln und auf ihre Anwendbarkeit und Effizienz zu studieren. Als besonders nützlich hat sich zum Beispiel die



**Abb. 5:** Die mittlere minimale Zahl an Spuren, die nötig sind um 90% der gesamten Jet-Energie zu rekonstruieren (NT90) für Jets in einem Transversalimpulsintervall 30 – 65 GeV/c als Funktion der Multiplizität geladener Teilchen im underlying event für Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV. Gezeigt sind ALICE Daten im Vergleich mit den Monte-Carlo Modellen Phojet und Pythia6.

Methode, die in Referenz [4] vorgeschlagen wurde, herausgestellt. Diese verwendet die minimale Anzahl von Spuren, die zusammen genommen 90% der Jet-Energie ergeben, als Unterscheidungs-kriterium zwischen Quarks- und Gluon-Jets (NT90). Abbildung 5 zeigt das Resultat einer entsprechenden Studie für pp Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV. Interessanterweise zeigte sich, dass gemessene Wert von NT90 von der geladenen Multiplizität des underlying events abhängt. Dies könnte bedeuten, dass der relative Anteil von Quark- und Gluon-Jet mit dessen Struktur korreliert ist und auch durch MPI beeinflusst wird. Allerdings ergeben auch die gängigen MC Generatoren eine gute Beschreibung der Daten. Herr Leon Vargas hat seine Studien auch auf Pb-Pb Kollisionen erweitert und hierfür insbesondere spezielle Methoden der Behandlung von Untergrundbeiträgen entwickelt. Insgesamt konnten in dieser Studie ein Vielzahl von phänomenologischen Beobachtungen zur Jet-Fragmentation unter verschiedensten Bedingungen gemacht werden. Alle Ergebnisse wurden mehrfach auf internationalen Konferenzen präsentiert und in Proceedings dargelegt (H. Leon Vargas et al., J. Phys.: Conf. Ser. **389**, 012004 (2012), H. Leon Vargas et al., Int. J. Mod. Phys. **E20**, 1561 (2011)).

Eine weitere Analyse, die von Herrn H. Beck entwickelt wurde, befasst sich mit der Korrelation von Protonen und Lambda in Pb-Pb Reaktionen. Diese Korrelationen erlauben es die Größe der Reaktionszone bei großen transversalen Massen der Teilchenpaare zu bestimmen. Herr Beck hatte bereits in seiner Diplom-Arbeit im Rahmen des NA49 Experimentes Erfahrungen in diesem Bereich gesammelt [5], so dass diese Analyse auf entsprechenden Fachwissen basiert. Erste Ergebnisse sind in Abb. 6 gezeigt. Ein klares Korrelationssignal kann bestimmt werden, was nach den endgültigen Korrekturen die quantitative Bestimmung der Quellgröße ermöglichen wird. Die große zur Verfügung stehende Statistik wird auch eine differentielle Studie ermöglichen. Der aktuelle Stand dieser Untersuchungen wurde von Herrn Beck bereits auf einer internationalen Konferenz dargestellt (Hot Quarks 2012, Puerto Rico). Die innerhalb dieser Analyse entwickelten Methoden erlauben auch die Messung von Zwei-Photon-Korrelationen. Hierbei soll ein



**Abb. 6:** Die Korrelationsfunktion  $C_2$  von Proton-Lambda Paaren als Funktion des invarianten Relativimpulses  $q_{inv}$  für die 10% zentralsten Pb-Pb Kollisionen mit  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV. Die Daten sind hier im Vergleich mit einem Fit mit einem theoretischen Modell gezeigt, welches die Bestimmung von Quellengrößen erlaubt.

Photon über seine Konversion im Detektormaterial gemessen werden, während das andere konventionell in den Kalorimetern nachgewiesen wird. Auf diese Weise werden Detektoreffekte, die bei einer gleichzeitigen Messung von beiden Photonen in Kalorimetern auftreten und eine Interpretation des Signals erschweren, vermieden. Erste Resultate sind sehr vielversprechend und ermutigen weitere Studien in diese Richtung.

#### Referenzen:

- [1] M. Butenschön et al., Phys. Rev. **D84**, 051501 (2011).
- [2] T. Matsui and H. Satz, Phys. Lett. **B178**, 416 (1986).
- [3] P. Braun-Munzinger and J. Stachel, Phys. Lett. **B490**, 196 (2000).
- [4] J. Pumplin et al., Phys. Rev. **D44**, 2025 (1991).
- [5] T. Anticic et al. (NA49 Collaboration), Phys. Rev. **C83**, 054906 (2011).

## Publikationsliste (2009 – 2012)

1. \*\*\* **“Die starke Seite des LHC”**,  
C. Blume, K. Rabbertz und S. Tapprogge, Physik Journal (Wiley-VCH Verlag) 11  
Nr. 4, S.45 (2012).
2. \*\*\* **“J/ψ Production in High-Multiplicity pp Collisions”**,  
C. Blume (for the ALICE Collaboration), CERN Courier, IOP, March 27 2012.
3. \*\* **“J/ψ Measurements with the ALICE Experiment at the LHC”**,  
C. Blume for the ALICE Collaboration, to appear in Eur. Phys. J.
4. \*\* **“Femtoscopy at High  $m_t$  in Heavy Ion Collisions with ALICE”**,  
H. Beck for the ALICE Collaboration, to appear in J. Phys.: Conf. Ser.
5. **“Charged Kaon Femtoscopic Correlations in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), arXiv:1212.5958.
6. **“Transverse Momentum Distribution and Nuclear Modification Factor of Charged  
Particles in p-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), arXiv:1210.4520.
7. **“Measurement of Inelastic, Single- and Double-Diffraction Cross Sections in Proton-  
Proton Collisions at the LHC with ALICE”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), arXiv:1208.4968.
8. \*\* **“J/ψ Measurements with the ALICE Experiment at the LHC”**,  
J. Book for the ALICE Collaboration, J. Phys.: Conf. Ser. 389, 012028 (2012).
9. \*\* **“Connecting the Underlying Event with Jet Properties in pp Collisions at  $\sqrt{s} =$   
7 TeV with the ALICE Experiment”**,  
H. Leon Vargas for the ALICE Collaboration, J. Phys.: Conf. Ser. 389, 012004  
(2012).
10. **“Measurement of Electrons from Semileptonic Heavy-Flavour Hadron Decays in pp  
Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **D86**, 112007 (2012).
11. **“Measurement of the Cross Section for Electromagnetic Dissociation with Neutron  
Emission in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **109**, 252302 (2012).
12. **“Pion, Kaon, and Proton Production in Central Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **109**, 252301 (2012).
13. **“ $D_s^+$  Meson Production at Central Rapidity in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7$   
TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B718**, 279 (2012).
14. **“Production of  $K^*(892)^0$  and  $\phi(1020)$  in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C72**, 2183 (2012).
15. **“ $K_s^0$ - $K_s^0$  Correlations in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV from the LHC ALICE Experiment”**,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B717**, 151 (2012).

16. *“Production of Muons from Heavy Flavour Decays at Forward Rapidity in pp and Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **109**, 112301 (2012).
17. \*\*\*\* **“Measurement of Prompt and Non-prompt  $J/\psi$  Production Cross Sections at Mid-Rapidity in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”**,  
**B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), JHEP 1211, 065 (2012).**
18. *“Neutral Pion and  $\eta$  Meson Production in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  TeV and  $\sqrt{s} = 7$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B717**, 162 (2012).
19. *“Transverse Sphericity of Primary Charged Particles in Minimum Bias Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9, 2.76$  and 7 TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C72**, 2124 (2012).
20. *“Measurement of Charm Production at Central Rapidity in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), JHEP **1207**, 191 (2012).
21. *“Multi-Strange Baryon Production in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B712**, 309 (2012).
22. \*\*\*\* **“Inclusive  $J/\psi$  Production in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV”**,  
**B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. B718, 295 (2012).**
23. *“Suppression of High Transverse Momentum D Mesons in Central Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), JHEP **1209**, 112 (2012).
24. \*\*\* **“ $J/\psi$  Production as a Function of Charged Particle Multiplicity in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”**,  
**B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. B712, 165 (2012).**
25. *“ $J/\psi$  Suppression at Forward Rapidity in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **109**, 072301 (2012).
26. *“Heavy Flavour Decay Muon Production at Forward Rapidity in Proton—Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B708**, 265 (2012).
27. *“Measurement of Event Background Fluctuations for Charged Particle Jet Reconstruction in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), JHEP **1203**, 053 (2012).
28. \* **“Light Vector Meson Production in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”**,  
**B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. B710, 557 (2012).**
29. *“Underlying Event Measurements in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 7 TeV with the ALICE Experiment at the LHC”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), JHEP **1207**, 116 (2012).
30. *“ $J/\psi$  Polarization in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”*,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **108**, 082001 (2012).

31. “*Measurement of Charm Production at Central Rapidity in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$* ”,  
B. Abelev et al. (ALICE Collaboration), JHEP **1201**, 128 (2012).
32. “*Particle-Yield Modification in Jet-like Azimuthal Di-hadron Correlations in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **108**, 092301 (2012).
33. “*Harmonic Decomposition of Two-Particle Angular Correlations in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B708**, 249 (2012).
34. “*Higher Harmonic Anisotropic Flow Measurements of Charged Particles in Pb-Pb Collisions at  $2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **107**, 032301 (2011).
35. \*\*\*\* “*Rapidity and Transverse Momentum Dependence of Inclusive  $J/\psi$  Production in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B704**, 442 (2011).
36. “*Production of Pions, Kaons and Protons in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 900 \text{ GeV}$  with ALICE at the LHC*”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C71**, 1655 (2011).
37. “*Femtoscopy of pp Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and  $7 \text{ TeV}$  at the LHC with Two-Pion Bose-Einstein Correlations*”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **D84**, 112004 (2011).
38. “*Two-Pion Bose-Einstein Correlations in Central Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B696**, 328 (2011).
39. \* “*Strange Particle Production at Central Rapidity in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9 \text{ TeV}$  with ALICE at LHC*”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C71**, 1594 (2011).
40. “*Centrality Dependence of the Charged-Particle Multiplicity Density at Mid-Rapidity in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **106**, 032301 (2011).
41. “*Suppression of Charged Particle Production at Large Transverse Momentum in Central Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B696**, 30 (2011).
42. \*\* “*Quarkonia Measurements with ALICE at the LHC*”,  
F. Kramer for the ALICE Collaboration, eConf **C110613** (2011).
43. \*\* “*Parton Discrimination using Jets with ALICE at the LHC*”,  
H. Leon Vargas, for the ALICE collaboration, Int. J. Mod. Phys **E20**, 1561 (2011).
44. “*Charged-Particle Multiplicity Density at Mid-Rapidity in Central Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76 \text{ TeV}$* ”,  
K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **105**, 252301 (2010).

45. “*Elliptic Flow of Charged Particles in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **105**, 252302 (2010).
46. “*Two-Pion Bose-Einstein Correlations in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **D82**, 052001 (2010).
47. \*\*\* “**Transverse Momentum Spectra of Charged Particles in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV with ALICE at the LHC**”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B693**, 53 (2010).
48. \*\* “**Quarkonia Measurements with ALICE**”, F. Kramer and C. Blume, for the ALICE collaboration, J. Phys.: Conf. Ser. **230**, 012042 (2010).
49. “*Midrapidity Antiproton-to-Proton Ratio in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 7 TeV measured by the ALICE Experiment*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **105**, 072002 (2010).
50. “*Charged-Particle Multiplicity Measurement in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at LHC*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C68**, 345 (2010).
51. “*Charged-Particle Multiplicity Measurement in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 2.36 TeV with ALICE at LHC*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C68**, 89 (2010).
52. “*Alignment of the ALICE Inner Tracking System with Cosmic-Ray Tracks*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), J. Inst. **5**, P03003 (2010).
53. “*First Proton-Proton Collisions at the LHC as observed with the ALICE Detector: Measurement of the Charged Particle Pseudorapidity Density at  $\sqrt{s} = 900$  GeV*”, K. Aamodt et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C65**, 111 (2010).

\* Mitglied (C. Blume) im Internal Review Committee

\*\* Konferenz Proceedings von Gruppenmitgliedern

\*\*\* Korrespondierender Autor (C. Blume)

\*\*\*\* Beinhaltet direkte Beiträge der Arbeitsgruppe oder der PAG  $J/\psi \rightarrow ee$

Beiträge zum GSI Scientific Report

2012:

1. *"A Study of Jet Fragmentation Properties in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at the LHC"*,  
**H. Leon Vargas, C. Blume**, C. Klein-Bösing.
2. *"Measurement of  $J/\psi$  Production as a Function of Charged-Particle Multiplicity in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp Collisions"*,  
**F. Kramer**, A. Andronic, I. Arsene, **C. Blume**.
3. *"The Second Year of Physics with the ALICE Experiment at the LHC"*,  
ALICE Collaboration.

2011:

1. *"Performance of an Algorithm to Discriminate Quark and Gluon Jets with ALICE at the LHC"*,  
**H. Leon Vargas, C. Blume**, C. Klein-Bösing.
2. *"Performance Studies for the Measurement of  $\psi(2S)$  via the Decay Channel  $\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^- \rightarrow e^+ e^- \pi^+ \pi^-$  with the ALICE Detector"*,  
**M. Pohl, C. Blume, F. Kramer**.
3. *"Calibration of the ALICE Transition Radiation Detector"*,  
R. Bailhache, **J. Book**, W. Yu, A. Andronic, M. Al Helwi, R. Grajcarek, K. Schweda,  
**C. Blume**, H. Appelshäuser, J. Stachel.

2010:

1. *"Perspectives of  $J/\psi$  Measurement in pp Collisions at the LHC in ALICE"*,  
A. Andronic, I. C. Arsene, **A. Bernhard, C. Blume**, P. Braun-Munzinger,  
**F. Kramer**, D. Krumbhorn, M. Mager, W. J. Park, J. Wiechula.
2. *"Development of  $J/\psi \rightarrow e^+ e^-$  with the ALICE Central Barrel Detectors"*,  
**F. Kramer, C. Blume**, A. Andronic, I. C. Arsene, **A. Bernhard, J. Book**,  
D. Krumbhorn, W. J. Park, J. Wiechula.
3. *"Parton and Flavor Discrimination using Jets with ALICE at the LHC"*,  
**H. Leon-Vargas, C. Blume**, C. Klein-Bösing.
4. *"Calibration of the ALICE Transition Radiation Detector with the First Proton beam Data"*,  
R. Bailhache, **F. Kramer, T. Bird**, A. Andronic, I. Arsene, **C. Blume, J. Book**,  
H. Appelshäuser.

2009:

1. *"The Status of the ALICE TRD Project"*,  
ALICE Collaboration.
2. *"A DCS-Offline Communication Framework for the ALICE TRD"*,  
**C. Blume, F. Kramer**, T. Dietel, K. Oyama.

3. *"Study of the Measurement of Quarkonia in different ALICE Central Barrel Detector Configurations"*, **A. Bernhard, F. Kramer, C. Blume.**

Präsentationen (2009 – 2012)

1. H. Beck, "*Femtoscopy at High  $m_t$  in Heavy-Ion Collisions with ALICE*", Vortrag auf der Konferenz "Hot Quarks - Workshop for Young Scientists on the Physics of Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions", Copamarina, Puerto Rico, Oktober 2012.
2. C. Blume, "*J/ψ Measurements with the ALICE Experiment at the LHC*", Vortrag auf der „International Conference on New Frontiers of Physics“, Kolybari, Kreta, Griechenland, Juni 2012.
3. J. Book, "*J/ψ Measurements with the ALICE Experiment at the LHC*", Vortrag auf dem „29th International Winter Workshop on Nuclear Dynamics“, Dorado del Mar, Puerto Rico, April 2012.
4. H. Beck, "*Proton-Lambda Correlations in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV*", Vortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Mainz, März 2012.
5. J. Book, "*J/ψ Production as a Function of Charged Particle Multiplicity in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV*", Vortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Mainz, März 2012.
6. H. Leon Vargas, "*A Study of Jet Fragmentation Properties in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at the LHC*", Vortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Mainz, März 2012.
7. C. Blume, "*Commissioning and Performance of the ALICE-TRD*", eingeladener Vortrag auf dem 4<sup>th</sup> workshop on Advanced Transition Radiation Detectors for Accelerator and Space Application "TRDs for the third Millennium", Bari, Italien, September 2011.
8. J. Book, "*Measurement of  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  Production in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV in ALICE at the LHC*", Poster auf dem 486. WE-Heraeus Seminar „Characterization of the Quark Gluon Plasma with Heavy Quarks“, Bad Honnef, Deutschland, Juli 2011.
9. F. Kramer, "*Measurement of the Multiplicity Dependence of  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  Production in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp Collisions with ALICE at the LHC*", Poster auf dem 486. WE-Heraeus Seminar „Characterization of the Quark Gluon Plasma with Heavy Quarks“, Bad Honnef, Deutschland, Juli 2011.
10. F. Kramer, "*Quarkonia Measurements with ALICE at the LHC*", Vortrag auf der internationalen Konferenz „Hadron 2011“, München, Juni 2011.
11. J. Book, "*Measurement of  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  Production in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV in ALICE at the LHC*", Poster auf der internationalen Konferenz „Quark Matter 2011“, Annecy, Frankreich, Mai 2011.
12. F. Kramer, "*Measurement of the Multiplicity Dependence of  $J/\psi \rightarrow e^+e^-$  Production in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp Collisions with ALICE at the LHC*", Poster auf der internationalen Konferenz „Quark Matter 2011“, Annecy, Frankreich, Mai 2011.

13. J. Book und F. Kramer, "*Measurement of the  $J/\psi$  Production Cross Section in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at the LHC and Perspectives for Pb-Pb*", Poster auf dem 105. LHCC Meeting, Genf, Schweiz, März 2011.
14. J. Book und F. Kramer, "*Measurement of the  $J/\psi$  Production Cross Section in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at the LHC and Perspectives for Pb-Pb*", Poster auf dem EMMI Midterm Review, GSI Darmstadt, Deutschland, März 2011.
15. F. Kramer, "*Measurement of the  $J/\psi$  Production Cross Section in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at LHC and Perspectives for Pb-Pb*", Gruppenvortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Münster, März 2011.
16. H. Leon Vargas, "*Quark and Gluon Composition of Jets in Proton-Proton Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with ALICE at the LHC*", Vortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Münster, März 2011.
17. M. Pohl, "*Performance Studies for the Measurement of  $\psi'$  via the Decay Channel  $\psi' \rightarrow J/\psi + \pi^+\pi^- \rightarrow e^+e^- + \pi^+\pi^-$  with the ALICE Detector*", Vortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Münster, März 2011.
18. H. Leon Vargas, "*Parton Discrimination using Jets with ALICE at the LHC*", Vortrag auf dem „5th Workshop on High  $p_t$  Physics at LHC“, Mexico City, Mexico, Oktober 2010.
19. C. Blume, "*ALICE at the LHC: First Results and Prospects*", Seminarvortrag im Physics Department der Universität Kapstadt, Südafrika, 22. September 2010.
20. H. Leon Vargas, "*Parton Discrimination using Jets with ALICE at the LHC*", Vortrag auf dem Workshop „Jets in p+p and Heavy Ion Collisions“, Prag, Tschechien, August 2010.
21. H. Leon Vargas, „*Parton and Flavor Discrimination using Jets with ALICE at the LHC*“, Vortrag auf der DPG Frühjahrstagung in Bonn, März 2010.
22. F. Kramer, "*Quarkonia Measurements with ALICE*", Vortrag auf dem "26th Winter Workshop on Nuclear Dynamics“, Ocho Rios, Jamaika, Januar 2010.
23. C. Blume, „*Das ALICE Experiment: Zurück zum Anfang des Universums*“, Vortrag auf der Ausstellung „Weltmaschine 2010“ an der Universität Frankfurt, 17. und 30. Januar 2010.
24. A. Bernhard, "*Study of the Measurement of Quarkonia in Different ALICE Central Barrel Configurations*", Poster auf der DPG Frühjahrstagung in Bochum, März 2009.
25. F. Kramer, "*A DCS-Offline Communication Framework for the ALICE TRD*", Poster auf der DPG Frühjahrstagung in Bochum, März 2009.

Abgeschlossene Master- und Doktor-Arbeiten

Master-Arbeiten:

1. Moritz Pohl, „*Studie zur Messung von  $\psi(2S)$  Mesonen mit dem ALICE Detektor am LHC*“, Goethe-Universität Frankfurt, Februar 2011.
2. Anna Bernhard, „*Effizienz-Studie zur Messung von  $J/\psi$  mit den zentralen ALICE-Detektoren*“, Goethe-Universität Frankfurt, Juni 2011.
3. Sarah Amely Tampe, „*Optimierung der Rekonstruktionsparameter zur Messung von Quarkonia im zentralen ALICE*“, Goethe-Universität Frankfurt, November 2011.

Doktor-Arbeiten:

1. Wolfgang Sommer, „*Measurements of Quarkonia with the Central Detectors of ALICE*“, Goethe-Universität Frankfurt, März 2008.
2. Frederick Kramer, „ *$J/\psi$  Production in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp Collisions*“, Goethe-Universität Frankfurt, Juli 2011.
3. Hermes Leon Vargas, „*Jet Fragmentation Properties in Proton-Proton and Pb-Pb Collisions with ALICE at the LHC*“, Goethe-Universität Frankfurt, September 2012.