



Entwicklung des experimentellen Aufbaus zur Spektroskopie von Doppel-A-Hyperkernen am PANDA-Experiment

HELMHOLTZ GEMEINSCHAFT

Helmholtz-Institut Mainz



M. Steinen<sup>1</sup>, S. Bleser<sup>1</sup>, F. Iazzi<sup>2</sup>, I. Kojouharov<sup>3</sup>, J.Kojouharova<sup>3</sup>, J. Pochodzalla<sup>1</sup>, A. Sanchez Lorente<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut für Kernphysik, Mainz; <sup>2</sup> Politecnico di Torino und INFN, Sez. di Torino, Italien; <sup>3</sup>GSI, Darmstadt; <sup>4</sup>Helmholtz-Institut Mainz



Großgeräte

## Produktion und Detektion von Doppel-Λ-Hyperkernen am PANDA-Experiment



Die Bauarbeiten an der neuen Beschleunigeranlage FAIR laufen gerade an. FAIR wird angrenzend an die **GSI** in Darmstadt gebaut Das **PANDA**-Experiment ist





Das PANDA-Spektrometer in Standard-Konfiguration



Die Produktion von Doppel- $\Lambda$ -Hyperkernen mit  $\overline{P}ANDA$  ist ein zweistufiger Prozess:

1) $\overline{p}p \rightarrow \overline{\Xi}^+ \Xi^-$	2) $\Xi^-p \rightarrow \Lambda\Lambda$ + 28 MeV
---	---

- Der erste Schritt, die Erzeugung langsamer  $\Xi^-$ , findet im **primären, internen Target** statt. Dabei muss die Reaktionsrate, und damit die Luminosität, möglichst konstant sein.
- Um die zweite Stufe zu verwirklichen, ist ein **aktives, sekundäres Target** nötig. Dieses B) muss zunächst die  $\Xi^-$  abbremsen und in einem Kern einfangen. Der aktive Teil des Targets besteht darin, eindringende  $\Xi^-$  und geladene Zerfallsprodukte der Doppel- $\Lambda$ -Hyperkerne zu identifizieren und zu vermessen.
- Mit Hilfe von **Germanium-Detektoren** wird  $\gamma$ -Spektroskopie der angeregten Zustände der Doppel- $\Lambda$ -Hyperkerne durchgeführt.

Kalkulierte Raten		
pp-Reaktionsrate	3 · 10 <sup>6</sup> S <sup>-1</sup>	
gestoppte Ξ <sup>_</sup>	64 8oo / Tag	
produzierte Doppel- $\Lambda$ -Hyperkerne	3 320 / Tag	
detektierte Doppel- $\Lambda$ -Hyperkerne	70 / Monat	

## Entwicklung der Hardware-Komponenten



Die Hauptaufgabe des primären Targets ist die Erzeugung langsamer Ξ<sup>−</sup>. Um dabei den hadronischen Untergrund in Rückwärtsrichtung möglichst gering zu halten und gleichzeitig eine konstante Luminosität zu erhalten, wird ein <sup>12</sup>C-Drahttarget entwickelt. Das obige



Bild zeigt den derzeitigen Prototypen. Der Diamantdraht ist 3 µm dick und 100  $\mu$ m breit. Er wird mit Hilfe eines fs-Lasers aus einer Diamantfolie ausgeschnitten, die in einem Siliziumring (Ø 15 mm) gehalten wird.

Um während des Experimentierbetriebs die Reaktionsrate einzustellen, soll das Drahttarget mittels Piezomotoren in den Halo des Antiprotonstrahls gefahren werden. Durch einen zusätzlichen, in Strahlrichtung beweglichen, Schlitten lassen sich gerissene



Im **sekundären, aktiven Target** werden die Doppel- $\Lambda$ -Hyperkerne erzeugt. Zu deren Nachweis muss der Ort des  $\Xi^{-}$ -Einfangs identifiziert und die Spur der geladenen schwachen Zerfallsprodukte des Hyperkerns rekonstruiert werden. Zu diesem Zweck ist eine kompakte Sandwich-Struktur aus alternierenden Lagen aus Absorbermaterial (Be, B, C) und doppelseitigen Silizium-Streifendetektoren erforderlich. Aus Platzgründen und wegen der hohen Strahlung ist es nötig die Frontend-Elektronik aufzufächern. Dazu werden ultra-dünne Mikrokabel aus 20 µm Al-Polyimid (50 µm Pitch, 384 Leiterbahnen) getestet, die eine möglichst geringe Massenbelegung aufweisen.



[u] 5 4

3\_ 2\_

-1-

-4

Für die Germanium-Detektoren sind 48 EUROBALL HPGe-Kristalle vorgesehen. Da jedoch der Platz innerhalb des Barrel-Spektrometers von PANDA stark begrenzt ist, können die Kristalle nicht mit LN2 gekühlt werden. Deshalb ist die Kühlung mittels elektromechanischer Kühler (ORTEC X-Cooler II) vorgesehen. Da jedoch die Kühlleistung eines solchen Kühlers limitiert ist, muss



die Anzahl der Kristalle pro Kryostat auf 2 oder 3 beschränkt werden. Die Gegenüberstellung dieser beiden möglichen Konfigurationen hat für den Energiebereich von 1 bis 8 MeV eine in etwa 10 % höhere Full-Energy-Effizienz für die Dreifach-Anordnung ergeben.



## Targetdrähte im laufenden Experiment ersetzen.



Die Geometrie und Größe des sekundären Targets ist durch die Lebensdauer und die Abbremszeit der  $\Xi^$ festgelegt. Die Anzahl und Dicke der Absorberlagen wird mittels Simulationen optimiert. Im linken Bild ist die Verteilung der Eingangsimpulse der simulierten  $\Xi^-$  gezeigt. Das rechte Bild zeigt die Position der gestoppten  $\Xi^-$  in den Absorberlagen. Über 90 % davon werden in den inneren 10 Absorberlagen gestoppt. Für die gezeigten Simulationen liegt eine Absorberdicke von 1 mm Be und eine Sensordicke von o,3 mm Si zugrunde.





Kryostat-hülle Befestigung 293,15 K 73,15 K Kühlfinger

mechanischer Kühlung gemessen und verglichen. Es ergibt sich eine Verschlechterung um etwa 8 % (<sup>6</sup>°Co: 1,332 MeV ) bei Verwendung des X-Coolers aufgrund des höheren thermischen Rauschens durch eine höhere Betriebstemperatur von 110 K gegenüber 77 K mit LN2. Zum Betrieb von Detektoren mit mehreren Kristallen werden Verbesserungen an den Kryostaten entwickelt, die die Wärmeleitung vermindern. Dazu werden Simulationen durchgeführt um die einzelnen Komponenten hinsichtlich ihrer thermischen und mechanischen Eigenschaften zu optimieren.

\* Supported by the Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (contract No. o6MZ9182). This Research is part of the EU integrated infrastructure initiative Hadronphysics project under contract number RII3-CT-2004-506078.