1.2 Das EDDA-Experiment

Mit dem EDDA-Experiment, das als internes Targetexperiment am Cooler-Synchrotron in Jülich konzipiert ist, sind präzise Messungen von Anregungsfunktionen der elastischen Proton-Proton-Streuung über einen großen Energie- und Winkelbereich möglich. COSY zeichnet sich dabei in Bezug auf Strahlausdehnung und Impulsschärfe durch eine besonders hohe Strahlqualität aus. Die Protonen können über einen Bereich von 0.5 MeV bis 2.5 GeV kinetische Energie beschleunigt werden. An dem internen Strahlplatz T2 befindet sich das EDDA-Experiment (s.Abb.1.1), das einen Laborwinkelbereich von 9^{O} bis 72^{O} abdeckt.

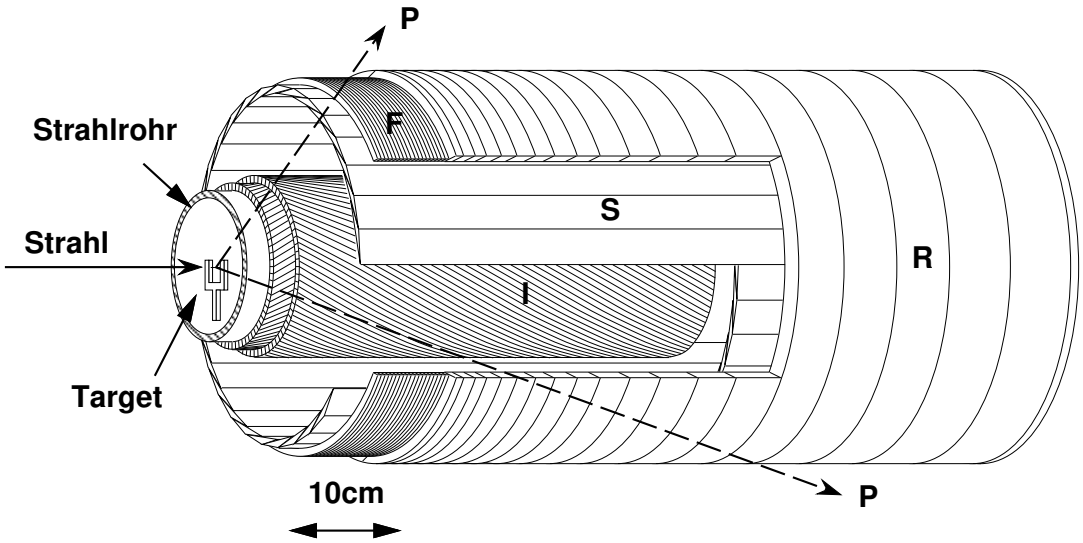

Abb.1.1 Schematische Darstellung des EDDA-Experiments. P elastisch gestreutes Proton, R Ringlage der äußeren Lage, S Stablage der äußeren Lage, F Faserringlage der äußeren Lage, I innere Lage des EDDA-Detektors (hier nur schematisch als zweilagige Anordnung).

Die Messungen werden während der Beschleunigung der Protonen in Energieschritten von einigen MeV durchgeführt. Der EDDA-Detektor kann grob in zwei ortsauflösende Einheiten unterteilt werden, der "inneren Lage" und der "äußeren Lage". Mit dieser Unterteilung verknüpft ist die zeitliche Einteilung des EDDA-Experiments in zwei Phasen.,

1. Phase des EDDA-Experiments

Die erste Phase dient zur Messung unpolarisierter, differentieller Wirkungsquerschnitte mittels eines ca. 5µm dicken CH_2 -Fädchentargets [MOS 91], [MOS 94]. In dieser Phase genügt zur Bestimmung der Streuwinkel die äußere Lage. Zum Nachweis der gestreuten Protonen werden in der äußeren Lage Plastikszintillatoren verwendet, die in zwei Schichten in der Form von Stäben und Ringen zylindrisch um das Strahlrohr angebracht sind (s.Abb. 1.1). Die Winkelrekonstruktion erfolgt nach dem Prinzip der Amplitudenteilung [WOL 92], [BOL 92]. Zur Aufnahme der Ereignisse wird ein koplanarer und ein kinematischer Trigger eingesetzt. Zur Zeit befindet sich das EDDA-Experiment in dieser ersten Phase.

2. Phase des EDDA-Experiments

Die zweite Phase dient zur Messung von vier Polarisationsobservablen (A_y , A_{yy}, A_{xx}, A_{xz}). Dazu benötigt man eine Quelle polarisierter Teilchen für COSY und ein Atomstrahltarget polarisierter Protonen. Die polarisierte Quelle ist bereits installiert, das Atomstrahltarget befindet sich im Aufbau. Da die Ausdehnung des polarisierten Targetstrahls ($\varnothing \approx$ 10mm) nicht mehr vernachlässigt werden kann, benötigt man zur Vertexrekonstruktion einen zweiten ortsauflösenden Detektor, die innere Lage. Die innere Lage ist aus szintillierenden Fasern aufgebaut und besteht aus vier übereinanderliegenden Einzellagen (s.Kap.2). Die Fasern werden mit Multianodenphotomultipliern ausgelesen. Es wird der Trigger der äußeren Lage verwendet (s.Abb. 2.6). Damit eine funktionstüchtige innere Lage in das EDDA-Experiment in Jülich eingebaut werden kann, sind Testmessungen und Voreinstellungen in Bonn durchgeführt worden.

1.4 Thema und Ziel der Arbeit

Das Thema der vorliegenden Arbeit sind die notwendigen Testmessungen der inneren Lage vor dem Einbau in das EDDA-Experiment und die Einstellungen, die mit der Ankopplung an die Frontend-Elektronik verbunden sind. Dazu wurde ein Testaufbau und ein Testverfahren entwickelt.
Ziel der Testmessungen und Einstellungen ist es, einen funktionfähigen und homogenen Detektor zu erhalten, mit dem der Nachweis jedes gestreuten Protons im EDDA-Experiment mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich ist. Dabei wird eine Nachweiswahrscheinlichkeit von annähernd 100 % angestrebt. Dazu wurden folgende Arbeiten durchgeführt.

- Für einen Test der szintillierenden Fasern der inneren Lage wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, die im Test erhaltene Lichtausbeute mit der im EDDA-Experiment zu erwartenden Lichtausbeute der Protonen zu vergleichen.
- Es wurde ein geeignetes Testverfahren und ein Messaufbau entwickelt und fertiggestellt, mit dem ein routinemäßiger Test der verwendeten Fasern und Photomultiplierkanäle durchgeführt werden konnte.
- Es wurde ein Einstellverfahren angewendet, das eine optimale Anpassung der Photomultipliersignale untereinander und an die Frontend-Elektronik ermöglicht.
- Bei der Montage der inneren Lage wurden letzte noch auftretende Probleme auch im Hinblick auf den Einbau der inneren Lage in das EDDA-Experiment gelöst.

2. Die innere Lage des EDDA-Detektors

Die Aufgabe der inneren Lage des EDDA-Detektors ist die Bestimmung von Vertexpunkten bei der elastischen pp-Streuung und damit zusammen mit der Außenlage die Vertexrekonstruktion in der zweiten Phase des EDDA-Experiments. Die innere Lage ist somit als ortsauflösender Detektor zur Präzisionsmessung der elastischen pp-Streuung konzipiert. Sie ist aus szintillierenden Fasern aufgebaut, die helixförmig in vier Einzellagen um das Strahlrohr angebracht sind. Der helixförmige Aufbau der inneren Lage aus vier Einzellagen stellt eine optimierte Geometrie dar, die sowohl die Erfordernisse des Experiments als auch die Eigenschaften der szintillierenden Fasern berücksichtigt [LAH 92], [WIE 91],[WIE 94], [DOR 93].
Die Eignung der verwendeten Fasern, der Photomultiplier und der Konstruktion zum Nachweis der gestreuten Protonen wurde bereits untersucht [ZIE 93], [WIE 91], [ENG 93]. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Komponenten der inneren Lage sowie die Ausleseelektronik vorgestellt. Es wird dann hauptsächlich auf den Aufbau des Detektors und die Testnotwendigkeiten eingegangen.

2.1 Komponenten und Konstruktion der inneren Lage

Die innere Lage besteht aus 640 szintillierenden Fasern mit rundem Querschnitt (∅=2.5mm), die auf vier übereinanderliegende Einzellagen zu je 160 Fasern aufgeteilt sind. Die Einzellagen sind helixförmig auf dem Strahlrohr aufgebracht (Abb.1.1)

Abb. 2.1 Position der inneren Lage im EDDA-Experiment, deutlich erkennt man die Vakuumstutzen, um die die Fasern der inneren Lage herumgeführt werden müssen.