

Abstract

The EDDA experiment aims at a precise determination of the observables $\frac{d\sigma}{d\Omega}$, A_N , A_{NN} , A_{SS} and A_{SK} in elastic proton-proton scattering. These data shall then serve as input to global and fixed energy phase-shift analyses.

The experiment is setup at the proton Cooler Synchrotron COSY (FZ Jülich). Measurements are performed during the acceleration of the circulating beam with an internal target. The detector is optimized for the signatures (coplanarity, kinematic correlation) of the elastic pp scattering with projectile energies ranging from 500 MeV to 2600 MeV . It consists of two plastic scintillator hodoscopes cylindrically aligned around the beam-pipe extending the angular range $30^\circ \leq \Theta_{CM} \leq 90^\circ$ with full azimuthal coverage.

Phase one of the experiment ended in 1996, it was devoted to the measurement of the unpolarized excitation functions $\frac{d\sigma}{d\Omega}(T, \Theta_{CM})$. A third of these data has been published [Alb97] and used in phase-shift analyses since then. Since summer 1999 the experiments on the excitation functions $A_N(T, \Theta_{CM})$ with the unpolarized COSY beam impinging on the polarized protons of an atomic hydrogen beam target are finished too.

The material for this thesis was prepared during the measurements and analysis of the $A_N(T, \Theta_{CM})$ -data. The first part deals with Monte-Carlo-Studies. They are in particular devoted to the impact of the inner scintillator hodoscope – that become necessary and was inserted for all measurements with the extended atomic beam target – by secondary hadronic reactions and on the vertex reconstruction. Explicit population of individual inelastic pp reaction channels allowed to test the selectivity of the experiment in event identification and background subtraction. The *proper-flip-technique* for compensation of so called false asymmetries could be verified on a 0.1% significance level.

The second part of this thesis focuses on the conduct of phase-shift analysis with inclusion of the EDDA results. Concepts and formalism of the SAID program package developed by Prof. R.A. Arndt are explained and applied to the excitation functions $A_N(T, \Theta_{CM})$. It should be stressed that this is the first data set of a polarization observable that covers an extended angular and energy range with a consistent normalization.

Also studied is the impact of the complete data set $\frac{d\sigma}{d\Omega}(T, \Theta_{CM})$ with its improved statistics and energy range. The results of these phase-shift analysis are compared to those of existing and previous ones.

The thesis ends with a search for resonant excursions in the excitation functions $A_N(T, \Theta_{CM})$. No such structures with total width, in the order 30 MeV to $\approx 120\text{ MeV}$ are found such that only limits on the elasticity $\eta_{el} = \sigma_{el}/\sigma_{tot}$, can be posted.

Zusammenfassung

Das EDDA-Experiment hat die präzise Vermessung der Observablen $\frac{d\sigma}{d\Omega}$, A_N , A_{NN} , A_{SS} und A_{SK} der elastischen Proton-Proton-Streuung zum Ziel. Die Ergebnisse der Messungen sollen als Eingabedatensätze für Streuphasenanalysen bereitgestellt werden.

Das Experiment befindet sich am Targetplatz TP2 des Protonen-Beschleunigers COSY im Forschungszentrum Jülich. Die Messungen erfolgen an einem internen Target während der Beschleunigung des umlaufenden Protonenstrahls. Der Detektor ist optimiert auf die Kinematik der elastischen pp-Streuung bei Projektilenergien zwischen $500\text{ MeV} \leq T \leq 2600\text{ MeV}$. Er besteht aus zwei zylindrischen Schalen aus Plastiksintillator, die den Winkelbereich $30^\circ \leq \Theta_{CM} \leq 90^\circ$ und den vollen Azimuth überdecken.

Die erste Phase des Experiments wurde mit Abschluß der Messungen zum spingemittelten differentiellen Wirkungsquerschnitt im Sommer 1996 beendet. Ein Teil dieser Daten wurde in [Alb97] veröffentlicht und hat bereits Eingang in Streuphasenanalysen gefunden. Seit Sommer 1999 sind auch die Messungen der Analysierstärke $A_N(T, \Theta)$ abgeschlossen worden. Bei diesen Messungen wurde der unpolarisierte COSY-Strahl auf den kernspinpolarisierten Wasserstoffstrahl des Atomstrahltargets geschossen.

Die vorliegende Arbeit entstand während der Messungen und Analyse der A_N -Daten. Sie behandelt im ersten Abschnitt Simulations-Untersuchungen. Insbesondere wurde der Einfluß der inneren, für die Messung mit dem ausgedehnten Atomstrahltarget eingebauten Detektorlage auf die Rate an Sekundärreaktionen ebenso wie auf die Vertexrekonstruktion bestimmt. Durch gezielte Population inelastischer Kanäle der pp-Streuung konnte die Selektivität des Experiments bezüglich Ereignisidentifikation und Untergrundabtrennung getestet werden. Für das zur Bestimmung der Analysierstärken A_N eingesetzte *proper-flip-Verfahren* konnte die Korrektur falscher Asymmetrien auf einem 0.1%-Signifikanzniveau bestätigt werden.

Der zweite Schwerpunkt der Arbeit befaßt sich mit der Durchführung von Streuphasenanalysen unter Einbeziehung der EDDA-Daten. Hierfür werden die theoretischen Grundlagen vorgestellt und der konkrete Formalismus der von Prof. Arndt entwickelten Programme zur Streuphasenanalyse (SAID) diskutiert, und auf die A_N -Daten angewandt. Sie stellen einen ersten konsistenten Datensatz für eine Polarisationsobservable dar, der zudem einen großen Energie- und Winkelbereich abdeckt und über eine einheitliche Normierung verfügt.

Daneben wird der Einfluß des erweiterten Energiebereiches und der deutlich verbesserten Statistik des kompletten $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ -Datensatzes untersucht. Die Ergebnisse beider Analysen werden den Resultaten bestehender Streuphasenanalysen gegenübergestellt und diskutiert.

Abschließend wurden die Anregungsfunktionen der Analysierstärke in Hinblick auf resonanzartige Strukturen untersucht. Dabei ergaben sich keine Hinweise auf Strukturen mit totalen Breiten, zwischen 30 MeV bis etwa 120 MeV , so daß nur untere Grenzen der Elastizität $\eta_{el} = \sigma_{el}/\sigma_{tot}$, angegeben werden können.