Isabell Pellmann
Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich
e-mail: I.Pellmann@fz-juelich.de

COSY-11 Ein internes Experiment zur Mesonenproduktion an der Schwelle

COSY-11 ist ein internes Experiment am Cooler Synchrotron und Speicherring COSY im Forschungszentrum Jülich, an dem Protonenimpulse von 280 MeV/c bis $\approx$ 3.4 GeV/c bei einer Speicherkapazität von $2 \cdot 10^{11}$ Protonen erreicht werden können. Ziel des Experiments ist es, bei voller geometrischer Akzeptanz Messungen nahe der Schwelle für Mesonenproduktion machen zu können, besonders im 1 GeV/c^2-Massenbereich, wo die Strangenessproduktion beginnt (z.B. η', f_0, a_0, ϕ, die alle unter starker Wechselwirkung in 2 Mesonen zerfallen). In einer Meßanordnung an einem COSY-Maschinendipol werden Experimente des Typs pp$\rightarrow$ppX mit einem internen Wasserstoff-Clustertarget durchgeführt.

Das Studium der Mesonenproduktion direkt an der Reaktionsschwelle soll zum Verständnis der Mesonen und deren Wechselwirkungen beitragen. Innerhalb des Standardmodells der Quantenchromodynamik (QCD) werden die Mesonen durch Quark-Antiquark-Kombination ($q\bar{q}$) beschrieben. Allerdings läßt die QCD auch noch andere farbneutrale Zustände zu, z.B. für die Mesonen $f_0(975)$ und $a_0(980)$ [1]:

1. Quark-Gluon-Kombinationen (Hybride) [2]
2. Vier-Quark-Zustände ($q\bar{q}q\bar{q}$) [3]
3. Rein gluonische Zustände ('glueballs') [4]
4. Mesonische Moleküle (z.B. $K\bar{K}$ [5], [6])

Bei der Schwellenproduktion gehen die Relativimpulse der Ejektile gegen Null, wodurch trotz der stark begrenzten Winkelakzeptanz des COSY-11-Detektorsystems für Energien bis 1MeV über der Schwelle eine 4π-Raumwinkelabdeckung in CM-System gegeben ist; bei höheren überschußenergien kann man durch gute Kenntnis des tatsächlich abgedeckten Winkelbereichs auf eine 4π-Abdeckung zurückrechnen. Der Energiebereich knapp über der Schwelle ist physikalisch besonders interessant, da hier auf Grund der langen Wechselwirkungszeiten die "final-state-interaction" sehr gut zu beobachten ist, z.B für Meson-Baryon, Baryon-Baryon und - wenn mindestens 2 Mesonen produziert wurden - Meson-Meson-Systeme. Letztere sind spannend, da sie in der Theorie die einfachsten Objekte sind, um Wechselwirkungen zwischen Hadronen zu untersuchen.

Ein Großteil der experimentellen Daten, die bisher zur Interpretation der Zustände 1.-4. (s.o.) genutzt werden konnten, resultiert aus Analysen von Mesonsystemen wie $\pi\pi$, KK sowie $\eta\pi^+\pi^-$, die in hochenergetischen pp-Reaktionen [7], [8], [9], [10] und $\pi^\pm$p [11], [12] produziert wurden und nur eine Auflösung von $\geq$ 10 MeV/c^2 lieferten. Fuer eine Differenzierung der unterschiedlichen theoretischen Modelle sind aber weitere experimentelle Daten hoher Präzision nötig: Die Kombination aus dem eingesetzten Detektionssystem (s. u.), dem internen Clustertarget sowie dem zur Verfügung stehenden phasenraumgekühlten Protonenstrahl hoher Impulsschärfe erlaubt eine Rekonstruktion der invarianten Masse von $\approx$1MeV/c^2 FWHM im hier relevanten Massenbereich.

Ein weiterer Vorteil des Versuchsaufbaus von COSY-11 ist die Möglichkeit, auch Streuwinkel von 0° messen zu können. Sie ist dadurch gegeben, daß das interne Wasserstoff-Cluster-Target sich vor einem normalen Maschinendipol befindet, der gleichzeitig als Impulsspektrograph der Ejektile dient.

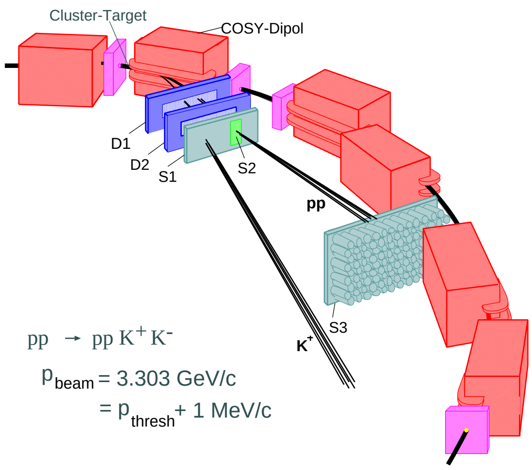

Abbildung 1: Aufbau von COSY-11

Positiv geladene Teilchen werden vom Magneten in das Innere des Rings abgelenkt. Sie verlassen den Ring durch ein dünnes Austrittsfenster (30 μm Al auf 2 Lagen C-Fasern je 150 μm) und gelangen zu dem Detektorsystem, das aus zwei Graded-Field-Driftkammern (D1, D2) im Abstand von 80 cm zueinander (horizontale (vertikale) Auflösung 200 μm (500 μm)), zwei sich direkt anschließenden Szintillatorhodoskopen (S1, S2), die aus je 16 beidseitig ausgelesenen Plastikszintillatoren (10.0 bzw. 1.3 cm breit und 45 cm lang) aufgebaut sind, und aus einer 100×220 cm^2 großen Szintillatorwand mit 217 Photomultipliern in Matrixanordnung, die in 9 m Entfernung aufgestellt ist, besteht. Aus der rekonstruierten Spur, dem bekannten Magnetfeld und der Flugzeit zwischen S1 und S3 kann man auf die Viererimpulse der detektierten Ejektile schließen und somit auf die "missing mass" der nicht detektierten Teilchen.

Negativ geladene Teilchen treten durch ein weiteres dünnes Austrittsfenster (150μm kaltgerollte Chrom-Nickel-Stahlfolie) aus und treffen auf ein System von Silizium-Pad-Detektoren: Dieses Halbleiterzählerarray mit ca. 6×100 cm^2 befindet sich im Dipol-Gap. Es wird von einem beidseitig auslesbaren Szintillatorstreifen abgedeckt und soll Teilchen wie π^- und K^- nachweisen.

Ein ca. 6×25 cm^2 großer "Monitor-Detektor" zum Nachweis elastisch gestreuter Protonen ist in Targetnähe positioniert.

Im Rahmen meiner Diplomarbeit werde ich die Luminosität des Experimentes auf verschiedene Arten bestimmen. Bisher wurde hierfür nur die elastische pp-Streuung verwendet. Ich werde ebenfalls die Reaktion pp$\to$dπ^+ und die Strahllebensdauer auswerten, und für die Detektion der elastischen Protonen neue Vieldrahtproportionalkammern in Betrieb nehmen, die in direkter Targetnähe installiert werden.

Literatur

[1] T. Barnes: Theor. Aspects of Light Meson Spectr. Oak Ridge Ntl. Lab. Rep. (95)
[2] N. Isgur u. J.Paton, Phys. Lett. B 124 (83) 247
[3] R. L. Jaffe Phys. Rev. D 15 (77) 267
[4] F. Close Rep. Prog. Phys. 51 (88)
[5] D. Lohse, J. W. Durso, K. Holinde, J. Speth., Phys. Lett. B 234 (90) 235
[6] N. Isgur u. J. Weinstein, Phys. Rev. D 41 (90)
[7] T. Akesson et al., NP B 264 (86) 154
[8] M. Aguilar-Benitez et al., Z. Phys. C 50 (91) 405
[9] A. Breakstone et al., Z.Phys. C 48 (90) 569
[10] T. A. Armstrong et al., Z. Phys. C 51 (91) 351
[11] A. Etkin et al., Phys. Rev. D 25 (82) 1786
[12] N. M. Cason et al., Phys. Rev D 28 (83) 1586