**Zwischenbericht zur Dissertation von Frieder Kleefeld (Stand Juni 1996)**
(Institut für Theoretische Physik III, Friedrich–Alexander–Universität Erlangen–Nürnberg, Staudtstr. 7, 91058 Erlangen, E-mail: kleefeld@theorie3.physik.uni-erlangen.de)

Ziel meiner Arbeit ist die theoretische Untersuchung von Experimenten zur exklusiven Schwellenproduktion von schweren Mesonen an Kernen, wie sie im Moment an hochauflösenden Protonbeschleunigern möglich geworden sind und durchgeführt werden, wie z.B. dem COSY-Speicherring des Forschungszentrums Jülich. Prof. Dillig und ich befinden uns im Kontakt mit der experimentellen Arbeitsgruppe von Prof. Eyrich am Time–of–Flight–Spectrometer (TOF) in Jülich, die im Moment experimentell in verschiedensten Prozessen schwere, in der Regel seltsame Mesonen und Vier–Quark–Zustände produzieren.
Die theoretischen Fragestellungen hinsichtlich dieser Experimente sind sehr unterschiedlich und fundamental:
Die zur Produktion von schweren Teilchen erforderlichen hohen Impulsübertrage führen zu hohen Anregungszuständen der beteiligten Nukleonen ($\rightarrow$ Resonanzen) und Kerne (In der Regel sind mehr als zwei Nukleonen im Kern an den Reaktionsprozessen beteiligt). Die beteiligte Kernbausteine müssen zum Teil hohe Rückstösse verkraften. Die effektiven Kopplungskonstanten der Resonanzen and die Grundzustandsnukleonen sind in Betrag und Phase in der Regel nicht bekannt. Eine nichtrelativistische Behandlung der untersuchten Prozesse ist bei solch hohen Impulsüberträgen mit einem sehr großen Fragezeichen behaftet ($\rightarrow$ Boost-Verhalten von Kernwellenfunktionen, relativistisch gebundene Zustände, ...). In diesem „nichtperturbativen" Bereich stellt sich auch die Frage nach der Relevanz der fundamentale Freiheitsgrade, der Quarks und Gluonen.
Zur Beantwortung obiger Fragestellungen untersuchen wir im Moment folgende Sachverhalte:

- Zur relativistischen Berechnung von Kern–Wellenfunktionen und Reaktionen bei hohen Impulsüberträgen befaßen wir uns mit der Untersuchung und dem Vergleich der Bethe–Salpeter–Gleichung (BSG) und der daraus ableitbaren 4– und 3–dimensionalen Quasipotentialgleichungen und nichtrelativistischen Reduktionen der BSG in normalen und Lichtkegelkoordinaten. Insbesondere das sehr einfache Boost–Verhalten von Lichtkegelwellenfunktionen ist für unsere Fragestellungen sehr interessant.

- Anhand der Schwellenproduktion von $\eta$–Mesonen in $pp$-Stößen untersuchen wir in einem Meson–Austausch–Modell die Frage der Kopplung von $\pi$– und $\rho$–Mesonen and Nukleonen, Resonanzen und deren Konstituenten–Quarks. Für die Resonanz $S_{11}(1535)$ versuchen wir Phasen und Betrag der Kopplungskonstanten über relevante Prozesse (vgl. Abb. 3) zu berechnen und durch das Experiment zu fixieren. Außerdem beschäftigt uns die Frage nach der Rolle der

Roper–Resonanz für die $\eta$–Produktion in der oben genannten Reaktion. Eine observable Größe ist der totale Wirkungsquerschnitt als Funktion der Energie für $\sigma_{pp\to pp\eta}$ an der Schwelle.

- Untersuchung der Reaktion $\sigma_{pp\to pp\pi^0}$ an der Schwelle. Die bzgl. den Quantenzahlen der $\eta$–Produktion in $pp$–Stössen sehr ähnliche Reaktion unterscheidet sich auf Grund der geringen Masse des Pions sehr grundlegend in den Reaktionsmechanismen von der $\eta$–Produktion. Unter anderem beschäftigen uns hierbei die sehr kurz reichweitigen Korrelationen über intermediäre $\bar{N}$–Zustände und die Rolle des $\Delta$–Isobars im Produktionsprozeß ($\to$ Boxdiagramme). Eine mikroskopische Behandlung des „$\sigma$–Austausches" wird angestrebt.

- Berechnung von $\sigma_{pp\to p\Lambda K^+}$ in einem Meson–Austausch– und einem Quark–Gluon–Bild. Interessant sind hier unter anderem die Strangeness–Beimischung im Nukleon. Anwendung finden hier unsere Untersuchungen zu Quasipotentialgleichungen auf dem Lichtkegel (Vgl. Abb. 1 und 2).

- Berechnungen von exklusiven Mesonproduktionsprozessen an magischen und fast magischen Kernen an der Produktionsschwelle sind zur Zeit Gegenstand unserer Diskussion. Hierbei beschäftigen wir uns mit der Produktion von „schweren" Mesonen ($\pi, \eta, \rho, \omega, \Phi, K, \ldots$) und Viel–Quark–Systemen ($K\bar{K}, \ldots$).

- Eine Sichtung der experimentellen Daten und theoretischen Veröffentlichungen zur Schwellenproduktion von Mesonen and Kernen und Nukleonen war und ist Bestandteil meiner Arbeit.

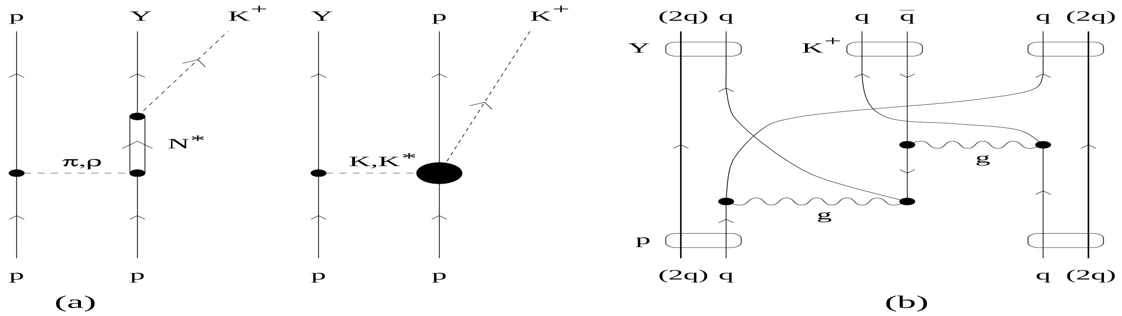


Abbildung 1: Meson–Austausch–Modell (a) und Quark–Gluon–Modell (b) für die $pp$–induzierte $K^+$ Produktion an der Schwelle

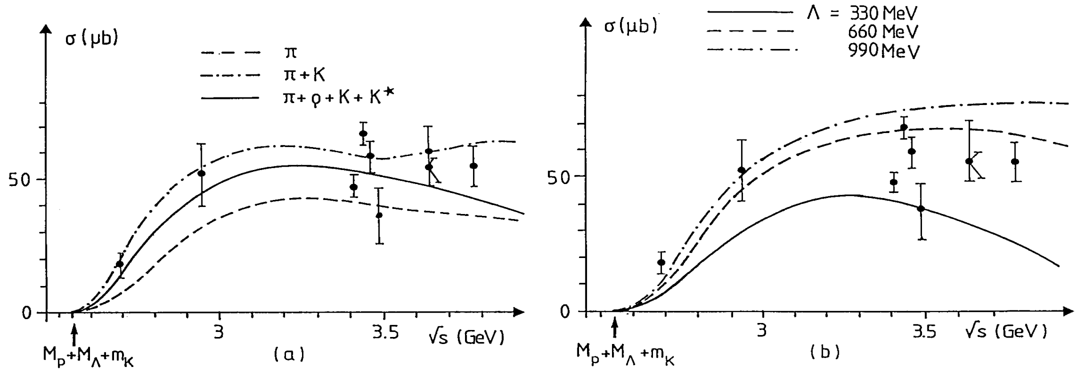


Abbildung 2: Vorläufige Ergebnisse zur Energieabhängigkeit von $\sigma_{pp\to p\Lambda K^+}$ im (a) Meson–Austausch– und (b) Zwei–Gluon–Austausch–Modell (Vgl. Abb. 1).

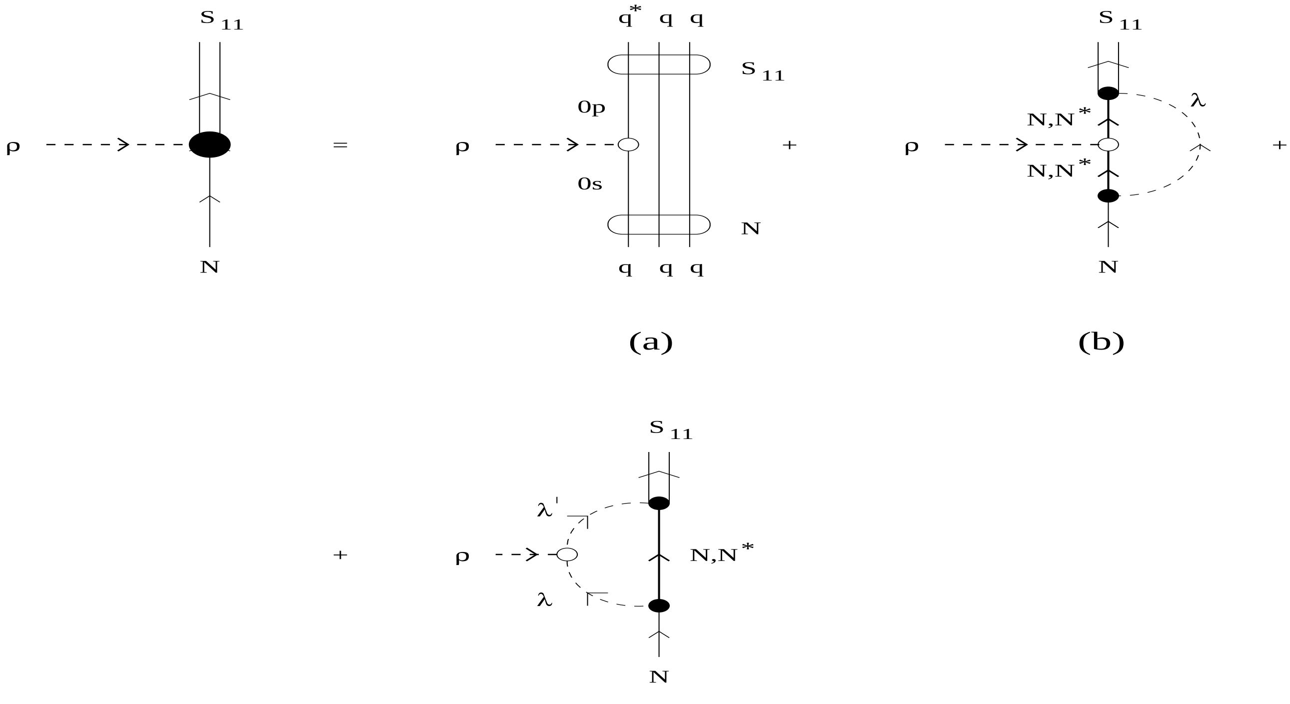


Abbildung 3: Führende Beiträge zum $\rho N S_{11}$ Vertex: (a) Anregung von Quarks, (b) Kopplung an das Nukleon in der Gegenwart einer Mesonen–Wolke, (c) Kopplung an die Mesonen–Wolke des Nukleons. $\lambda$ und $\lambda'$ symbolisieren ausgetauschte Mesonen wie z.B. $\pi$, $\rho$, $\eta$, $\omega$, …, während $N^*$ für die Anregungen des Nukleons $N$ steht, wie z.B. $\Delta(1232)$, $N(1440)$, … .