Justus-Liebig-Universität Giessen

Institut für Theoretische Physik

INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK I

der

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

JAHRESBERICHT 99

1 Vorwort

Mit dieser kleinen Broschüre berichtet das Institut für Theoretische Physik I wieder über seine wissenschaftliche Arbeit im vergangenen Jahr. Die vier Arbeitsgebiete des Instituts, die Hadronenphysik, die Schwerionenphysik, die Quarkphysik und die Kernstrukturphysik werden mit ihren wichtigsten Forschungsergebnissen vorgestellt. Dabei achten wir insbesondere auf die wissenschaftlichen Querverbindungen zwischen diesen Gebieten: Schwerionenphysik ist heute nicht mehr ohne Hadronenphysik denkbar, Hadronenphysik nicht mehr ohne Quarkphysik und die Quark-Gluon-Plasma Physik nicht mehr ohne Schwerionen- und Hadronenphysik. Auch die Strukturphysik, die in Giessen stark auf die Untersuchung von Hyperkernen ausgerichtet ist, besitzt offensichtliche Querverbindungen in die Hadronen- und Quark-Physik.

Die wissenschaftliche Ausbildung findet im Institut, abgestützt durch ein Graduiertenkolleg, durch die Mitarbeit an unseren Forschungsprojekten statt. Unsere Diplomanden und Doktoranden lernen frühzeitig, sich auch im internationalen Umfeld mit ihren Arbeiten zu behaupten. Die engen Verbindungen zu experimentellen Gruppen an der GSI Darmstadt, bei MAMI, Mainz, und bei ELSA, Bonn, schulen das Gefühl für das 'Machbare'. Alle Arbeiten erfordern ganz natürlich und von Anfang an einen intensiven Umgang mit Rechnern, numerischen Verfahren, Programmiersprachen und Literatur- und Datenrecherchen im Internet. Die 'Internet-Kompetenz', eine in vielen anderen Fächern bewunderte Fähigkeit, ebenso wie Lehrveranstaltungen und Seminare in englischer Sprache sind bei uns bereits seit langem eine Selbstverständlichkeit. Nicht allein deshalb sind die Berufschancen unserer Absolventen in der Wirtschaft, auch in ganz neuen Berufsfeldern, hervorragend.

Internationalität der Forschung und Lehre sowie unsere grossen Anforderungen an Rechnerkapazitäten erfordern Mittel, die über die Grundausstattung unserer Universität weit hinausgehen. Wir haben deshalb frühzeitig gelernt, die benötigten Mittel von außen einzuwerben. Für diese Unterstützung danken wir der DFG, der GSI Darmstadt und dem BMBF. Von der Universitätsleitung wünschen wir uns eine deutliche Entlastung bei der verwaltungsmäßigen Abwicklung dieser Drittmittel, ohne die unsere wissenschaftliche Arbeit, aber auch unsere Ausbildungsleistung, nicht mehr möglich wäre.

Ulrich Mosel

2 Personal

Wissenschaftler

Dr. E. Bratkovskaya
Prof. Dr. Dr. W. Cassing
Dr. C. Greiner
Dr. A. Larionov
apl. Prof. Dr. H. Lenske
Dr. S. Leupold
Prof. Dr. U. Mosel
Dr. M. Mustafa (Humboldt-Stip.)
Dr. A. Sibirtsev
Priv.Doz. Dr. M. Thoma (Heisenberg-Stip.)

Verwaltung und Sekretariat

E. Jung

Doktoranden

S. Briganti
M. Effenberger
F. Hofmann
S. Juchem
C. Keil
G. Martens
G. Penner
K. Schertler
F. Steffen
Z. Xu

Diplomanden

M. Diebel
T. Falter
M. Keil
T. Mehlmann

3 Hadronenphysik

3.1 Photonukleare Prozesse

Ein primäres Ziel unserer Arbeiten zu photonuklearen Reaktionen ist die Beschreibung von inkohärenten Erzeugungspozessen an Kernen, die durch Photonen, Pionen, Protonen oder auch schwere Ionen ausgelöst werden, mit einem einheitlichen transporttheoretischen Verfahren. Unterschiedliche Prozesse können dabei auf ganz verschiedene Teile der Modellbeschreibung sensitiv reagieren. Ein Beispiel ist die Stoßbreite der Δ Resonanz, deren Dreikörper-Anteil die Photo-Pionerzeugung maßgeblich beeinflußt, aber in Schwerionenreaktionen sich kaum bemerkbar macht. Letztere verlaufen nahe am Gleichgewicht und sind daher – wegen detailed balance – nicht sonderlich sensitiv auf die in-medium Breiten der Resonanzen. In Photoreaktionen dagegen laufen die Prozesse primär nur in einer Richtung ab. In der Tat haben wir zeigen können, daß die korrekte Behandlung der Stoßbreite, die Dreikörperstösse einschließt, entscheidend für eine quantitative Beschreibung der Anregungsfunktionen ist, die für die Photoerzeugung von Pionen mit TAPS bei MAMI gemessen wurde. Auch die mit TAPS gemessenen $2\pi^0$ und η Querschnitte werden sehr gut beschrieben.

Auf dieser Grundlage haben wir Vorhersagen für die Produktion von Dileptonen in photon- und pion-induzierten Reaktionen gemacht. Als wesentliches Ergebnis zeigen die Untersuchungen, daß diese elementaren Reaktionen, die dicht am Gleichgewicht verlaufen, fast genauso empfindlich wie ultrarelativistischen Schwerionenreaktionen auf in-medium Effekte reagieren. Zudem treten die gleichen Strahlungsquellen auf. Weiterhin haben wir das neue transporttheoretische Verfahren auf die Elektroproduktion von Mesonen angewandt. Wie zu erwarten, zeigt sich, daß mit wachsendem Impulsübertrag die auf Nukleonenresonanzen zurückzuführenden Resonanzstrukturen schwächer werden.

Wir haben ferner, in Erweiterung dieser Rechnungen auf höhere Energien im GeV Bereich ein Verfahren vorgeschlagen, das es gestattet, quantenmechanische Kohärenzeffekte im Eingangskanal zu verbinden mit einer transporttheoretischen Behandlung der Hadronen im Ausgangskanal. Eine erste Anwendung ist das frühe Einsetzen des Shadowings bei relativ niedrigen Energien, das seine natürliche Erklärung in einer Massenänderung des ρ Mesons findet. Mit dem entwickelte Verfahren wurden eine Reihe von Meson-Erzeugungsquerschnitten bis zu Photonenenergien von etwa 10 GeV vorhergesagt. Wir beabsichtigen jetzt, mit dieser Methode auch das sogenannte Color-Transparency Phänomen zu untersuchen.

Im Rahmen der K-Matrix Theorie haben wir Analysen zur Strangeness Produktion fortgesetzt und auch Kanäle mit einlaufender Strange ness untersucht. Damit wird es uns möglich sein, die bis jetzt noch fehlenden Strangeness-Kanäle konsistent zu berücksichtigen. Weiterhin arbeiten wir an der Beschreibung der Vektormeson-Produktion mit der K-Matrix Theorie.

3.2 Proton-Kern Reaktionen bei COSY Energien

In Erweiterung unserer Studien zur Mesonenproduktion in pp und pA Reaktionen bei COSY Energien haben wir uns vorwiegend auf die Systematik der schwellennahen Mesonenproduktion in pp Stößen und die Eigenschaften des ω-Mesons in Kernmaterie, welches auch in der Dileptonenproduktion eine wichtige Rolle spielt, konzentriert.

3.3 Mesonenproduktion nahe der Schwelle

Verschiedene Kollaborationen (insbesondere COSY-11) haben in der schwellennahen Mesonenproduktion in pp Stößen eine deutliche Erhöhung des Wirkungsquerschnitts relativ zum Phasenraum beobachtet, der weitgehend auf die starke Endzustandswechselwirkung (FSI) der Protonen bei kleinen Relativimpulsen zurückgeführt werden kann. In der Tat zeigt die systematische Analyse aller bisher gemessenen Wirkungsquerschnitte für π, η, η', K^+ Mesonen, daß die gemessenen Querschnitte zu beschreiben sind über den Ansatz $\sigma_x = |M_x|^2 \times$ Phasenraum$\times FSI_{NN}$, wobei M_x ein konstantes Matrixelement beschreibt und FSI_{NN} die bekannte NN Endzustandswechselwirkung im Rahmen einer Näherung über Jost-Funktionen enthält. Lediglich bei der η Produktionen in Schwellennähe (≤ 5 MeV) zeigen sich kleine Abweichungen, die auf eine weitere ηN Endzustandswechselwirkung hindeuten. Bei π, η', K^+ Mesonen zeigen sich in diesem Bereich keine signifikanten Unterschiede, da die S-Wellenstreuung dieser Mesonen mit Nukleonen offensichtlich stark unterdrückt ist.

Mit der 'experimentellen' Bestimmung der verschiedenen Produktionsmatrixelemente für Mesonen ergeben sich nun diverse Möglichkeiten zur Extrapolation von unbekannten Wirkungsquerschnitten in pp Reaktionen sowie zur Bestimmung von Teilchenverhältnissen.

3.4 Das ω-Meson in Kernmaterie

Neben dem ρ-Meson spielt auch das ω-Meson eine zentrale Rolle in der Dileptonenspektroskopie, weil der direkte Zerfall der Vektormesonen in e^+e^- die Messung ihrer Spektralfunktionen in Materie erlaubt. Da diese Messungen wegen der kleinen Querschnitte jedoch recht aufwendig sind, haben wir untersucht, ob vergleichbare Information über die Spektralfunktionen auch durch andere Zerfallsmoden zu erhalten ist. Insbesondere haben wir analysiert, ob in pA oder γA Reaktionen der In-Medium Zerfall von ρ^0 in $\pi^+\pi^-$ und der Dalitz-Zerfall $\omega \to \pi^0\gamma$ entsprechende Informationen liefern können. Die detaillierten Transport Simulationen zeigen jedoch, daß der zwei Pionenzerfall des

ρ-Mesons selbst bei leichten Targets wie ^{12}C kein klares Signal der ρ-Spektralfunktion liefert, da in den meisten Fällen zumindest eins der beiden Pionen weiter mit einem Nukleon streut, so daß das interessante Signal durch einen großen Untergrund überdeckt wird. Im Falle des ω Dalitz Zerfalles sind die Perspektiven erfreulicher, da nur das π^0 rückgestreut werden kann. Es zeigen sich deutliche Signale für die ω-Spektralfunktion aus der invarianten Masse von π^0 und γ bei leichten (^{12}C) bis mittelschweren (^{64}Cu) Kernen, wenn Events mit 3 Photonen im Endzustand betrachtet werden, bei denen 2 Photonen aus dem π^0 Zerfall stammen. Diese Analysen setzen allerdings voraus, daß experimentell der gesamte Raumwinkelbereich möglichst vollständig abgedeckt wird.

4 Schwerionenphysik bei 1 - 10 A GeV

4.1 Pion-Proton Korrelationen

Die Eigenschaften von Baryonresonanzen bei endlicher Dichte und Temperatur sind von generellem Interesse für das Verständnis der starken Wechselwirkung im Medium relativ zu Reaktionen im Vakuum. Als erster angeregter Zustand des Nukleons spielt hier die $\Delta(1232)$ Resonanz eine besondere Rolle, da sie nahezu außschließlich in den Nukleon-Pion Kanal zerfällt. Folglich sollte die Verteilung in der invarianten Masse von Pion-Proton Paaren aus Schwerionenreaktionen Information über die Δ-Spektralfunktion im Medium enthalten. In der Tat sind entsprechende Spektren von der FOPI und der EOS-TPC Kollaboration in $Au+Au$, $Ni+Ni$ und $Ni+Cu$ bei 1–2 A GeV gemessen worden, die eine Verschiebung des invarianten Massenspektrums zu kleineren Massen hin zeigen.

Wir haben im Rahmen von Transporttheorien systematische Rechnungen mit verschiedenen Modellannahmen für diese Systeme durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß die (πp) Paare vorwiegend aus der Reaktionszone bei kleinen Baryondichten emittiert werden, denn beim Δ-Zerfall in einer frühen Hochdichtephase werden entweder das Nukleon oder das Pion weiter gestreut, so daß sie nur zum Untergrund im invarianten Massenspektrum beitragen. Jedoch läßt sich selbst unter der Annahme von Vakuumspektralfunktionen ein Massenshift zu kleineren invarianten Massen in den Transportrechnungen feststellen, der auf kinematischen Effekten beruht und der Population der Δ Resonanz in der 'kälteren' Endphase der Expansion Rechnung trägt. Das resultierende Massenspektrum kann im statistischen Modell recht gut approximiert werden mit einer mittleren Temperatur von 40–50 MeV und einem geeignetem chemischen Potential μ_B, das einer mittleren Dichte von $\sim 0.4\ \rho_0$ entspricht.

Vergleiche mit den gemessenen Massenspektren der FOPI Kollaboration zeigen, daß insbesondere die Massenverschiebung für $Au + Au$ Reaktionen in den Transportrechnungen unterschätzt wird. Bei $Ni+Ni$ und $Ni+Cu$ Reaktionen um 1.9 A GeV ergibt sich kein einheitliches Bild, da die Daten der FOPI und EOS-TPC Kollaborationen nicht kompatibel erscheinen; unsere Rechnungen sind in guter Übereinstimmung mit den EOS-TPC Daten, unterschätzen jedoch die Massenverschiebung in den FOPI Daten.

4.2 Kollektiver Fluß in A+A Reaktionen

Die kollektiven Ströme der Nukleonen in transversaler und radialer Richtung sowie relativ zur Reaktionsebene bei Kollisionen von schweren Kernen wie $Au + Au$ sind sensitiv auf die Dichte- und Impulsabhängigkeit der Nukleonenpotentiale, die ihrerseits wiederum die Zustandsgleichung für Kernmaterie (EOS) bestimmen. Im Rahmen von Transportrechnungen haben wir systematische Analysen für $Ni + Ni$ und $Au + Au$ Reaktionen von 150 A MeV bis 10 A GeV mit verschiedenen Nukleonenpotentialen durchgeführt. Als Randbedingung für die Wahl der Potentiale diente das experimentell bestimmte Proton-Kern optische Potential bei Kernmateriedichte, welches weitgehend die Impulsabhängigkeit der Potentiale bis zu Impulsen von 1.3 GeV/c festlegt. Der Vergleich der Rechnungen mit den experimentellen Daten zum transversalen Fluß im betrachteten Energiebereich läßt jedoch keinen eindeutigen Schluß auf die Inkompressibilität von Kernmaterie zu, da die Sensitivität auf diese Größe zu gering ist. Gleiche Erfahrungen haben wir ebenfalls bei der Berechnung des radialen Flusses in $Au + Au$ Reaktionen von 150 A MeV bis 1200 A MeV gemacht. Der experimentell gemessene transversale und elliptische Nukleonenfluß in $Au + Au$ Reaktionen von 0.3 – 10 A GeV läßt sich jedoch nur erklären, wenn das Vektorpotential bei hohen Relativimpulsen ($\geq$ 3–4 GeV/c) nahezu verschwindet; ansonsten wird ein zu hoher transversaler Druck in der Anfangsphase der Reaktion aufgebaut, welcher einen zu hohen kollektiven Nukleonenstrom erzeugt.

Als interessantes, weiteres Ergebnis haben wir gefunden, daß die Anregung hoher Nukleonenresonanzen einen bedeutenden Einfluß auf den transversalen Fluß bei Energien oberhalb von 1 A GeV hat. Dieses kommt dadurch zustande, daß ein System mit vielen Freiheitsgraden (Strings+Pionen) einen geringeren Druck liefert als ein System mit reduzierten Freiheitsgraden und starker Restwechselwirkung (vorwiegend Nukleonenresonanzen). Dieser Einfluß der Zahl der Freiheitsgrade läßt sich im Rahmen von Transportrechnungen am transversalen Spektrum der Protonen feststellen, welches bei wenigen Freiheitsgraden 'härter' wird.

4.3 Thermische und chemische Äquilibrierung hadronischer Materie

Eine an die Flußanalyse anschliessende Studie befaßte sich mit der Fragestellung nach den verschiedenen Zeitskalen, in denen ein hochangeregter Zustand hadronischer Materie (im Nichtgleichgewicht) in ein thermisches und auch chemisches Gleichgewicht übergeht. Zur Beantwortung dieser Fragen im Rahmen unseres Transport-Modells wurde dazu ein Anfangszustand zweier 'unendlich' großer, sich durchdringender Kernmaterieströme in seiner dynamischen Entwicklung untersucht, welcher qualitativ der frühen Anfangsphase einer relativistischen Schwerionenreaktion entspricht; weiterhin wurden diese Ergebnisse dann auch explizit mit realistischen Kern-Kern-Stößen verglichen. Es stellte sich heraus, daß aufgrund der berücksichtigten Resonanzkanäle und Stringanregungen sich ein thermisches Gleichgewicht des Systems und – wenn auch etwas verzögert – ein chemisches Gleichgewicht zwischen den nichtseltsamen Hadronen einstellt. Die Zeitskalen hierfür sind typischerweise (etwas) kleiner als die gesamte Reaktionsdauer in einer entsprechenden Schwerionen-Reaktion wie z.B. $Au + Au$. Für die seltsamen Hadronen, also insbesondere die Kaonen und die Antikaonen, beträgt die chemische Äquilibrierungszeit jedoch immer mehr als 40 fm/c, so daß die seltsamen Freiheitsgrade gemäß den kaskadenartigen Transportsimulationen nie ein völliges chemisches Gleichgewicht in realistischen Reaktionen erreichen können.

Zudem wurden weiterhin die thermodynamischen Eigenschaften von hadronischer Materie im Rahmen des BUU-Modells genauer untersucht. Die kontinuierlichen Stringanregungen führen - in einer gewissen Analogie zu dem Hagedorn'schen 'bootstrap' Modell - für ein System sehr hoher Energiedichte zu einer maximalen kritischen Temperatur von $T \approx 150$ MeV, die innerhalb der berücksichtigten Freiheitsgrade nicht überschritten werden kann.

4.4 Transporttheorien mit dynamischen Spektralfunktionen

Unsere Untersuchungen zur Dileptonenproduktion in γA, $\pi^- A$, pA und AA Reaktionen in den vergangenen Jahren haben gezeigt, daß eine befriedigende Lösung des Problems eine dynamische Propagation der Vektormeson- Spektralfunktionen erfordert, welche bisher nur perturbativ realisiert wurde. Seit mehr als 10 Jahren ist bekannt, daß die konventionelle Quasiteilchen-Näherung in Transporttheorien bei kurzlebigen Teilchen und hohen Kollisionsraten nicht mehr gültig sein sollte. Zur Lösung dieses Problems haben wir auf der Basis der Kadanoff-Baym Gleichungen eine semiklassische 'off-shell' Transporttheorie entwickelt, welche mit einem Testteilchenansatzes die dynamische Propagation in der off-shell Massenabweichung $M^2 - M_0^2$ beinhaltet. Der diese 'off-shell' Propagation bestimmende Term ist der Imaginärteil der Teilchen-Selbstenergie, der neben den Vakuumszerfallsbreiten auch einen Betrag von den lokalen Kollisionsraten enthält.

Die Kollisionsraten selbst enthalten die Spektralfunktionen der stoßverbreiterten Teilchen in einer selbstkonsistenten Rückkopplung. Erste Rechnungen mit einer schematischen Punktwechselwirkung ergeben bereits eine sehr gute Beschreibung der faroffshell Spektralfunktionen in Kernmaterie.

5 Quark-Physik

5.1 Quark-Gluon-Plasma

Um perturbative und nicht-perturbative Effekte in der thermischen Quantenfeldtheorie genauer zu verstehen, haben wir am Beispiel der skalaren Quantenelektrodynamik Näherungen untersucht, die über die sogenannte “Hard Thermal Loop” Methode, die zur Berechnung von Eigenschaften des Quark-Gluon-Plasmas (QGP) verwendet wird, hinausgehen. Nicht-störungstheoretische Effekte in der Produktion von Dileptonen, die ein vielversprechendes Signal für die Formation eines QGP in relativistischen Schwerionenkollisionen darstellt, wurden studiert. Insbesondere wurden zwei alternative Szenarien untersucht, nämlich zum einen die mögliche Koexistenz von ρ - Mesonen und Quarks nahe der Übergangstemperatur und zum anderen Beiträge des QGP zu einem modifizierten Quarkpropagator, der in Zusammenarbeit mit A. Schäfer (Universität Regensburg) entwickelt wurde und das in Gitterrechnungen gefundene QGP-Gluonkondensat einschließt. Während wir im ersten Fall eine Dileptonproduktionsrate ähnlich zu den bereits in der Pion- und Quarkannihilation gefundenen Raten erhalten, ergaben sich im zweiten Fall sogenannte van-Hove-Singularitäten als interessante neue Strukturen in den Dileptonenspektren. Diese Rechnungen sollen in Zukunft noch durch die Berücksichtigung eines effektiven Quark-Photon-Vertex, der ebenfalls das Gluonkondensat enthält, erweitert werden. Der Quark-Photon-Vertex wurde schon explizit konstruiert. Es zeigt sich, das er mit dem effektiven Quarkpropagator über die Ward-Identität zusammenhängt. Zusammen mit A. Peshier (Forschungszentrum Rossendorf) konnten wir zeigen, daß die In-Medium-Quarkdispersionsrelation allgemein eine Struktur besitzt, die zu van-Hove-Singularitäten in der Dileptonproduktionsrate führt. Die Entdeckung dieser Strukturen im Dileptonspektrum würde eine einzigartige Möglichkeit zur Identifikation einer Quark-Gluon-Phase im Feuerball relativistischer Kern-Kern-Stöße darstellen.

5.2 QCD Summenregeln

Ein bisher ungelöstes Problem der Theorie der starken Wechselwirkung besteht darin, dass sich die experimentell eigentlich am leichtesten zugänglichen Phänomene des Niederenergie-Bereichs nicht durch die zu Grunde liegende Theorie der QCD mit ihren Quark- und Gluon-Freiheitsgraden beschreiben lassen. Stattdessen müssen phänomenologische Modelle herangezogen werden, die auf hadronischen Freiheitsgraden beruhen. Die Methode der QCD-Summenregeln schlägt eine Brücke zwischen diesen beiden Beschreibungsweisen, indem sie über eine Dispersionsrelation bestimmte Größen des Niederenergie-Bereichs (bestimmt durch Hadronen) mit einer Hochenergie-Rechnung (mit Quark- und Gluon-Freiheitsgraden) in Beziehung setzt. Von aktuellem Interesse ist die Frage, wie sich die Eigenschaften von Hadronen wie ihre Masse oder ihre Lebensdauer verändern, wenn man sie in ein stark wechselwirkendes Medium einbringt. Bei steigender Dichte des Mediums wird erwartet, dass die im Vakuumzustand gebrochene chirale Symmetrie wieder restauriert wird. Dieser Vorgang der Symmetrierestauration sollte Auswirkungen auf die Eigenschaften von Hadronen und dabei insbesondere von Vektor-Mesonen haben. Unter anderem wird erwartet, dass sich die Eigenschaften des ρ-Mesons und seines chiralen Partner, des a1-Axial-Vektor-Mesons aneinander angleichen (Entartung). QCD-Summenregeln lassen sich auch für den Fall von Vektor- und Axial-Vektor-Mesonen in dichter Materie formulieren. Sie erlauben es, einen Rahmen abzustecken, innerhalb dessen sich die Eigenschaften der Hadronen verändern. Auch die oben erwähnte Entartung lässt sich in die Summenregeln einschliessen.

5.3 Quark Freiheitsgrade in ultra-relativistischen Kern-Kern Stößen

In zentralen Stößen von schweren Kernen wird bei relativistischen Energien näherungsweise (nach einigen fm/c) ein heißer, longitudinal und transversal expandierender Feuerball hadronischer/partonischer Materie gebildet, dessen Energiedichte mit der Laborenergie zunimmt. Ein Phasenübergang zu rein partonischen Konstituenten sollte daher in den Anregungsfunktionen von Teilverhältnissen wie K^+/π^+, den Spektren von e^+e^- Paaren oder der Unterdrückung von J/Ψ Mesonen sichtbar sein. Wie haben zu diesem Zweck systematische Untersuchungen dieser Anregungsfunktionen in zentralen $Au+Au$ Reaktionen im Rahmen des HSD Transportmodells von SIS Energien (1 A GeV) bis zu RHIC Energien (21.5 A TeV) durchgeführt, wobei im Transportmodell neben den hadronischen Teilchen auch Quarks, Diquarks, Strings und Minijets berücksichtigt werden, die expliziten gluonischen Freiheitsgrade bei hohen Energien jedoch nicht enthalten sind. Drastische Abweichungen von den Modellrechnungen auf experimenteller Seite sollten dann ein Indiz für eine neue Phase der Materie darstellen. In der Tat finden wir für alle Observablen ein monotones Ansteigen mit der Anregungsenergie, was als 'thermodynamischer' Effekt leicht verständlich ist. Auf experimenteller Seite dagegen wird ein Maximum des K^+/π^+ Verhältnisses von etwa 0.2 um 10 A GeV gemessen, das theoretisch deutlich unterschätzt wird. Dieses relative Maximum könnte darauf hinweisen, daß im zentralen Feuerball für einige fm/c die chirale Symmetrie wiederhergestellt wird, was auch durch Berechnungen des Quarkkondensates $< q\bar{q} >\approx 0$ in diesen Raum-Zeit Volumina unterstützt wird. Die detaillierten Vorhersagen bei RHIC Energien werden dagegen erst in den nächsten Jahren experimentell am BNL überprüfbar sein.

5.4 Neutronensternen mit zentraler Quarkmaterie

Unsere astrophysikalischen Untersuchungen zur Struktur von Hybridsternen, d.h. Neutronensternen mit einem Kern aus Quarkmaterie, haben wir weiter fortgesetzt. Neben der von uns entwickelten Zustandsgleichung für die Quarkmaterie, die Mediumeffekte (dichteabhängige Quarkmassen) berücksichtigt, haben wir eine Reihe von hadronischen Zustandsgleichungen zur Berechnung der Struktur von Hybridsternen herangezogen. Im Vergleich zu rein hadronischen Neutronensternmodellen zeigt sich, daß die Größe der Neutronensterne durch die Existenz einer reinen Phase aus (seltsamer) Quarkmaterie in ihrem tiefen Inneren in Richtung kompakterer Sterne verändert wird. In einem weiten Bereich gängiger Modellparametrisierungen der hadronischen Zustandsgleichung finden wir stabile Lösungen für Neutronensterne mit einer zentralen Quarkphase, die typischerweise um $20-30\%$ kompakter sind als rein hadronische Sterne gleicher Masse. Für eine engere und spezielle Wahl der Parametrisierung der Zustandsgleichung dichter Quarkmaterie können überdies neuartige Zwillingskonfigurationen der Sterne mit gleicher Masse auftreten. Dies entspricht der Existenz einer neuen, dritten 'Familie' kompakter Sterne neben den bekannten Familien der Weißen Zwerge und der üblichen Neutronensterne.

Die Eigenschaften der 'Zwillinge' wurden insbesondere auf Beobachtungsmöglichkeiten hin untersucht. Mit präzisen Messungen sowohl der Masse als auch des Radius sollten diese speziellen Neutronensterne beobachtbar sein. Messungen, die zweifelsfrei auf die Existenz von derartigen Zwillingen schließen lassen, würden eine einwandfreie Signatur für das Auftreten eines Phasenübergangs im Inneren eines Neutronensterns implizieren.

5.5 Stochastische Aspekte von disorientierten chiralen Kondensaten

Eine faszinierende Vorhersage der theoretischen Hadronenphysik ist die Möglichkeit, in ultrarelativistischen Schwerionenreaktionen größere Bereiche eines fehlorientierten chiralen Kondensats zu bilden. Mittels einer mikroskopisch motivierten, semi-klassischen Langevin Beschreibung des linearen σ-Modells wurde die stochastische Entwicklung eines disorientierten chiralen Kondensats (DCC) in einem schnell expandierenden System mit anfänglich sehr hoher Energiedichte untersucht. Damit konnte erstmals der bislang unbekannte (dissipative und stochastische) Einfluß der thermischen Fluktuationen auf das Anwachsen der disorientierten chiralen Domänen studiert werden. Ein numerisches Verfahren zur Simulation von 'farbigem Rauschen' wurde hierzu entwickelt, mit welchem die nicht-markov'schen Bewegungsgleichungen gelöst werden können. Mit geeignet gewählten Parametern für die rasche Expansion zeigen unsere Untersuchungen, daß ein experimentell meßbares DCC, falls es in ultrarelativistischen Schwerionen Kollisionen auftritt, zwar ein seltenes, aber mögliches Ereignis darstellt. Die statistische Verteilung der Anzahl von emittierten Pionen aus DCC Domänen zeigt ein nicht-triviales Verhalten mit deutlichen Abweichungen vom Poisson Gesetz. Spezielle Ereignisse führen zu einer extrem hohen Ausbeute an emittierten Pionen, welche ein Vielfaches des statistischen Mittelwertes betragen kann. Diese Ereignisse lassen sich als 'pion bursts' interpretieren in Analogie zu den Centauro Kandidaten. Eine weitere Analyse der Verteilung zeigt, daß sich dessen ungewöhnliches Verhalten durch die faktoriellen Kumulanten höherer Ordnung eindeutig charakterisieren läßt. Das Auftreten von (seltenen) DCC's aus einem raschen chiralen Phasenübergang ist demnach nur mittels einer experimentellen Analyse der höheren Kumulanten der zu messenden (langwelligen) Pionspektren nachweisbar.

6 Kernstrukturphysik

Die raschen experimentellen Fortschritte ermöglichen zunehmend umfassendere Untersuchungen von exotischen Kernen mit extremen Isospin. In kürzlichen Experimenten am FRS der GSI zum Aufbruch des Ein-Neutron Halokerns ^{19}C wurden Longitudinal-Impulsverteilungen mit unerwartet großen Anteilen an hohen Impulskomponenten gemessen, die mit einfachen Potentialwellenfunktionen nicht befriedigend erklärt werden können. Eine charakteristische Eigenschaft von Ein-Nukleon Halokernen ist, daß das Valenzteilchen an einen Rumpfkern gekoppelt ist, der selbst schon weitab des Stabilitätstals liegt. Wegen der abgeschwächten Bindung sind solche Kerne leicht polarisierbar und als Folge können dynamische Selbstenergien ungewöhnlich stark beitragen. Die Polarisationsselbstenergien wurden mit QRPA Methoden berechnet, in denen die Rückstreuung des Valenzteilchens durch Ankopplung an intermediäre korrelierte Teilchen-Lochzustände des Kernrumpfs beschrieben wird. Tatsächlich führen die Polarisationswechselwirkungen zu einer starken Unterdrückung der Einteilchenkomponente der ^{19}C-Halowellenfunktion. Diese Ergebnisse und entsprechende Rechnungen für andere Halosysteme, wie ^{8}B und ^{11}Be, führen zu der Schlußfolgerung, daß in der Nähe der Abbruchkanten die in stabilen Kernen dominante Mittelfelddynamik an Bedeutung verliert und durch dynamische Wechselwirkungsprozesse ersetzt wird. Eine wichtige Folge dieser ganz andersartigen Dynamik ist, daß Schalenstrukturen bei Annäherung an die Teilchenschwellen verschwinden. Die gemessenen Impulsverteilungen werden mit den korrelierten Wellenfunktionen gut beschrieben. Eikonalrechnungen für die Aufbruchreaktion zeigen, daß die hohen Impulskomponenten der Verteilungen von den rumpfangeregten Komponenten verursacht werden.

In QRPA Rechnungen, in denen das Einteilchenkontinuum erstmals realistisch behandelt wird, wurde die Polarisierbarkeit exotischer Kerne für die Kohlenstoffisotopenkette untersucht. Die Rechnungen zeigen eine relative schwache Asymmetrieabhängigkeit der Dipolpolarisierbarkeit, während die Quadrupolpolarisierbarkeit mit der Asymmetrie stetig zunimmt und in ^{18}C ein Maximum erreicht. Entsprechende Rechnungen werden gegenwärtig für die Sauerstoffisotope duchgeführt und mit kürzlich and der GSI gemessenen Dipolpolarisierbarkeiten verglichen. Für geplante Experimente an REX-ISOLDE wurden Multipol-Antwortfunktionen in den neutronenreichen Mg-Isotopen berechnet. Gemessene tiefliegende Quadrupolübergangsstärken in ^{32}Mg werden gut beschrieben.

In den Strukturrechnungnen wird eine Quasiteilchen-Restwechselwirkung benutzt, die im Landau-Migdal Formalismus aus einer (nicht-relativistischen) Boson-Austausch Brueckner-Wechselwirkung hergeleitet wurde. Damit werden wichtige Konsistenzbedingungen für die statischen und dynamischen Eigenschaften der Kerne sichergestellt. Die hohe Polarisierbarkeit von asymmetrischer Kernmaterie legt es nahe, weitere Diagramme einzuschliessen. Gegenwärtig werden Beiträge von Ringdiagrammen untersucht.

Paralell zu diesen Arbeiten wurden mit der dichteabhängigen DDRH Feldtheorie Isospin- und Hyperkerne untersucht. Ziel dieser Arbeiten ist eine einheitliche Beschreibung von Kern- und Hyperkernmaterie im SU(3)-Flavoursektor. In einem ersten Schritt wurde die DDRH Theorie auf S=-1 Hyperonen erweitert. Aus der diagrammatischen Struktur einer entsprechend erweiterten Dirac-Brückner Theorie wurde eine Beziehung zwischen Meson-Hyperon und Meson-Nukleon Kopplungskonstanten in nuklearer Materie hergeleitet. Relativistische DDRH Rechnungen ergaben insgesamt eine sehr befriedigende Beschreibung von Hyperkernen. Gemessene spektroskopischen Eigenschaften, wie Spin-Bahn Aufspaltungen und Hyperon Teilchen-Nukleon Loch Energien, werden von der erweiterten Theorie praktisch parameterfrei reproduziert. Speziell für die kontrovers diskutierte Stärke der Hyperon-Spin-Bahnwechselwirkung liefert die relativistische Beschreibung ein realistisches Verhalten mit der Masse des Rumpfsystems, wobei die Dichteabhängigkeit eine wichtige Rolle spielt.

Rechnungen für Neutronensterne stellen einen unabhängingen Test der Wechselwirkungen insbesondere in dem sonst kaum zugängliche Bereich der hohen Dichten dar Mit den vorher bestimmten Dirac-Brückner Kopplungskonstanten wurden die Tolman-Oppenheimer-Volkov Gleichungen gelöst, wobei gemäß den thermodynamischen Beziehungen und in Abhängigkeit von der Dichte und den chemischen Potentialen Nukleonen und Hyperonen in die Rechnungen eingehen. Es wurde eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse, z.B. für die Masse-Radius Relation, mit anderen Rechnungen gefunden.

Zur Beschreibung der kohärenten Produktion von "kalten" Hyperkernen mit hochenergetischen starkwechselwirkenden Pionen und Kaonen Strahlen sowie, in der Perspektive, auch die Photo- und Elektroproduktion solcher Systeme wurde mit der Ausarbeitung einer Reaktionstheorie begonnen. Um Anfangs- und Endzustandswechselwirkungen quantitativ zu behandeln, beschreiben wir die Wellenfunktionen der ein- und auslaufenden Teilchen in der Eikonalnäherung. In ersten Rechnungen für die Streuung von Pionen und Kaonen an Kernen im Energiebereich um 1 GeV konnten Wirkungsquerschnitte und Winkelverteilungen gut beschrieben werden. Die Meson-Nukleon Wechselwirkungen wurden in niedrigster Ordnung Glaubernäherung bestimmt, wobei das Verhältnis von Real- und Imaginarteil der elementaren Streuamplituden als freier Parameter gewählt wurde. Für weitere Untersuchungen bietet sich an, die elementaren Amplituden aus den K-Matrix Rechnungen zu benutzen, die aus der Beschreibung von Photoproduktionsprozessen am Nukleon schon zur Verfügung stehen. Die relativistischen DDRH Hyperkern-Wellenfunktionen werden in die Produktionsvertizes eingehen.

Veröffentlichungen 1999

S.A. Bass, M. Bleicher, W. Cassing, et al.
Last Call for RHIC Predictions
Nucl. Phys. A (1999), in press

C. Bennhold, T. Mart, A. Waluyo, H. Haberzettl, G. Penner, T. Feuster, U. Mosel
Nucleon Resonances in Kaon Photoproduction
Proc. Workshop on Electron-Nucleus Scattering, Marciana Marina, in press

E.L. Bratkovskaya, C.M. Ko
Low-Mass Dileptons and Dropping ρ Meson Mass
Phys. Lett. B445 (1999) 265

E.L. Bratkovskaya, W. Cassing, L.A. Kondratyuk, A. Sibirtsev
On the possibility of f_0 Observation in low Energy pp Collisions
Eur. Phys. Jour. A4 (1999) 165

E.L. Bratkovskaya, W. Cassing, M. Effenberger, U. Mosel
e^+e^- Production from pp Reactions at BEVALAC Energies
Nucl. Phys. A653 (1999) 301

M.E. Carrington, H. Defu, M.H. Thoma
Equilibrium and Non-Equilibrium Hard Thermal Loop Resummation in the Real Time Formalism
Eur. Phys. Jour. C7 (1999) 347

W. Cassing
Excitation Function of Strangeness in $A + A$ Reactions from SIS to RHIC Energies
Nucl. Phys. A (1999) in press

W. Cassing
Equation of State of Nucleonic Matter
Acta Phys. Pol. B (1999), in press

W. Cassing, E.L. Bratkovskaya
Hadronic and Electromagnetic Probes of Hot and Dense Nuclear Matter
Phys. Rep. 308 (1999) 65

W. Cassing, E.L. Bratkovskaya, S. Juchem
Excitation Functions of Hadronic Observables from SIS to RHIC Energies
submitted to Nucl. Phys. A (1999)

W. Cassing, S. Juchem
Semiclassical Transport of Particles with Dynamical Spectral Functions
Nucl. Phys. A (1999), in press

W. Cassing, S. Juchem
Semiclassical Transport of Hadrons with Dynamical Spectral Functions in $A+A$ Collisions at SIS/AGS Energies
Nucl. Phys. A (1999), in press

W. Cassing, Y.S. Golubeva, L.A. Kondratyuk
Interactions of Charmed Mesons with Nucleons in the $\overline{p}d$ Reaction
Eur. Phys. Jour. A (1999), in press

D. Cortina-Gil, T. Baumann, H. Geissel, K. Smmerer, L. Axelsson, U. Bergmann, M.J.G. Borge, L. Fraile, M. Hellstrm, M. Ivanov, N. Iwasa, R.Janik, B. Jonson, H. Lenske, K. Markenroth, G. Mnzenberg, F. Nickel, T. Nilsson, A. Ozawa, K. Riisager,G. Schrieder, W. Schwab, H. Simon, C. Scheidenberger, B. Sitar, M. Smedberg, P. Strmen, T. Suzuki, M. Winkler
One-Nucleon Removal Cross-Sections for $^{17,19}C$ and $^{8,10}B$
submitted to Phys. Lett. B (1999)

DIANA-Collaboration and A. Sibirtsev
Double Strangeness Production in Antiproton-Xenon Annihilation at Low Energy
Phys. Lett. B464 (1999) 323

DIANA-Collaboration and A. Sibirtsev
Observation of Binary Hyperon Production Reactions in Antiproton Annihilation on Nuclei at Low Energy
Nucl. Phys. A655 (1999) 161

M. Di Toro, V.M. Kolomietz, A.B. Larionov
Isovector Vibrations in Nuclear Matter at Finite Temperature
Phys. Rev. C59 (1999) 3099

M. Effenberger, E.L. Bratkovskaya, W. Cassing, U. Mosel
e^+e^- Pairs from $\pi^- A$ Reactions Reexamined
Phys. Rev. C60 (1999) 027601

M. Effenberger, E.L. Bratkovskaya, U. Mosel
e^+e^- Pair Production from γA Reactions
Phys. Rev. C60 (1999) 044614

M. Effenberger, U. Mosel
Off-shell Effects on Particle Production
Phys. Rev. C60 (1999) 51901

M. Effenberger, U. Mosel
Photoproduction of Mesons at GeV Energies
submitted to Phys. Rev. C

Th. Feuster, U. Mosel
Photon- and Meson-induced Reactions on the Nucleon
Phys. Rev. C (1999), in press

J. Geiss, C. Greiner, E.L. Bratkovskaya, W. Cassing, U. Mosel
Charmonium Suppression with $c\bar{c}$ Dissociation by Strings
Phys. Lett. B447 (1999) 31

Ye.S. Golubeva, W. Cassing, L.A. Kondratyuk, A. Sibirtsev, M. Büscher
Studying the ωN Elastic and Inelastic Cross Section with Nucleons
Eur. Phys. Jour. A (1999), in press

C. Greiner, S. Leupold

Interpretation and Resolution of Pinch Singularities
Eur. Phys. Jour. C8 (1999) 517

C. Greiner, T.S. Bir, Z. Xu
Stochastic Formation of Disoriented Chiral Condensates
Proc. for 'Symposium in Memory of J.M. Eisenberg; 'Nuclear Matter, Hot and Cold
Tel. Aviv Univ., Apr. 1999

C. Greiner, J. Schaffner
Physics of Strange Matter
in "Heavy Elemenst and Related New Phenomena, herausgegeben von R.K. Gupta and W. Greiner, World Scientific Publications (1999)

C. Greiner
Physics of Strange Matter
Journal Phys. G25 (1999) 389

C. Greiner, S. Leupold
Langevin Interpretation of Kadanoff-Baym Equations
Proc. of 'Workshop on Kadanoff-Baym Equations, Rostock (1999)

H. Haberzettel, C. Bennhold, T. Mart, T. Feuster
Kaon Photoproduction with Form Factors in a Gauge-Invariant Approach
Few Body Syst. Suppl. 10 (1999) 515

A. Hombach, W. Cassing, U. Mosel
Isospin Equilibration in Relativistic Heavy-Ion Collisions
Eur. Phys. J. A 5 (1999) 77

A. Hombach, W. Cassing, S. Teis, U. Mosel
Analysis of Flow Effects in Relativistic Heavy-Ion Collisions within the CBUU Approach
Europ. Phys. J. A 5 (1999) 157

C. Keil, F. Hofmann, H. Lenske
Density Dependent Hadron Field Theory for Hypernuclei
submitted to Phys. Rev. C (1999)

A.B. Larionov, A.S. Botvina, M. Colonna, M. Di Toro
Multifragmentation of Charge Asymmetric Nuclear Systems
Nucl. Phys. A (1999), in press

A.B. Larionov, W. Cassing, M. Effenberger, U. Mosel
$(p, \pi^{\pm})$ Correlations in Central Heavy-Ion Collisions at $1-2AGeV$
submitted to Eur. Phys. Jour. A (1999)

A.B. Larionov, M. Cabibbo, V. Baran M. Di Toro
Zero-to-first Sound Transition for Isovector Modes in Hot Nuclei
Nucl. Phys. A648 (1999) 157

J. Lehr, M. Effenberger, U. Mosel
Electron and Photon-induced Reactions on Nuclei in the Nucleon Resonance Region
Nucl. Phys. A, in press

H. Lenske
Nuclear Structure at Extreme Isospin
N. Cimento Vol. 111A (1999) 813

S. Leupold, M.H. Thoma
Soft Thermal Loops in Scalar Quantum Electrodynamics
Phys. Lett. B465 (1999) 249

S. Leupold, U. Mosel
QCD Sum Rules and Vector Mesons
Prog. Part. Nucl. Phys. 42 (1999) 221

S. Leupold
Towards a Test Particle Description of Transport Processes for States with Continuous Mass Spectra
Nucl. Phys. A, in press

S. Leupold

A Test Particle Description of Transport Processes for States with a Continous Mass Spectrum
Proc. of 'Workshop on Kadanoff-Baym Equations, Rostock (1999)

H.-G. Luo, W. Cassing, S.-J. Wang
Damping of Collective Nuclear Motion and Thermodynamic Properties of Nuclei beyond Mean Field
Nucl. Phys. A652 (1999) 164

G.I. Lykasov, W. Cassing, A. Sibirtsev, M.V. Rzjanin
ωN Final State Interactions and ω-Meson Production from Heavy-Ion Collisions
Eur. Phys. Jour. A6 (1999) 71

G. Martens, C. Traxler, U. Mosel, T.S. Bir
Hadronization in the Chromodielectric Model
Proc. of 17. Autumn School "QCD: Perturbative or Non-Perturbative?, Lissabon (1999)

U. Mosel
Hadrons in the Nuclear Medium
Prog. Part. Nucl. Phys. 42 (1999) 163

M.G. Mustafa, A. Schäfer, M.H. Thoma
Gluon Condensate, Quark Propagation and Dilepton Production in the Quark-Gluon Plasma
Nucl. Phys. A, in press

M.G. Mustafa, A. Schäfer, M.H. Thoma
Non-Perturbative Dilepton Production from a Quark-Gluon Plasma
Phys. Rev. C61 (2000) 024902

M.G. Mustafa, A. Schäfer, M.H. Thoma
Gluon Condensate and Non-Perturbative Quark-Photon Vertex
Phys. Lett. B (1999), in press

D. Pal, M.G. Mustafa
Soft Electromagnetic Radiations from Equilibrating Quark-Gluon Plasma
Phys. Rev. C60 (1999) 034905

A. Peshier, M.H. Thoma
Quark Dispersion Relation and Dilepton Production in the Quark-Gluon Plasma
Phys. Rev. Lett., in press

M.V. Polyakov, A. Sibirtsev, K. Tsushima, W. Cassing, K. Goeke
On the Search for a Narrow Penta-Quark Z^+ Baryon in NN-Interactions
submitted to Phys. Lett. B (1999)

K. Pysz, I. Zychor, T. Hermes, M. Hartmann, H. Ohm, P. Kulessa, W. Borgs, H.R. Koch, R. Maier, D. Prasuhn, Z. Rudy, B. Kamys, W. Cassing, J. Pfeiffer, Y. Uozumi, L. Jarczyk, A. Strzalkowski, O.W.B. Schult
Measurement of the Lifetime of Heavy Λ Hypernuclei with the Recoil Shadow Method and Internal Targets in the Storage Ring COSY Jülich
Nucl. Instr. & Methods in Physics Research A420 (1999) 356

Z. Rudy, W. Cassing, L. Jarczyk, B. Kamys, P. Kulessa, O.W.B. Schult, A. Strzalkowski
On the $\Delta I = 1/2$ Rule in the $\Lambda N \to NN$ Reaction
Europ. Phys. Jour. A5 (1999) 127

P.K. Sahu, W. Cassing, U. Mosel, A. Ohnishi
Baryon Flow from SIS to AGS Energies
Nucl. Phys. A, in press

A. Schäfer, M.H. Thoma
Quark Propagation in a Quark-Gluon Plasma with Gluon Condensate
Phys. Lett. B451 (1999) 195

A. Schäfer, M.H. Thoma
Gluon Condensate and Quark Propagation in the QGP
Proc. Workshop "Understanding Deconfinement in QCD" (ECT*, Trento, 1999), in press

J. Schaffner-Bielich, V. Koch, M. Effenberger
Medium Modified Cross Sections, Temperature and Finite Momentum Effects for Anti-Kaon Production in Heavy-Ion Collisions
Nucl. Phys. A (1999), in press

K. Schertler, S. Leupold, J. Schaffner-Bielich
Neutron Stars and Quark Phases in the NJL Model
Phys. Rev. C60 (1999) 025801

A. Sibirtsev, K. Tsushima, W. Cassing, A.W. Thomas
The Role of the $P_{11}(1710)$ in the $NN \to N\Sigma K$ Reaction
Nucl. Phys. A646 (1999) 427

A. Sibirtsev, K. Tsushima, A.W. Thomas
On Studying Charm in Nuclei through Antiproton Annihilation
Eur. Phys. Jour. A6 (1999) 351

A.Sibirtsev, K. Tsushima, K. Saito, A.W. Thomas
Novel Features of J/Ψ Dissociation in Matter
submitted to Phys. Lett. B (1999)

A. Sibirtsev, W. Cassing
Final State Interactions in Near Threshold Meson Production from pp-Collisions
submitted to Few Body Systems (1999)

A. Sibirtsev, W. Cassing
On the Current Status of OZI Violation in πN and pp Reactions
submitted to Eur. Phys. Jour. A (1999)

A. Sibirtsev, W. Cassing
The Antikaon Potential in Nuclear Matter at Finite Momentum
submitted to Phys. Rev C (1999)

A. Sibirtsev, W. Cassing
Probing the Antikaon Potential by K^-A Elastic Scattering
submitted to Eur. Phys. Jour. A (1999)

A. Sibirtsev, W. Cassing, U. Mosel
Low Energy Kaon Photoproduction from Nuclei
submitted to Nucl. Phys. A (1999)

S. Soff, D. Ardouin, C. Spieles, S. Bass, H. Stöcker, D. Gourio, S. Schramm, C. Greiner, R. Lednicky, V. Lyuboshits, J.P. Coffin, C. Kuhn
Unlike Particle Correlations and the strange Quark Matter Distillation Process
Phys. Lett. B446 (1999) 191

M.H. Thoma, S. Leupold, U. Mosel
Dilepton Production from ρ-Mesons in a Quark-Gluon Plasma
Eur. Phys. Jour. A, in press

C. Traxler, U. Mosel, T.S. Bir
Hadronization of a Quark-Gluon Plasma in the Chromodielectric Model
Phys. Rev. C59 (1999) 1620

Th. Weidmann, E.L. Bratkovskaya, W. Cassing, U. Mosel
e^+e^- Pairs from $\pi^-\ A$ Reactions
Phys. Rev. C59 (1999) 919

Z. Xu, C. Greiner
Stochastic Treatment of Disoriented Chiral Condensates within a Langevin Description
submitted to Phys. Rev. D (1999)

Konferenzbeiträge 1999

Bormio, Italy: XXXVII. Int. Winter Meeting on Nuclear Physics
26.01.-30.01.1999

M. Effenberger, E.L. Bratkovskaya, U. Mosel
Dilepton Production in Pion and Photon induced Reactions in Nuclei

M. Post, U. Mosel
Coherent Photoproduction of Dileptons on Light Nuclei - a New Means to Learn about Vector Mesons

Bad Honnef, Germany: DFG-Schwerpunkt-Meeting Photophysik
04.02.1999-05.02.1999

G. Penner
Photo- und Meson-induzierte Reaktionen in der K-Matrix

Dresden, Germany: Workshop on "Medium Mass Nuclei - Their Properties and Importance
2.02.1999-26.02.1999

H. Lenske
Medium-Mass Skin Nuclei

Trento, Italy: Understanding Deconfinement in QCD
01.03.-13.03.1999

M.H. Thoma
Gluon Condensate and Quark Propagation in the QGP

Schleching, Germany: XXX. Arbeitstreffen in Kernphysik
03.03.-11.03.1999

Marcus Post
Kohärente Photoproduktion von Dileptonen an leichten Kernen

Trento, Italy: Workshop on Electromagnetic Probes of In-Medium Effects in Strongly Interacting Systems
15.03.-26.03.1999

E. Bratkovskaya
Dilepton Production from pp and AA Ractions at BEVALAC Energies

W. Cassing
Vector Meson Properties at Finite Density and Dileptons from SIS to SPS Energies

S. Leupold
QCD Sum Rules, ρ-Mesons in Nuclear Medium and ρ-Nucleon Scattering Amplitude

U. Mosel
In-medium Properties of Hadrons - Test in Elementary Reactions on Nuclei

M.H. Thoma
Perturbative and Non-Perturbative Dilepton Production Rates from the Quark-Gluon Plasma

Freiburg, Germany: DPG-Frühjahrstagung
22.03.-26.03.1999

E. Bratkovskaya, M. Effenberger, U. Mosel
Lepton Pair Production from Photon-induced Reactions

M. Effenberger, U. Mosel
Photoproduktion von Mesonen in Kernen

C. Greiner, S. Leupold
Stochastic Interpretation of Kadanoff-Baym Equations

F. Hofmann, H. Lenske
Dichteabhängige Feldtheorie für exotische und stabile Kerne

S. Juchem, E.L. Bratkovskaya, W. Cassing, J. Gei
Anregungsfunktion hadronischer Observablen in Schwerionenstößen

C. Keil, H. Lenske
Beschreibung von Hyperkernen in einem dichteabhängigen relativistischen Mittelfeld-Modell

J. Lehr, M. Effenberger, U. Mosel
Elektroproduktion von Mesonen in Kernen

H. Lenske (Plenarvortrag)
Die Struktur exotischer Kerne

S. Leupold, U. Mosel
QCD-Summenregeln und Vektormesonen

T. Mehlmann, H. Lenske, U. Mosel
In-Medium Streuprozesse in K-Matrix Näherung

G. Penner, T. Feuster, A. Waluyo, U. Mosel, C. Bennhold, T. Mart
$K\Sigma$-Produktion am Nukleon in der K-Matrix-Näherung

M. Post, W. Peters, H. Lenske, U. Mosel
Kohärente Photoproduktion von Vektormesonen

K. Schertler
Über die Kompaktheit von Neutronensternen mit Quarkphasen

Z. Xu, C. Greiner
Stochastische Eigenschaften des disorientierten Kondensats

<u>Rauischholzhausen, Germany: Workshop on Future Perspectives of Physics with Cooled Antiproton Beams
08.04.1999-10.04.1999</u>

H. Lenske
Hypernuclear Physics with Antiprotons

W. Sibirtsev
Charm in Nuclei

<u>Tel Aviv, Israel: Symposium in Memory of J.M. Eisenberg</u>
<u>13.04.-18.04.1999</u>

C. Greiner
Signatures of the Quark-Gluon Plasma

<u>Dresden, Germany: Workshop on "Electromagnetic Radiation of Colliding Hadron Systems: Dileptons & Bremsstrahlung</u>
<u>16.04.-17.04.1999</u>

U. Mosel
Hadrons in Medium - Overlook and Perspective

<u>GSI Darmstadt, Germany: HADES Workshop on Simulations I</u>
<u>27.04.1999</u>

E. Bratkovskaya
Dilepton Production at SIS Energies

<u>Budapest, Hungary: Parton 99</u>
<u>03.05.-07.05.1999</u>

C. Greiner
Stochastic Dynamics of DCC

G. Martens
Phase Transition in the Chromodielectric Model

Turin, Italy: Quark Matter 99
10.05.-14.05.1999

W. Cassing
Excitation Function of Strangeness in $A + A$ Reactions from SIS to RHIC Energies

M.H. Thoma
Gluon Condensate, Quark Propagation, and Dilepton Production in the Quark-Gluon Plasma

Bad Honnef, Germany: Untersuchungen der hadronischen Struktur von Nukleonen und Kernen mit elektromagnetischen Sonden
17.05.-18.05.1999

H. Lenske
Strangeness in Atomic Nuclei

Trento, Italy: Workshop "Advances in Shell Model Studies of Nuceli far from Stability
14.06.-25.06.1999

H. Lenske
Nuclear Interactions at Extreme Isospin

Rostock, Germany: SIS Theoretikertreffen "Rauischholzhausen XI
01.07.-04.07.1999

M. Effenberger
Transport für Heavy-Ions und photonukleare Reaktionen

S. Juchem
Off-shell Effekte in Transporttheorien

C. Keil
Struktur von Hyperkernen

Brookhaven, USA: Workshop 'OSCAR II

05.07.-10.07.1999

W. Cassing
Parton Propagation and Hadronic Rescattering: VNI + HSD

Rez, Tschech. Rep.: TAPS 99
03.09.-05.09.1999

U. Mosel
Lecture Series on Electromagnetic Production of Dileptons

Krzyze, Polen: XXVI. Mazurian Lakes School of Physics
01.09.-11.09.1999

W. Cassing
Equation of State of Nucleonic Matter

Rostock, Germany: Workshop on Kadanoff-Baym Equations
Progress and Perspectives for Many-Body Physics
20.09.-25.09.1999

C. Greiner
Stochastic Interpretation of Kadanoff-Baym Equations and their Relation to Langevin Processes

S. Leupold
Towards a Test Particle Description of Transport Processes for States with a Continuous Mass Spectrum

Obernai, France: Workshop on Flow and Strangeness Production in
Heavy-Ion Collisions from Relativistic to Ultra-Relativistic Energies
26.09.-29.09.1999

E. Bratkovskaya
Strangeness Production and in-medium Properties of Kaons

Lissabon, Portugal: Herbstschule: QCD: Perturbative or Nonperturbative?

28.09.-05.10.1999

G. Martens
Hadronization in the Chromodielectric Model

Endingen, Germany: Arbeitstreffen: Struktur stark wechselwirkender Teilchen
04.10.-08.10.1999

M. Effenberger
Dileptonenproduktion in Pion- und Photon-induzierten Reaktionen

S. Leupold
QCD-Summenregeln im Medium

Seattle, USA: Non-Equilibrium Dynamics in Quantum Field Theory
03.10.-25.10.1999

C. Greiner
Stochastic Facets of Formation of Disoriented Chiral Condensates

S. Leupold
Towards a Test Particle Description of Transport Processes for States with a Continuous Mass Spectrum

M.H. Thoma
Parton Chemistry and Non-equilibrium HTL Resummation

Rauischholzhausen, Germany: ALADIN Workshop on Multifragmentation of Nuclei
04.10.-06.10.1999

A. Larionov
Multifragmentation of Charge Asymmetric Nuclear Systems

Bad Honnef, Germany: Seminar des DFG Schwerpunktes
26.10.-29.10.1999

U. Mosel
Asoziierte Strangenessproduktion in $p + A$ und $\gamma + A$ Reaktionen

G. Penner
Photon- und Hadron-induzierte Reaktionen in der K-Matrix-Näherung

Catania, Italy: Int. Conference on "Collective Excitations in Nuclei from Giant Resonances to Fragmentation
06.11.-13.11.1999

A. Larionov
Strongly Damped Nuclear Collisions: Zero or First Sound?

Jülich, Germany: ANKE-Kollaborationstreffen 99
17.-19.11.1999

W. Cassing
Production of Scalar and Vector Mesons

A. Sibirtsev
Perspectives of K^+/K^- Physics at ANKE

Hampton, USA: Int. Conf. on "Hypernuclear Physics with Electromagnetic Probes
01.12.-05.12.99

H. Lenske
In-medium Hyperon Interactions and the Structure of Hypernuclei

Seminare

E. Bratkovskaya
Strangeness Production
SUBATECH, Nantes, France, 09.12.1999

W. Cassing
Meson Production from pp, pA and AA Reactions close to threshold Energies
Forschungszentrum Rossendorf, Germany, 14.06.1999

W. Cassing
Strangeness and Charm; Signatures of the Quark-Gluon Plasma
ITEP Moskau, Russia, 28.07.1999

M. Effenberger
Test of in-medium Modifications in Pion and Photon induced Reactions
Stony Brook, USA, 10.02.1999

H. Lenske
Spectroscopy of Hypernuclei with Pion-Beams
GSI Darmstadt, Germany, 17.02.1999

S. Leupold
Towards a Test Particle Description of Transport Processes for States with a Continuous Mass Spectrum
GSI Darmstadt, Deutschland, 24.11.1999

U. Mosel
Hadrons in Medium
Forschungsinstitut SUBATECH, Nantes, France

A. Sibirtsev
Threshold Meson Production in NN-Collisions
Univ. of Adelaide, and CSSM, Australia, 30.03.1999

A. Sibirtsev
FSI in Near Threshold Meson Production
KFA-Jülich, Germany, 22.04.1999

A. Sibirtsev
The Current Status of OZI
Univ. Bochum, Germany, 02.09.1999

A. Sibirtsev
Perspectives of K-Physics
Univ. of Catania, and INFN, Italy, 10.12.1999

A. Sibirtsev
FSI in Meson Production
Univ. of Cracow, Poland, 15.12.1999

M.H. Thoma
Thermal Field Theory and Quark-Gluon Plasma
INFN Catania, Italy, 26.05.99

M.H. Thoma
Thermal Field Theory and Quark-Gluon Plasma
ECT* Trento, 08.06.99

M.H. Thoma
Thermische Feldtheorie und Quark-Gluon Plasma
TU München, Germany, 11.06.99

M.H. Thoma
Gluon Condensate and Parton Propagation in a Quark-Gluon Plasma
Univ. Regensburg, Germany, 27.07.99