

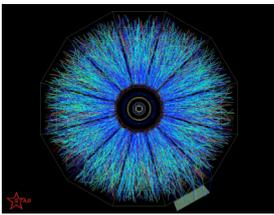
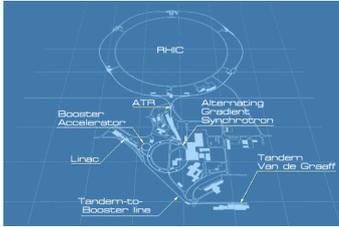


Teilchenerzeugung in Schwerionenreaktionen

Yacine Mehtar-Tani¹, Minoru Biyajima², Takuya Mizoguchi³, Naomichi Suzuki⁴,
Rolf Kuiper⁵ und Georg Wolschin¹

¹ Heidelberg University ² Shinshu University ³ Toba College ⁴ Matsumoto Univ. ⁵ MPI-A Heidelberg

Schwerionenkollisionen am Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC)



• Die Ionen werden auf bis zu 99.95% der Vakuumlichtgeschwindigkeit beschleunigt und zur Kollision gebracht.

• Aus der relativistischen Energie von bis zu 200 GeV pro Nukleon-Nukleon Paar entstehen nach der Energie-Masse-Äquivalenz $E=mc^2$ zahlreiche neue Teilchen.

• Energie und Impuls der erzeugten, geladenen Hadronen werden im Detektor gemessen.

Relativistisches Diffusionsmodell

• Die Rapiditätsverteilungen erzeugter Teilchen in Schwerionenkollisionen werden durch die inkohärente Überlagerung dreier zeitabhängiger Quellen beschrieben [1, 3-5]: Zwei Quellen im **Nichtgleichgewicht** bzgl. der Rapidität für die beiden Strahlrichtungen und eine Quelle für einen Teil des Systems, der innerhalb der Wechselwirkungszeit sehr nahe ans **lokale Gleichgewicht** herankommt. Die Dritte Quelle gibt Hinweise auf die kurzzeitige Bildung eines **Quark-Gluon Plasmas**.

• Die zeitliche Entwicklung jeder Quelle beschreibt man im Rapiditätsraum durch eine **Relativistische Diffusionsgleichung**:

$$\frac{\partial}{\partial t} R(y, t) = -\nabla_y [J(y)R(y, t)] + D_y \nabla_y R(y, t) \quad \nabla_y R(y, t)$$

Die Rapidität y ist ein lorentzinvariantes Maß für die Geschwindigkeit der erzeugten Teilchen. Die Diffusionskonstante D beschreibt die mikroskopische Physik des Systems. Die Driftfunktion $J(y)$ bestimmt die Geschwindigkeit der Annäherung ans lokale statistische Gleichgewicht.

• Geeignete Anfangsbedingungen und Approximationen ermöglichen **analytische** Lösungen dieser nichtlinearen partiellen Differentialgleichung. Nach der kurzen partonischen Anfangsphase von $\approx 10^{-24}$ s verhält sich das System i.W. linear in y . Die Summe der Lösungen für die drei Quellen wird mit den experimentellen Daten verglichen.

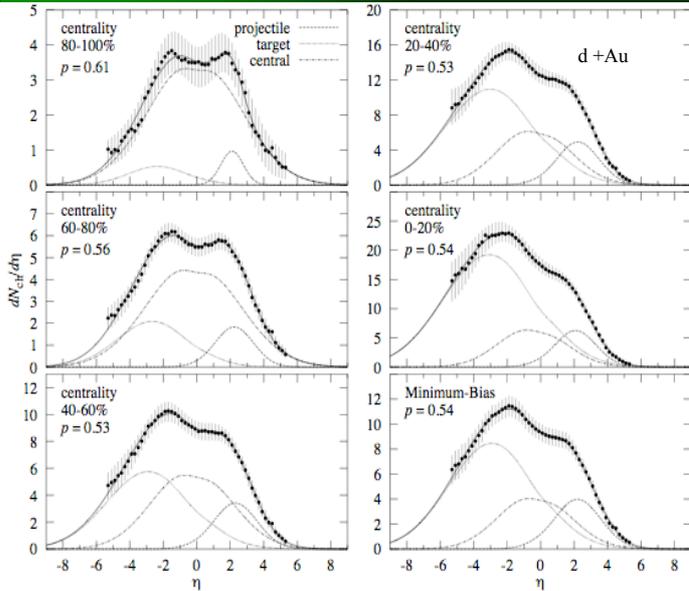
• Zum Vergleich mit den Verteilungen erzeugter Teilchen (links und unten) bestimmt man die Jacobi-Transformation von der Rapidität zur Pseudorapidität mit dem transversen Impuls p_T

$$\frac{dN}{d\eta} = \frac{p}{E} \frac{dN}{dy} = J(\eta, \langle m \rangle / \langle p_T \rangle) \frac{dN}{dy}$$

$$J(\eta, \langle m \rangle / \langle p_T \rangle) = \cosh(\eta) \cdot [1 + (\langle m \rangle / \langle p_T \rangle)^2 + \sinh^2(\eta)]^{-1/2}$$

Die Pseudorapidität ist ein lorentzinvariantes Maß für die Geschwindigkeit der Teilchen unbestimmter Masse. Sie ist durch den Streuwinkel bestimmt.

Rapiditätsverteilungen: Modell vs. RHIC-Daten

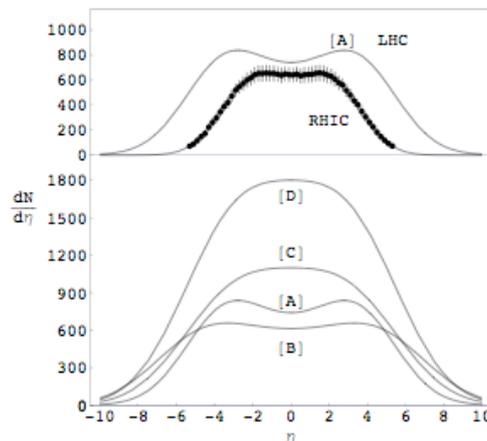


Blick in die Zukunft: LHC am CERN

• Der LHC wird 2008 fertig gestellt und die ersten Schwerionenexperimente starten 2009 im Projekt ALICE.

• Aus der Energieabhängigkeit der Transportkoeffizienten extrapoliert man die freien Parameter der theoretischen Verteilungsfunktion zur höheren Schwerpunktsenergie von 5.5 TeV (5520 GeV) pro Nukleon-Nukleon Paar.

• Damit kann man für unterschiedliche Extrapolationen [A]-[D] der Transportparameter in Au+Au Kollisionen (Datenpunkte, Rechnung) am RHIC folgende Pseudorapiditätsverteilungen für erzeugte Hadronen in zukünftigen Pb+Pb Kollisionen am LHC (Kurven A-D) prognostizieren:



Literatur

[1] G. Wolschin, Eur. Phys. J. A5 (1999) 85; Europhys. Lett. 47 (1999) 30; Phys. Rev. C 69 (2004) 024906.

[2] B.B. Back et al., PHOBOS collaboration, Phys. Rev. Lett. 91(2003) 052303; 93 (2004) 082301; Phys. Rev. C72 (2005) 031901.

[3] M. Biyajima, M. Ide, T. Mizoguchi and N. Suzuki, Prog. Theor. Phys. 108 (2002) 559; M. Biyajima, M. Ide, M. Kaneyama, T. Mizoguchi and N. Suzuki, Prog. Theor. Phys. Suppl. 153 (2004) 344.

[4] G. Wolschin, M. Biyajima, T. Mizoguchi and N. Suzuki, Phys. Lett. B633 (2006) 38; Annalen Phys. 15 (2006) 369.

[5] G. Wolschin, Europhys. Lett. 74 (2006) 29; Prog. Part. Nucl. Phys. 59 (2007) 374; R. Kuiper and G. Wolschin, Annalen Phys. 16 (2007) 67; EPL 78 (2007) 22001.