Teilcheninterferometrie expandierender Kerne

Carsten Schwarz
für die ALADIN Kollaboration, GSI

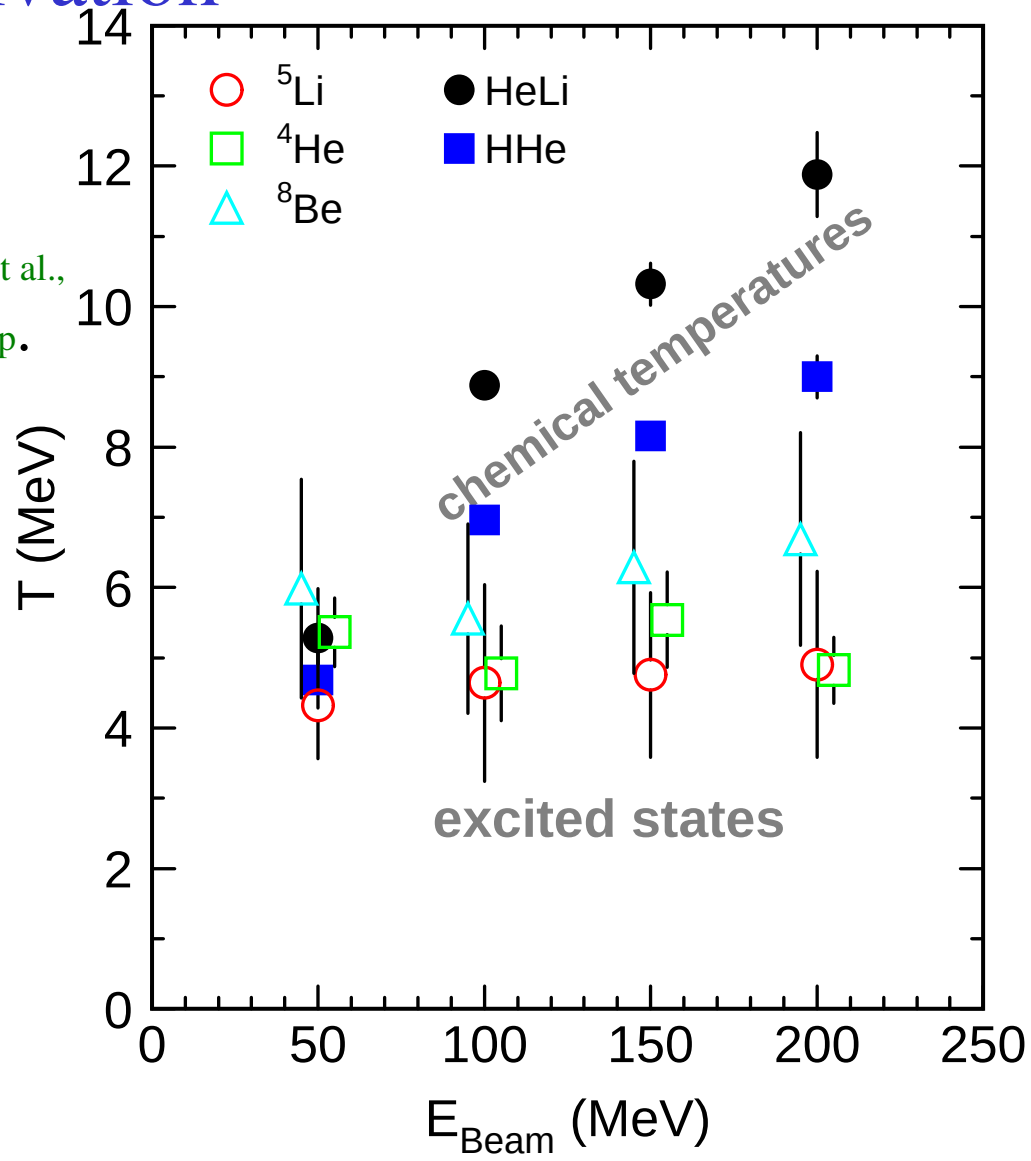
Au+Au 100-200 AMeV
Wechselwirkungszone + zentrale Stösse

- Motivation + Prinzip der Teilcheninterferometrie
- Experimenteller Aufbau
- Einfluss von
  - Fluss (radial + Coulomb)
  - sequentiellem Feeding
- Fragmentformation
- pα- und dα-Korrelationsfunktionen
- Schere der Radien
- Zusammenfassung+Diskussion

Motivation

Au+Au, zentral, WW-Zone

V. Serfling et al., 1997, in prep.



- *Temperaturschere* legt unterschiedliche Ausfrierzeiten nahe
- expandierende Kerne zeigen unterschiedliche Ausfrierdichten

➔Bestimmung des Quellradius

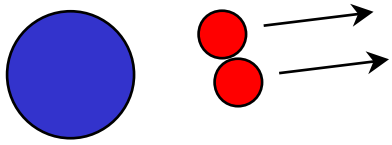
➔Teilcheninterferometrie

Prinzip der Teilcheninterferometrie

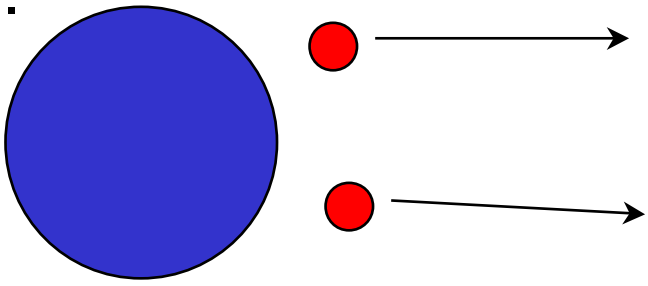
- Teilcheninterferometrie zeigt die Raum-Zeit-Ausdehnung einer Quelle

$$1 + R \sim \frac{Y_{12}}{Y_1 Y_2}$$

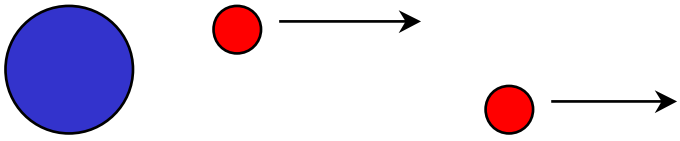
- Starke Korrelationen
  - kleine Quellgrösse und kurze Lebensdauer



- Schwache Korrelationen
  - grosse Quelle...



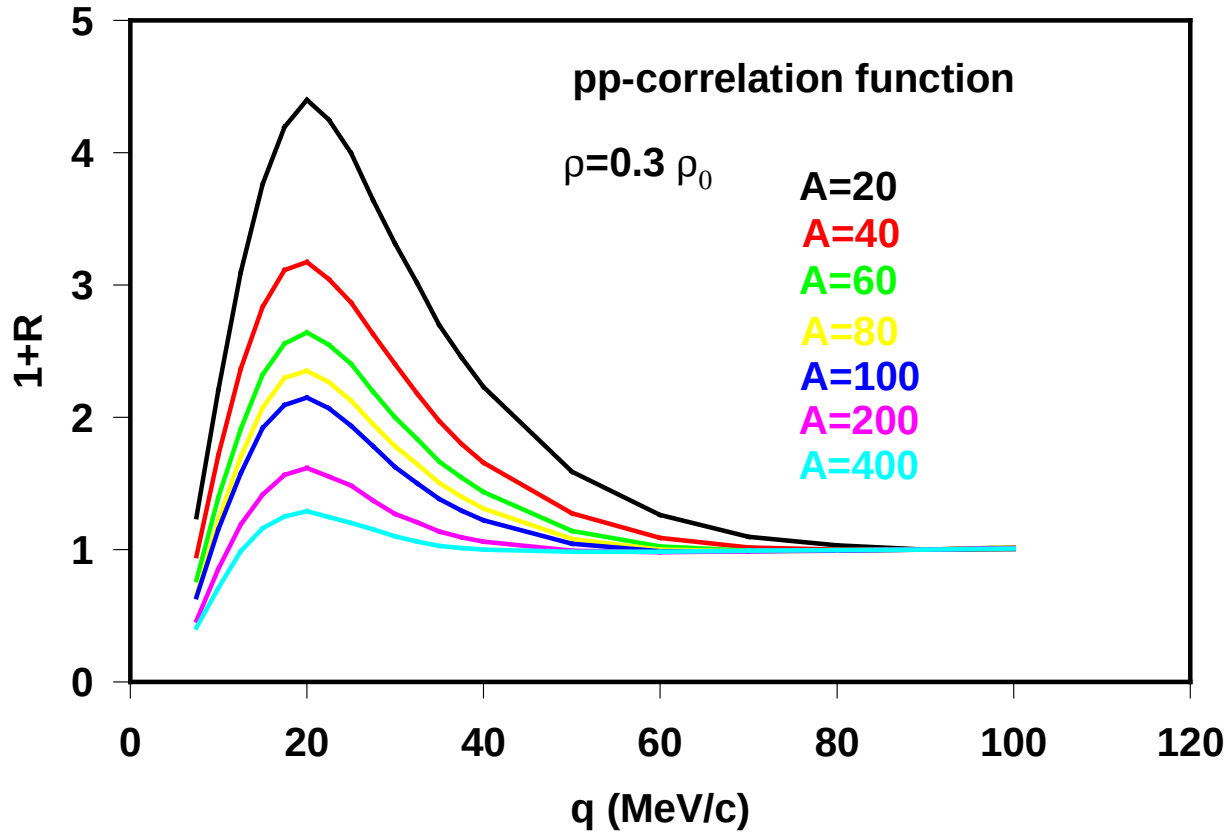
  - ...oder lange Lebensdauer



Prinzip:Endzustandswechsewirkung

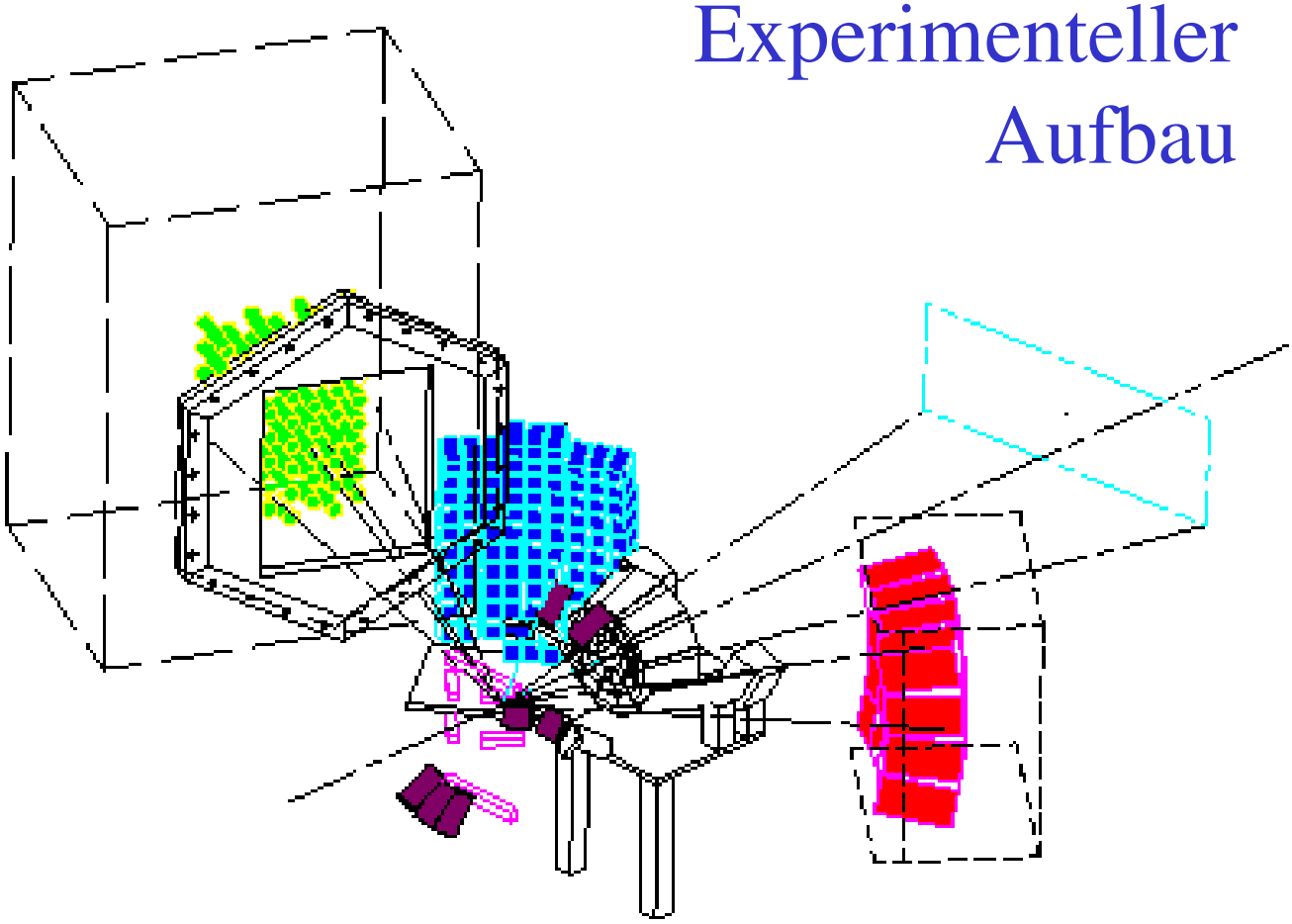
Prinzip der Teilcheninterferometrie

- Codes für pp-Interferometrie verfügbar
- Theorie: Koonin-Pratt-Formalismus
  - Die nukleare final-state-Wechsel-wirkung (FSI) zwischen Teilchen-Paaren dominiert. FSI mit übrigen Teilchen wird vernachlässigt.
  - Coulomb- und Austausch-WW zwischen Paaren.



S.E. Koonin PLB 70 (1977) 43

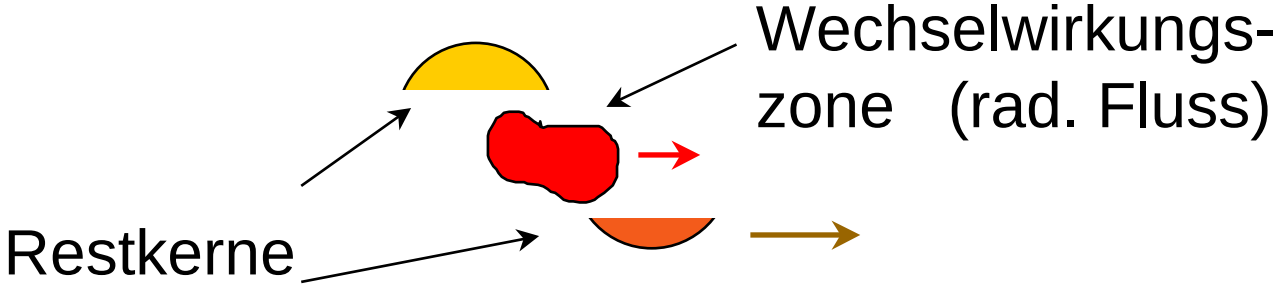
Experimenteller Aufbau



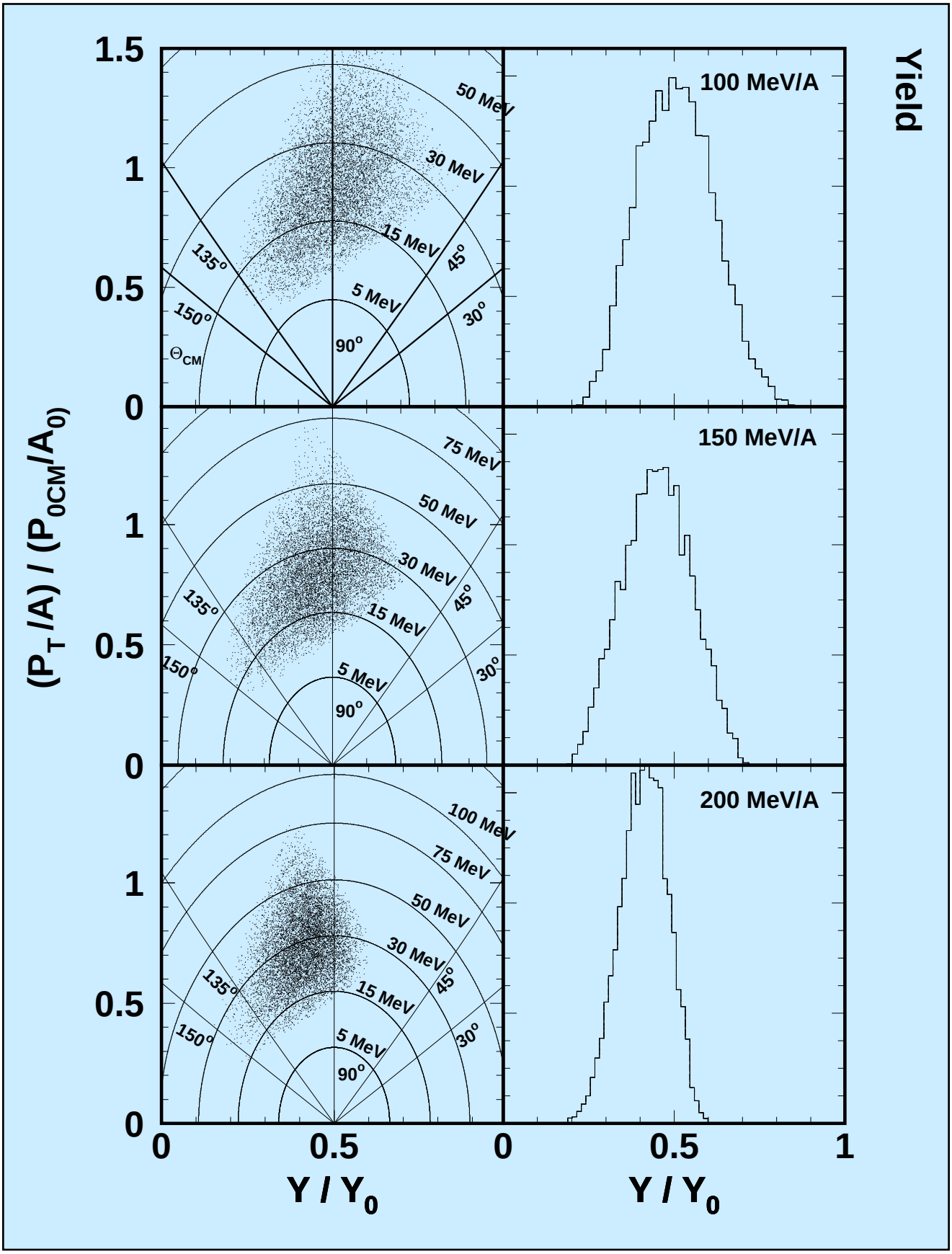
- Hohe Granularität
  - GSI (64)
  - Catania (96)
  - MSU (56)

  216 Si-CsJ Det.
- Stossparameter
  - 36 Phoswichdet.
  - 48 Si-Streifendet.

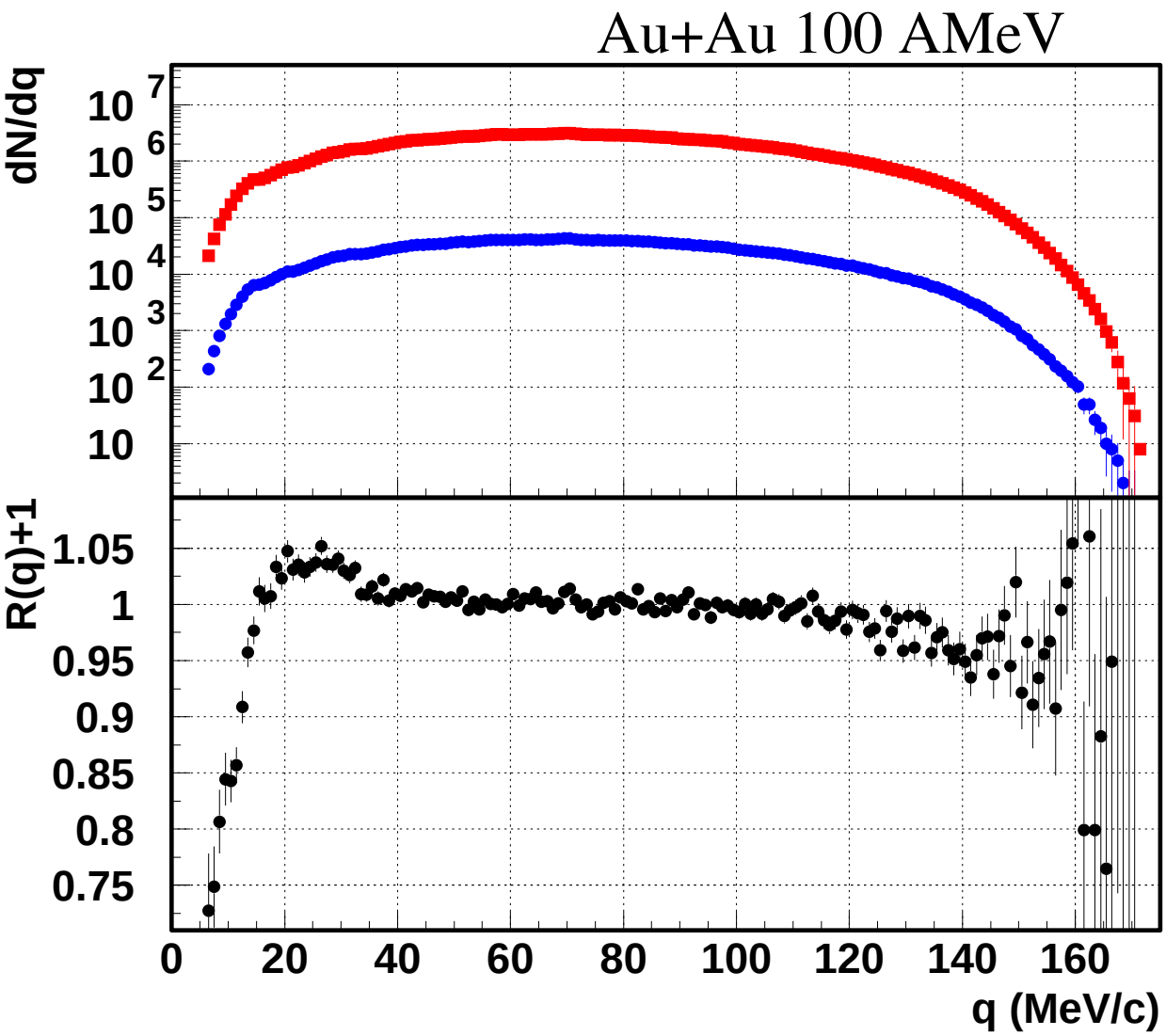
  84 Detektoren

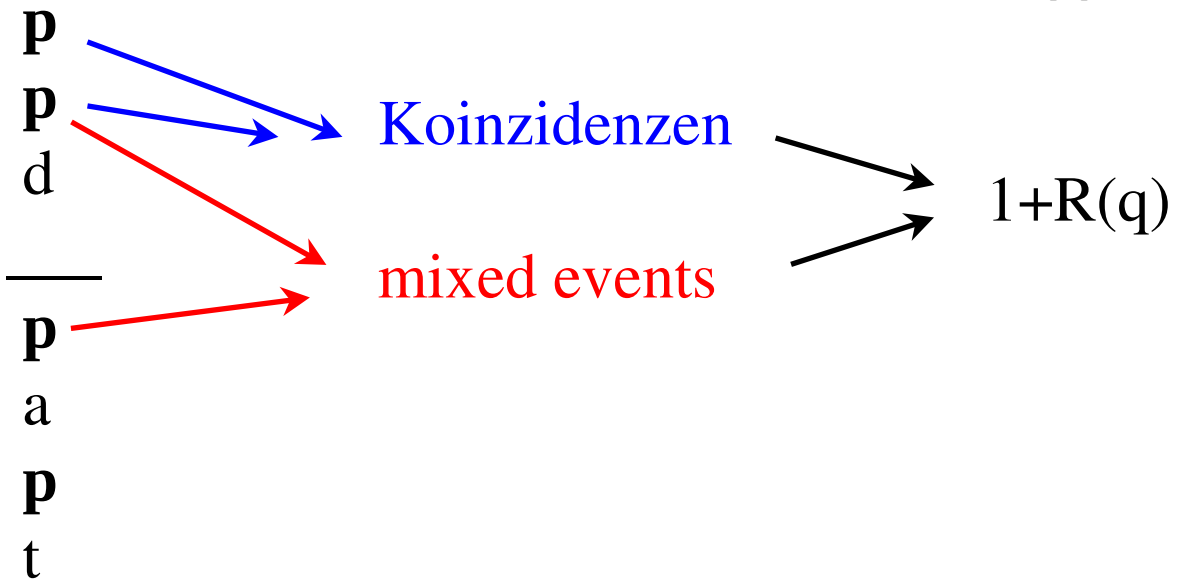


Akzeptanz

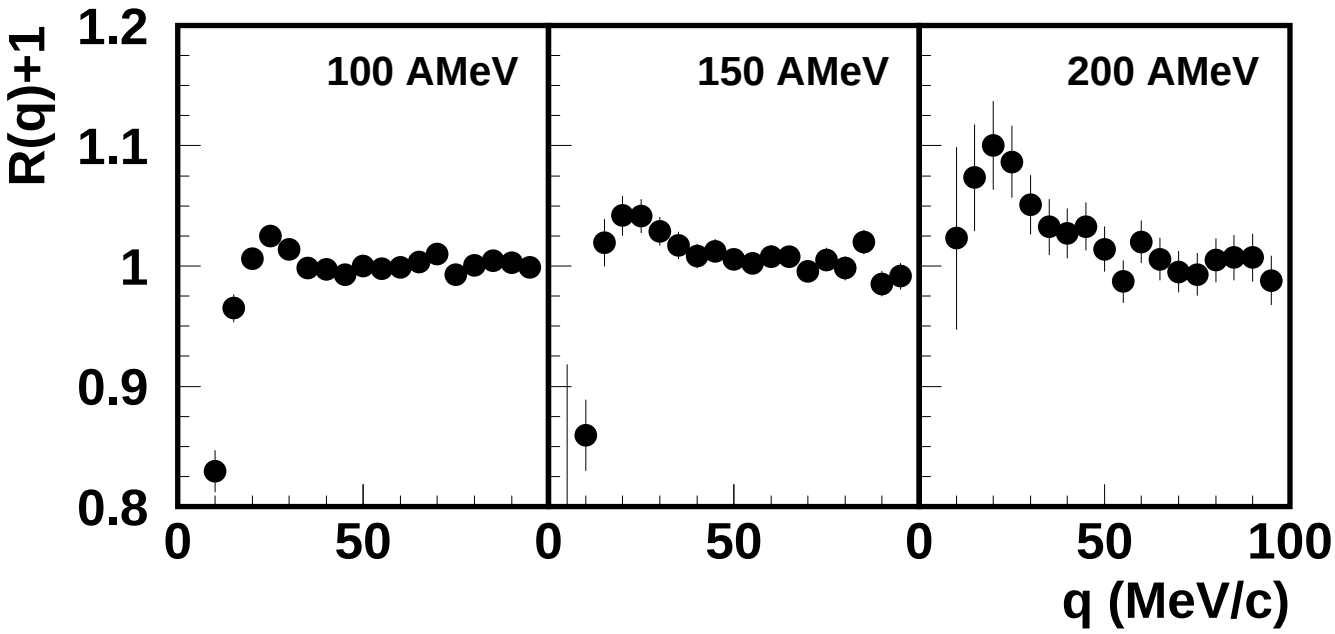

100 MeV/A
150 MeV/A
200 MeV/A
Yield
50 MeV
30 MeV
15 MeV
5 MeV
135°
150°
45°
30°
90°
ΘCM
75 MeV
100 MeV
(PT /A) / (P0CM/A0)
Y / Y0
Y / Y0
0
0.5
1
1.5

Generieren der pp-Korrelationsfunktion



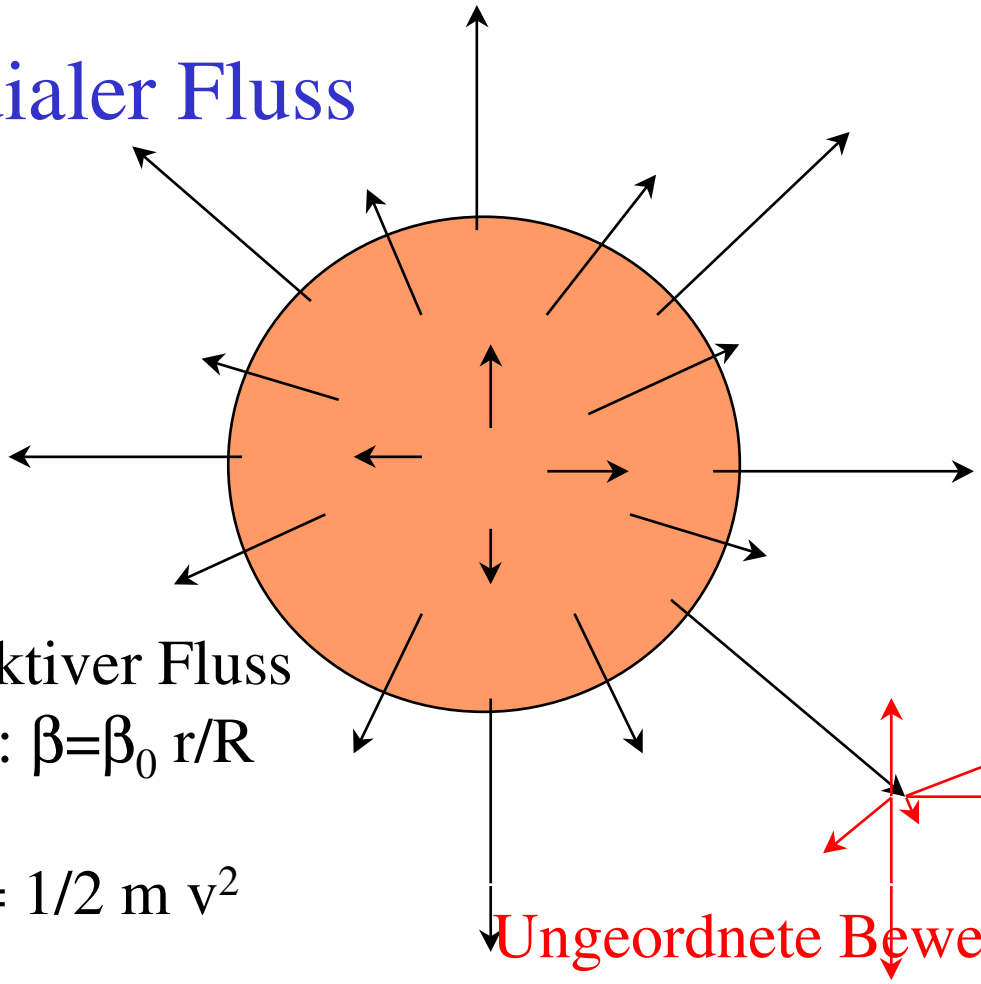


Gemessene pp-Korrelationsfunktionen



- KF steigt mit E_{beam} an
  - kleiner werdende Quellen ?
- beeinflusst von
  - radialem Fluss
  - Coulombeffekt des Emitters
  - sequentiellem Zerfall

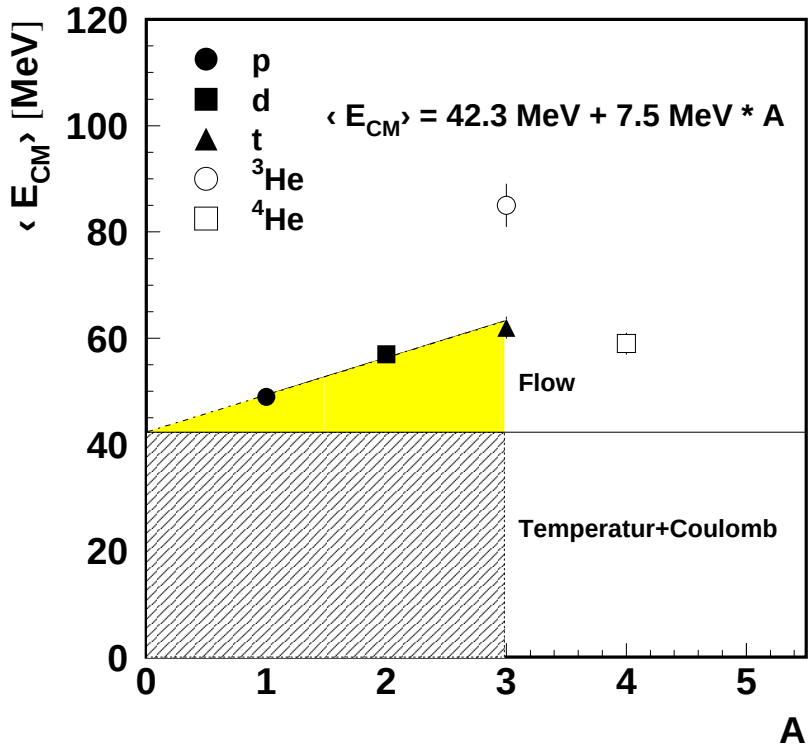
Radialer Fluss



Kollektiver Fluss
Profil: $\beta=\beta_0\ r/R$

$E_{fluss}= 1/2\ m\ v^2$

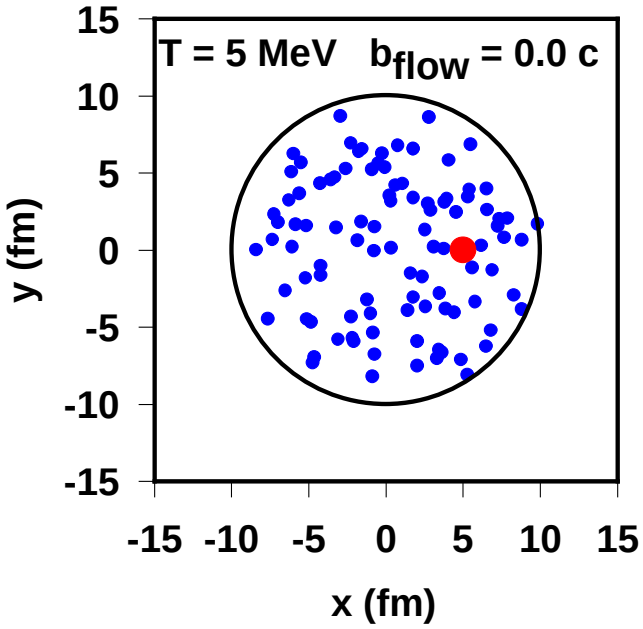
Ungeordnete Bewegung
(Temperatur) $E_{th}= 3/2\ kT$



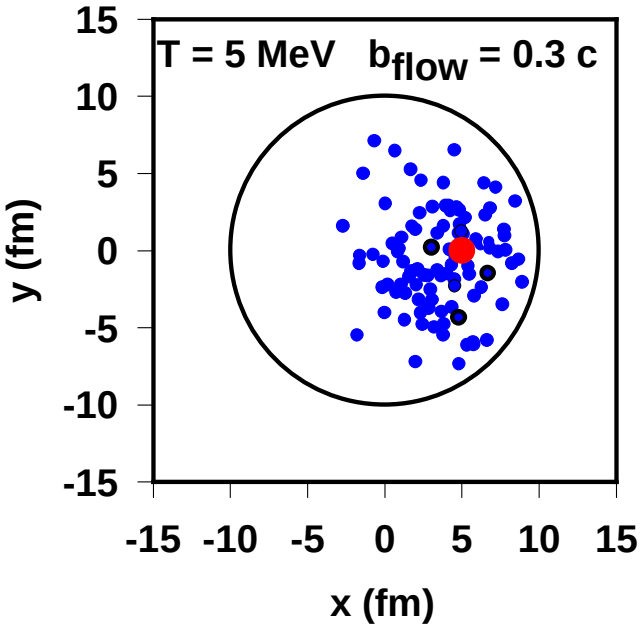
G. Poggi et al. (FOPI) Nucl. Phys. A586 (1995) 755

Radialer Fluss

2d-Simulation: Quelle mit R = 10 fm



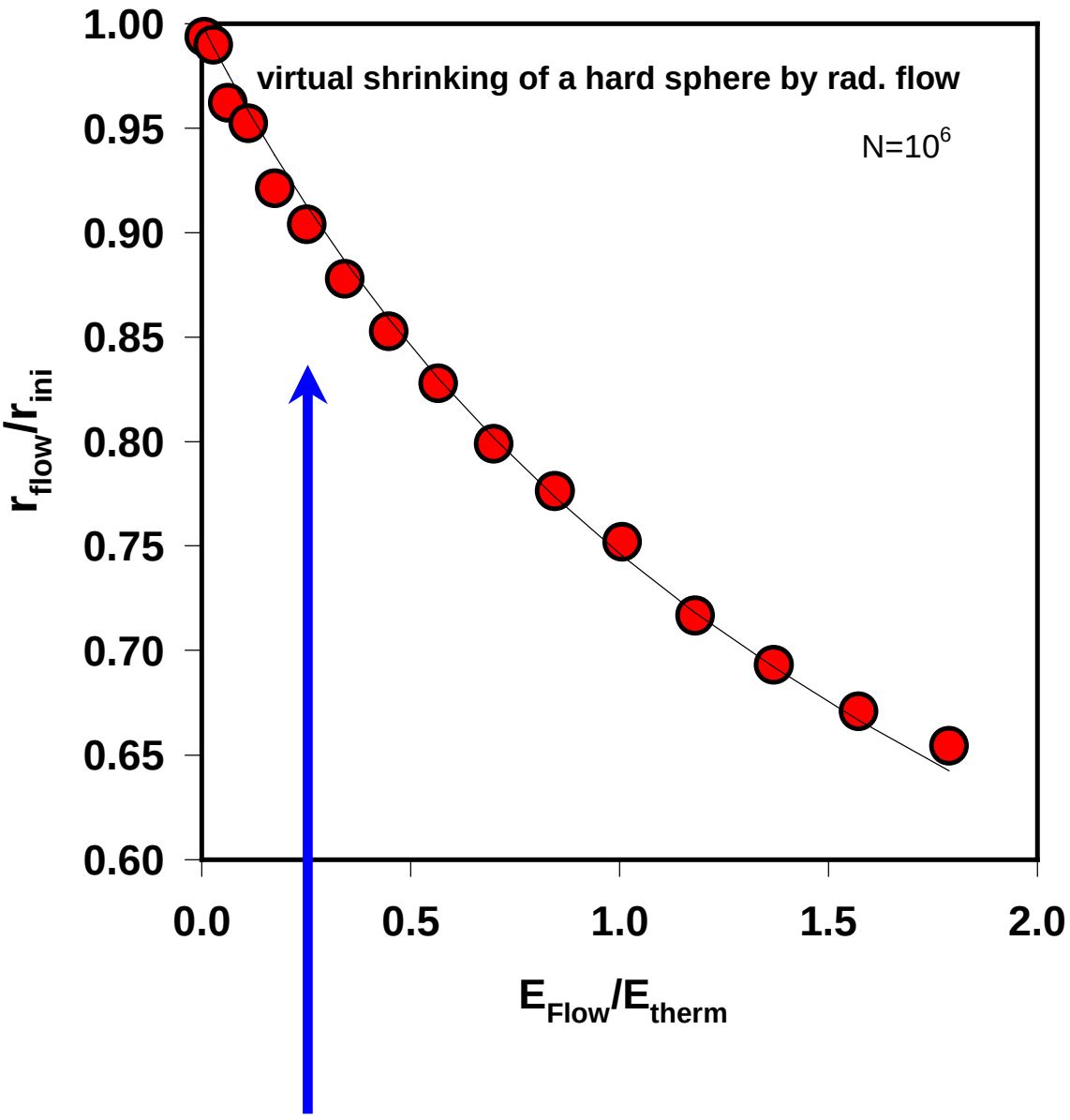
kein Fluss



mit Fluss

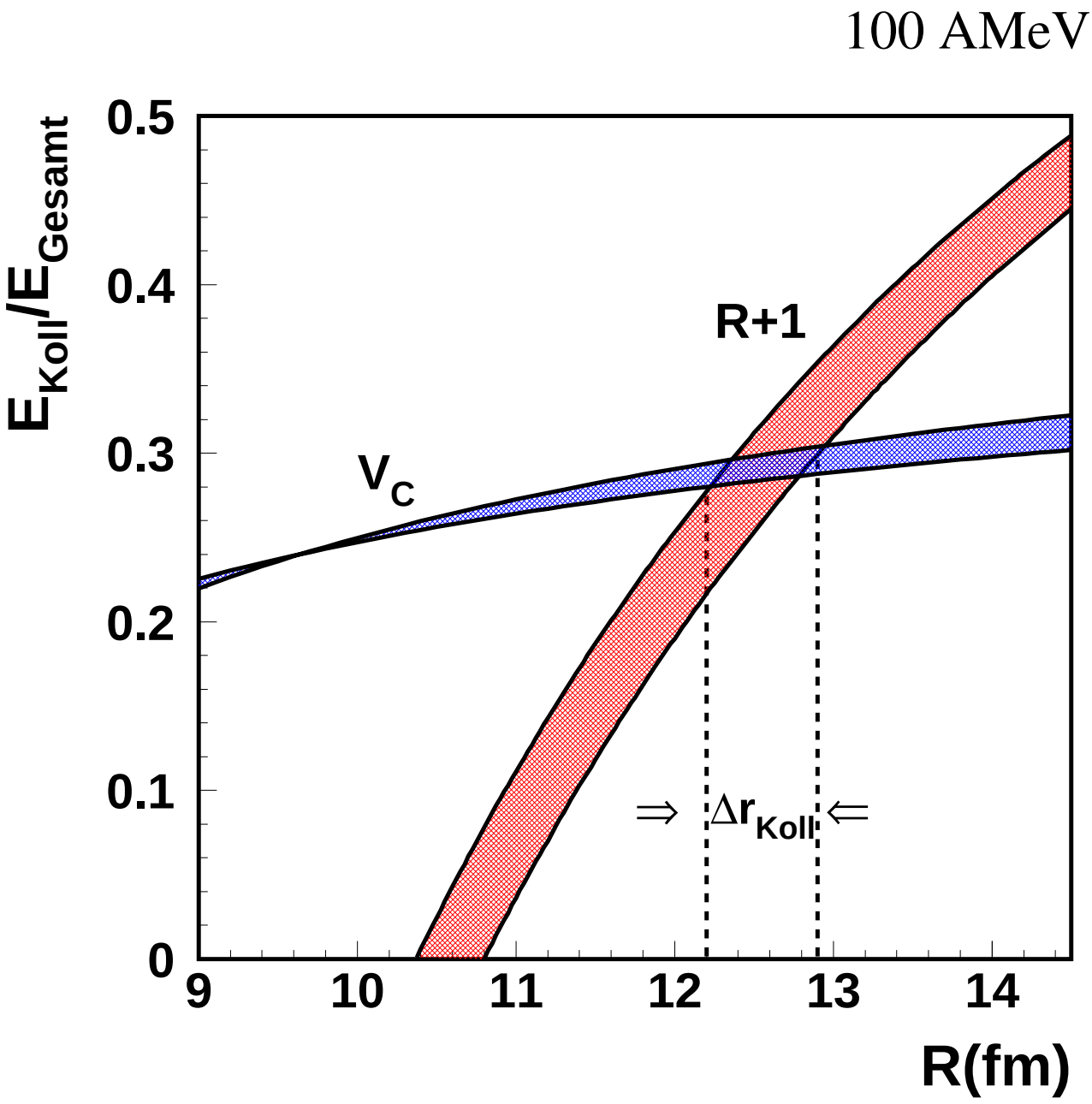
- Auswirkung des radialen Flusses
  - nicht alle Protonen der Quelle fallen in rel. Impulsbereich von **15<q<25 MeV/c**
  - Quelle schrumpft mit Zunahme des rad. Flusses

Radialer Fluss

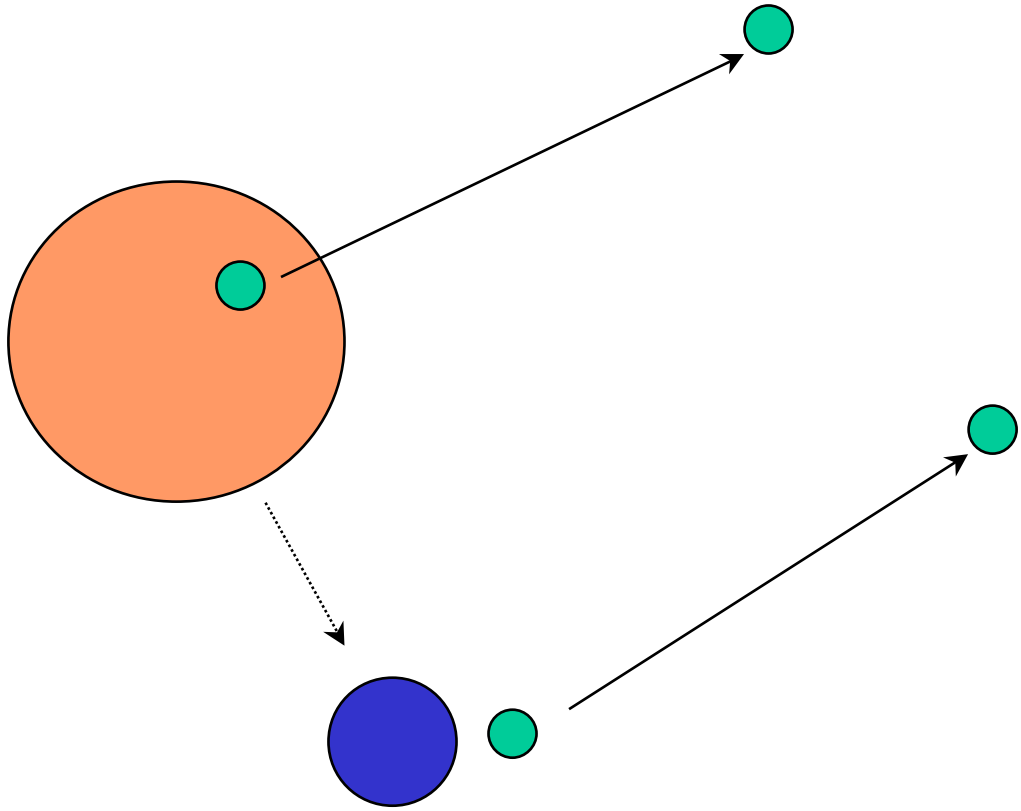


$$\frac{\langle v_{flow} \rangle}{v_{therm}} \approx 0.5 \quad \Rightarrow \quad \frac{\langle E_{flow} \rangle}{E_{therm}} \approx 0.25$$

Coulomb-Fluss



Sequentielle Zerfälle



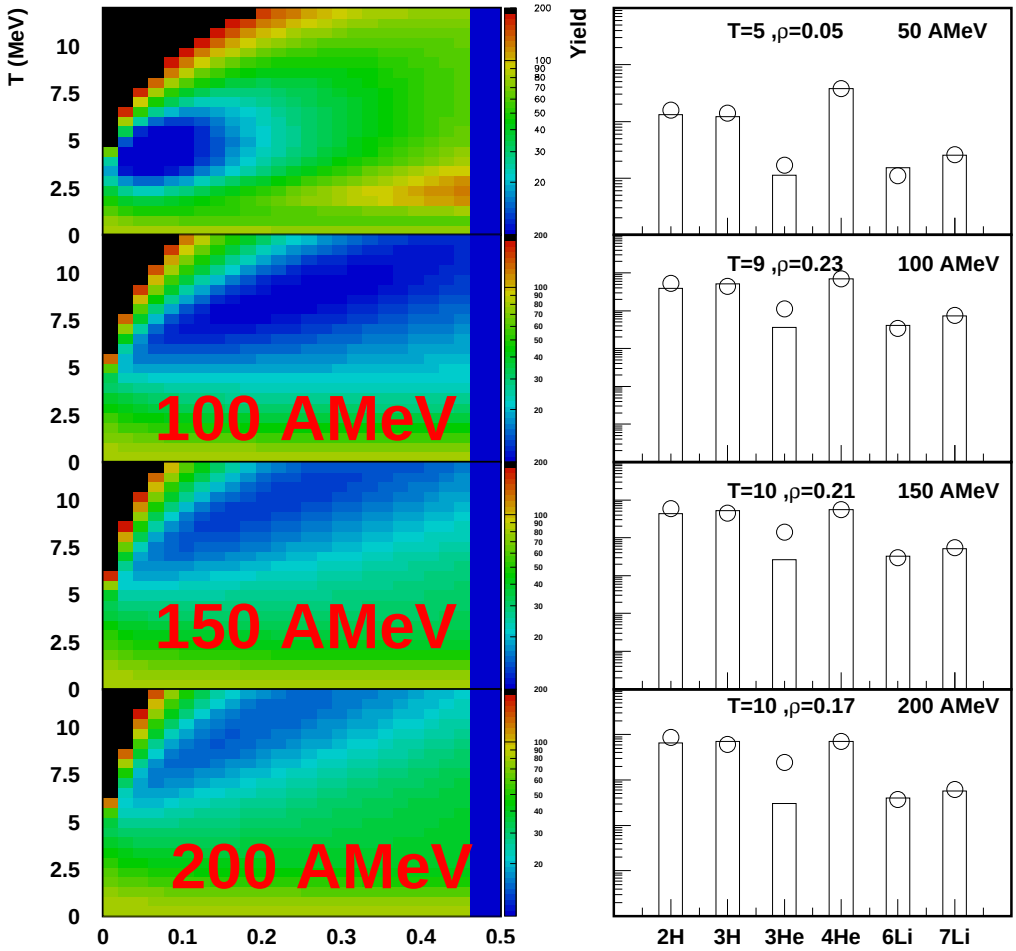
Sequentielle Zerfälle (SF) tragen zu kombinatorischen Untergrund bei

p_{SF}: Wahrscheinlickkeit für p aus seq. Zerfall

$$1 + R(q) = \frac{Y_{12}}{Y_1(1 - p_{SF})Y_2(1 - p_{SF})}$$

Sequentielle Zerfälle

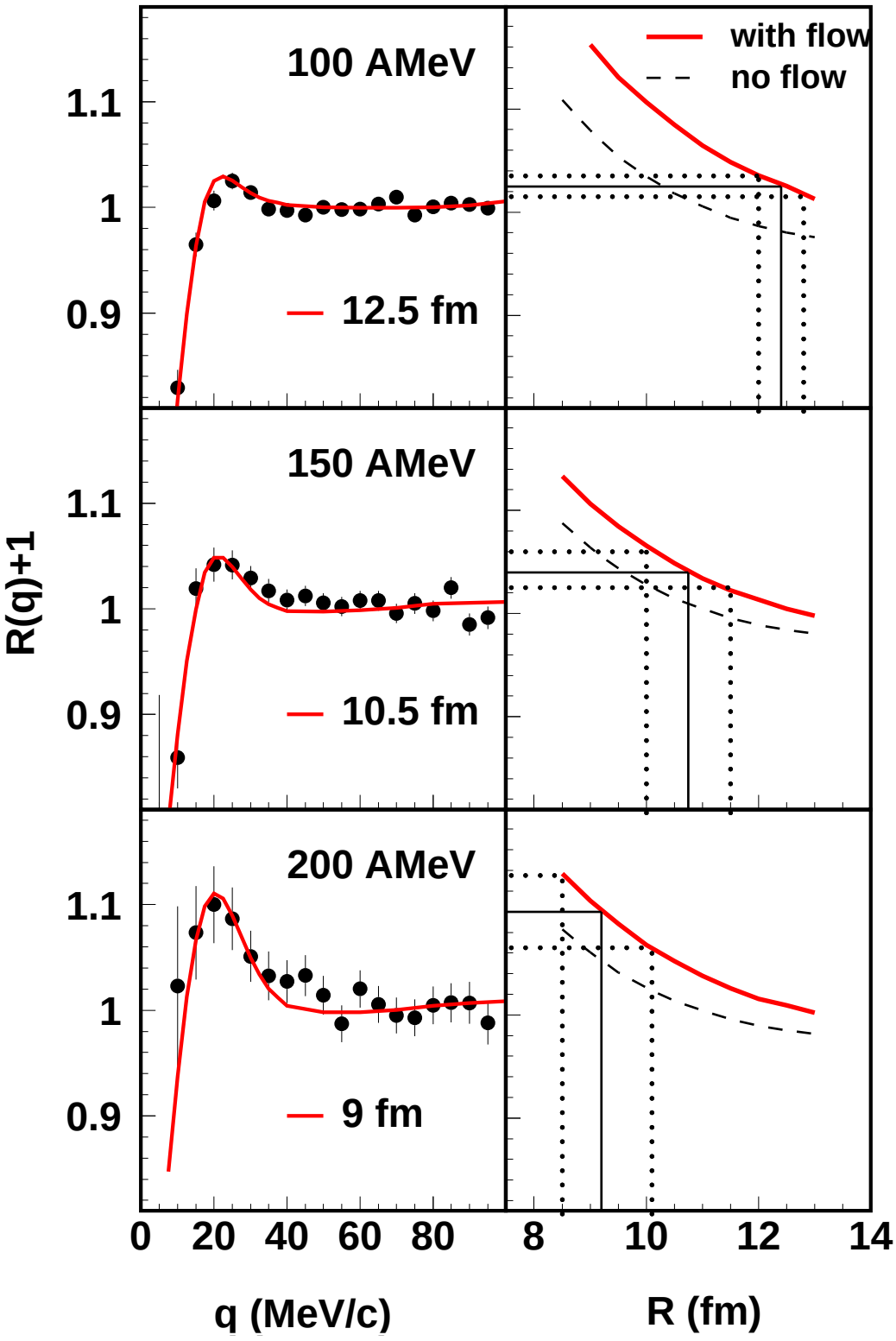
Quanten Statistisches Modell (QSM)



- Seq. Zerfälle in Protonen:
  - 100 AMeV: 22%
  - 150 AMeV: 29%
  - 200 AMeV: 32%

J. Konopka, H. Graf, H. Stöcker und W. Greiner, PRC50 ((1994) 2085

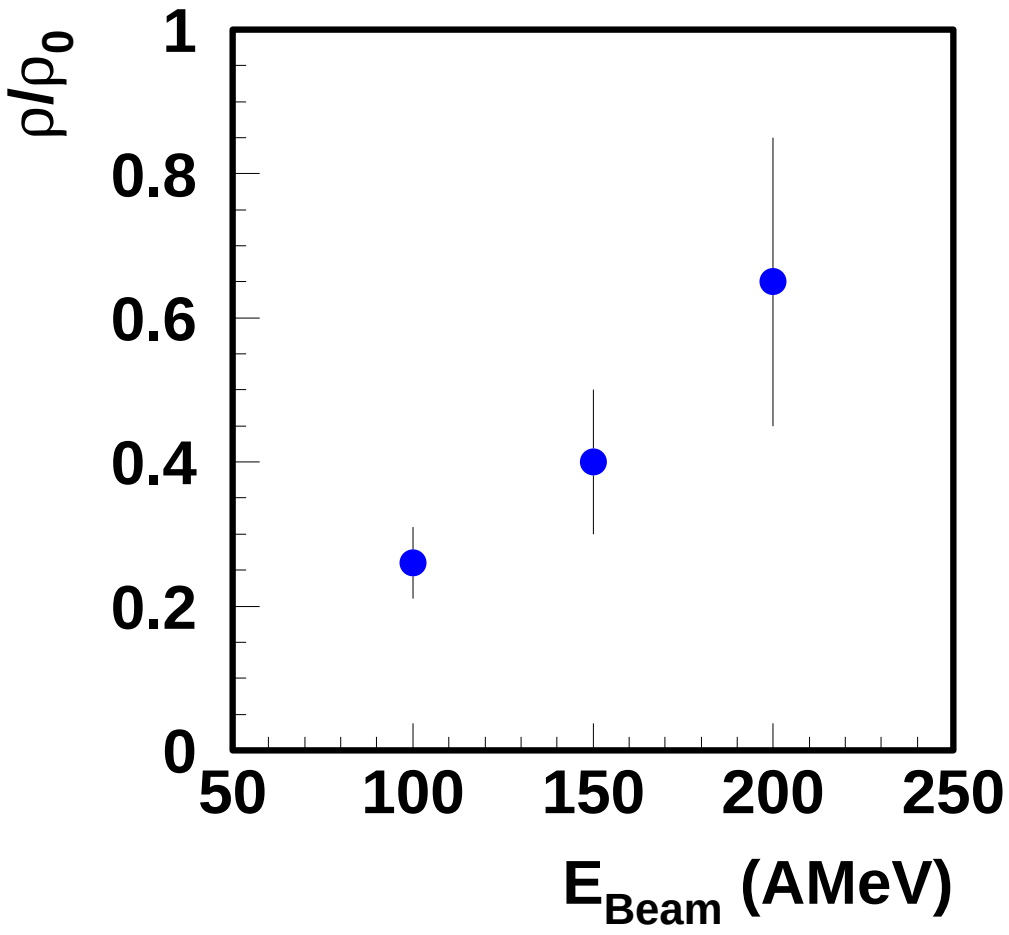
Quellgrössenbestimmung mit der pp-Korrelationsfunktion



B. Ocker, PhD thesis, Frankfurt 1997

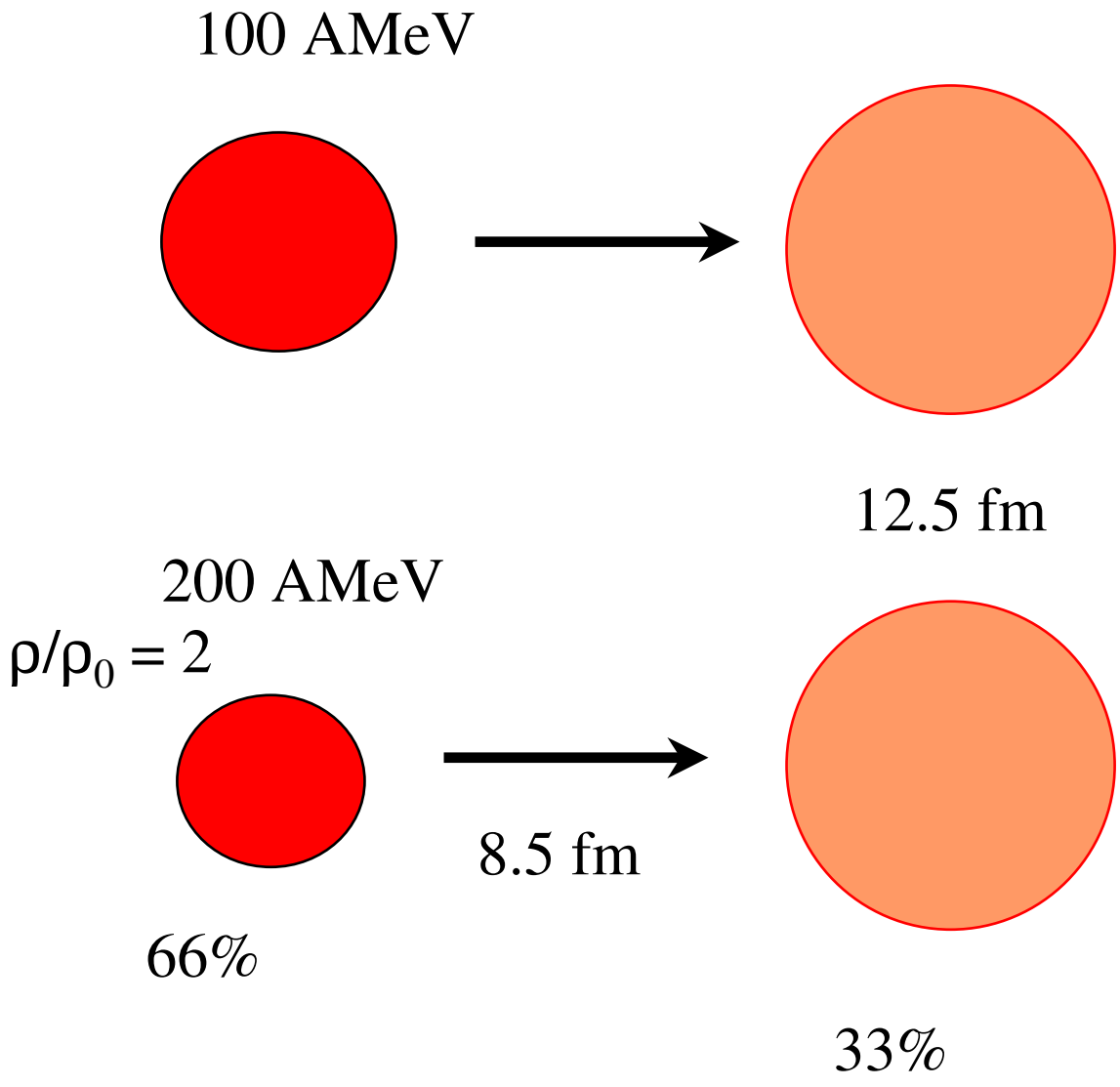
Ausfrierdichten

N=310-394



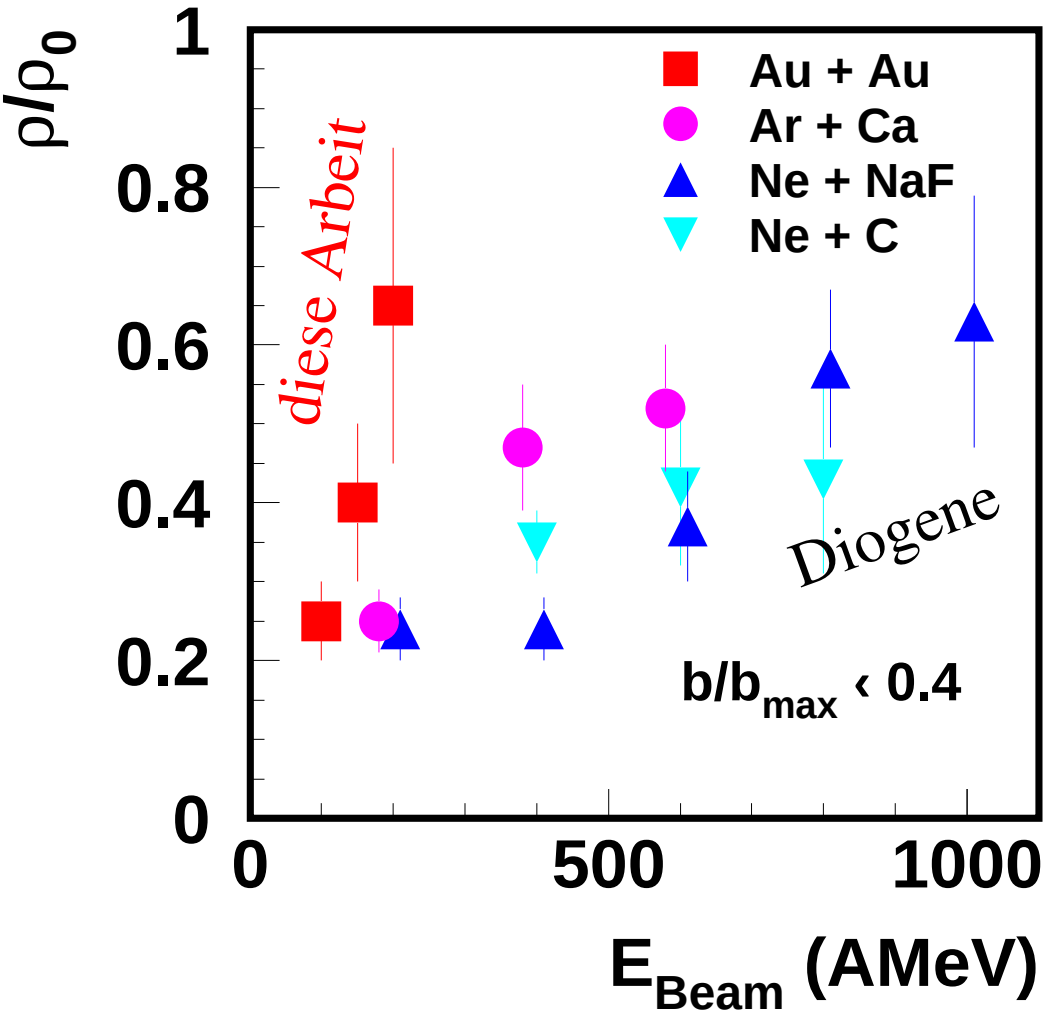
- Dichten $\rho/\rho_0<1$
  - Expansion sichtbar
- ↗ E_{beam} ↗ Dichten

Vorgleichgewichtsemission



jedoch M_p: 29 --> 44

Ausfrierdichten

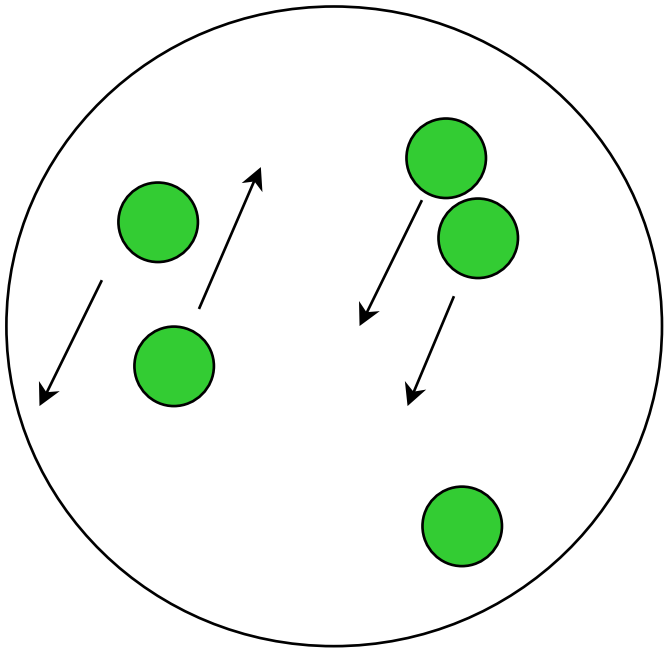


- Anstieg von ρ/ρ_0 mit E_{Beam}
- massenabhängig

$$CF\left(R_{A,T,E_F}, E_F/T\right)$$

DIOGENE: P. Charmensat, Dissertation 1989, Universite Blaise Pascal-Clermont II

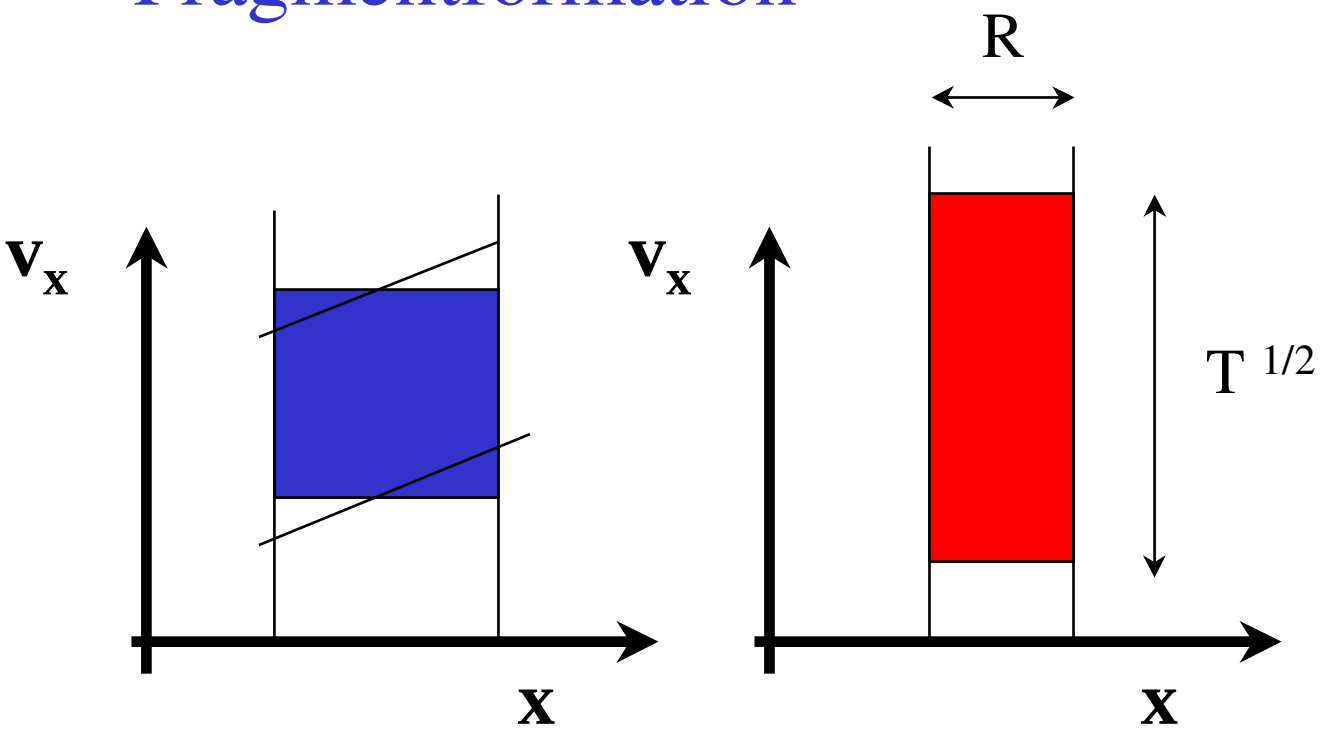
Fragmentformation



- Fragmente formieren sich wenn sie sich im Ortsraum und Geschwindigkeitsraum nahe kommen
- Formation endet, wenn

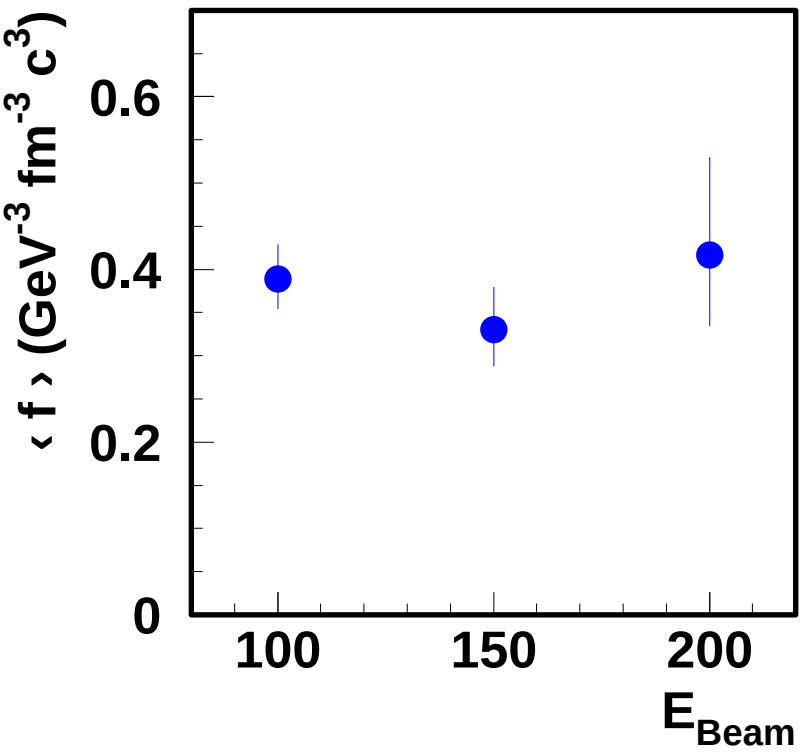
$$\rho(x,y,z,v_x,v_y,v_z)<\rho_{crit}$$

Fragmentformation



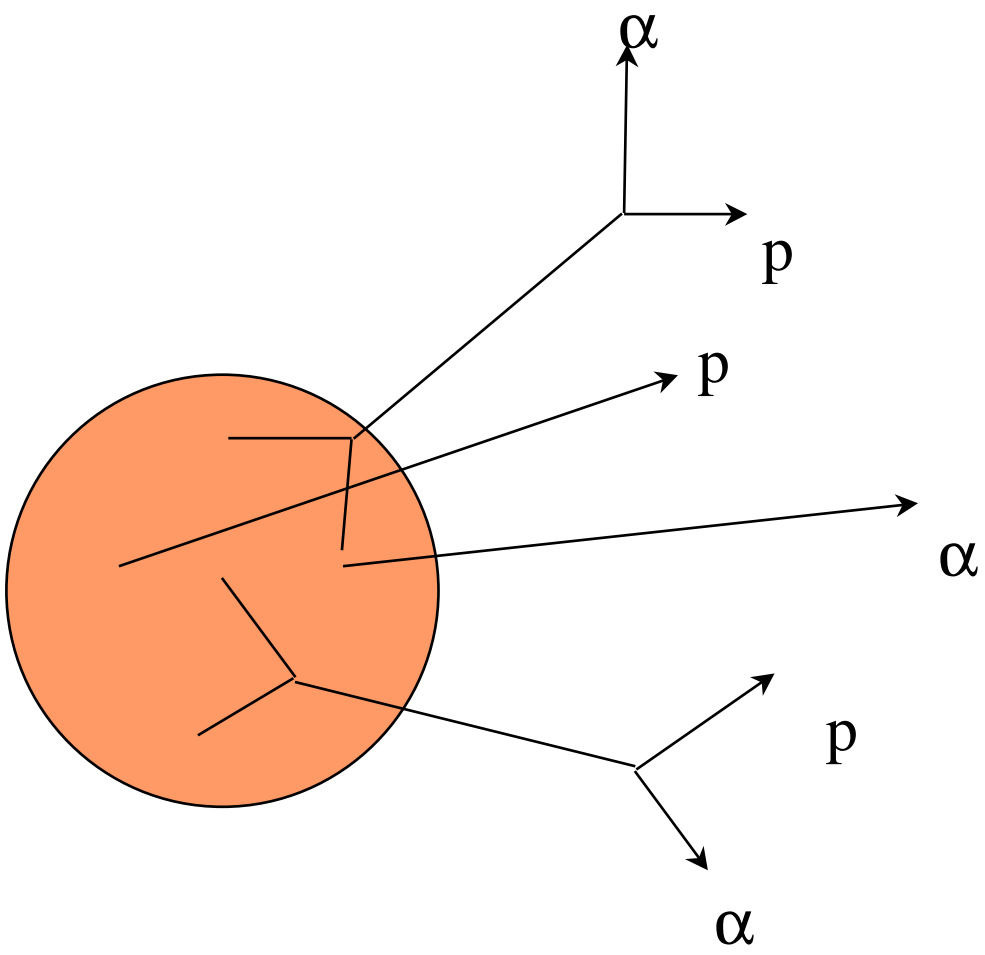
T=20 MeV T=30 MeV

$$VT^{3/2} = const.$$



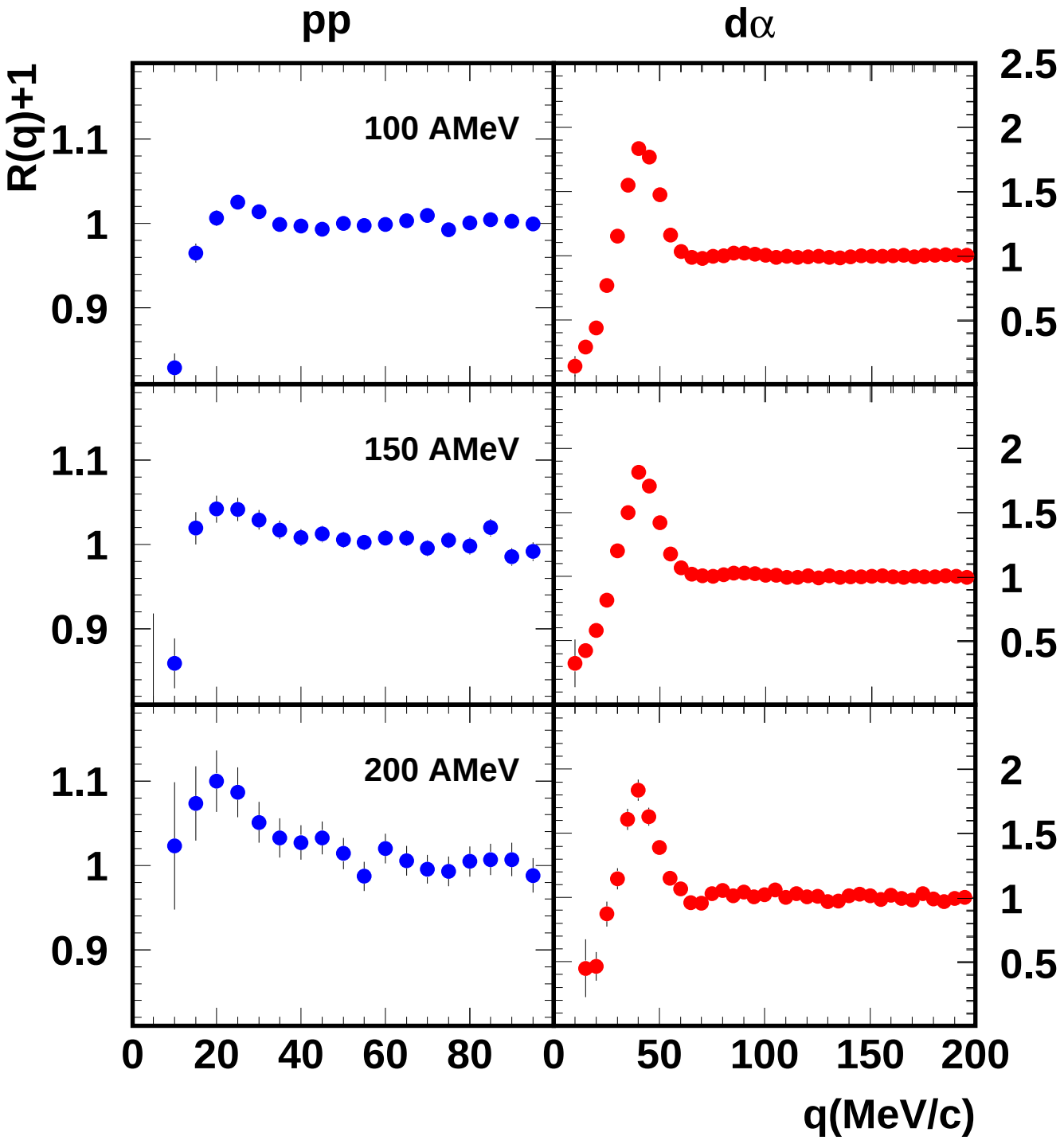
Korrelationsfunktionen (pα und dα)

- KF von Resonanzen

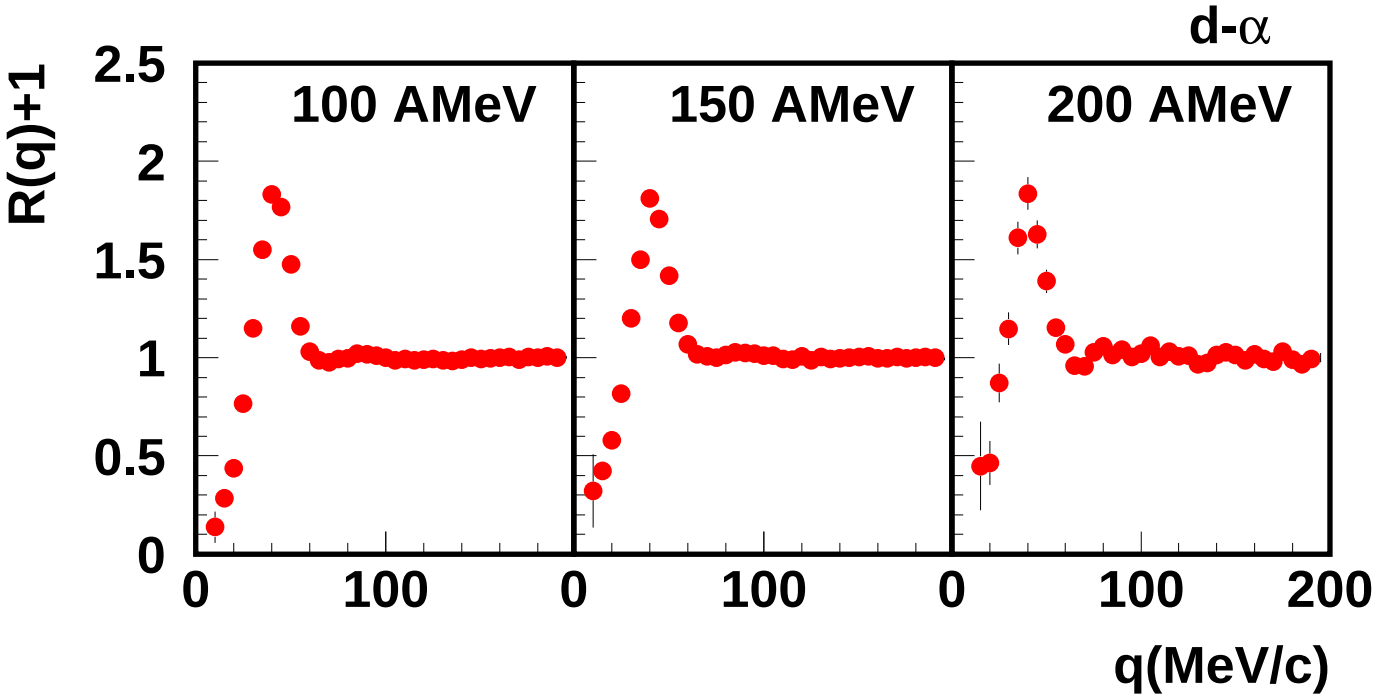


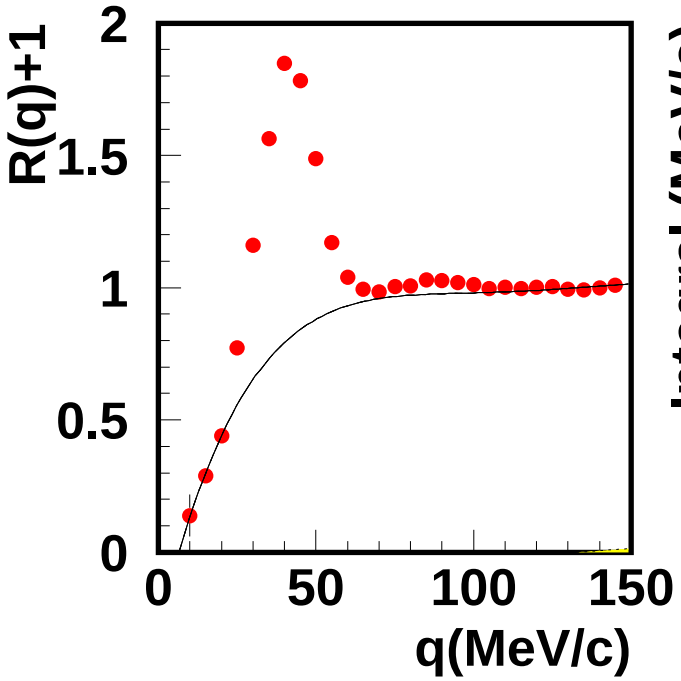
- KF: Anzahl formierter Li5* zu unkorrelierten p-α

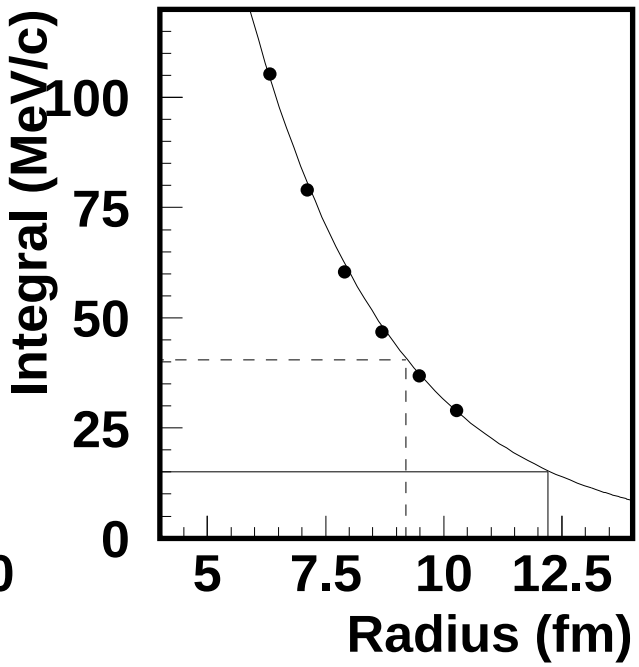
Korrelationsfunktionen (pα- und dα)



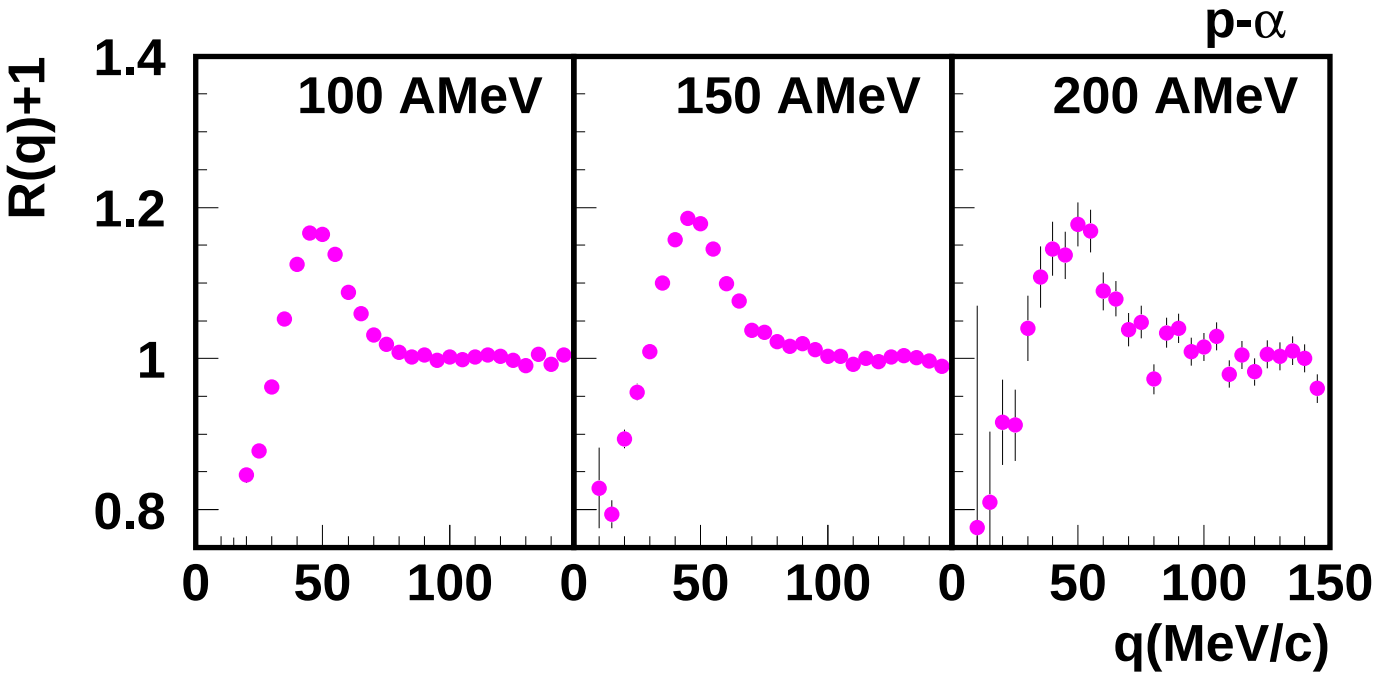
Korrelationsfunktionen (pα- und dα)

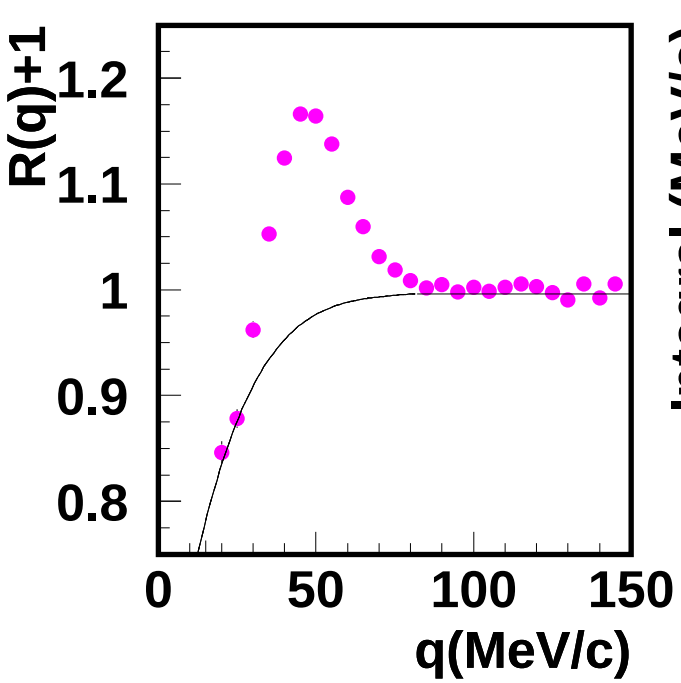


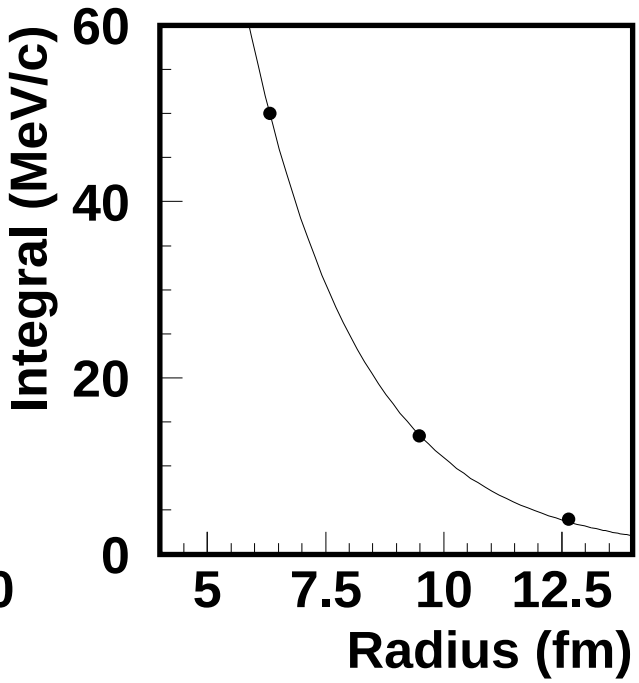




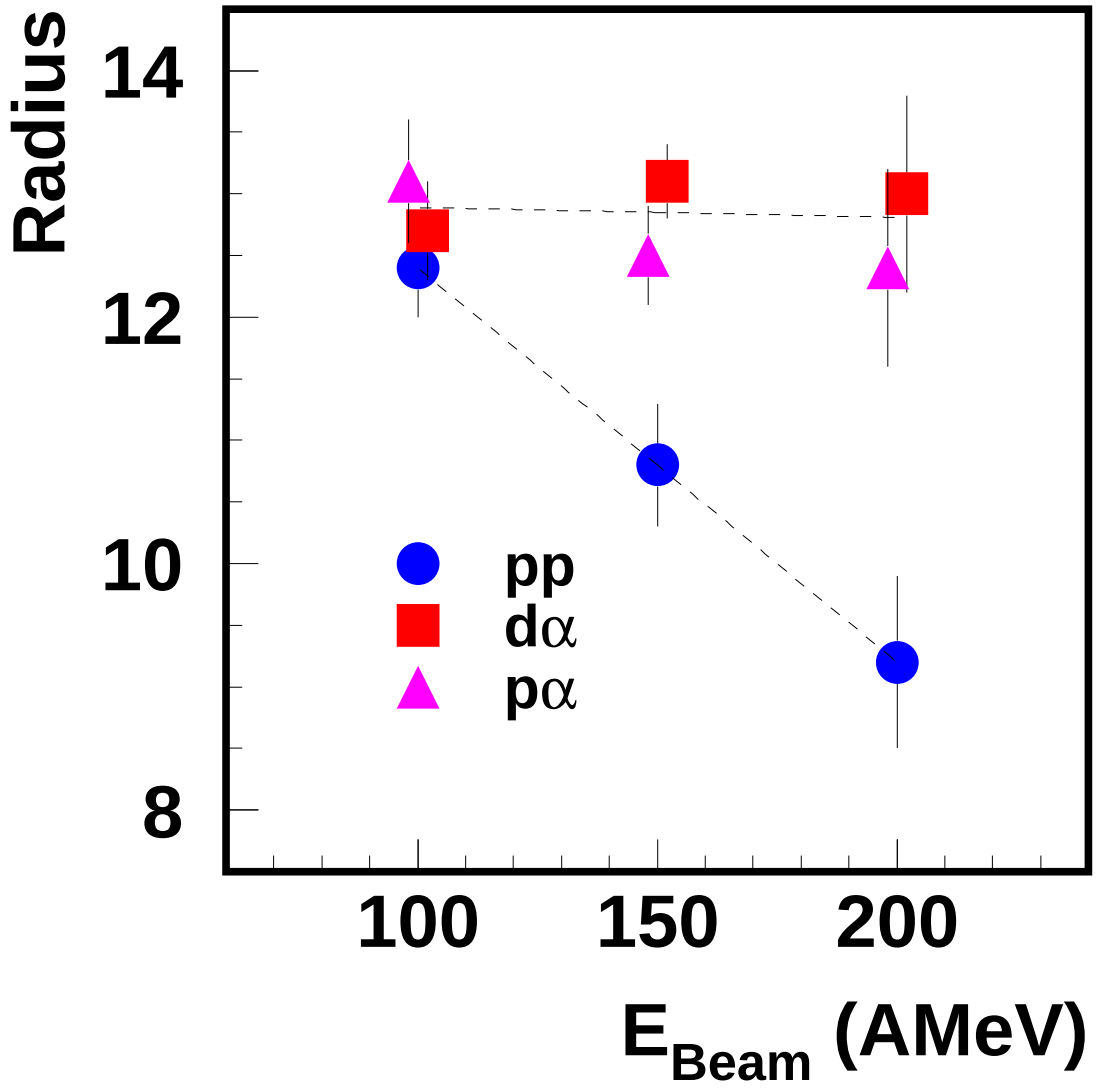
Korrelationsfunktionen (pα- und dα)







Schere der Radienbestimmungen



- Schere zwischen Dichten aus pp- und dα+pα-Korrelationsf.
- dα- und pα ($^{6}Li^{*}$,$^{5}Li^{*}$) frieren später aus

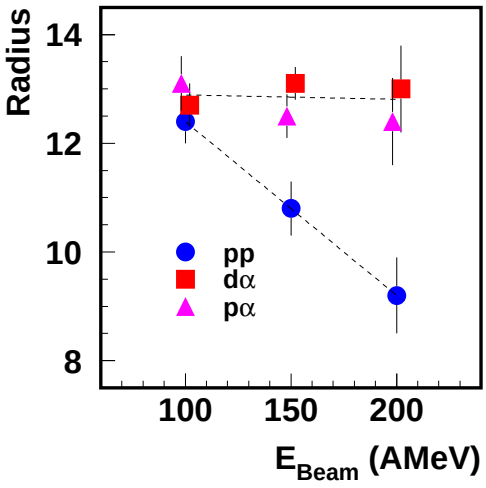
Zusammenfassung

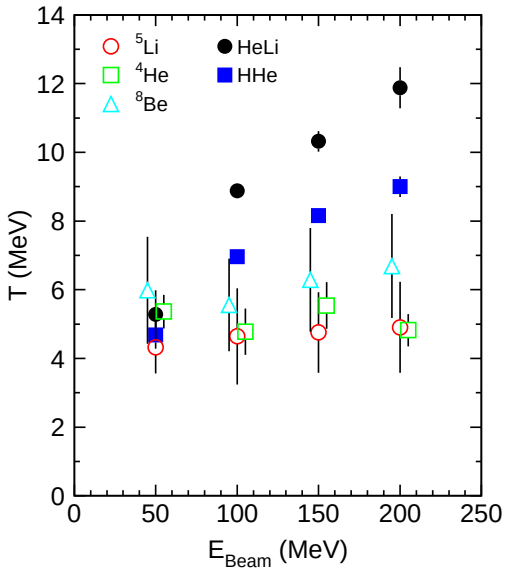
- Quellgrössenbestimmung über pp-Korrelationsfunktionen wird von
  - radialem Fluss (incl. Coulomb-Fluss)
  - sequentiellen Zerfällen

  beeinflusst
- Mit diesen Korrekturen: Ausfrierdichten für Diprotonen nehmen mit E_{beam} zu
  - Ausfrieren wenn Abstand und Relativgeschwindigkeit zu gross
- Kleinere Ausfrierdichten für $d\alpha$, $p\alpha$ ($^{5}Li^{*}$,$^{6}Li^{*}$)

Diskussion

- Radien-Schere und Temperatur-Schere





Hinweis auf spätes Ausfrieren der angeregten Zustände

- Zusammenhang zwischen Ausfrieren der pp-Korrelationen und der Fragmente?
- Angeregte Zustände: *in medium* Effekte?
- 2-Teilchen Korrelationen in der Quelle bisher vernachlässigt