

Anpassung der PET-Bildrekonstruktion für Multicore-Prozessoren am Beispiel der Cell BE

Workshop “Kommunikation in Clusterrechnern und Clusterverbandsstemen”
RWTH Aachen, 12. Dezember 2007

Josef Minde

Lehrstuhl für Rechnertechnik und Rechnerorganisation
Institut für Informatik, Technische Universität München

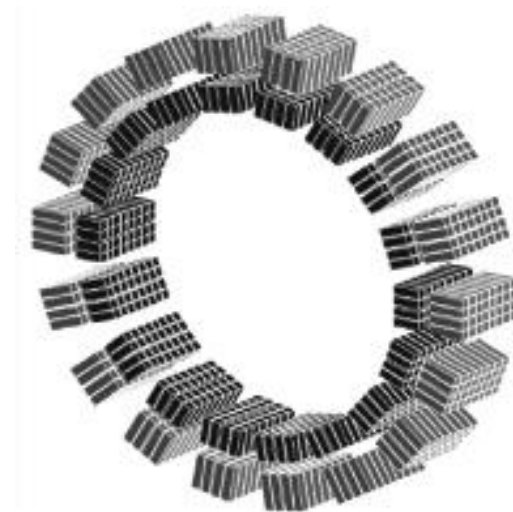
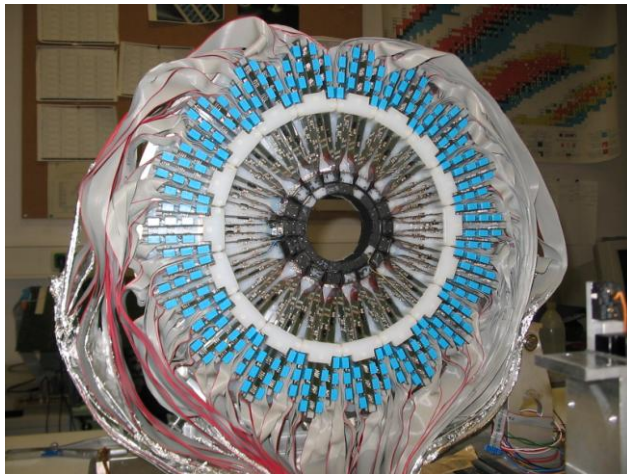
Inhalt

- Medizinischer Hintergrund
- Aufgabe der Bildrekonstruktion
- Lösungsverfahren
- Implementierung auf dem PC
- Implementierung auf der Cell BE
- Messungen und Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Medizinischer Hintergrund

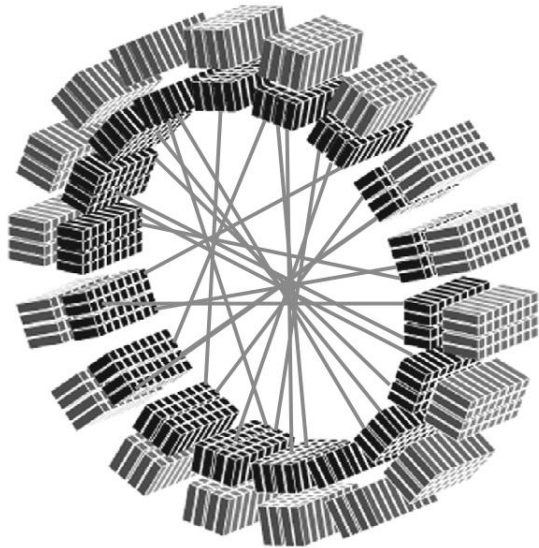
MADPET II

- PET für kleine Tiere
- 7 cm Innendurchmesser
- Ziel. Grundlagenforschung



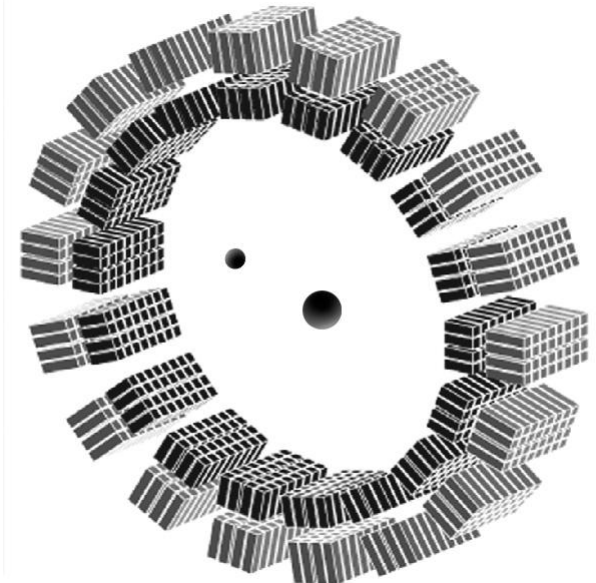
Aufgabe der Bildrekonstruktion - 1/2

$$G = A \cdot f$$



G = Vektor der
Messdaten
(bekannt)

A = Systemmatrix
(systemspezifisch)



f = Vektor der
Bilddaten
(unbekannt)

Aufgabe der Bildrekonstruktion – 2/2

Größe der Systemmatrix A

- Bei MADPET II
$$|A| = |g| * |f| = 520.676.352.000 \approx 10^{12}$$
- Tatsächlich dünn besetzt
Anzahl der Einträge ungleich 0: $|A| \approx 10^9$

Lösungsverfahren – 1/3

Berechnung der Systemmatrix

- Monte Carlo Simulation
 - Raytracer für Zufallsereignisse
- Berechnung der Systemmatrix zur Laufzeit
 - Welche Voxel liegen zwischen welchen Detektoren?

Lösungsverfahren – 2/3

Komplexität

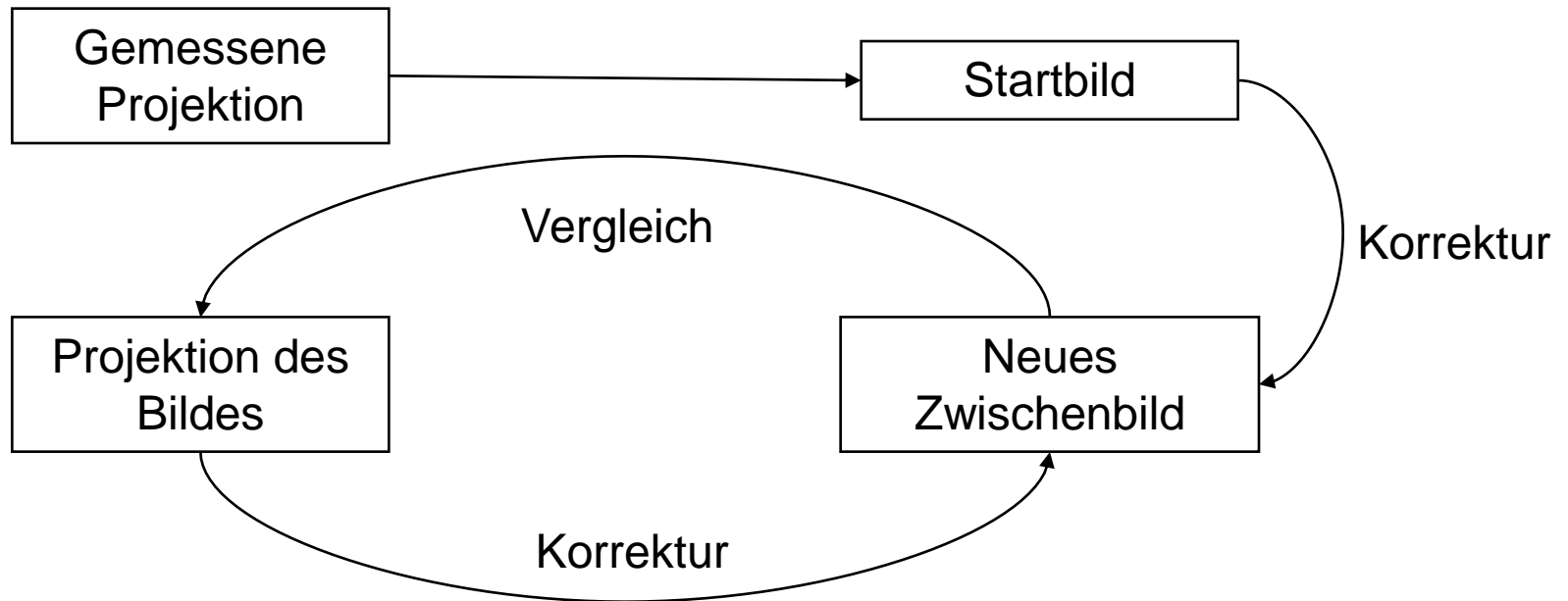
- Annahme:
 $|g| = |f| = x$
- Exakte Lösung:
 $O(x^3)$
- Iterative Annäherung (MLEM):
 $O(x^2)$

Lösungsverfahren – 3/3

MLEM

Projektionsraum

Objektraum



Implementierung auf dem PC

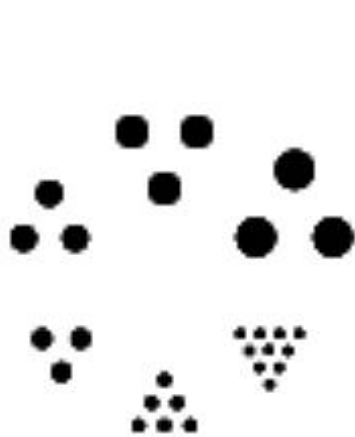
- Systemmatrix mit Monte-Carlo vorberechnet
- Iteratives Lösungsverfahren MLEM

Implementierung auf der Cell BE

- Berechnung der Systemmatrix zur Laufzeit
Verteilte Berechnung
- Iteratives Annäherungsverfahren MLEM
Berechnung wie auf dem PC sequenziell

Messungen und Ergebnisse - 1/4

Qualität (visuell beurteilt)



Reale
Strahlungsverteilung



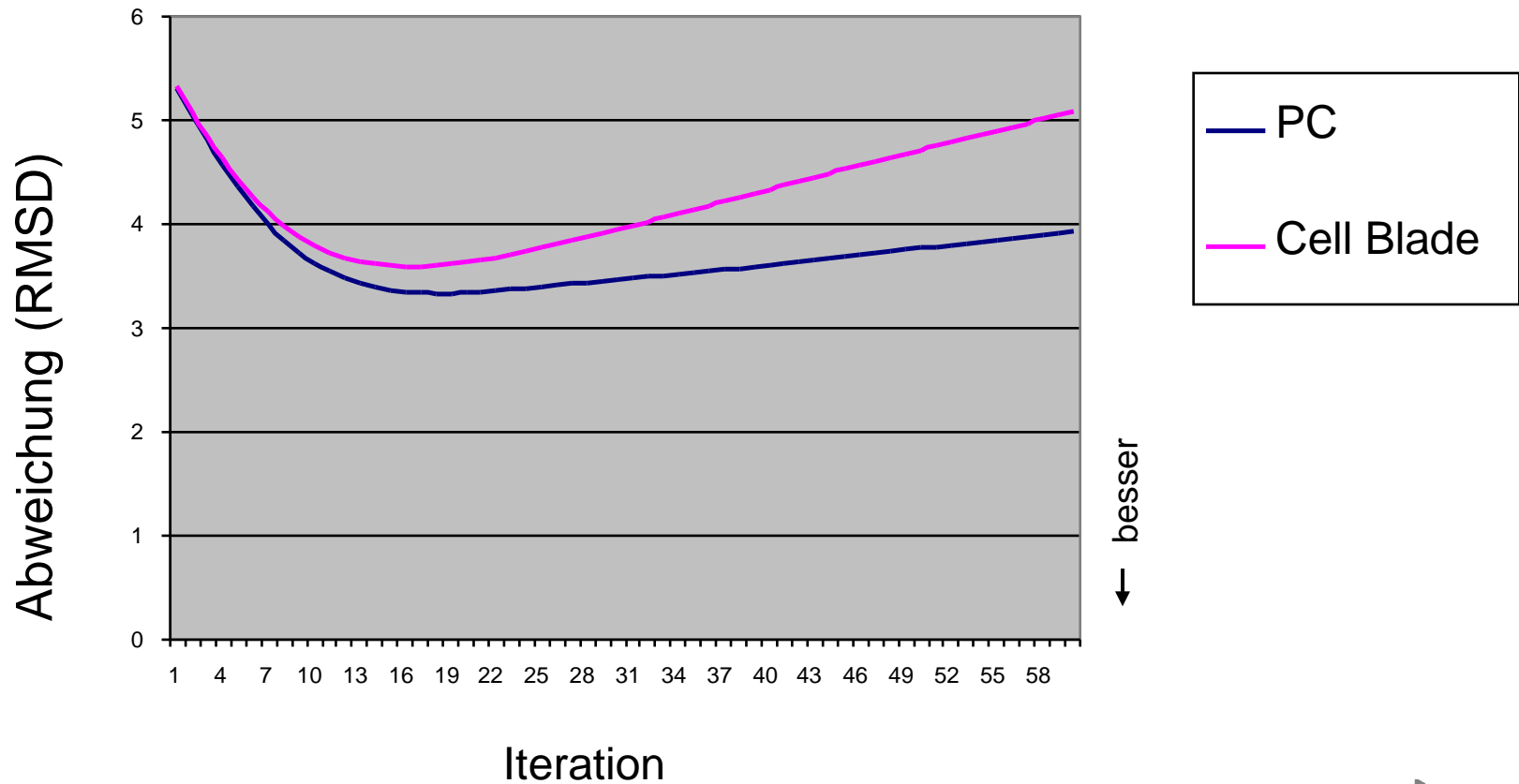
PC



IBM Cell Blade

Messungen und Ergebnisse - 2/4

Qualität (rechnerisch)



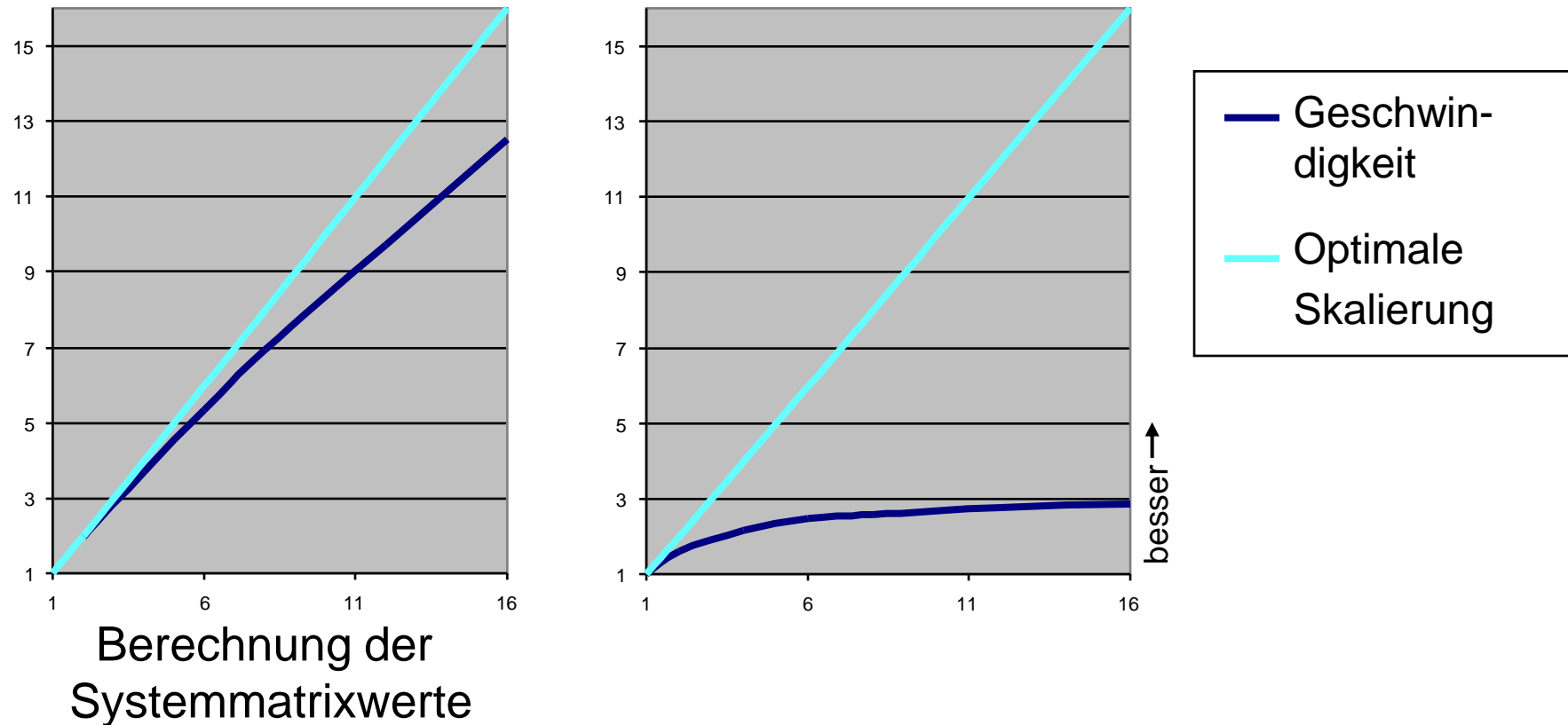
Messungen und Ergebnisse - 3/4

Rechenzeit pro Iteration

- PC: 8 min. 37s
- IBM Cell Blade: 3 min. 38s
Annahme: alle 16 SPEs des Cell Blades werden verwendet

Messungen und Ergebnisse 4/4

Speed-Up bei mehreren SPEs (IBM Cell Blade)



Zusammenfassung und Ausblick

- IBM Cell Blade schneller als PC
- Engpass: Größe des Arbeitsspeichers
- Berechnung der Systemmatrix zur Laufzeit möglich

Zukünftige Arbeiten:

- Verbesserung der Qualität
- Parallelisierung des MLEM

Vielen Dank!

Kontakt: josef.minde@pentlandfirth.com