



**Bearbeiter :** Christian Kehl  
**Studiengang :** Multimediatechnik  
**Abgabedatum :** 24.03.2010

**1. Betreuer :** Prof. Dr. rer. nat. Herbert Litschke  
**2. Betreuer :** Prof. Dr. Ing. Ernst Jonas



# Bachelor-Thesis

## Untersuchung zur Optimierung grafischer Datenverarbeitungssysteme durch Multi-GPU Umgebungen

### Aufgabenstellung

In heutiger Zeit ist bei Grafikkartenherstellern der Trend zu erkennen, mehrere Grafikkern zur Berechnung dreidimensionaler Szenen in der grafischen Datenverarbeitung anzubieten. Dies beinhaltet ein großes Potential des Leistungszuwachses zu Darstellung dreidimensionaler Szenen.

Gegenstand der Arbeit ist dementsprechend die Untersuchung des Leistungszuwachses der Darstellung dreidimensionaler Szenen in einer Berechnungsumgebung mit mehreren Grafikkernen. Dabei ist eine Erweiterung einer bestehenden Grafikschnittstelle zu entwerfen und eine prototypische Lösung zu realisieren. Anhand geeigneter Demonstrationsverarbeitung der Computergrafik ist dann der Verarbeitungsgeschwindigkeit zu untersuchen und mit Kennwerten der Berechnung auf einem Grafikkern zu vergleichen.

### Vorbetrachtung

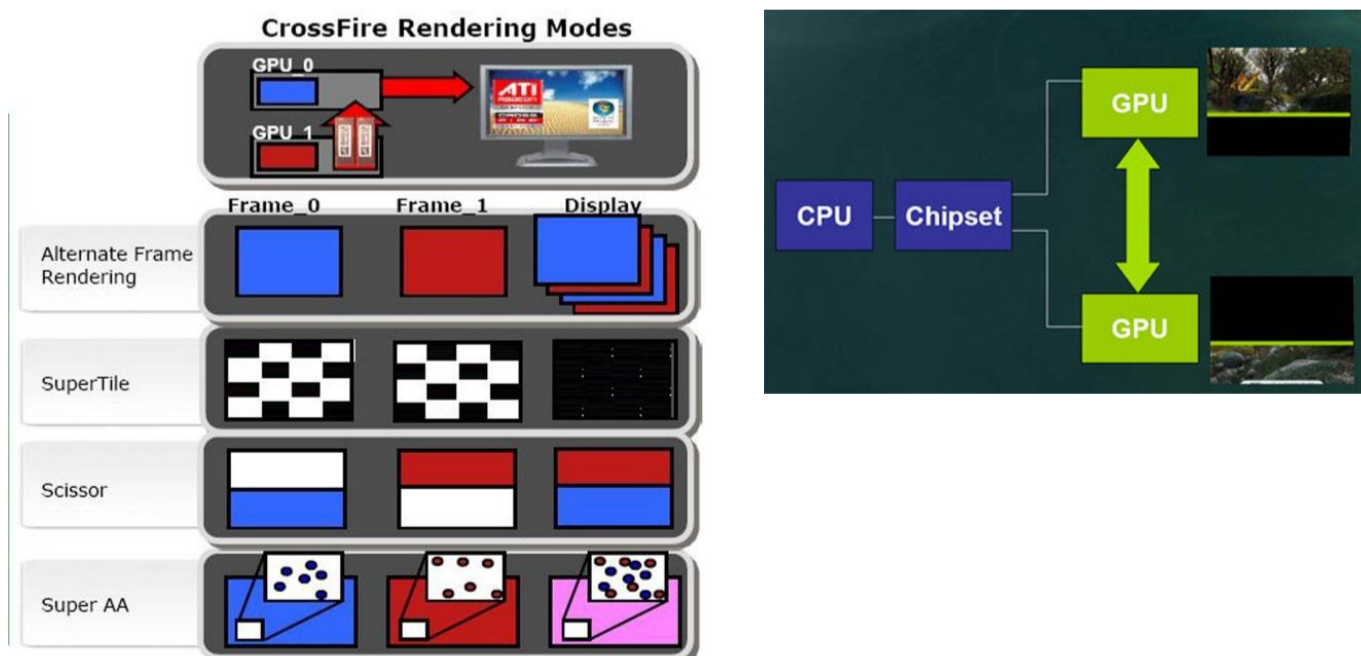
Durch die Aufteilung der Renderpipeline wird der Algorithmus auf unabhängigen Komponenten vollständig durchlaufen. Dabei entstehen je GPU Teile des gesamten Ausgangsbildes. Diese Teilbilder müssen im Anschluss zusammengeführt werden.

Bei dieser Grafikkomposition gibt es verschiedene Ansätze.

Ein erster Kompositionsmodus ist Alternate Frame Rendering (AFR). Dabei werden aufeinanderfolgende Bilder durch unterschiedliche Grafikprozessoren berechnet. Bei einer 2-GPU-Konfiguration wird jeder erste Frame durch GPU 0 berechnet, jeder zweite Frame durch GPU 1. Höhere Konfigurationen skalieren dementsprechend.

Ein weiterer Standardkompositionsmodus ist Split Frame Rendering (SFR). Bei SFR wird die Renderfläche in gleichgroße Bereiche aufgeteilt, deren Anzahl der Anzahl der vorhandenen GPUs entspricht und die dann von den jeweiligen Grafikprozessoren berechnet werden. Am Ende der Berechnung werden die Teile zu einem Bild zusammengefügt.

Weitere Kompositionsbilder sind folgenden Grafiken zu entnehmen.

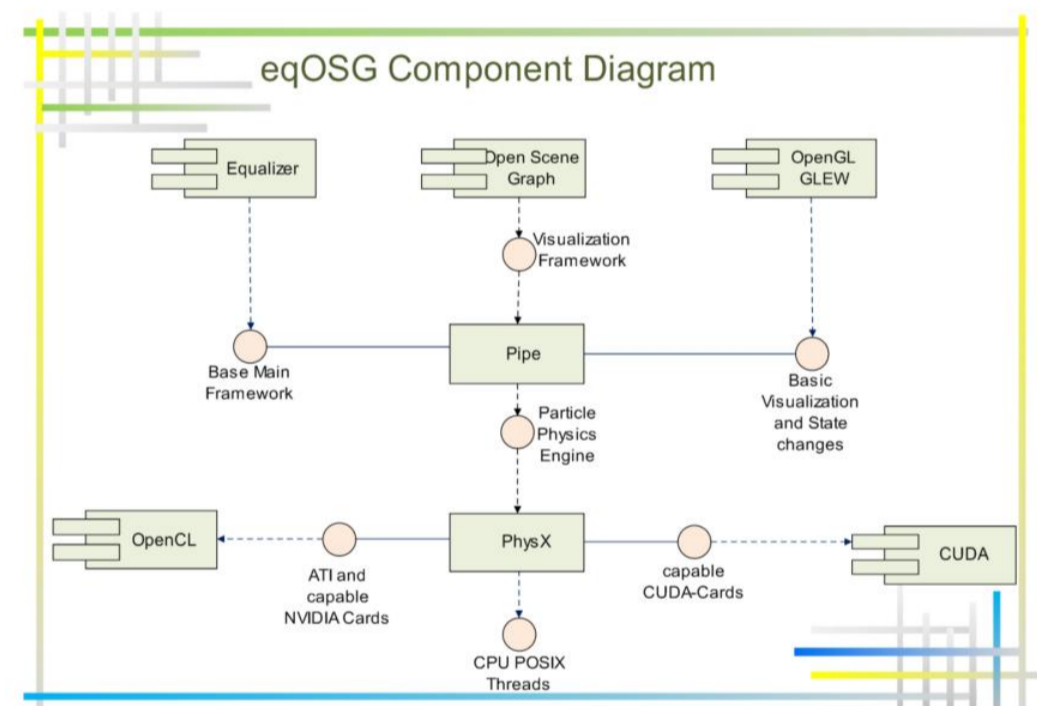


### Software-Entwurf

Die Software eqOSG verteilt Rechenlast in zwei verschiedenen Bereichen und Phasen.

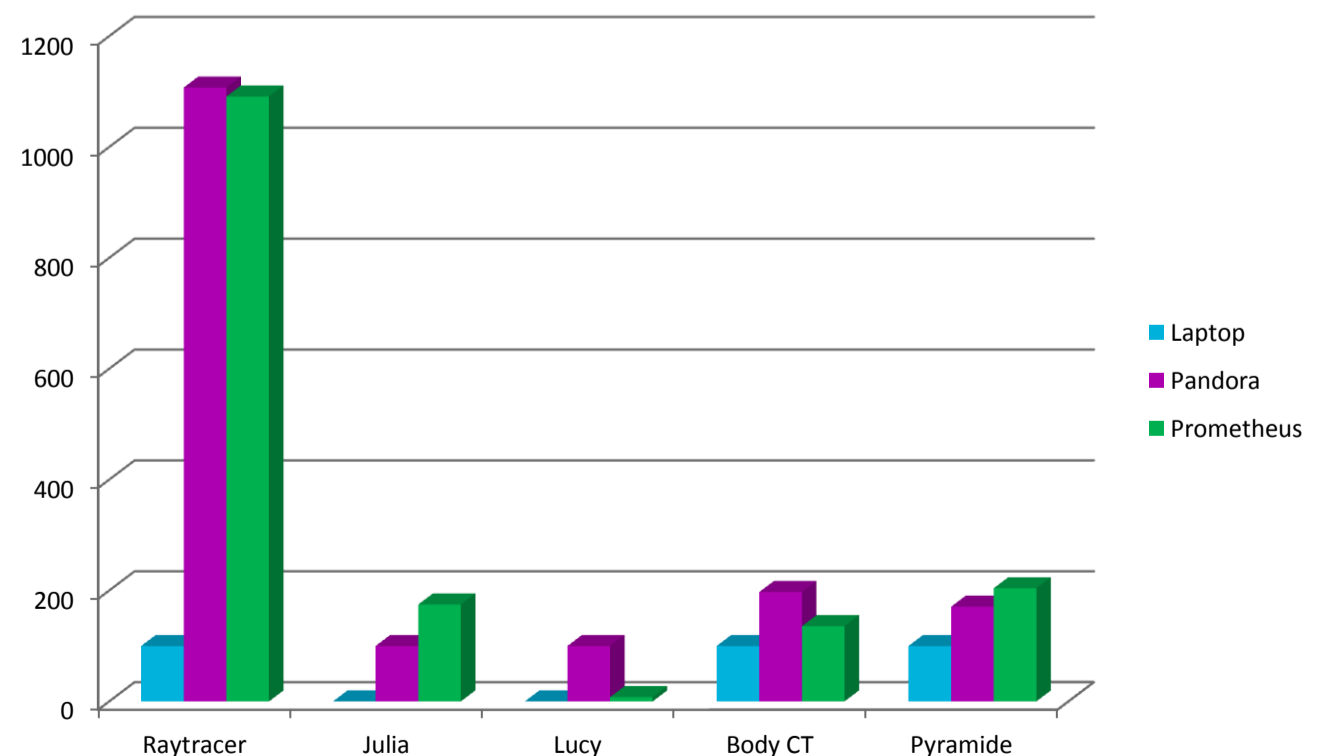
Zum Einen werden auf globaler Ebene die Daten durch eine festgelegte Equalizer-Konfiguration verteilt. Hierbei wird ebenfalls der verwendete Kompositionsalgorithmus, welcher sich auf die Zusammensetzung der Ergebnisse der Renderpipeline einzelner GPUs bezieht.

Eine weitere Verteilung bezieht sich auf die physikalische Berechnung der Windgeschwindigkeiten der Staubpartikel in der Szene. Hierbei kommt eine eigene Physikengine zum Einsatz, welcher auf der GPU berechnet wird. Die Verteilung geschieht durch GPGPU-Schnittstellen wie CUDA und OpenCL.



### Ergebnisse

Die Bearbeitung der Physik durch CPU wie auch durch OpenCL liegt auf gleichem Niveau. Gründe dafür sind die Einfachheit der Berechnung und die geringe Feldgröße sein. Durch Berechnungsergebnisse lässt sich jedoch prognostizieren, dass bei geeigneter Verbindung der Physikengine mit der Grafikkonfiguration und geeigneter Berechnungsgröße deutliche Geschwindigkeitsvorteile mit OpenCL erzielen lassen.



Das praktische Resultat dieser Arbeit ist ein solides Basisprogramm welches Nutzen aus Multi-GPU Umgebung zieht. Dabei wurde nach eingehender Analyse die optimalen Technologien zur Erreichung des Ziels ausgewählt und mit einander verbunden.