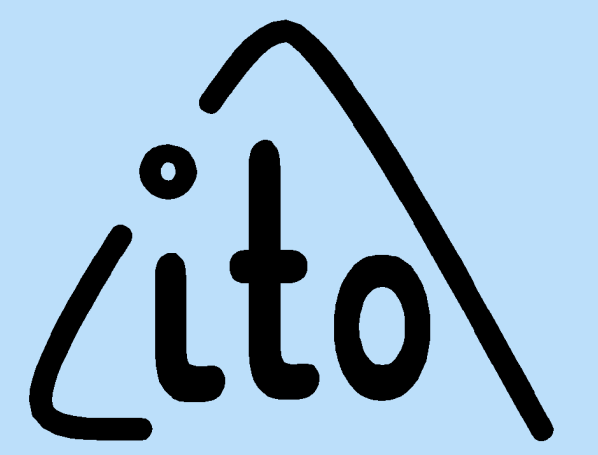


Universität  
Stuttgart

# Parallelisierte Strahldurchrechnung auf modernen Grafikkarten für optische Simulation und Design

Florian Mauch, Wolfram Lyda, Wolfgang Osten

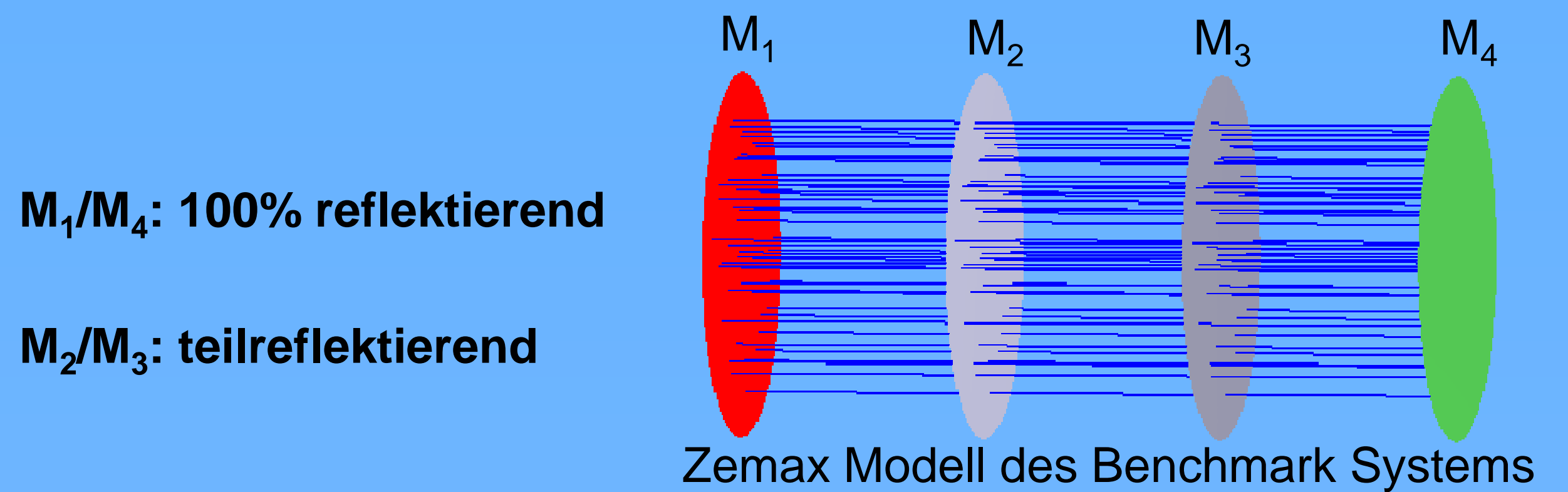


Institut für  
Technische Optik

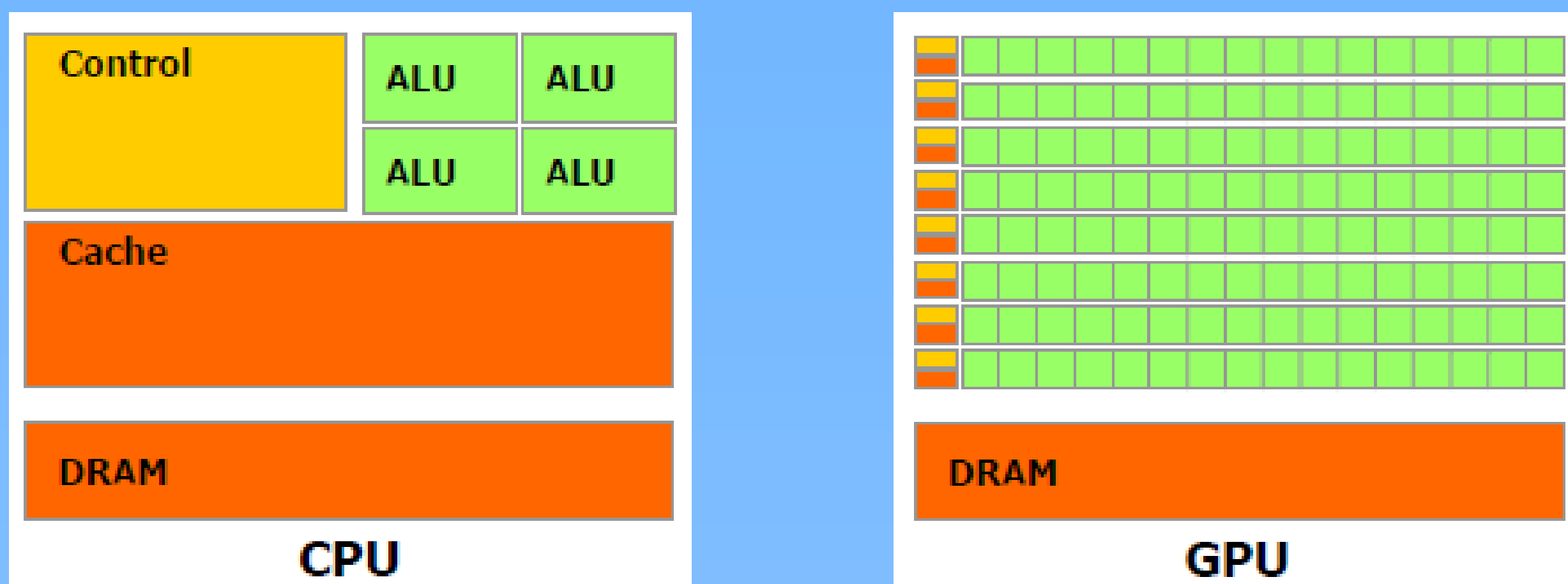
## Motivation

- Strahlenbasierte Simulation von Intensitätsbilern mit hohem SNR ist extrem zeitaufwendig.
- Parallele Architektur von GPUs bietet erhebliches Potential zur Beschleunigung von zeitintensiven Berechnungen im Allgemeinen<sup>1</sup> und von Raytracing im Speziellen<sup>2</sup>.
- Evaluierung der Eignung von GPU Systemen für double precision Raytracing im Optikdesign und in der Optiksimation

## Benchmark Optik zur Beurteilung der Performance

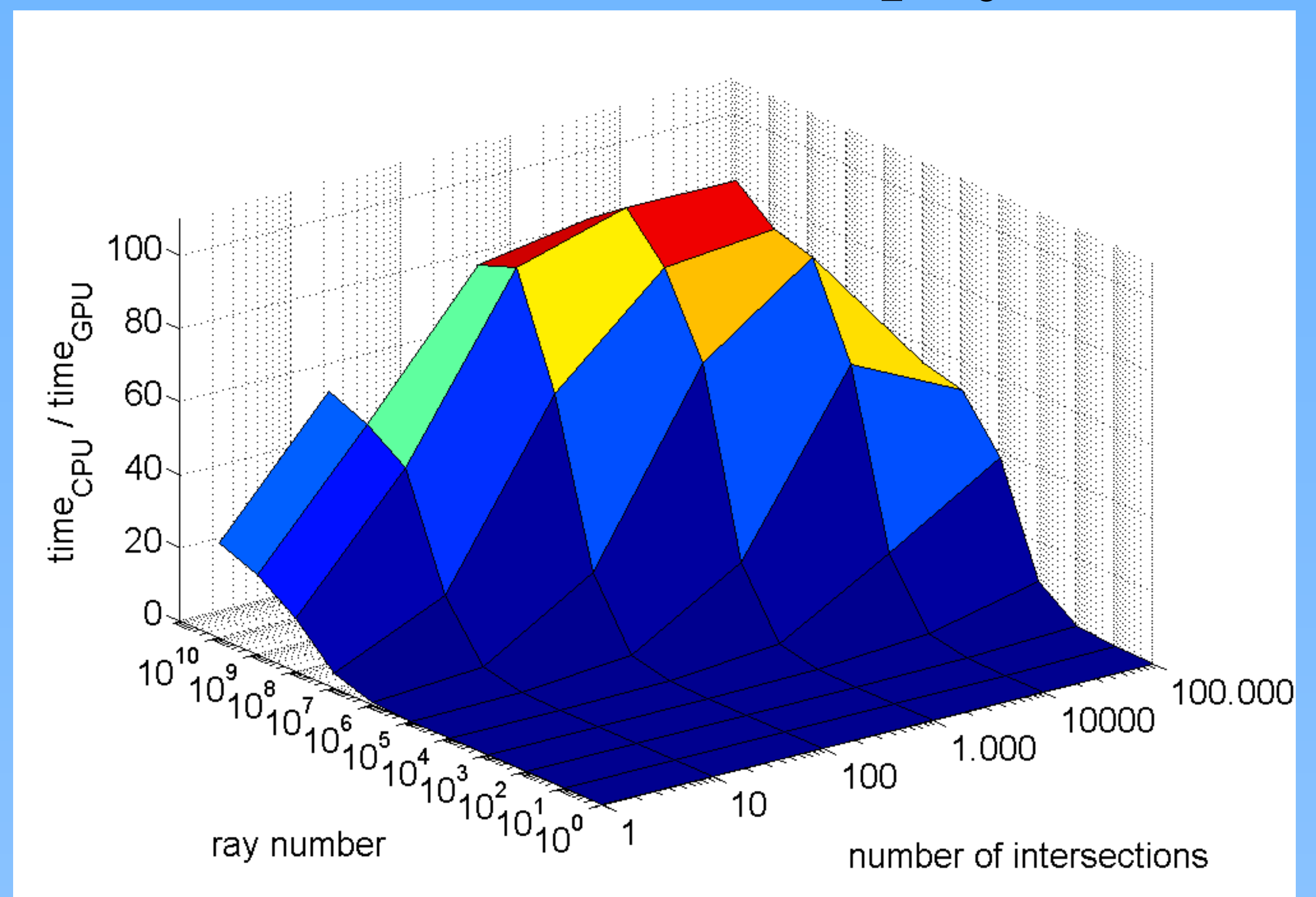


## Vergleich multi-CPU Systeme / GPUs



Images from CUDA programming guide 3.2

## Benchmark Performance (M<sub>2</sub>/M<sub>3</sub> transparent)



Maximale Beschleunigung um Faktor 100 auf Tesla im Vergleich zu 2.13 Ghz CPU bei tausend Intersections und 1 Milliarde Strahlen

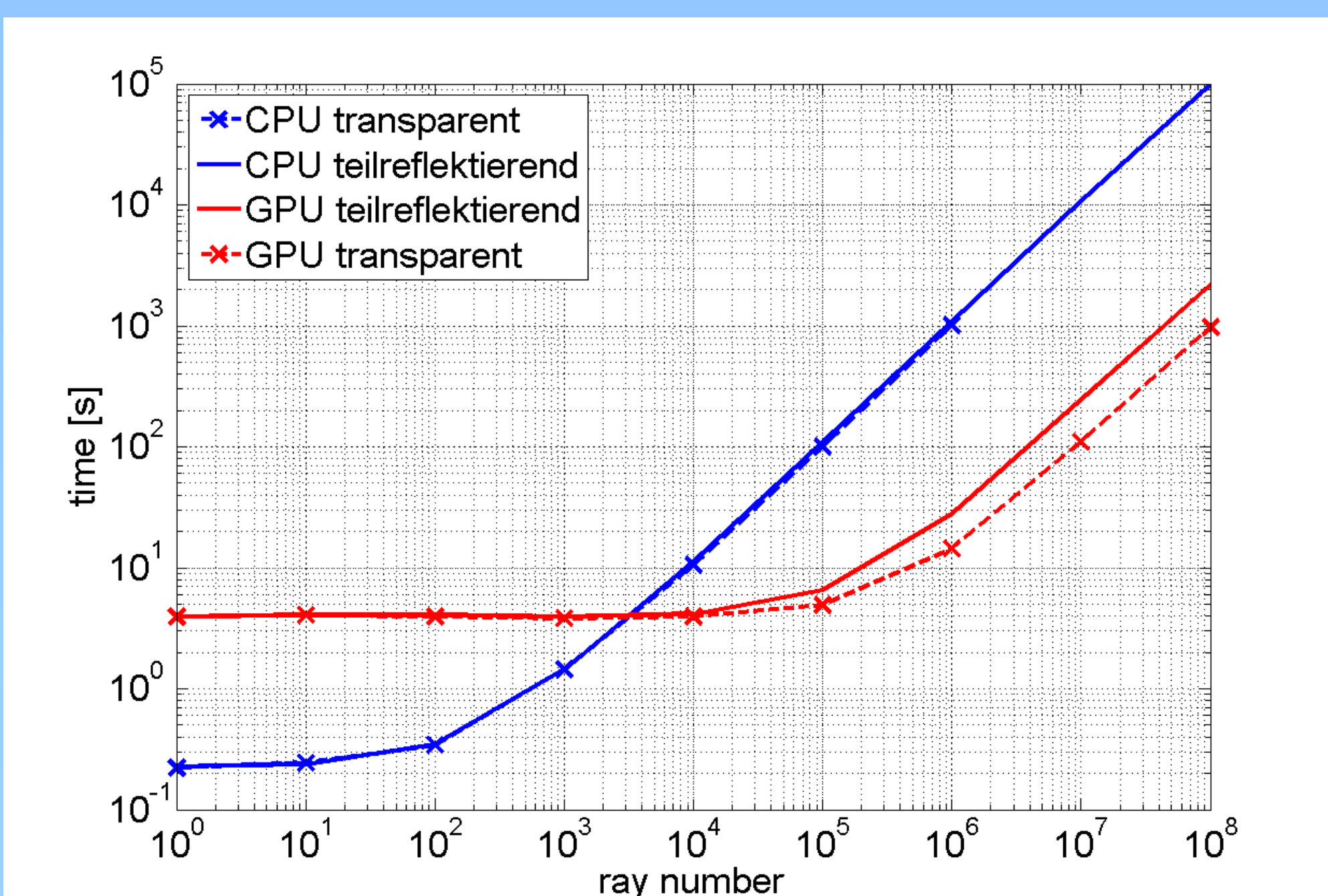
## Benchmark Rechnersystem

Intel Xeon 4x2.13GHz, 12GB DDR3 RAM

nVidia Tesla C2050 (448 cores @ 1.15GHz), 3GB DDR3 RAM

## Thread Coherence Effekte im Benchmark

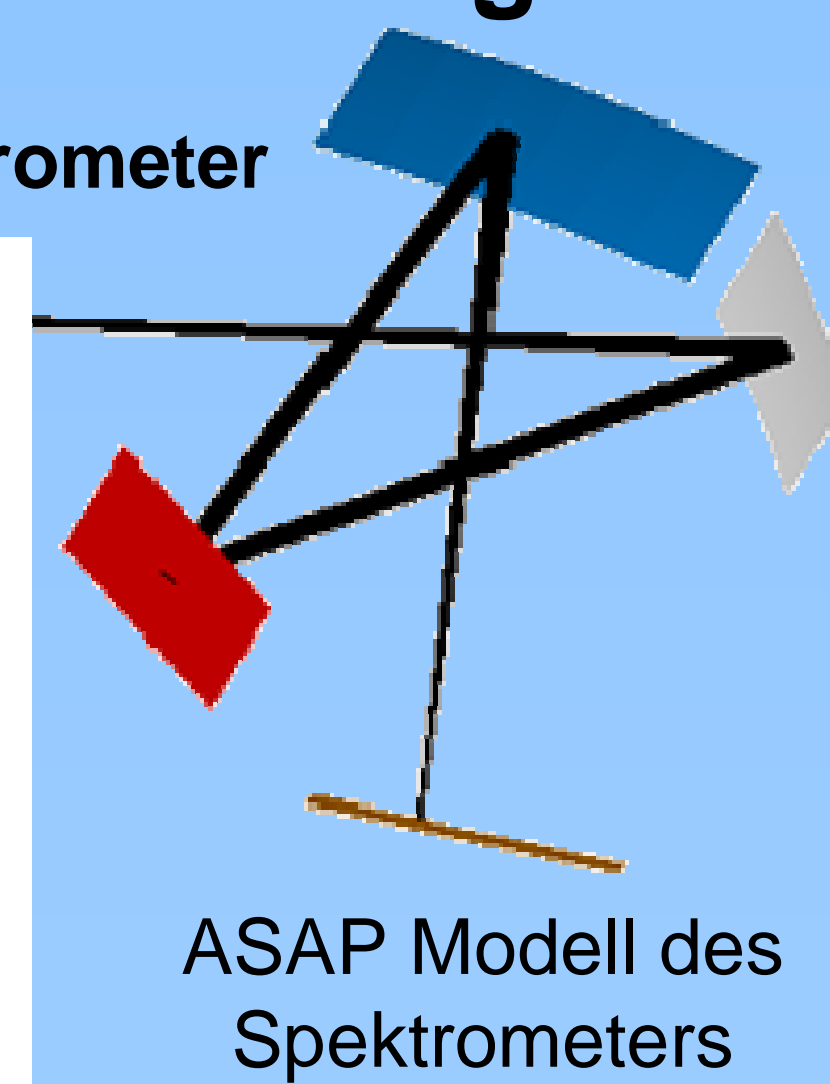
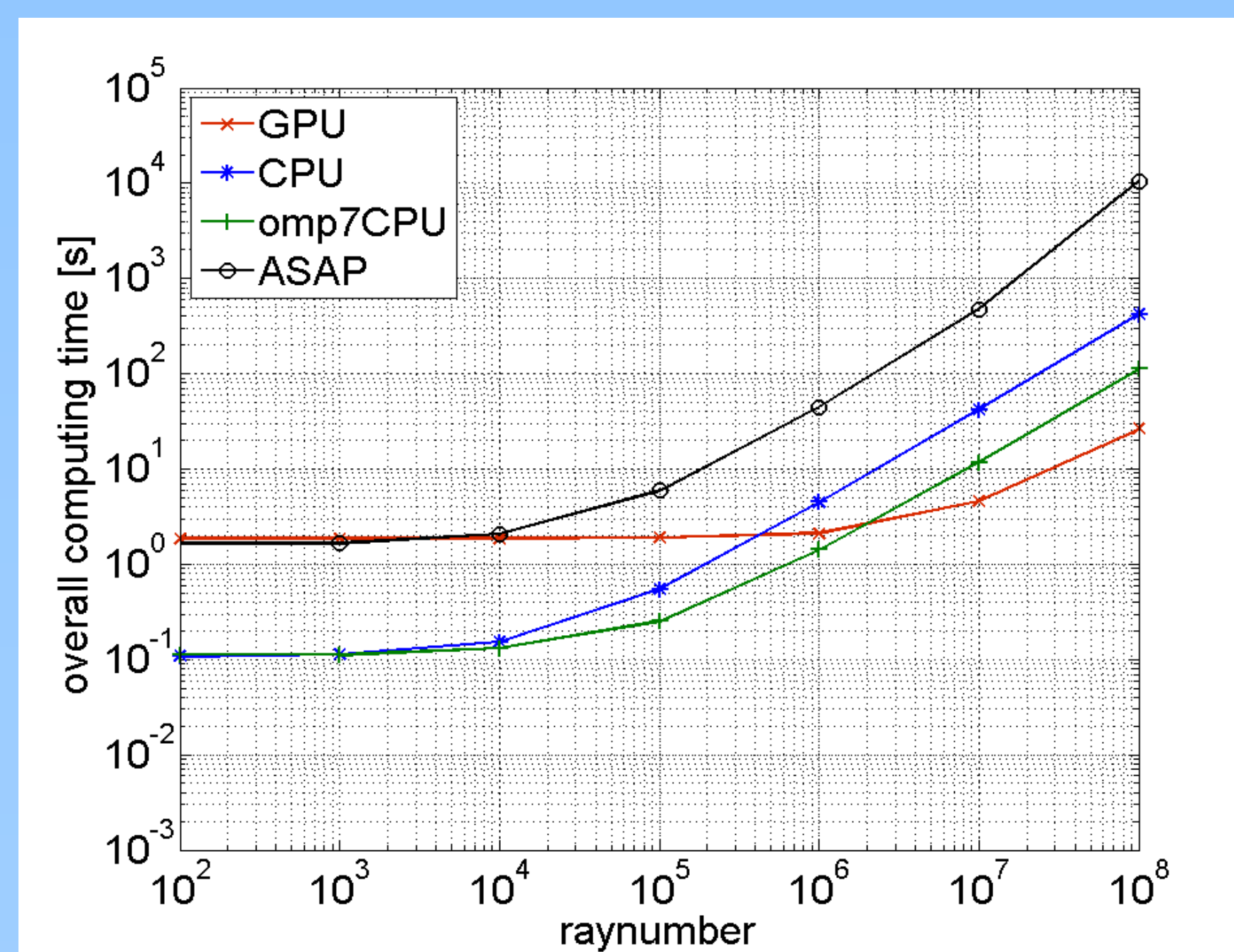
M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> 50% reflektierend



Schlechte Thread Coherence führt zu Rückgang auf Faktor 45 bei tausend Intersections und 1 Milliarde Strahlen

## Performance in praktischer Anwendung<sup>3</sup>

Ungerichtetes Streulicht in einem Gitterspektrometer



Beschleunigung um Faktor 400 auf GTX460 im Vergleich zu ASAP auf 3.2 GHz CPU bei 100 Millionen Strahlen

## Zusammenfassung

- Entwicklung eines sequentiellen Raytracers, der Geometrien und Glaskataloge von Zemax liest und auf GPUs in double precision rechnet.
- Beschleunigung von Raytracing in double precision um Faktor bis zu 100 ist möglich.
- Tatsächliche Beschleunigung ist stark abhängig vom jeweiligen optischen System.
- Einschränkung der Thread Coherence führt zu einer Reduzierung der maximalen Beschleunigung wenn Strahlen auf unterschiedlichen Pfaden durch das System propagieren.
- GPUs sind auch für Optiksimation eine effiziente Alternative zu Raytracing Workstations, die auf teuren Multi-CPU Systemen beruhen

## Literatur

- [1] T. Haist, M. Reicherter, W. Min, L. Seifert, „Using Graphics Boards to compute holograms“, Computing in Science & Engineering - January 2006, pp. 8.-14 (2006).
- [2] T. J. Purcell, I. Buck, W. R. Mark, P. Hanrahan, “Ray Tracing on Programmable Graphics Hardware”, ACM Transactions on Graphics, 21, No. 3 (2003).
- [3] F. Mauch, D. Fleischle, W. Lyda, W. Osten: “Combining rigorous diffraction calculation and GPU accelerated nonsequential raytracing for high precision simulation of a linear grating spectrometer”, Proc. SPIE 8083, 80830F (2011).

Kontakt:  
3D Oberflächenmesstechnik  
mauch@ito.uni-stuttgart.de

Tel.: +49 (0)711 - 685 66835  
Fax: +49 (0)711 - 685 66586  
<http://www.uni-stuttgart.de/ito>

Institut für Technische Optik  
Pfaffenwaldring 9  
70569 Stuttgart

gefördert durch BMBF  
im Rahmen von:

