

Gastvorlesung

Concurrent Programming



Inhalt

- Über mich
- Effiziente parallele Dosisberechnung
- Einführung in OpenCL

Über mich



- B. Sc. Computer Science
 - Thesis:
Effiziente parallele Dosisberechnung
 - Scala, Concurrent Programming, Machine Learning
-

Effiziente parallele Dosisberechnung

Concurrent Programming



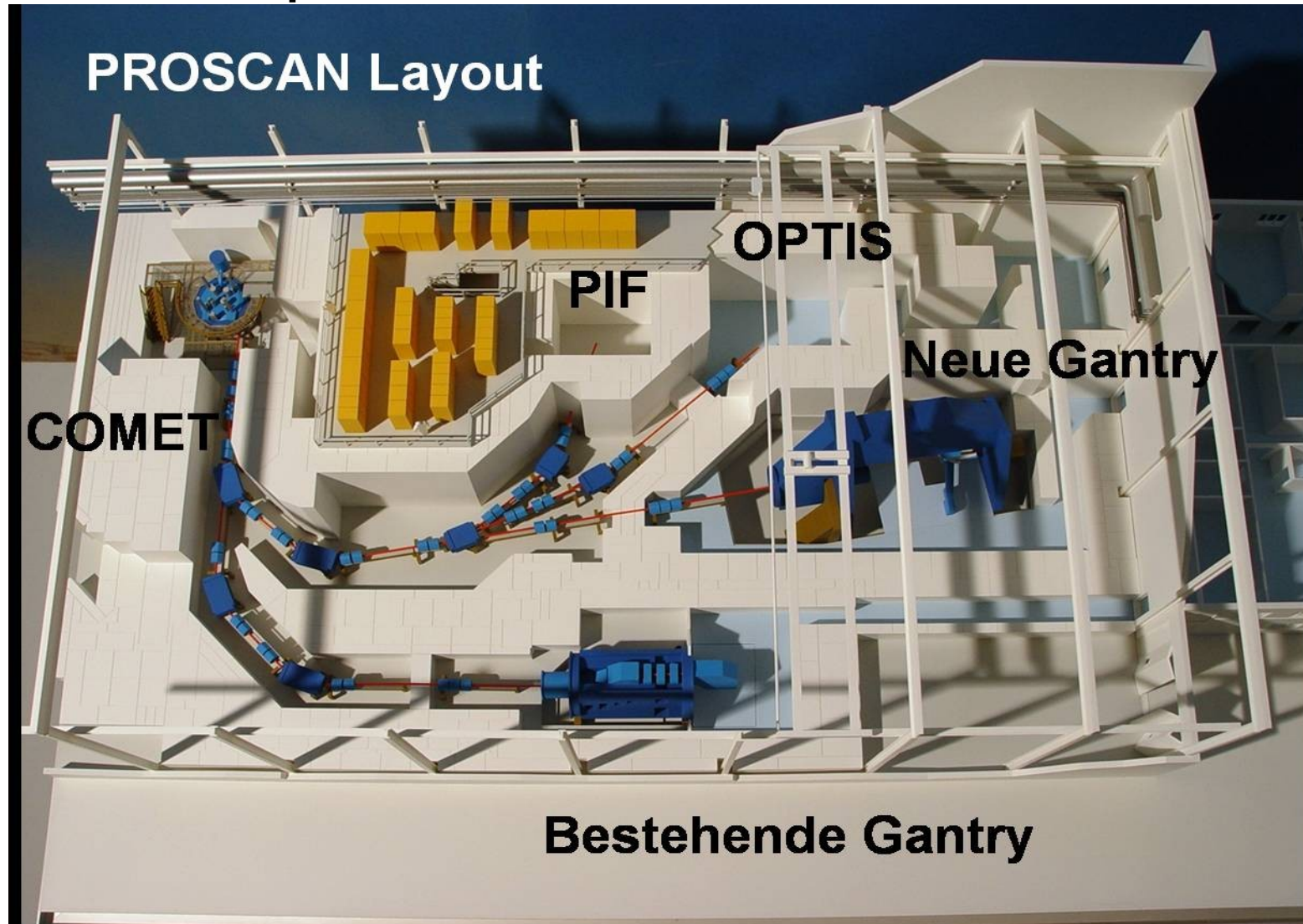
Inhalt

- Protonentherapie
 - Dosisberechnung
 - Resultate
 - Varianten
 - Performance
-

Protonentherapie am PSI

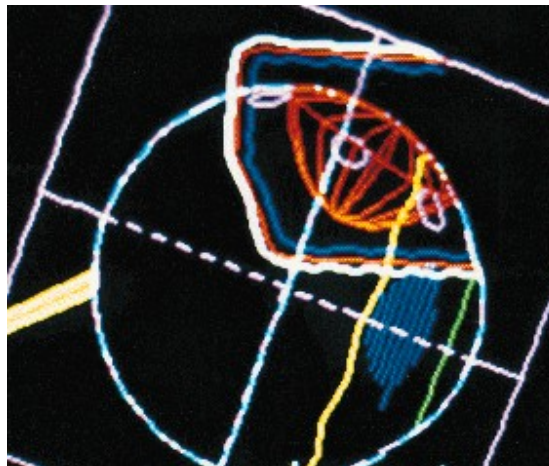
- Seit 1984
 - Über 5700 Patienten
 - Behandlung von
 - Augentumoren
 - Hirn-/Schädelbasis-/Wirbelsäulentumoren
 - (Prostatakarzinomen)
-

Protonentherapie am PSI



Protonentherapie am PSI – OPTIS 1 & 2

- Bestrahlung von Augentumoren



Protonentherapie am PSI – Gantry 1

- Bestrahlung von tiefliegenden Tumoren

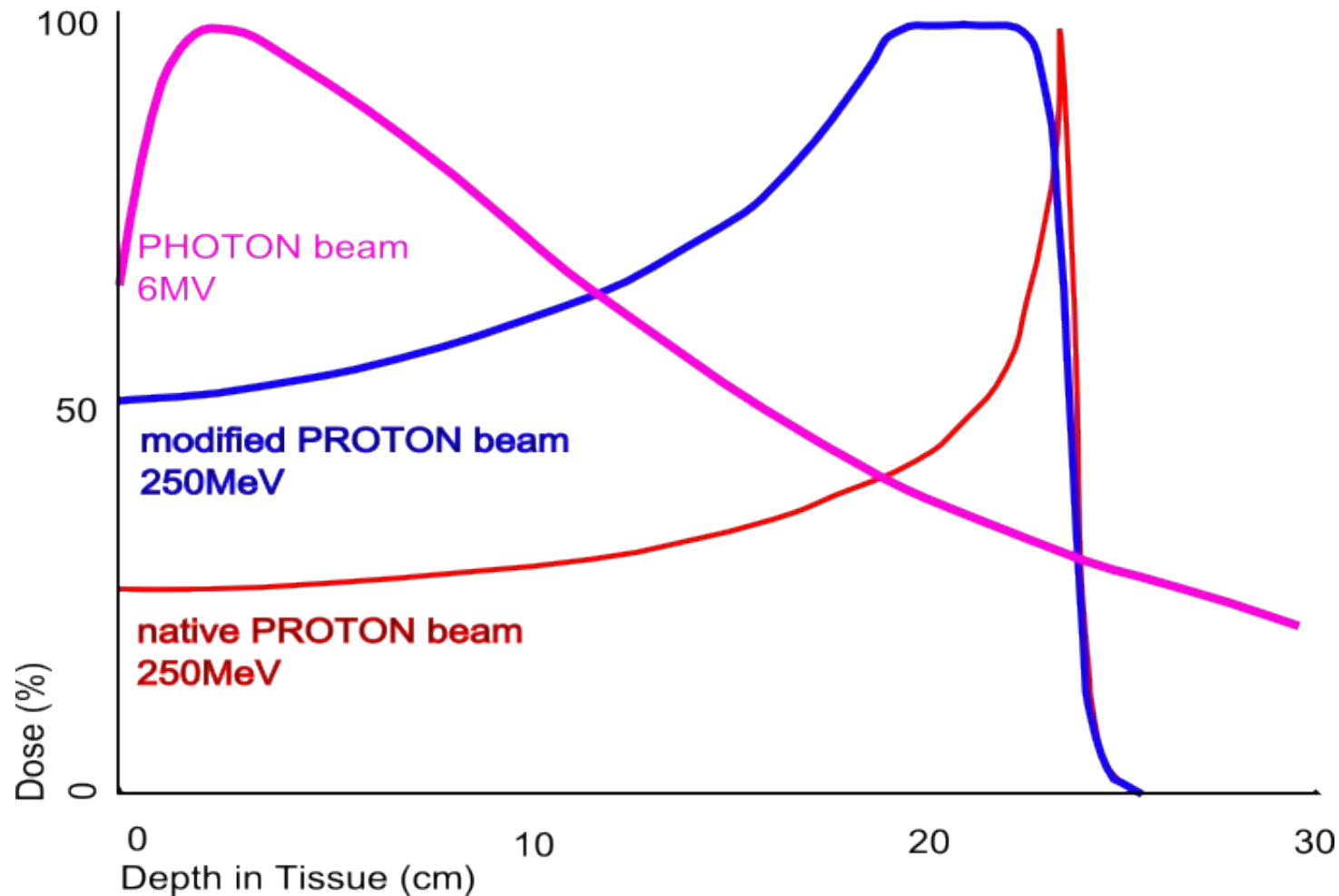


Protonentherapie am PSI – Gantry 2

- Bestrahlung von tiefliegenden Tumoren

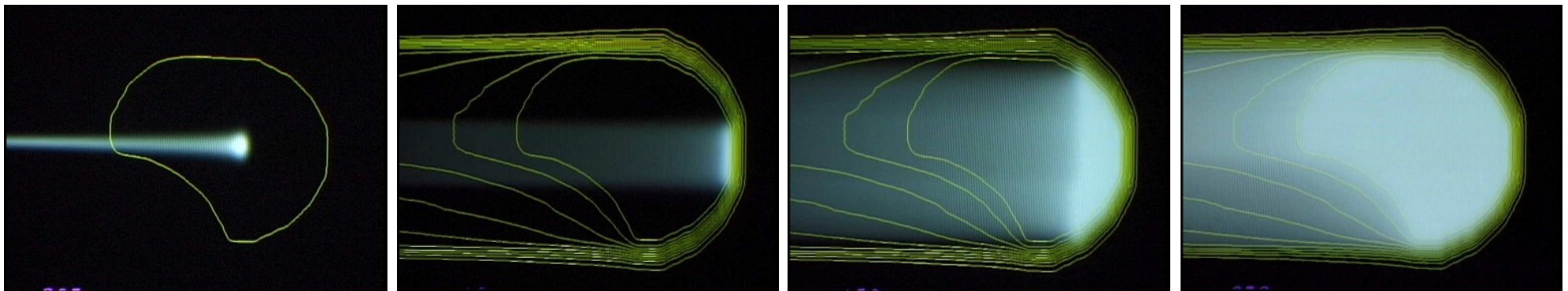


Weshalb Protonentherapie



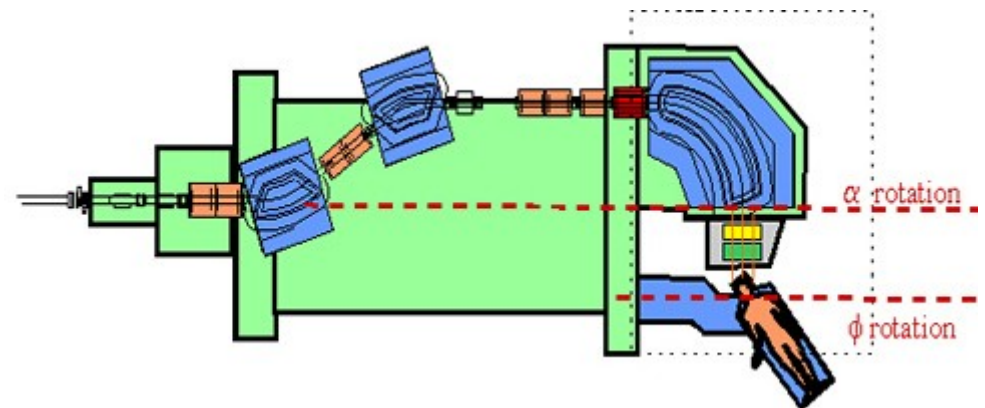
Dosisberechnung – Spot Scanning

- Berechnung mittels eines Pencil Beam Models
- Spot: Ein „Schuss“
- Scannen: Verschieben der Spots
- Abgelegte Dosis = Summe der Dosen der Spots



Dosisberechnung – Therapieplanung

- Arzt + Physiker planen Therapie
 - Identifizieren des Tumors
 - Definieren der Spots
- Optimierung der Freiheitsgrade der Gantry



Dosisberechnung – Ziele der Thesis

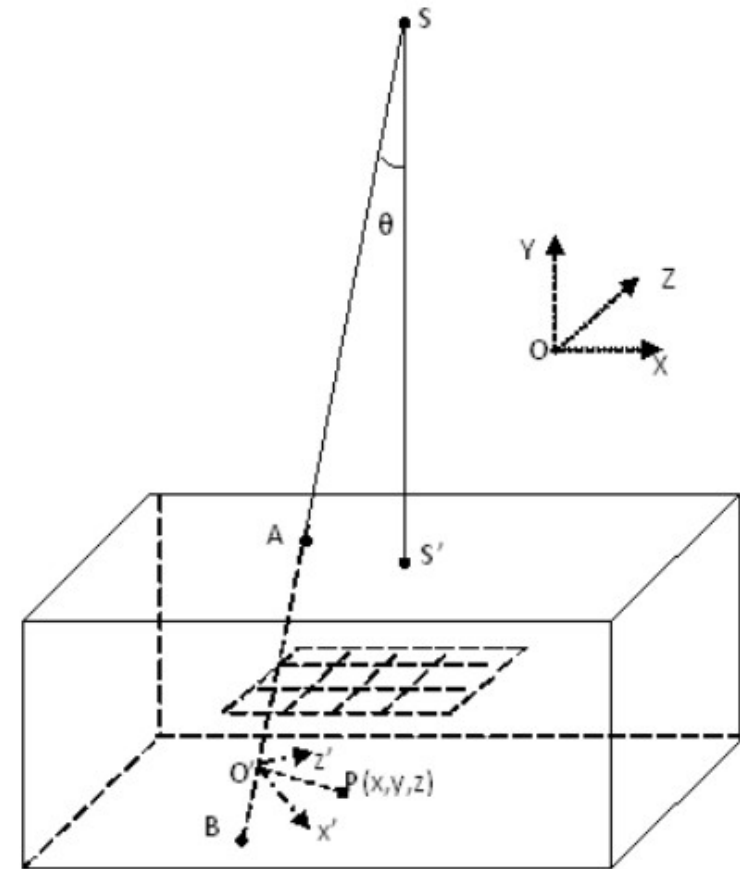
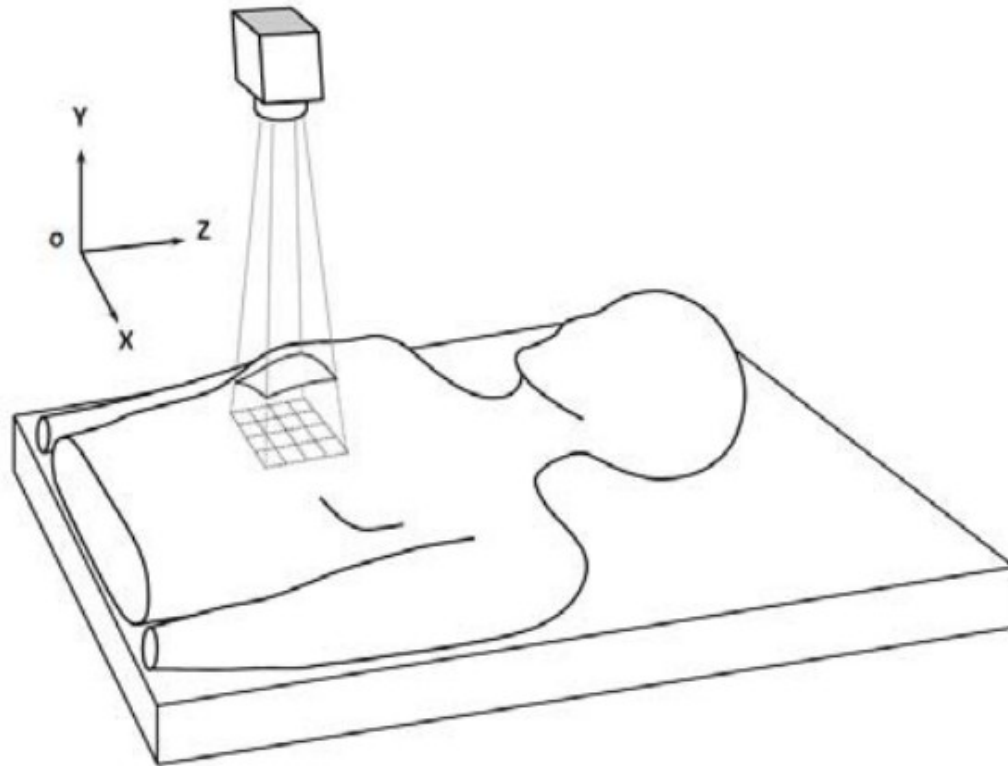
- So schnell wie möglich, so wartbar wie möglich
 - Evaluieren verschiedener Varianten
 - Möglichst auf der JVM
 - Empfehlungen welche Technologie weiterverfolgt werden soll
 - Verbesserungen des Algorithmus
-

Dosisberechnung – Performance?

- UI der Therapieplanungs-Software
- Optimierung
- Zukunft:
 - Online adaptive radiation therapy (OART)

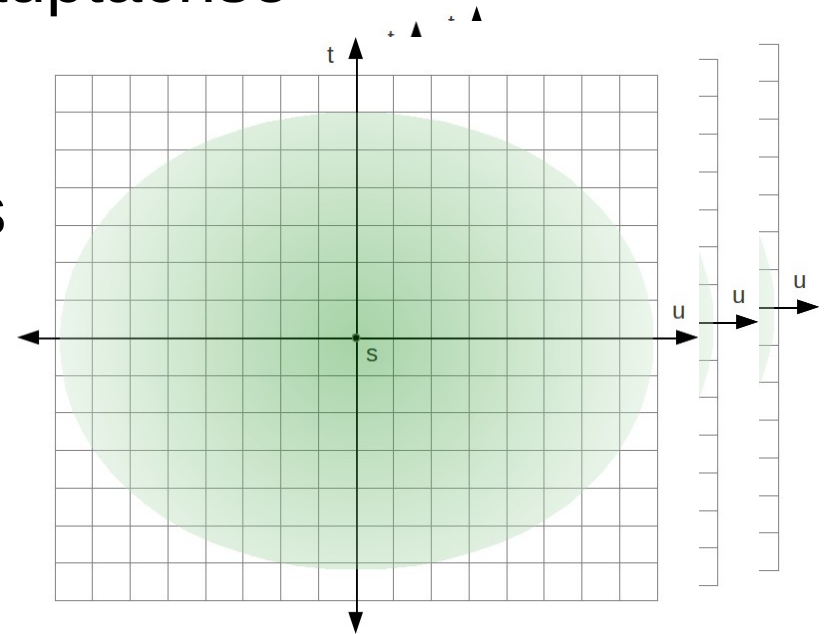


Dosisberechnung – Algorithmus



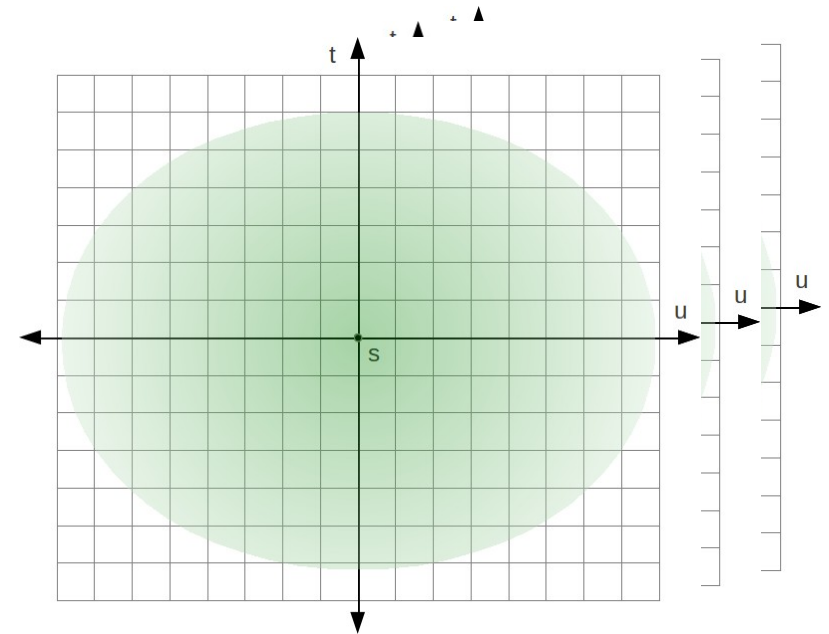
Dosisberechnung – Berechnung der Dosis

- Abhängig von der Water Equivalent Depth
- Abhängig vom Air Gap (Abstand Patient – Nozzle)
- Abhängig vom Abstand zur Spot-Hauptachse
- Optimierungen:
 - Abschneiden nachdem 99% Dosis deponiert wurde



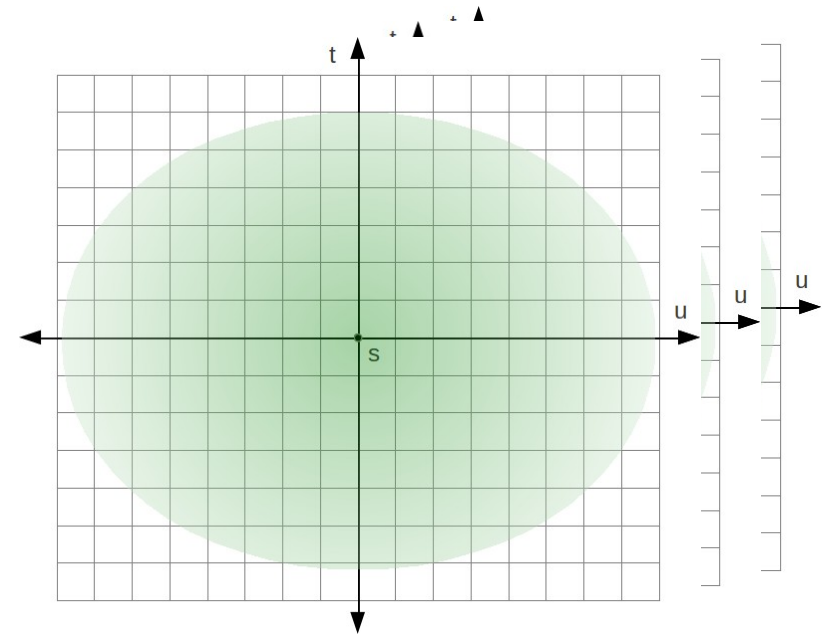
Dosisberechnung – Planewise Iteration

- Keine Synchronisation nötig
- Parallelität beschränkt durch Anzahl Planes



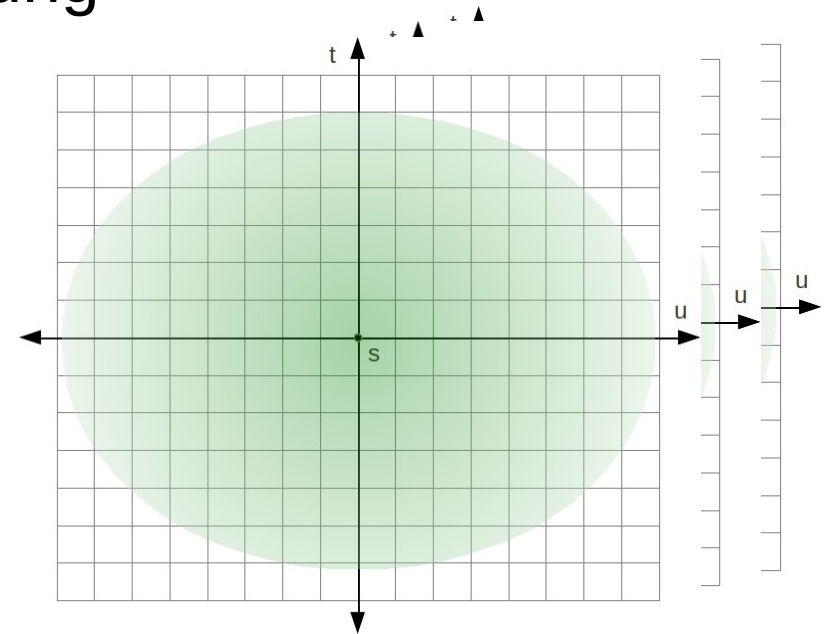
Dosisberechnung – Spotwise Iteration

- Synchronisation nötig
- Parallelität beschränkt durch Anzahl Spots



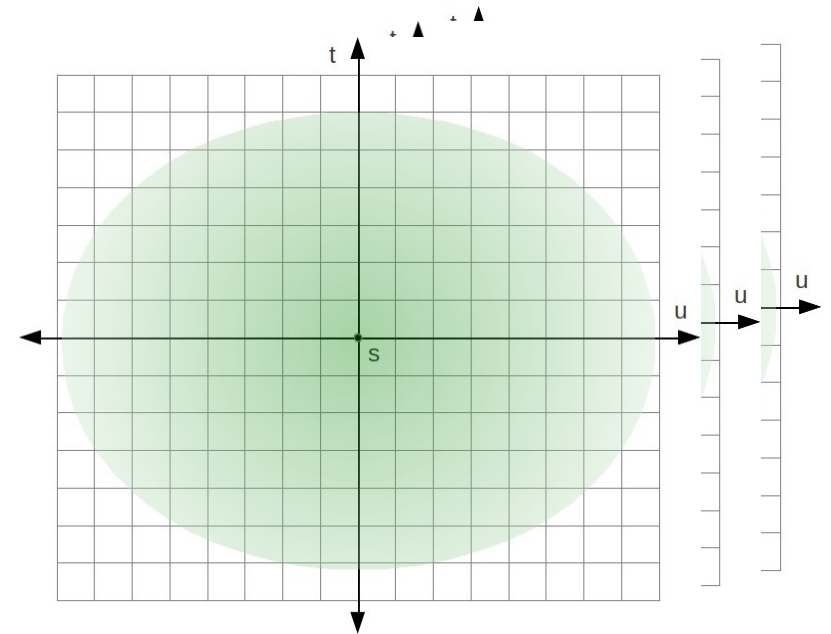
Dosisberechnung – Voxelwise Iteration

- Keine Synchronisation nötig
- Parallelität beschränkt durch Anzahl Voxels
 - Ideale Flexibilität für Arbeitsaufteilung
- Cutoff Optimierung aufwändig



Dosisberechnung – Optimierung (WIP)

- Voxelwise
- Vorberechnung der Voxel of Interests (VOI)



Dosisberechnung – Klinische Testfälle

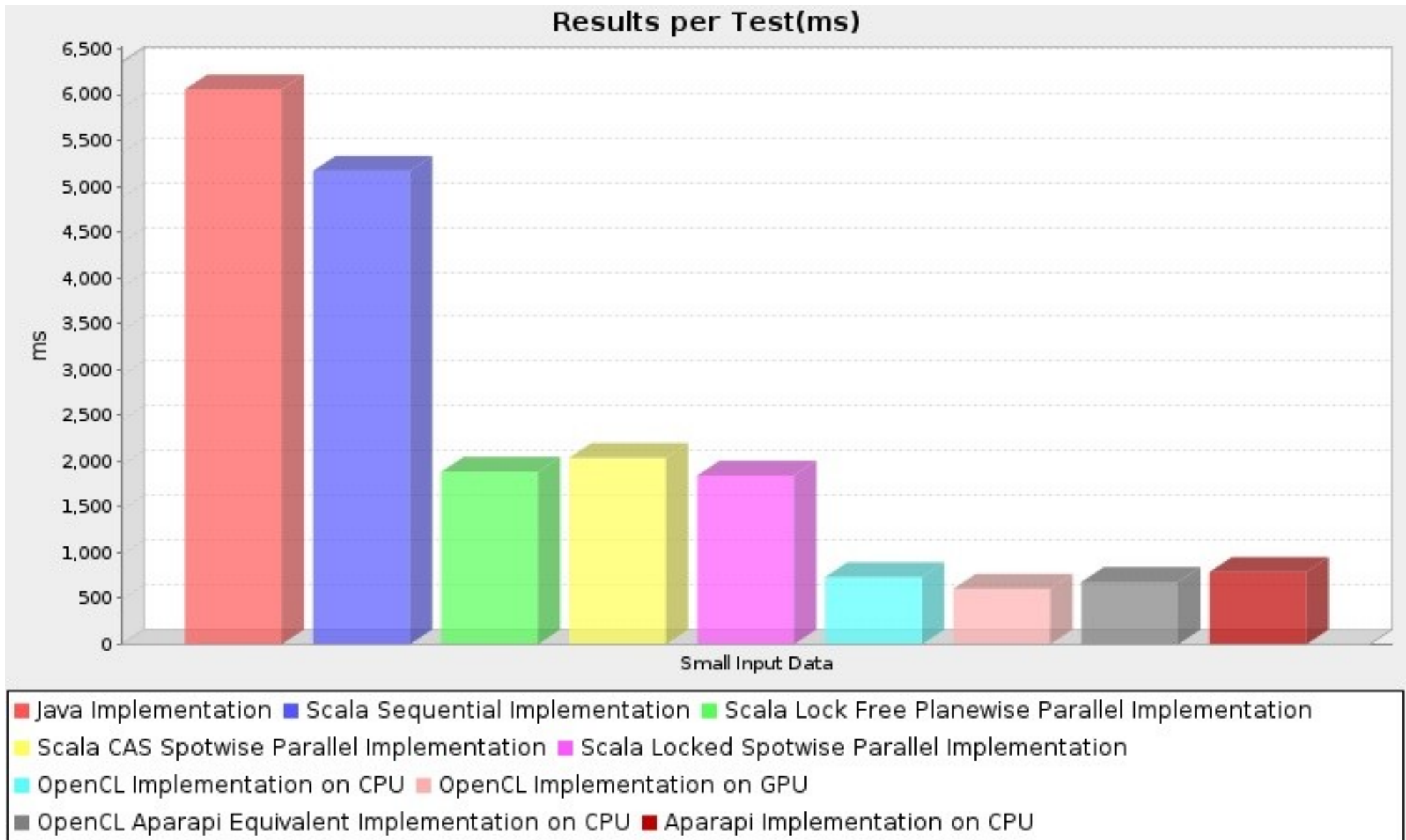
Name	CT-Dimensions	CT-Voxels	Calculation-Grid	Calculation-Voxels	Spots
Small	256,256,114	7471104	61,61,61	226981	3444
Medium	256,256,166	10878976	96,51,71	347616	10241
Large	256,256,159	10420224	51,51,71	184671	51081

Name	Voxels	Affected Voxels	Avg. Spots	Total Calculations	Max Calculations	Affected Grid
Small	226981	105043	6.377597	669921	781722564	46.28%
Medium	347616	265791	10.3802	2758963	3559935456	76.46%
Large	184671	175288	5.289427	927173	9433179351	94.92%

Dosisberechnung – Varianten

- „Legacy“ Java
 - Scala
 - Sequentiell
 - Planewise / Spotwise
 - OpenCL
 - nativ
 - Aparapi
-

Dosisberechnung – Ergebnisse



driver	resultAritMean	resultAritMeanStddev	resultGeomMean	resultGeomMeanStddev	resultHarmMean	resultHarmMeanStddev
Java Implementation	6213.028	43.033	6213.028	43.033	6213.028	43.033
Scala Sequential Implementation	5299.601	35.777	5299.601	35.777	5299.601	35.777
Scala Lock Free Planewise Parallel Implementation	1930.34	45.642	1930.34	45.642	1930.34	45.642
Scala CAS Spotwise Parallel Implementation	2088.018	36.048	2088.018	36.048	2088.018	36.048
Scala Locked Spotwise Parallel Implementation	1890.032	46.124	1890.032	46.124	1890.032	46.124
OpenCL Implementation on CPU	754.026	7.584	754.026	7.584	754.026	7.584
OpenCL Implementation on GPU	621.703	3.977	621.703	3.977	621.703	3.977
OpenCL Aparapi Equivalent Implementation on CPU	699.152	8.801	699.152	8.801	699.152	8.801
Aparapi Implementation on CPU	809.903	77.437	809.903	77.437	809.903	77.437

Dosisberechnung – Fast Scala

- tailrecursion
 - Vorsicht vor Objekterzeugung
 - Typealiases
 - Value Classes
 - Predefine Functions anstatt Lambdas
-

Dosisberechnung – Ausblick

- Optimierung des Algorithmus
 - VOI