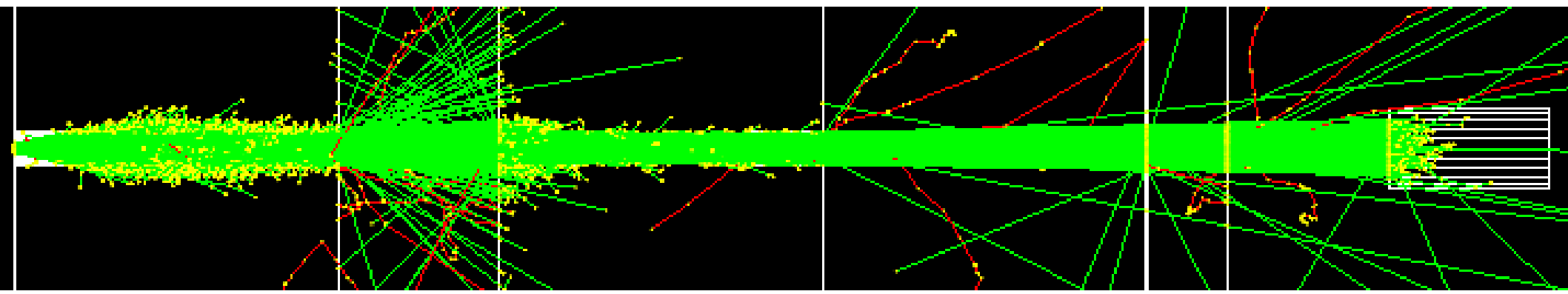


Monte Carlo in der Strahlungsdosimetrie Praktikum APBST HS17

Patrik Eschle, Physik-Dozent IAMP

Christian Sommer, wissenschaftlicher Mitarbeiter IAMP



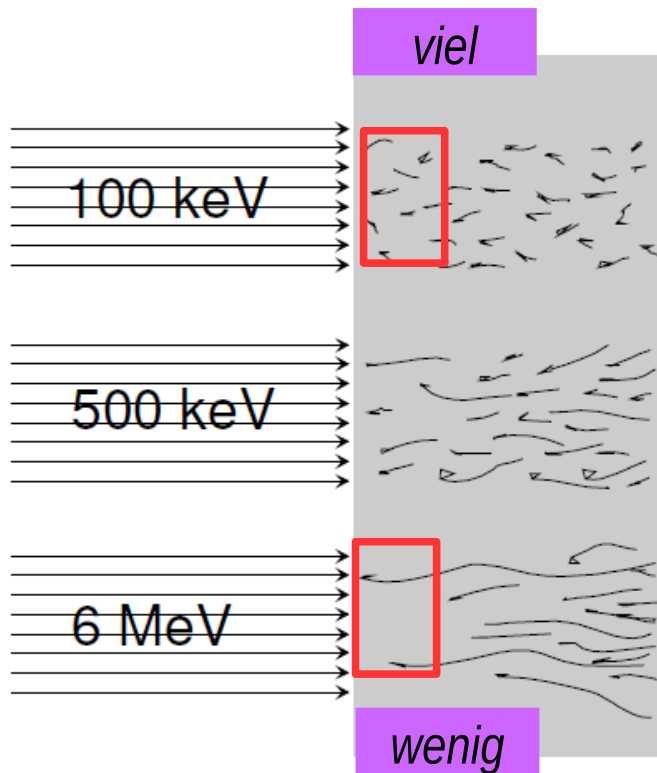
Woche 1

- Einführung, was ist MC?
- Aufgaben: Einführung, Magnetfeld, Teilchen und Energien, Abschwächungsgesetz
- Theorie: MC, Fluenz, Kerma, Dosis, Skalierung

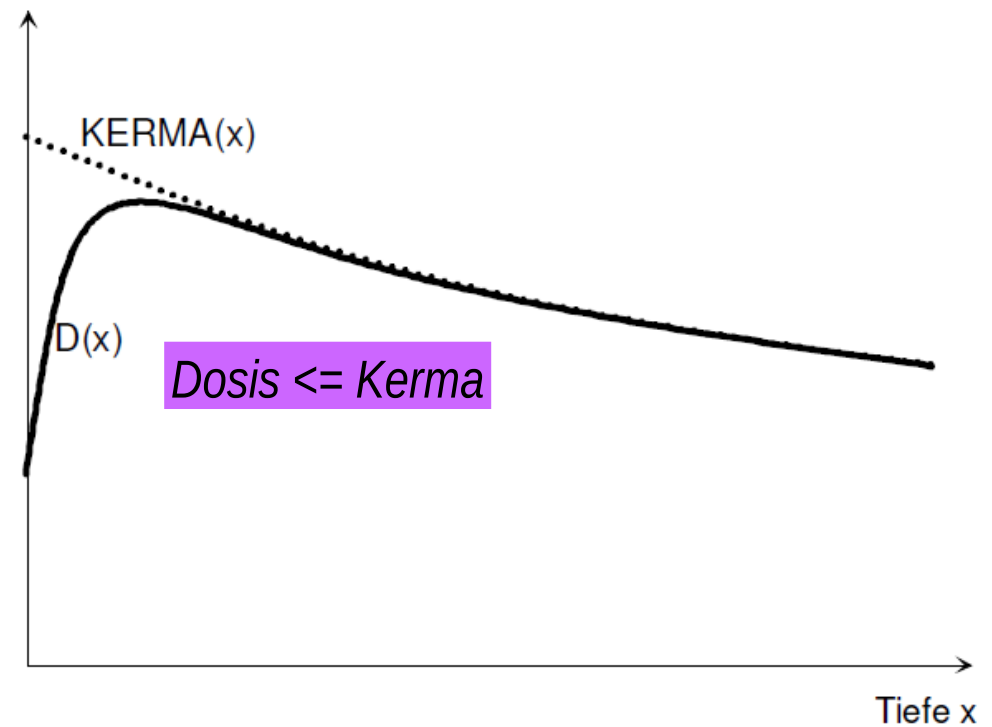
Woche 2

- Theorie Dosismessung, Statistik
- Aufgabe 4 Backscatter
- Theorie: Komplexe Geometrien
- Aufgabe 5 Protonentherapie

Dosis build-up

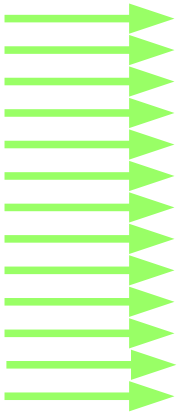


Dosis \leq Kerma



Bilder: Stephan Scheidegger

Würfel

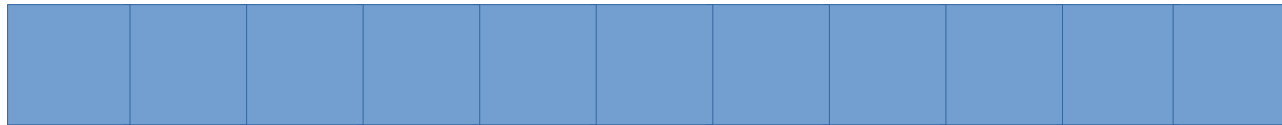
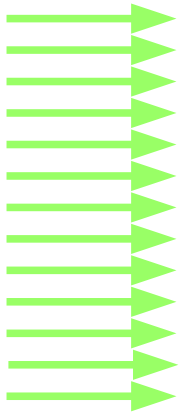


Dosis im Würfel

```
s:Ge/WaterSensor/Type      = "TsBox"  
s:Ge/WaterSensor/Parent    = "World"  
d:Ge/WaterSensor/HLX       = 1 cm  
d:Ge/WaterSensor/HLY       = 1 cm  
d:Ge/WaterSensor/HLZ       = 1 cm  
s:Ge/WaterSensor/Material   = "G4_Water"
```

```
s:Sc/SensorDose/Quantity    = "DoseToMedium"  
s:Sc/SensorDose/Component   = "WaterSensor"  
s:Sc/SensorDose/OutputType  = "csv"  
sv:Sc/SensorDose/Report     = 1 "Sum"
```

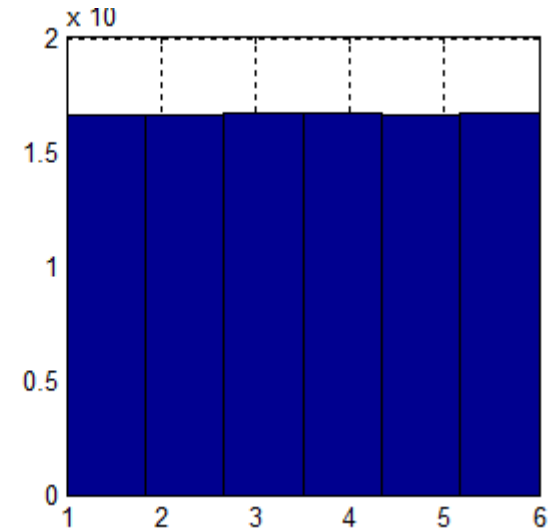
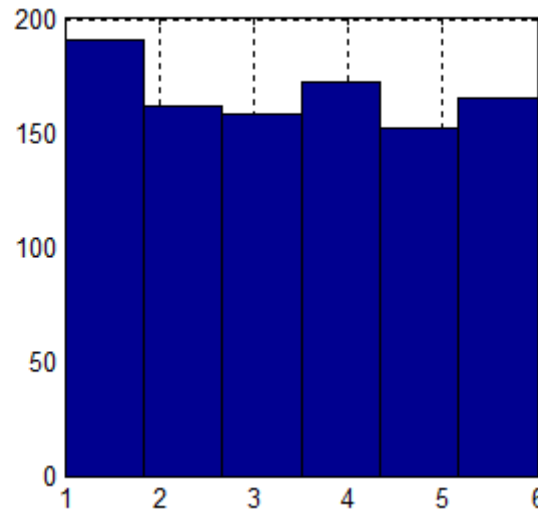
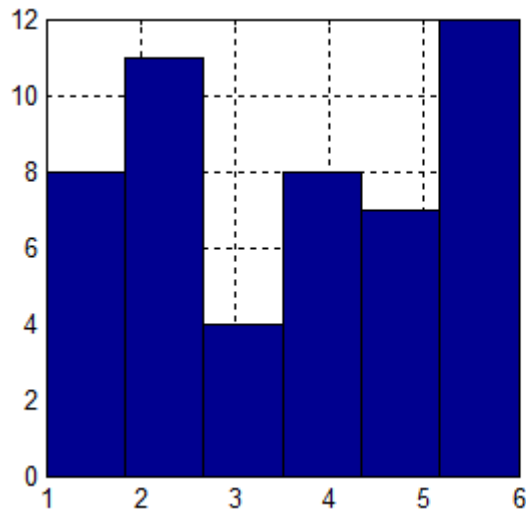
Volumen und Flächen sind teilbar



Mit einer genügend feinen Verteilung erhält man zum Beispiel die Dosisverteilung in einer Ionisationskammer, mit der man im CT Dosis-Längenprodukte misst. Oder die Eindringtiefe in der Protonentherapie.

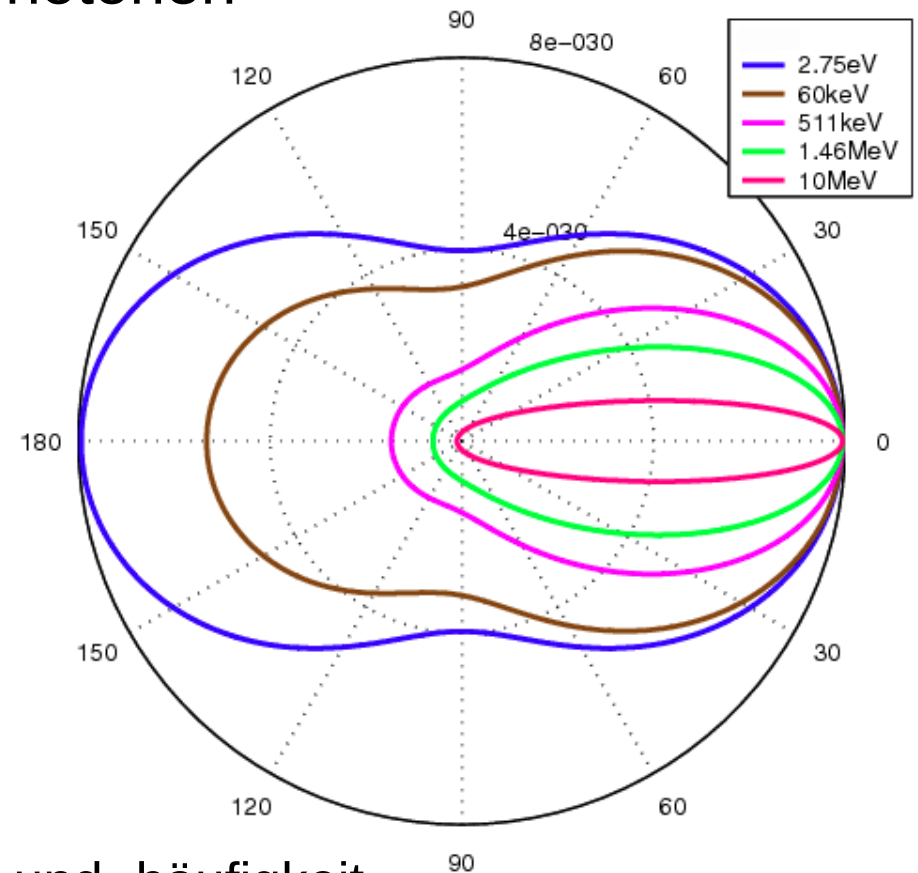
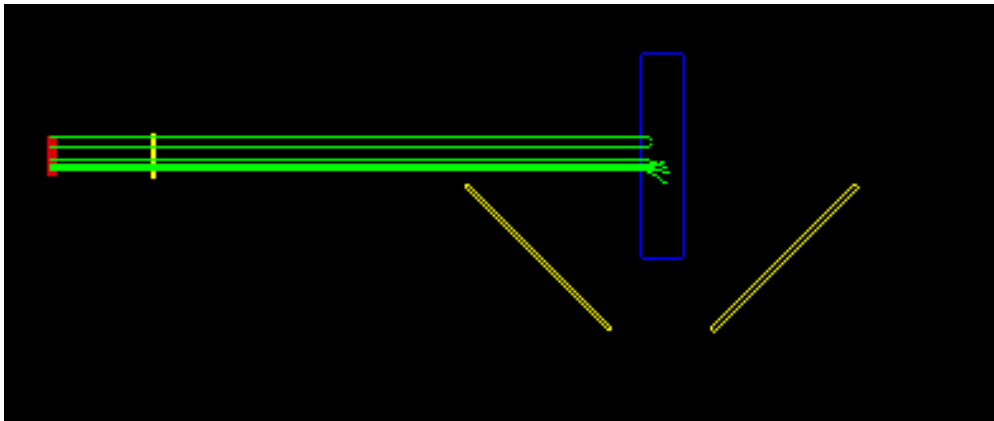
$$\Delta N = \sqrt{N}, \text{ relativer Fehler } r_N = \Delta \frac{N}{N} = \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Um Fehler von 10 % auf 1 % zu reduzieren,
braucht es 100 Mal mehr Ereignisse



Beispiel: Häufigkeit der Augenzahlen beim Würfeln

Messung des Anteils rückgestreuter Photonen

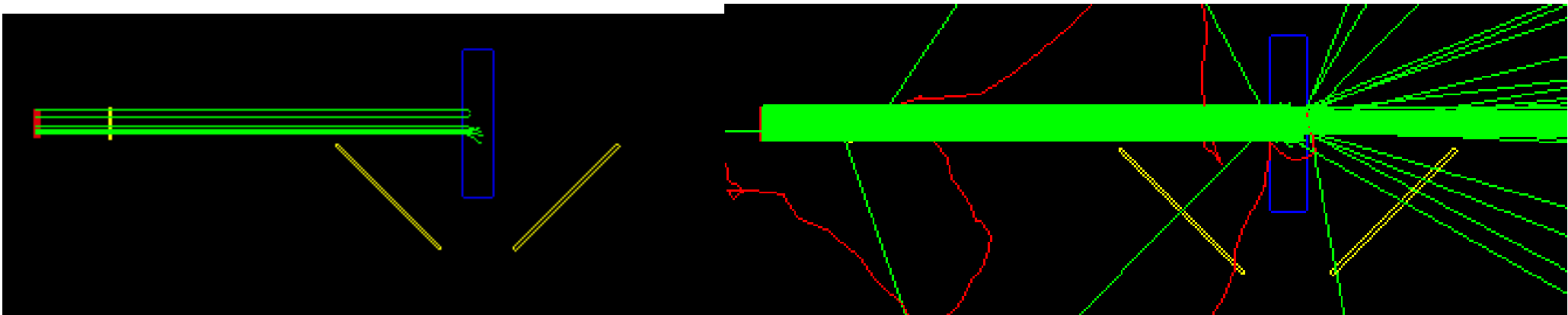


Rückstreuwinkel und -häufigkeit
als Funktion der Energie

Aufgabe 4: Backscatter

Messung des Anteils rückgestreuter Photonen.

Cs-137 Gammas (662 keV) treffen auf eine 2 cm dicke Bleiplatte

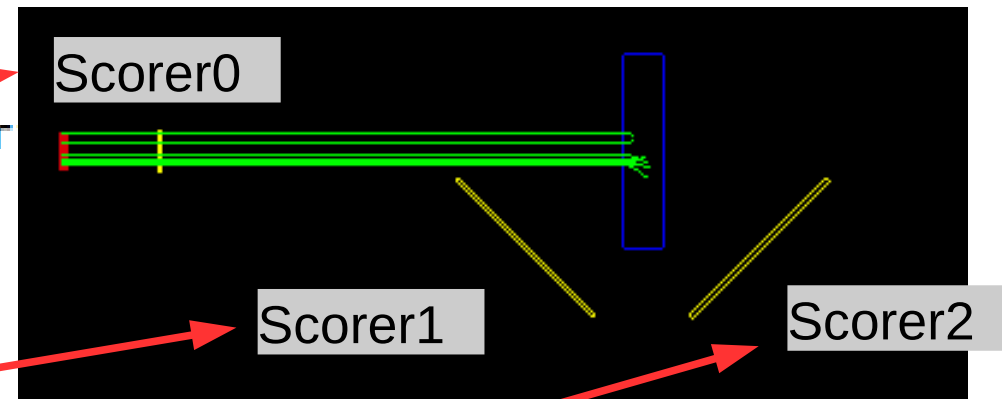


Blau: Bleiplatte. Gelb: Sensoren.

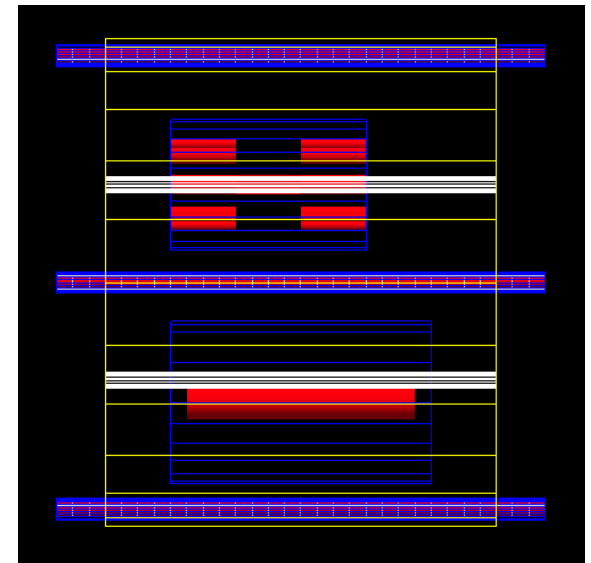
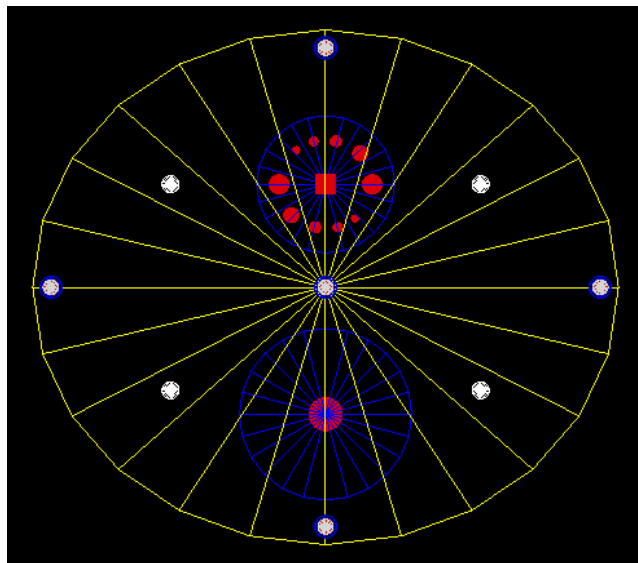
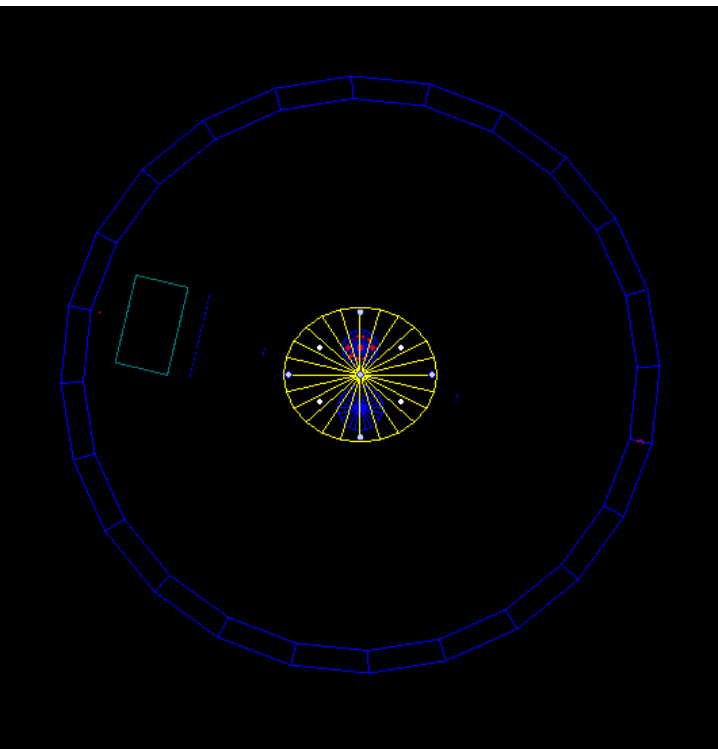
Aufgabe 4: Backscatter

Analyse

```
joe@u1604-64:~/aufgabe3$ ls ScorerI*
ScorerI0.csv ScorerI1.csv ScorerI2.csv
joe@u1604-64:~/aufgabe3$ cat ScorerI*
# TOPAS Version: 3.0.p1
# Parameter File: aufgabe3.txt
# Results for scorer ScorerI0
# Scored on surface: Detektor1/ZPlusSur
# SurfaceTrackCount : Sum
998
# TOPAS Version: 3.0.p1
# Parameter File: aufgabe3.txt
# Results for scorer ScorerI1
# Scored on surface: Detektor2/ZPlusSurface
# SurfaceTrackCount : Sum
3
# TOPAS Version: 3.0.p1
# Parameter File: aufgabe3.txt
# Results for scorer ScorerI2
# Scored on surface: Detektor3/ZPlusSurface
# SurfaceTrackCount : Sum
12
```



- Topas erlaubt, Geometrien zu schachteln (../Parent = „Phantom“)
- Beliebig komplexe Geometrien möglich (Strahlköpfe, Absorber)
- Sensorvolumen können in einer parallelen Welt angeordnet werden



- Parameter können eine Funktion der Zeit sein (nicht im Edu-Topas)
- Gantry-Rotation, Energie-Scans, Abtasten einer Fläche

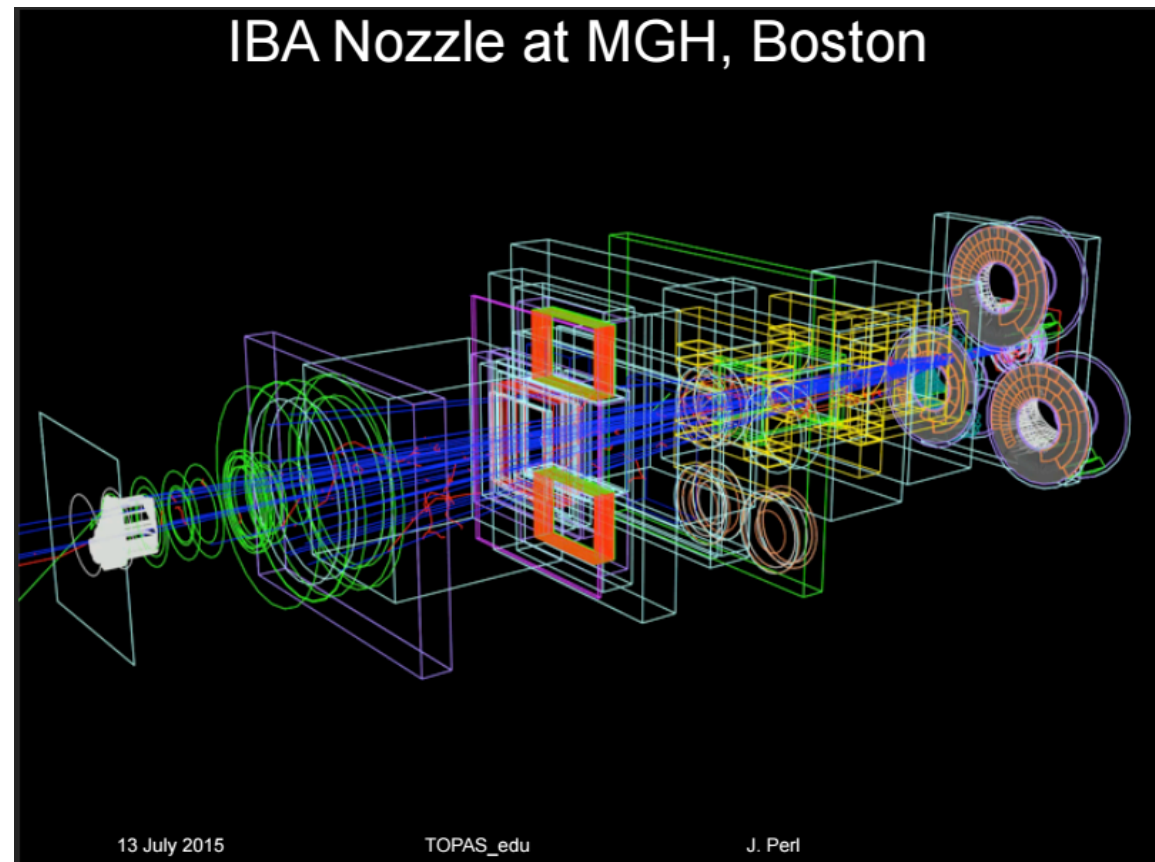
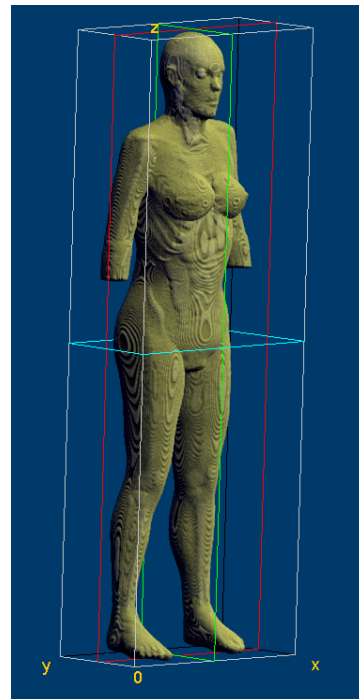


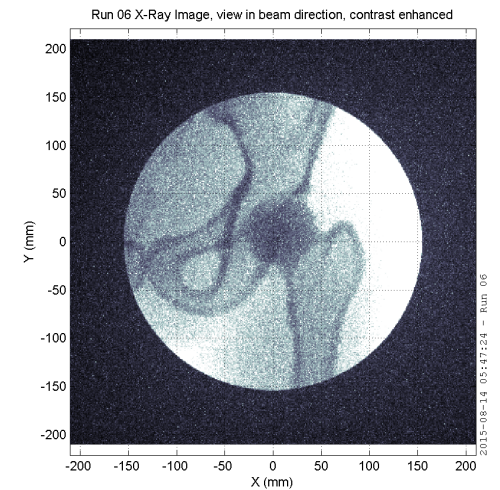
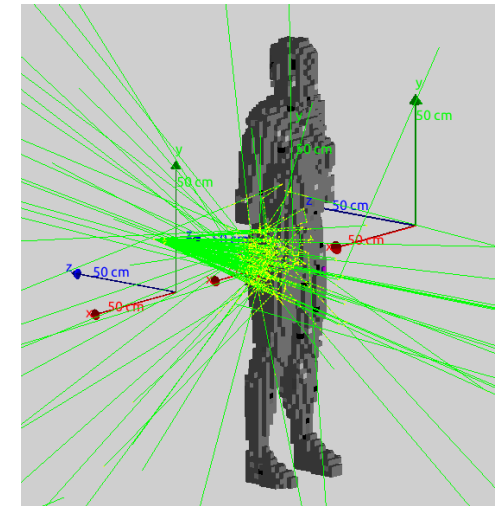
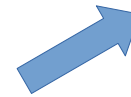
Bild: Topas/Joseph Perl

Voxel-Phantom,
2 mm Auflösung

Stack von CT-Bildern,
segmentiert

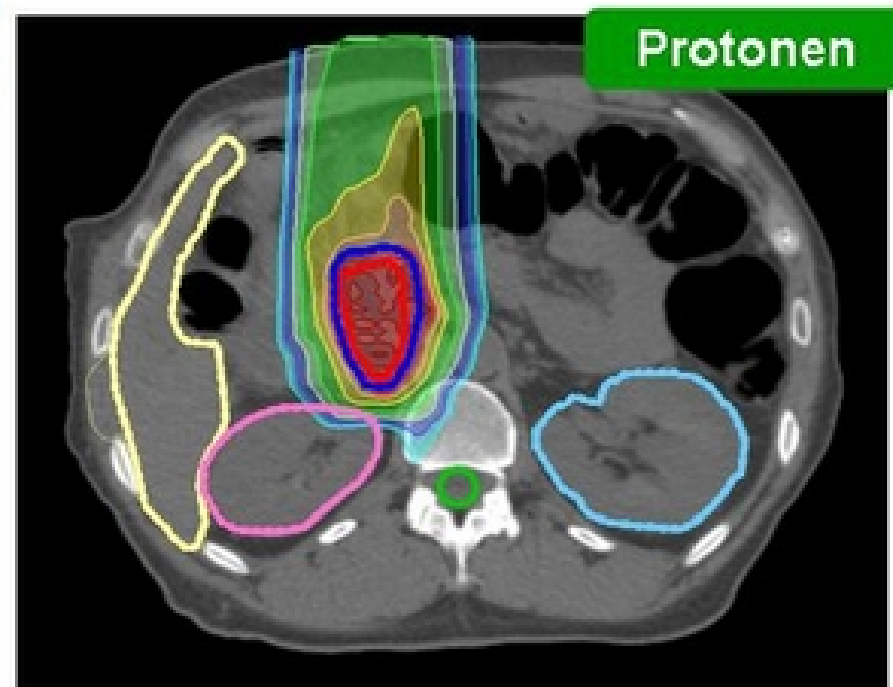
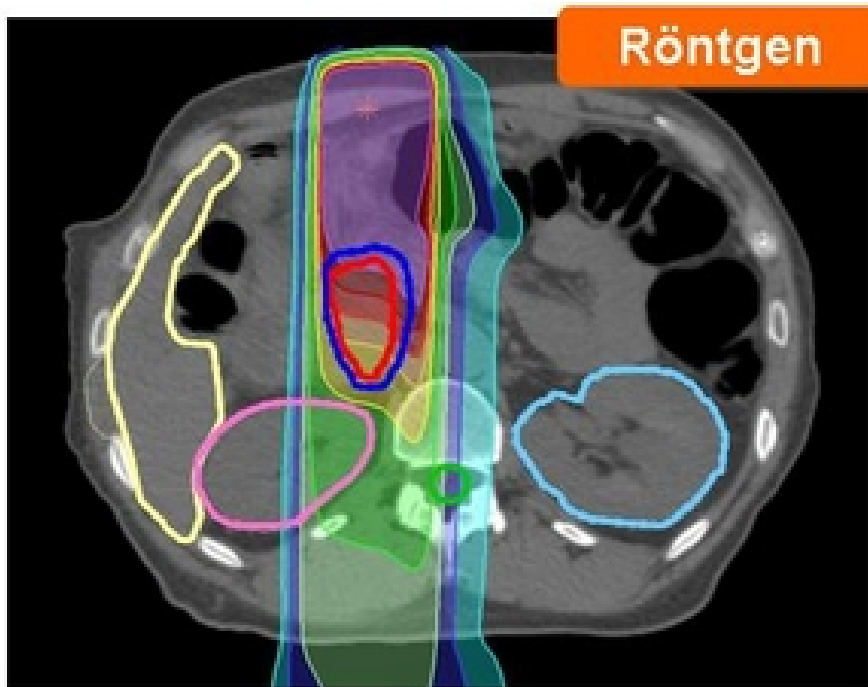


Bestrahlung,
Analyse



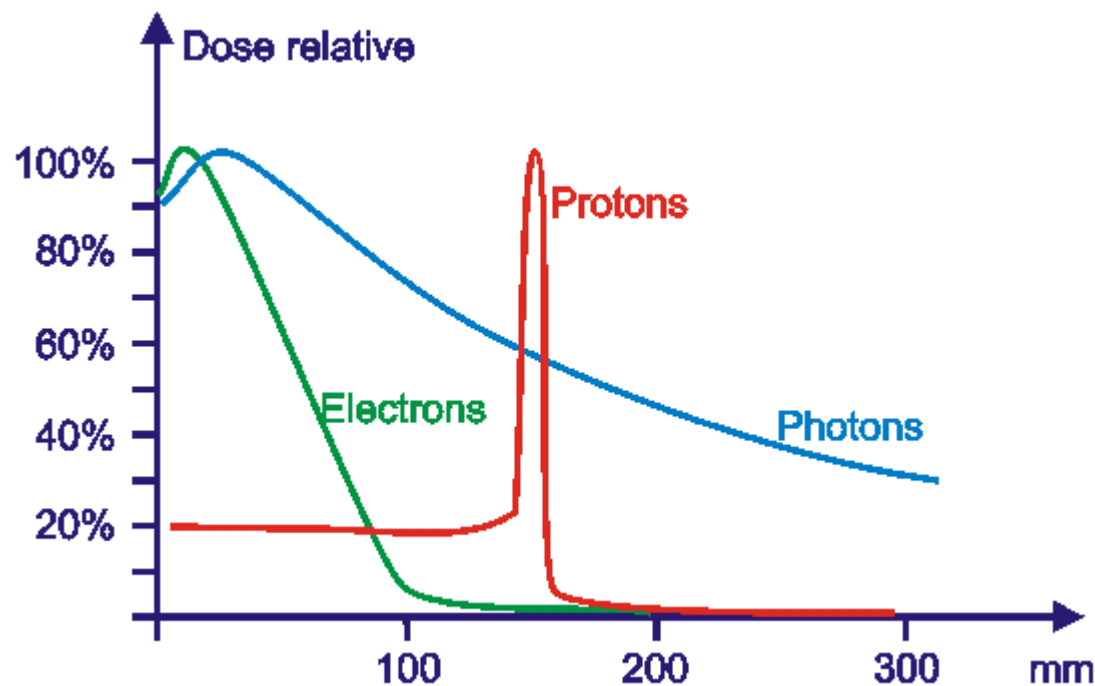
Bestrahlungstherapie

Ionisierende Strahlung soll möglichst viel Energie möglichst genau im Tumor platzieren, um ihn zu zerstören. Umliegendes Gewebe soll möglichst wenig Dosis erhalten.

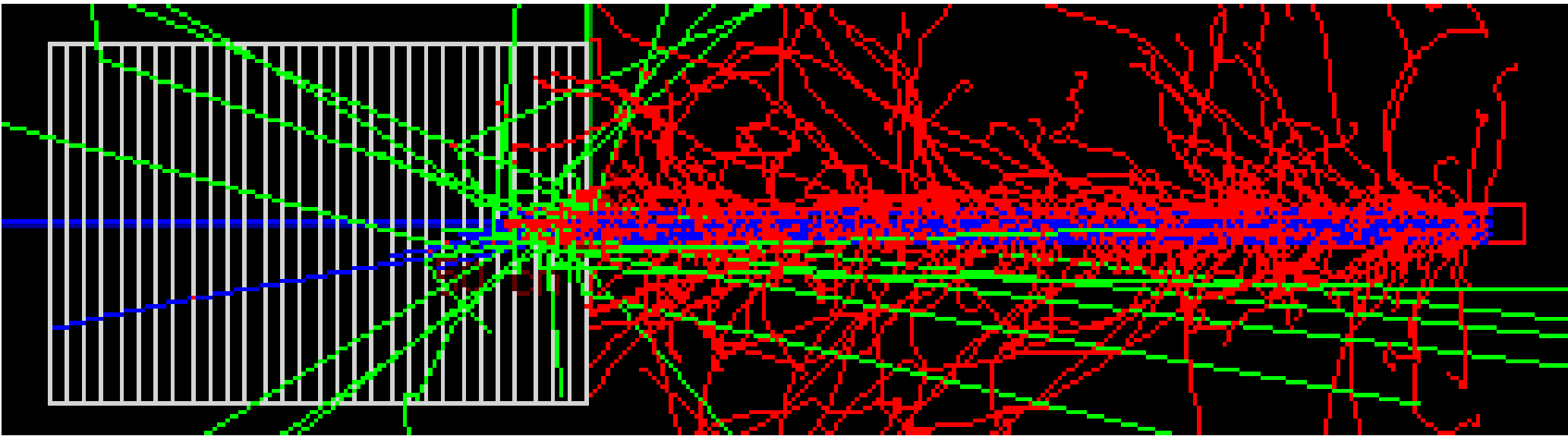


Unterschiedliche Depot-Tiefe

Photonen (Röntgenstrahlung) und geladene Teilchen deponieren ihre Energie verschieden.



Beschuss mit geladenen Teilchen



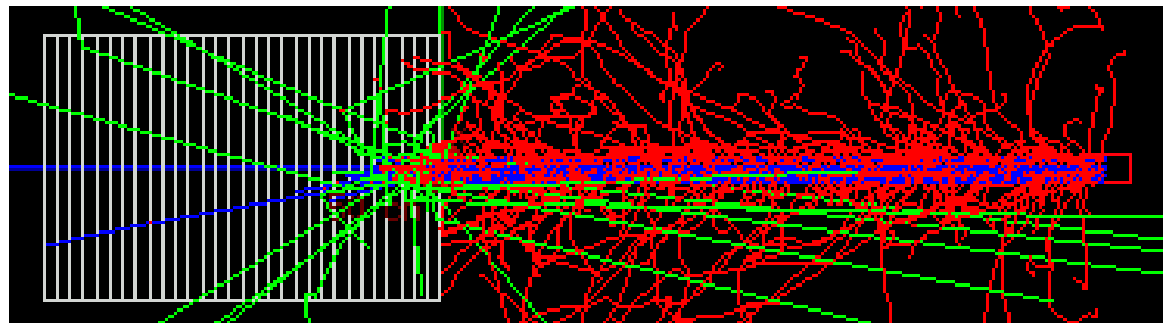
Ein Kohlenstoff-12 (C-12) Ion schiesst von rechts her auf ein Target aus Muskelgewebe. Die kinetische Energie ist 1.8 GeV
Das Target ist 30 cm lang, unterteilt in 1 cm breite Bins.

Aufgabe:

Wählen Sie die Energie in Aufgabe 4 so, dass möglichst viel Energie im mittleren Bin 15 deponiert wird, wo der fiktive Tumor sitzt.

```
% cd aufgabe5_braggpeak  
% gedit aufgabe5_braggpeak.txt &
```

```
% topas aufgabe5_braggpeak.txt
```



Datenformat

X,Y,Z, Dosis

```
# TOPAS Version: 3.0.p1
# Parameter File: aufgabe4.txt
# Results for scorer DoseZ
# Scored in component: Absorber
# X in 1 bin   of 20 cm
# Y in 1 bin   of 20 cm
# Z in 30 bins of 1 cm
# DoseToMedium ( Gy ) : Sum
0, 0, 0, 2.291429623824115e-08
0, 0, 1, 2.396963516559936e-08
0, 0, 2, 2.481650795971291e-08
0, 0, 3, 2.546359922916963e-08
```

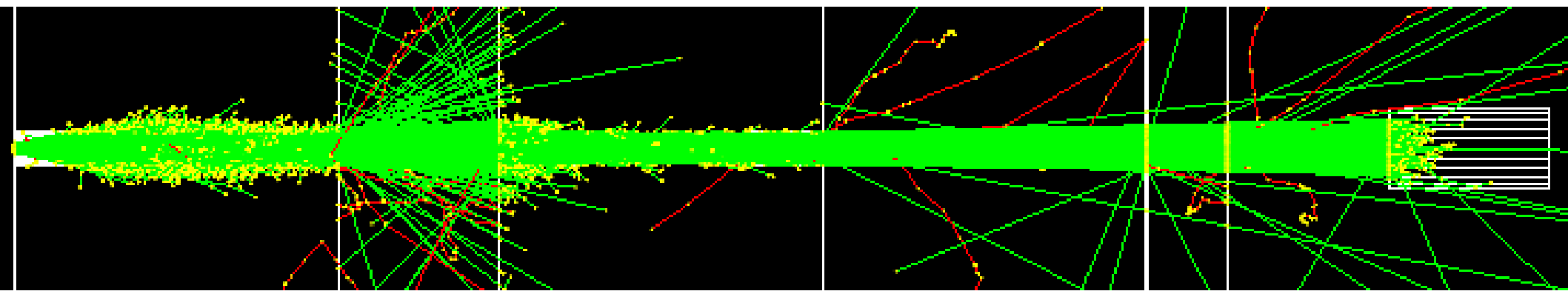
Unser Ziel

Sie können nach diesem Kurs Probleme aus der Strahlungsdosimetrie modellieren, berechnen und korrekt interpretieren.

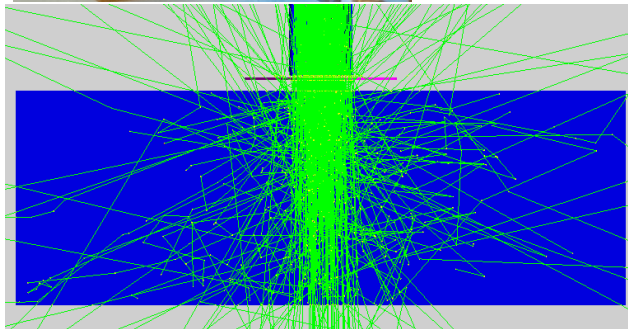
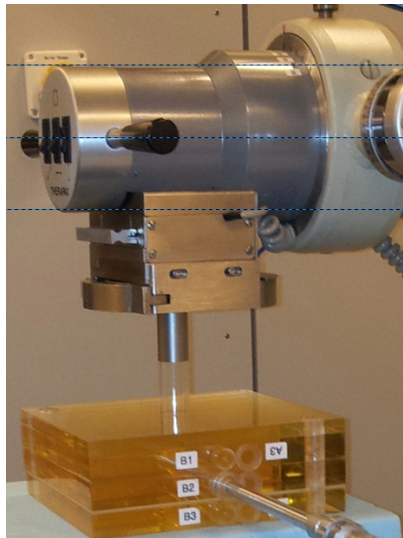
Monte Carlo in der Strahlungsdosimetrie Praktikum APBST HS17

Patrik Eschle, Physik-Dozent IAMP

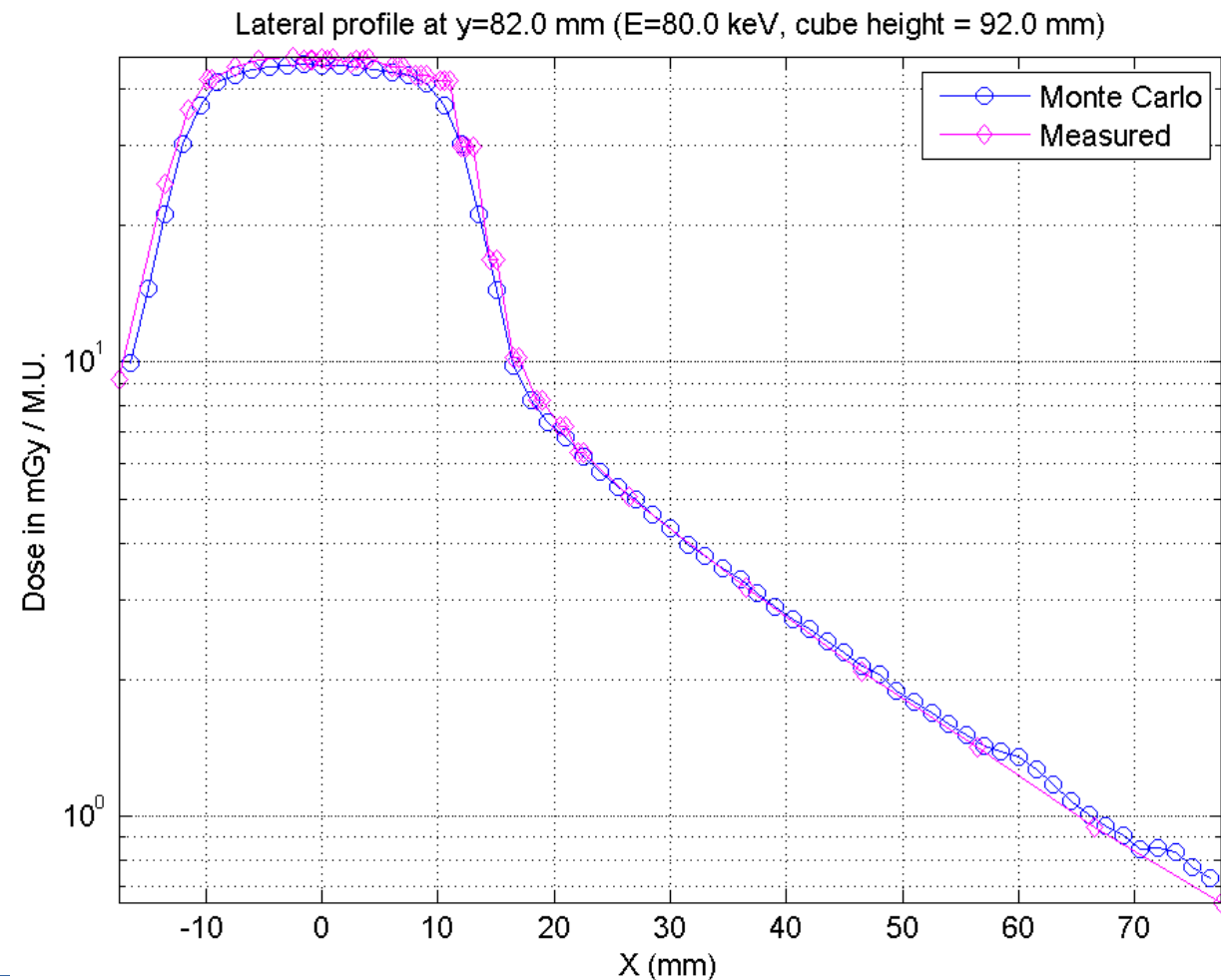
Christian Sommer, wissenschaftlicher Mitarbeiter IAMP



Simulieren und mit Messungen vergleichen

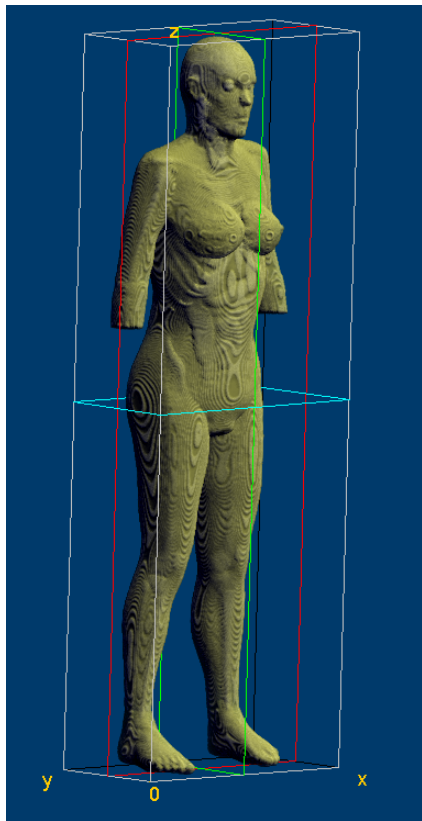


APBST HS19

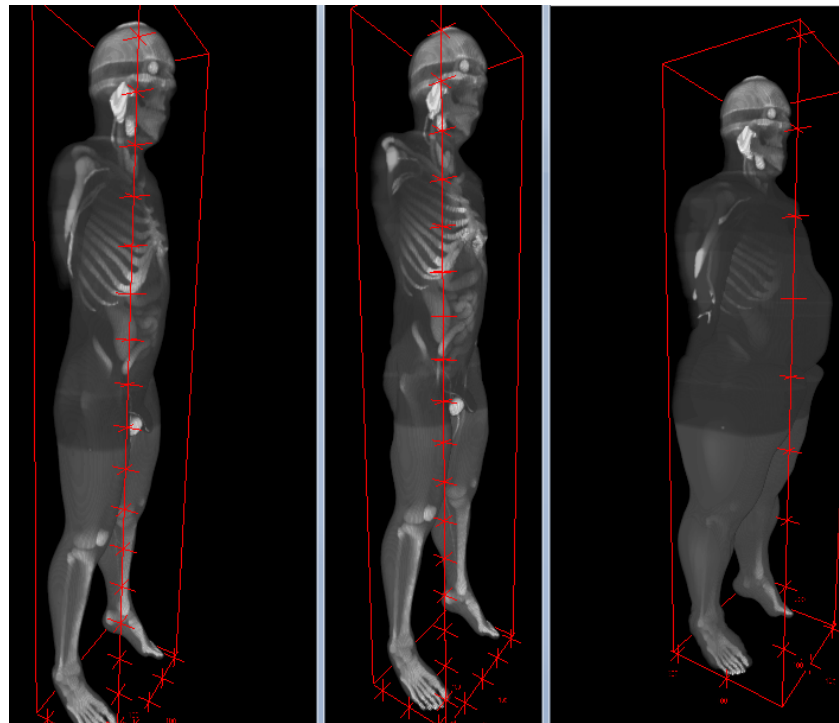


What phantoms do we use?

XCAT produces CT images of segmented male and female phantoms of different size. Typical resolution is 2 mm^3 . Other phantoms are often very coarse and not scalable.



APBST HS19



Praktikum MC in der
Strahlungsdosimetrie

