



Experimentelle Physik 5 – Datenanalyse am LHCb-Experiment

Gruppenleiter: Prof. Dr. Johannes Albrecht und Dr. Dominik Mitzel

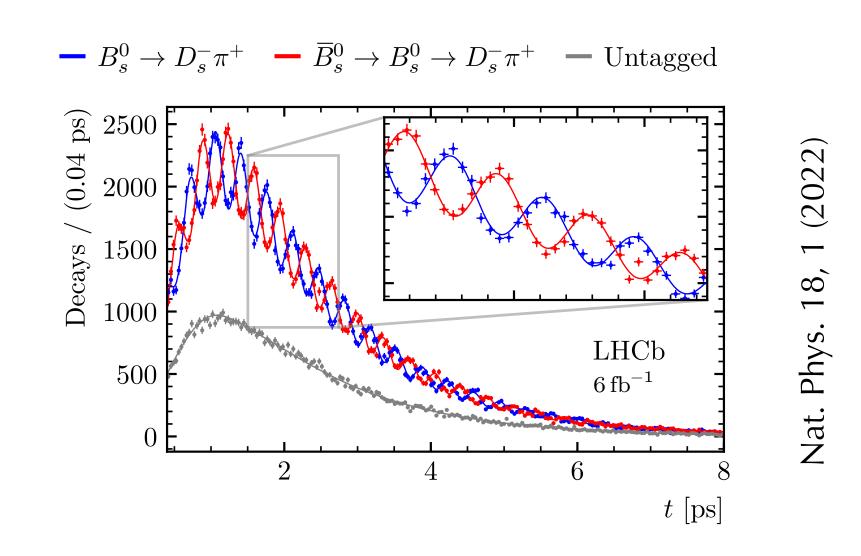
Suche nach neuer Physik mithilfe von Quantenfluktuationen

CP-Verletzung

- Materie-Antimaterie-Asymmetrie im Universum nicht mit bisheriger Kenntnis über CP-Verletzung erklärbar
- Untersuchung von Verzweigungsverhältnissen und zeitabhängiger CP-Verletzung zur Messung der CKM-Winkel β und γ

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

- Optimierung der Selektion des Zerfalles $B^0 \to D^0 \pi \pi$ mit $D^0 \to K\pi\pi\pi$ für Studien zum $B^0 \to D^0 D^0$ -Verzweigungsverhältnis
- Messung des Zerfalles $B_s^0 \to D^+D^-$

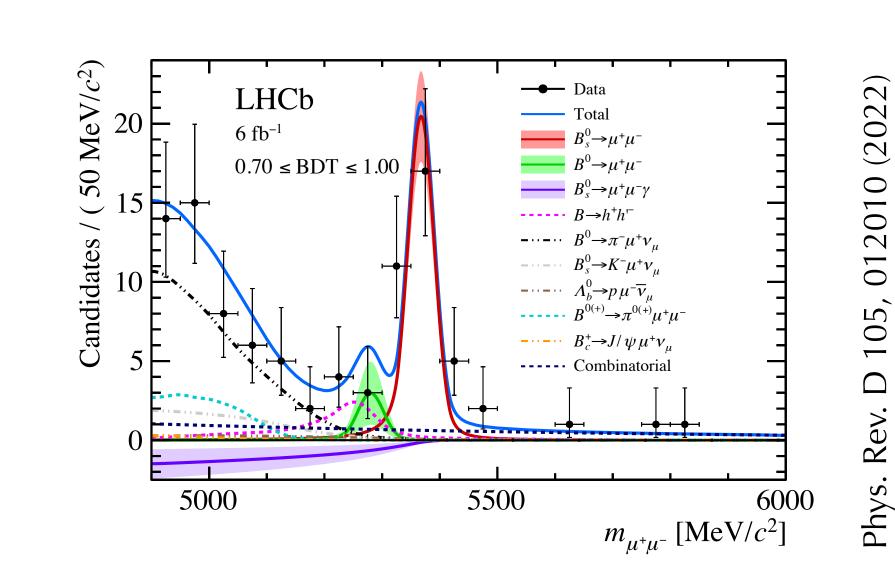


Seltene Zerfälle

- Seltene Prozesse sehr sensitiv auf mögliche Effekte neuer Physik
- Effiziente Unterdrückung von Untergründen nötig
- Analyse von Zerfällen mit $b \to s\ell\ell$ -Übergängen

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

 Suchen nach seltenen Zerfällen und Messungen von deren Eigenschaften mit den neuesten LHCb-Daten

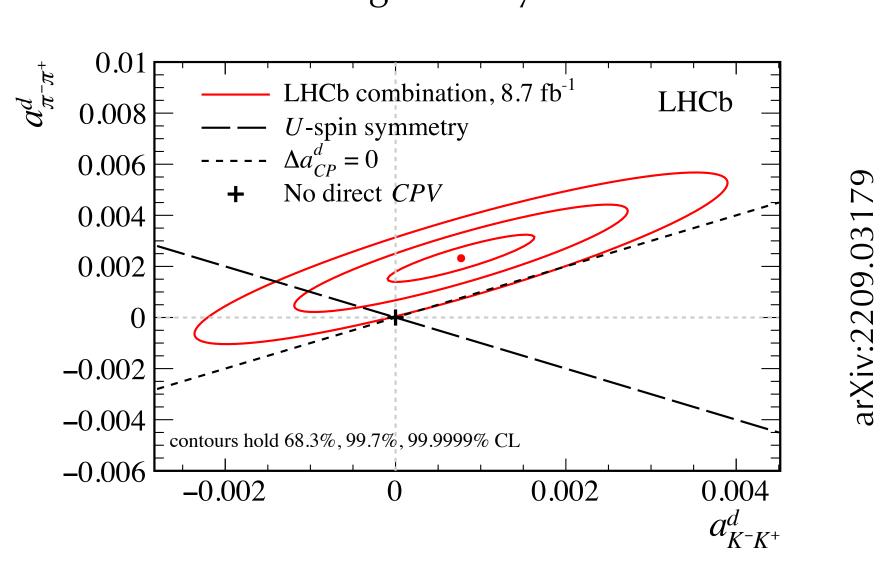


Charm-Physik

- Einziges gebundenes System zur Untersuchung der Mischung neutraler Mesonen und seltener Zerfälle mit einem schweren Up-Type-Quark
- Winzige Effekte messbar aufgrund starker
 Unterdrückung im Standardmodell
- Viele in naher Zukunft zu klärende offene Fragen

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

- Suchen nach CP-Verletzung sowie nach seltenen und verbotenen Charm-Zerfällen
- Studien von Winkelverteilungen
- Studien detektorbezogener Asymmetrien



Präzisionsmessung von Wirkungsquerschnitten der Quantenchromodynamik

Hadronproduktion im Hinblick auf Astroteilchenphysik

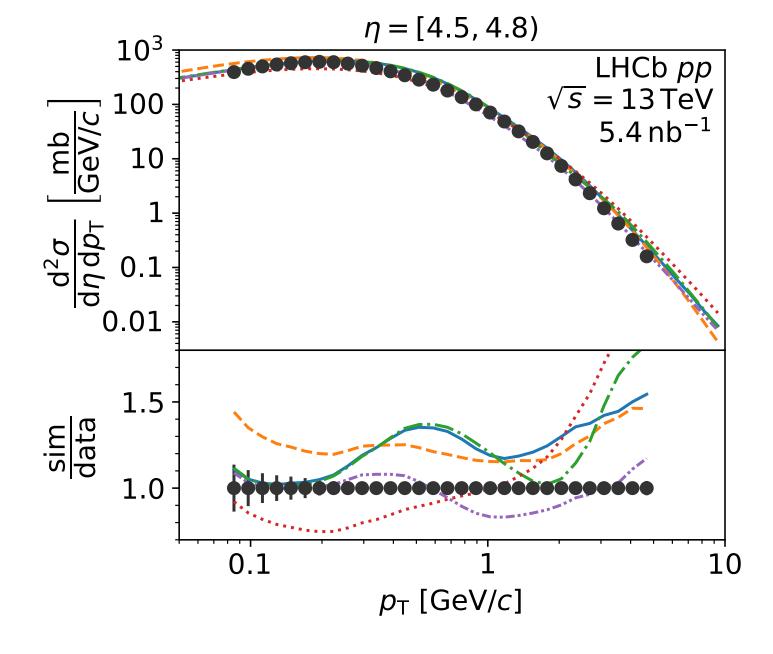
- Diskrepanz in der Anzahl produzierter Myonen zwischen beobachteten und simulierten Luftschauern (Myonrätsel)
- Validierung und Verbesserung hadronischer Wechselwirkungsmodelle nötig

Analyse erster Run-3-Daten

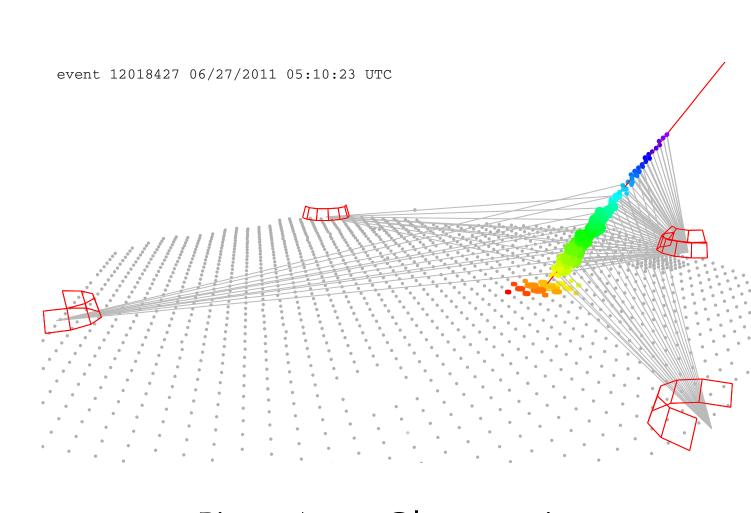
- Beitrag zum Verständnis des neuen LHCb-Detektors
- Messung leicht rekonstruierbarer K^0 -, ϕ und Λ -Zerfälle

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

- Untergrundstudien zur Hadronproduktion in Proton-Blei-Kollisionen
- Studien zur Spurrekonstruktionseffizienz mit hadronischen Zerfällen



J. High Energy Phys. 01, 166 (2022)



Pierre-Auger-Observatorium

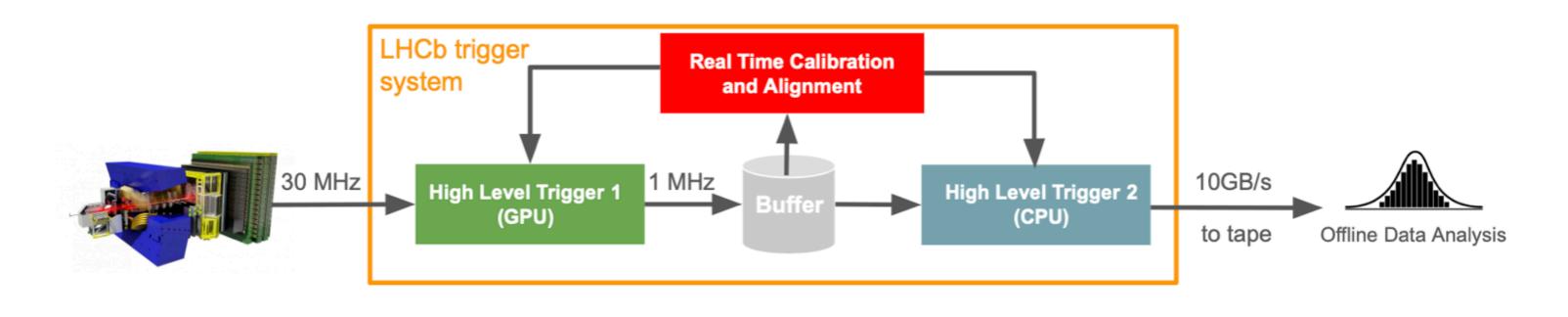
Entwicklung von Analysetools

Trigger

- Softwareentwicklung für das LHCb-Triggersystem zur Filterung der Daten bei 30 MHz
- Rekonstruktion von Spuren und Zerfallsvertices potentiell interessanter Prozesse
- Echtzeitausrichtung und -kalibrierung für hohe Präzision rekonstruierter Verteilungen

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

- Studien zur Echtzeitausrichtung des SciFi-Spurdetektors
- Entwicklung von Algorithmen zur Selektion von b-Hadron-Kandidaten mit einem neuronalen Netzwerk



Flavour-Tagging

 System neuronaler Netzwerke zur Bestimmung der Teilchen- oder Antiteilchennatur von *B*-Mesonen mithilfe anderer Teilchen im Ereignis

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

Flavour-Tagging-Kalibrierung in Run 3 für verschiedene Zerfallskanäle







Experimentelle Physik 5 – Detektorentwicklung am LHCb-Experiment und Medizinphysik

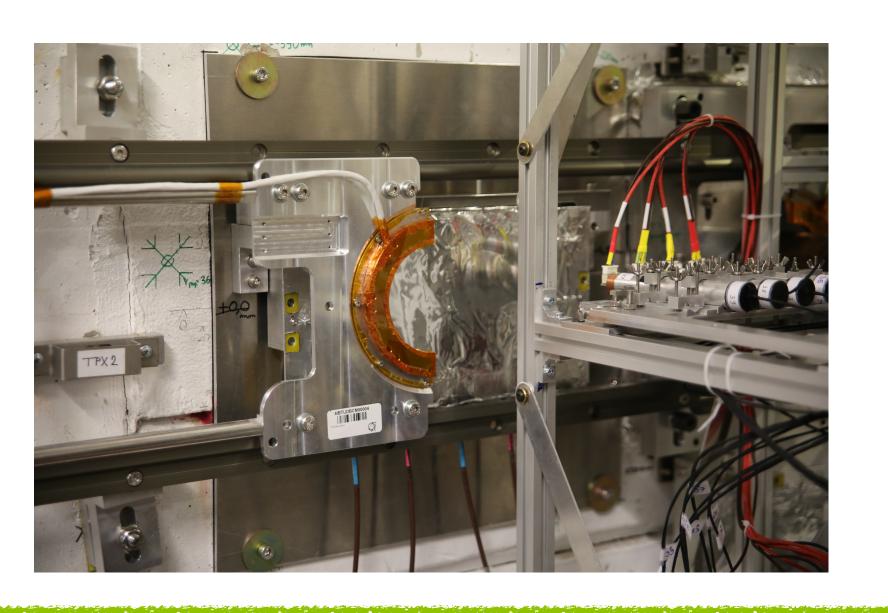
Gruppenleiter: Prof. Dr. Johannes Albrecht und Dr. Dominik Mitzel

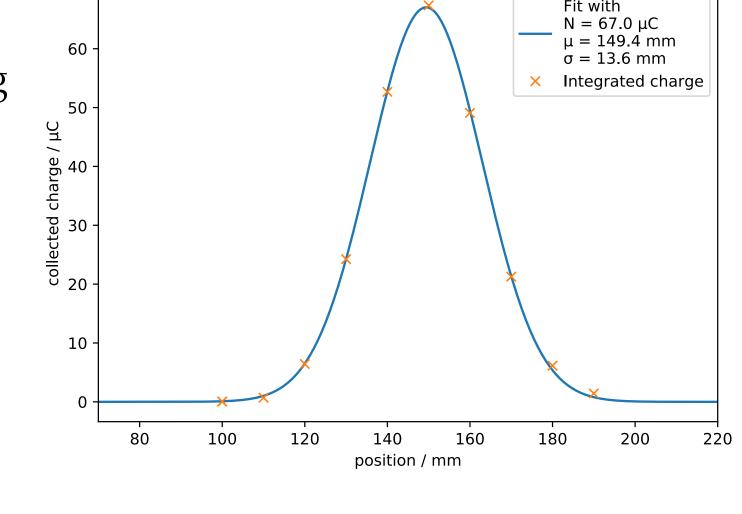
Diamantbasierte strahlenharte Detektoren

- Diamanten im Beam-Condition-Monitor als Schutzsystem für gesamten LHCb-Detektor
- Eignung für Einsatz dicht am Strahlrohr aufgrund großer Strahlenhärte
- Weiterentwicklungen
 - Schnelle 25 ns-Auslese zur zeitaufgelösten Messung der einzelnen LHC-Protonenpakete
 - Test neuer Verstärker und Schaltungen
- Mögliche Anwendungen in der Protonentherapie
 - Präzise Vermessung des Strahlungsfeldes
 - Kalibrierung der Strahlenergie dank sehr guter Energieauflösung

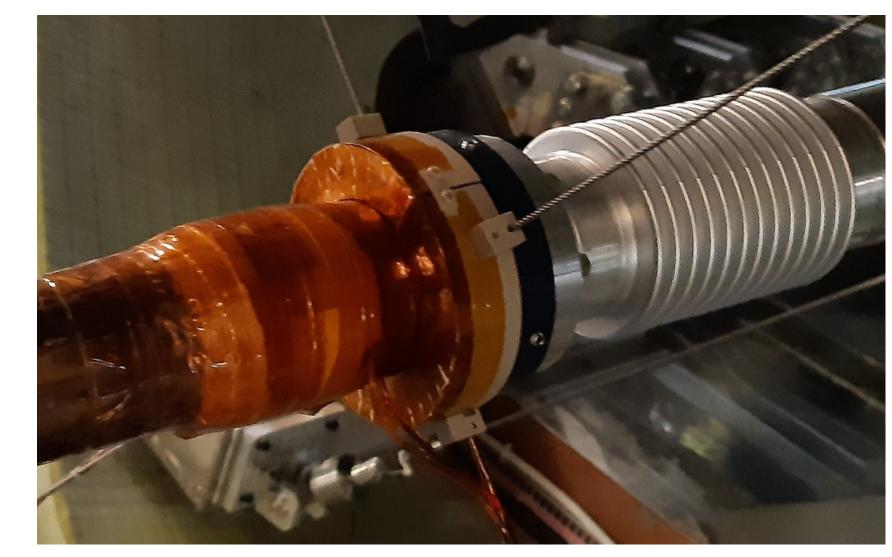
Mögliche Bachelorarbeitsthemen (auch Medizinphysik)

- Charakterisierung der Diamanten mit Strontium-90-Quellen
- Optimierung der Detektorgröße und der Geometrie
- Entwicklung der Auslesekette und der FPGA-Firmware





Messung im WPE-Strahl

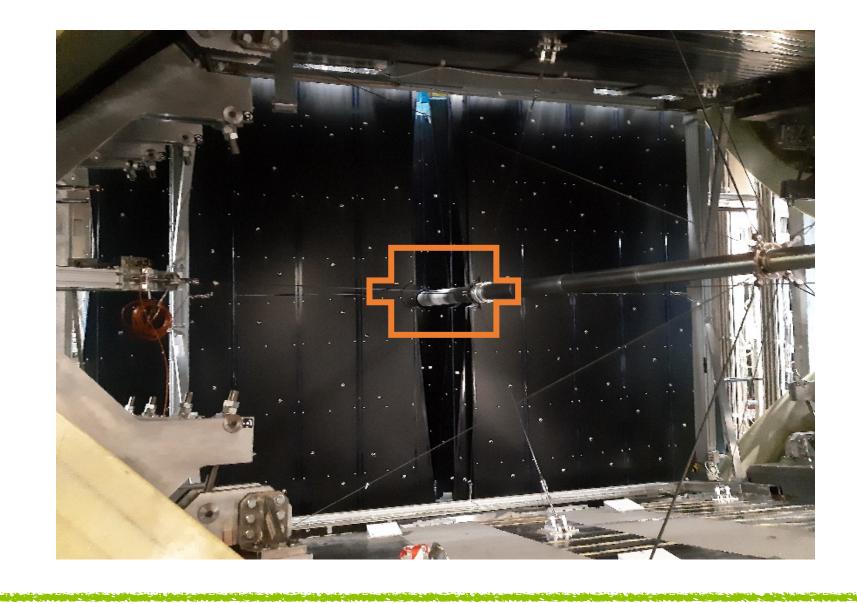


Mighty Tracker

 Siliziumpixeldetektor als n\u00e4chste Ausbaustufe des zentralen Bereiches des Hauptspursystems des LHCb-Detektors

Mögliche Bachelorarbeitsthemen

- Studien zur Stromversorgung mit wenig störendem Material
- Simulationen zur Detektorauflösung und zum Materialbudget
- In Kooperation mit E4: Neutronenmessung mit SciFi-Spurdetektormodul



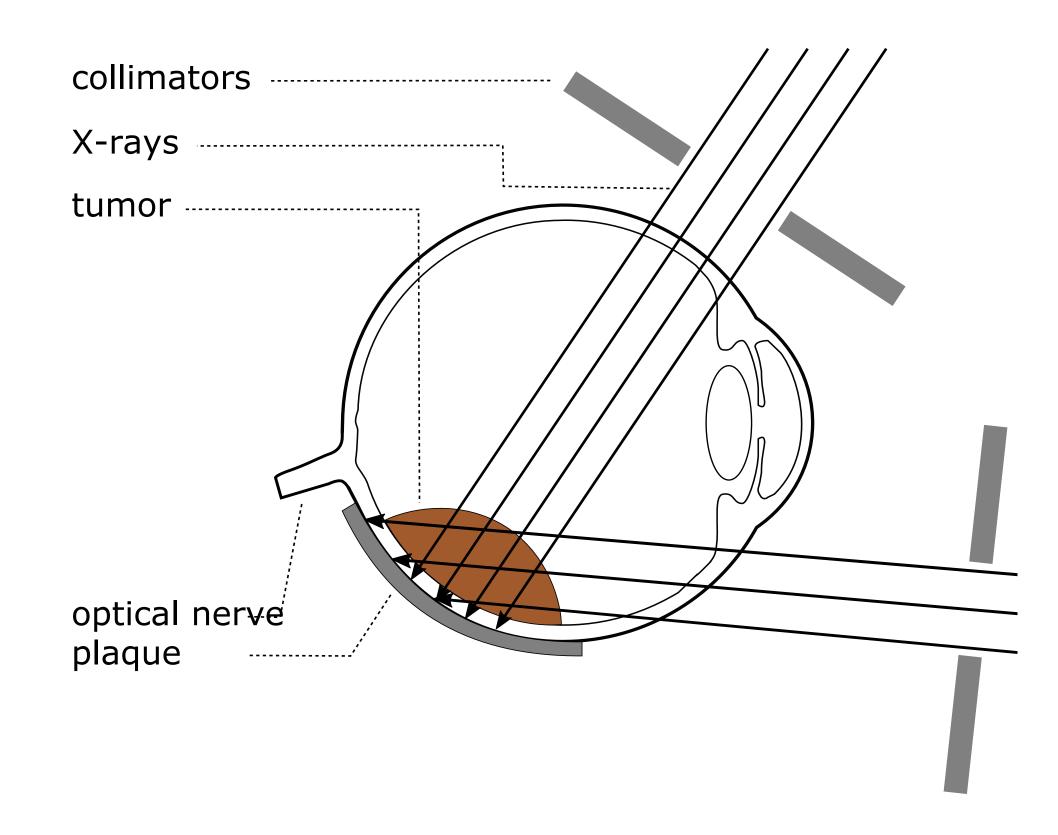
Strahlentherapie zur Behandlung intraokularer Tumoren

Klinischer Hintergrund

- Unbehandelte Augentumoren aufgrund von Metastasierung lebensbedrohlich
- Brachytherapie weltweit etablierte bulbuserhaltende Therapieform
- Behandlung von 2/3 der Patient*innen am Universitätsklinikum Essen (Kooperationspartner) mit Brachytherapie
- Aufnähen eines Silberapplikators mit eingeschlossenem Ruthenium-106 auf das Auge
- Problem bei großen Tumoren: Lange Applikation nötig für ausreichende Dosis in der Tumorspitze und daher Schädigung von Risikostrukturen

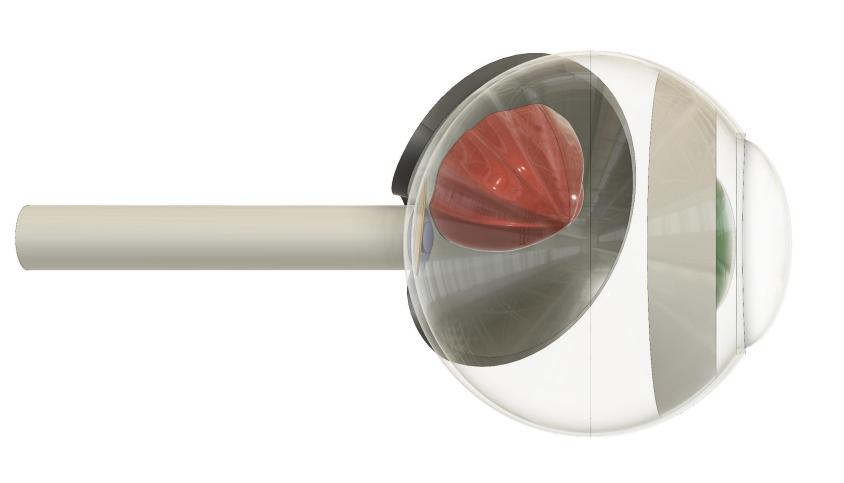
Neues Bestrahlungskonzept

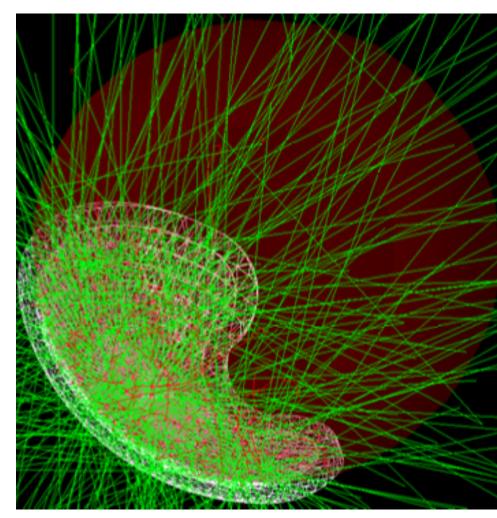
- Behandlung mit Ruthenium-106-Applikatoren zur Bestrahlung der Tumorbasis
- Zusätzlich viele auf Tumorspitze einfallende Felder mit Photonen mit Energien unter 100 keV
- Homogenere Dosisverteilung im Tumor und Schonung von Risikostrukturen



Aktuelle Forschung

- Bestehender Ablauf zur vollständigen Simulation der Therapie
 - 3D-Konstruktion eines Behandlungsfalles mit Fusion 360
 - Monte-Carlo-Simulationen mit Geant4
 - Optimierung der Gewichte der einzelnen Strahlungsmodalitäten
- Weitere Datenaufbereitung nötig zur Verbesserung der Therapie und zur Begründung klinischer Studien





Mögliche Bachelorarbeitsthemen

- Effizienzsteigerung des Simulationsablaufes
- Untersuchung systematischer Unsicherheiten im Simulationsablauf
- Untersuchung von Bestrahlungsparametern zur optimierten
 Tumorabdeckung bei der Bestrahlung von Augentumoren mit
 Photonen

