

Jahrestagung des VMSÖ
(14. und 15. November 2014)

Young Investigators Award (YIA) – 2014



VERBAND FÜR
MEDIZINISCHEN STRAHLENSCHUTZ
IN ÖSTERREICH

AUSTRIAN SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION IN MEDICINE

Entwicklung und Messungen an einem Schädelphantom zur Augenlinsendosimetrie

Dipl.-Ing. Andreas Wartak

unter der Anleitung von
Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter Homolka



Augenlinsendosimetrie

- Vermehrte Entstehung strahleninduzierter Katarakte in klinisch diagnostischer bzw. interventionellen Radiologie
- Früher Schwellendosis 5 Gy (akute Exposition) bzw. >8 Gy (fraktionierte Exposition) => ICRP-Grenzwert 150 mSv/a (s. P.)
- 2007: ICRP empfiehlt $H_p(3)$ statt $H_p(0,07)$
- 2012: Schwellendosis 0,5 Gy; 20 mSv/a gemittelt über 5 Jahre bei maximal 50 mSv/a (s. P.)
- Stochastischer oder deterministischer Strahleneffekt – bis dato keine klare Zuordnung



Zielsetzungen

- Modellierung und Fertigung eines anthropomorphen Schädelphantoms
- Entwicklung spezieller Augeneinsätze (LiF:Mg,Cu,P – *GR-200A*)
- Praktikabler Messaufbau für verschiedenste Projektionsrichtungen
- Untersuchung der Korrelation zwischen Augenlinsen- und Stirndosis (Konversionsfaktoren)

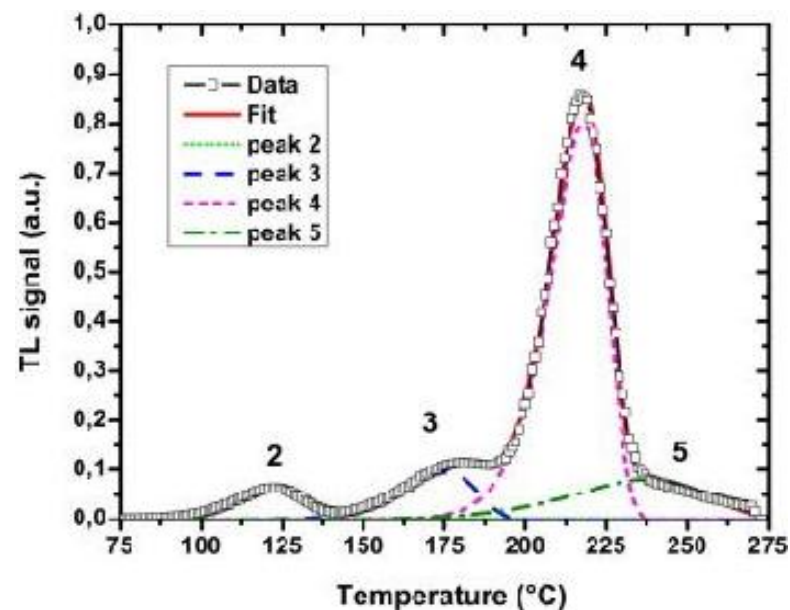


Materialien und Methodik

Thermolumineszenzdosimeter: LiF:Mg,Cu,P GR-200A (4,5 x 0,8 mm)



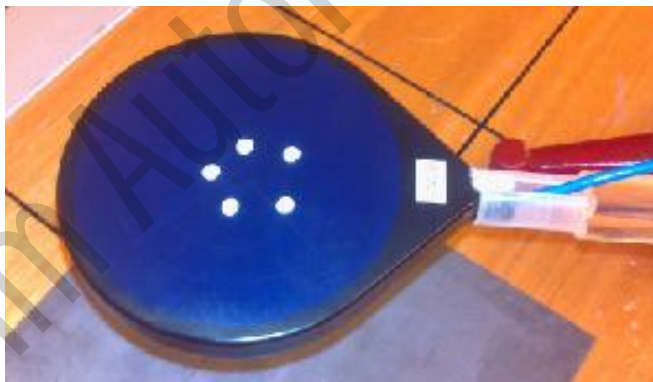
LiF:Mg,Cu,P-TLD-Produktpalette (*Solid Dosimetric Detector and Method Laboratory, China*)



Glowkurven-Normalstruktur für LiF:Mg,Cu,P



- Referenzmessungen (CS-137-Quelle)



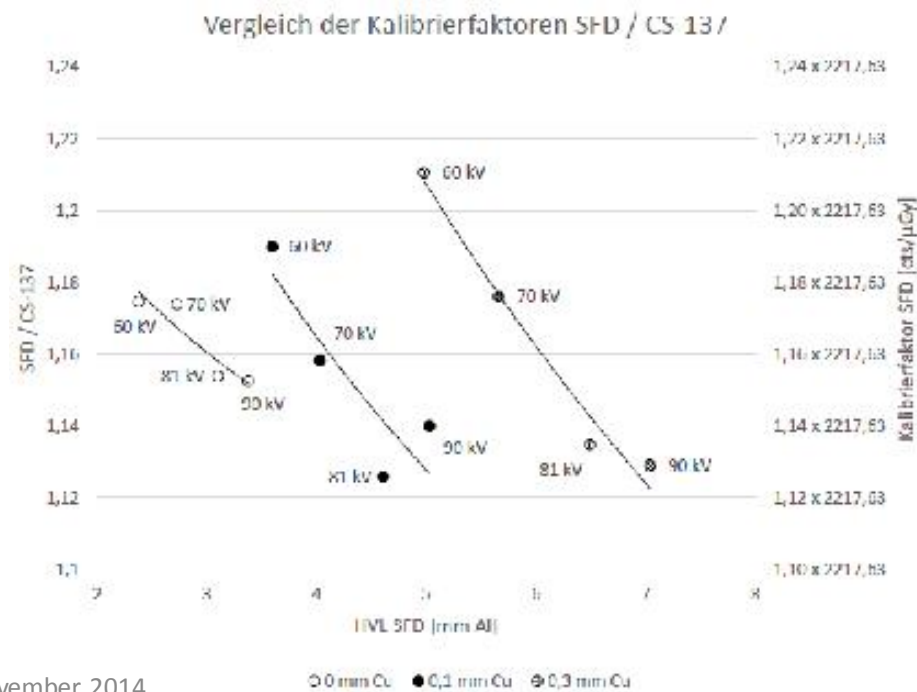
Röntgenkalibrierung mittels SFD-Kammer (PTW-Freiburg)

- Gruppenkalibrierung

- Röntgenkalibrierung

- Untersuchung der HVL

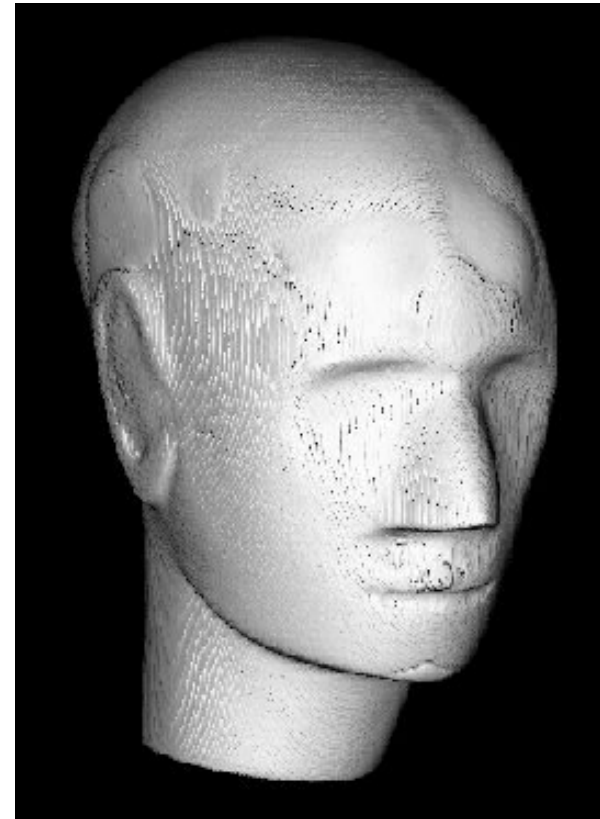
Vergleich der Kalibrierfaktoren (SFD / CS-137)





Entwicklung des Schädelphantoms

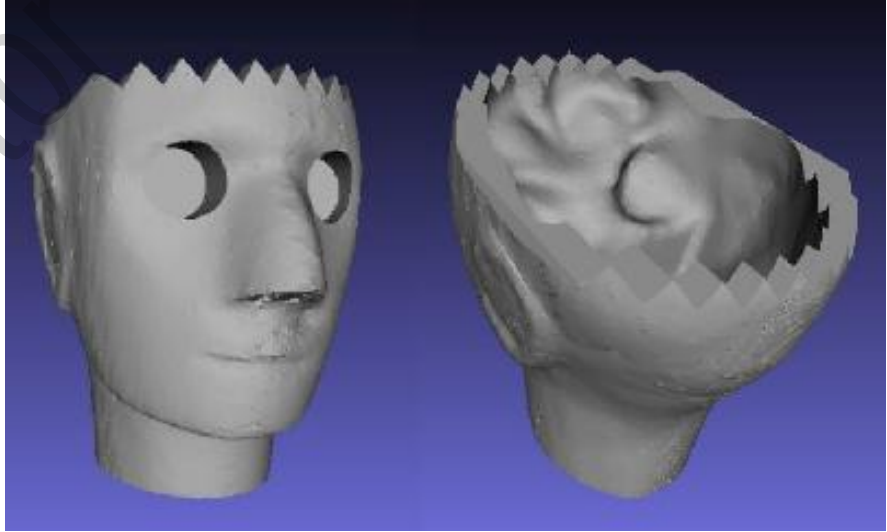
- Modellselektion:
 - CT-Scan *3M-Phantom* (0,6 mm Schichtauflösung)
- Methoden der Bearbeitung:
 - *Analyze 11.0*
 - *Meshlab V1.3.2*
 - *Solid Edge ST5*
- Printvorgang:
 - 3D-Drucker (*Object Eden350V*)



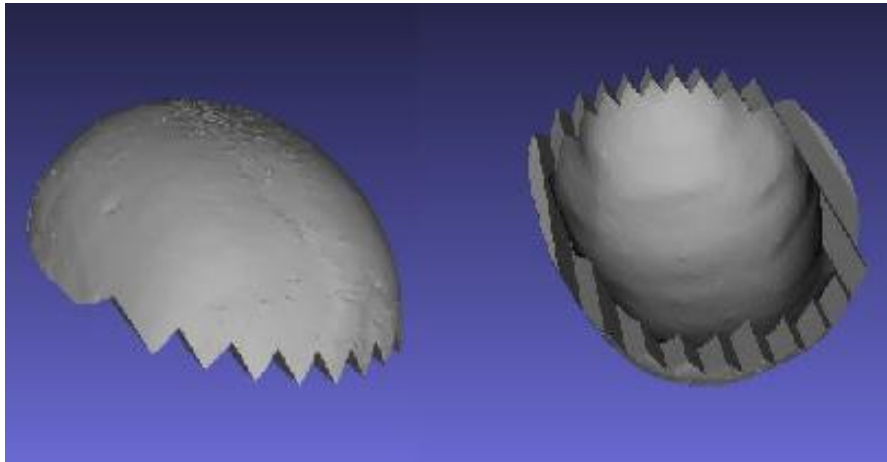
Surface-Rendering *3M-Phantom*



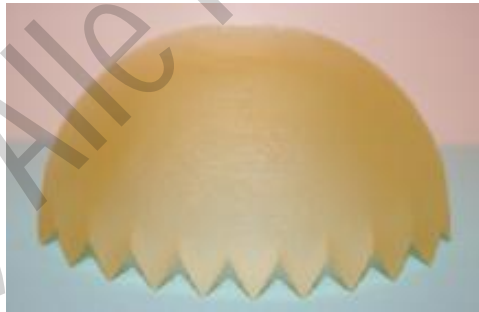
Schnitt in Coronalebene (segmentierte Atemwege)



Druckfertiges Werkstück: *Schädelphantom Teil A*



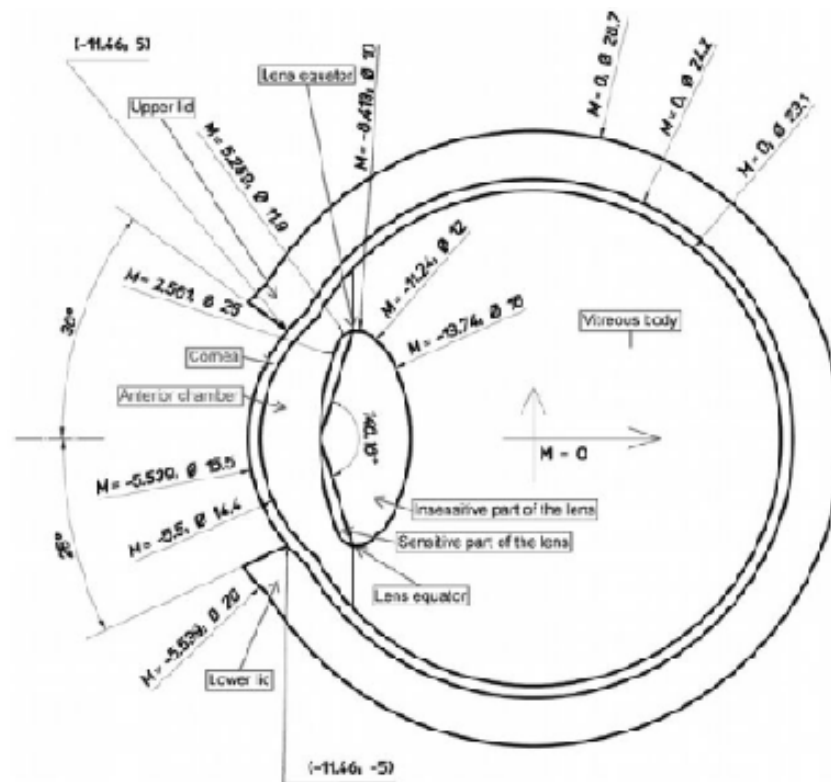
Druckfertiges Werkstück: *Schädelphantom Teil B*





Entwicklung der Augeneinsätze

- Modellselektion:
 - Adaptiert nach *Behrens et al.* [1]
- Methoden der Bearbeitung:
 - *Solid Edge ST5*
- Printvorgang:
 - 3D-Drucker (*Object Eden350V*)

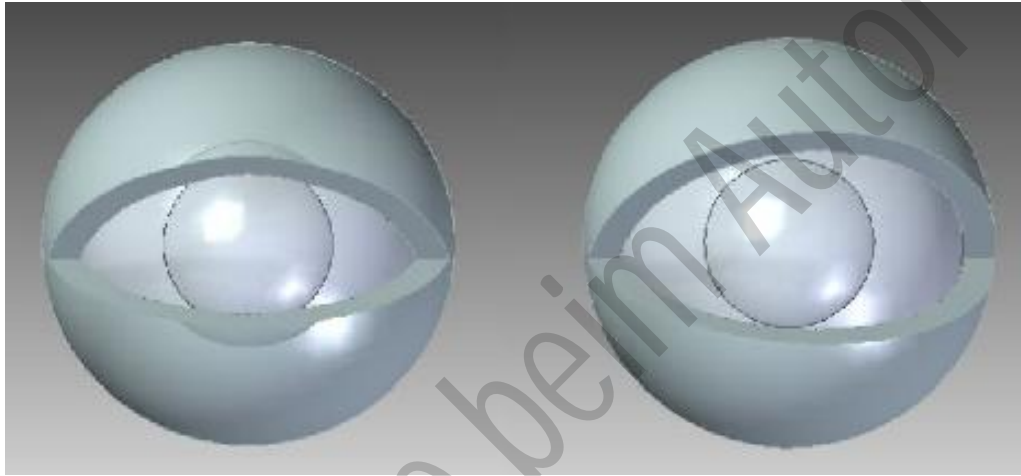


Augengeometriemodell nach *Behrens et al.* [1]

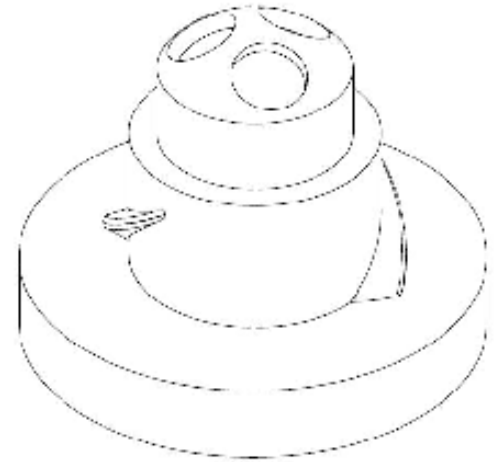
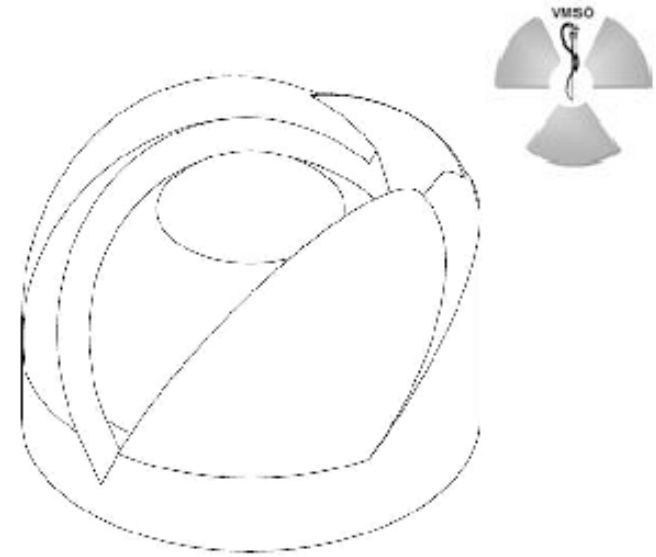
[1]

Behrens, R., G. Dietze, and M. Zankl, *Dose conversion coefficients for electron exposure of the human eye lens.* Phys Med Biol, 2009. **54**(13): p. 4069-87.

Dipl.-Ing. Andreas Wartak - November 2014



Anpassungen der äußeren Lidfalte (links *Behrens et al. [1]*)



3D-Darstellungen des *Außen-* und *Innenteils*



Druckfertige Werkstücke: *Innenteil*, *Außenteil* und *Kappe*

Dipl.-Ing. Andreas Wartak - November 2014





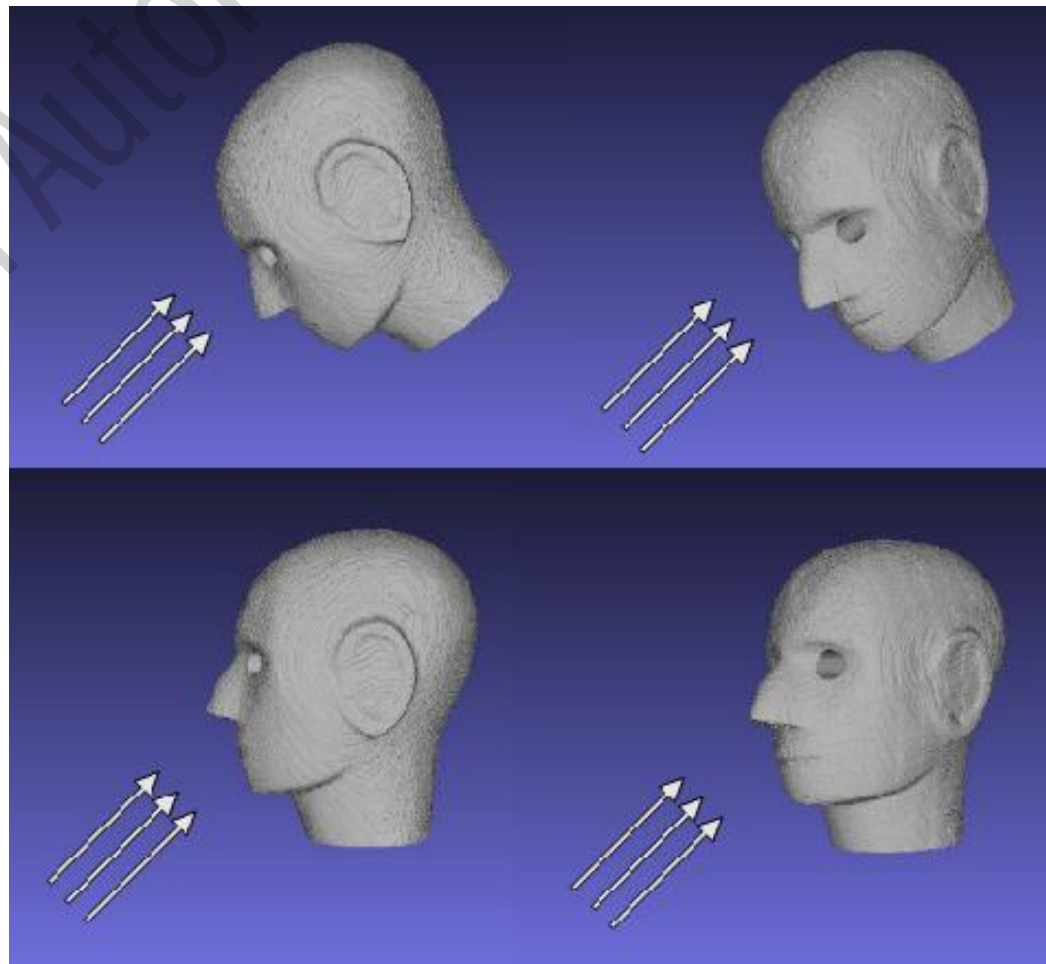
Messungen am Schädelphantom

- Messaufbau
 - Stativ
 - Stativkopf
 - Halterung
- Oberflächenexpositions-Positionen (OEP)
- Bestrahlungsgeometrien (BG)





Oberflächenexpositions-Positionen: *RE Stirn*, *MI Stirn*, *LI Stirn*



Bestrahlungsgeometrien: BG-1 (links oben) – BG-2 (rechts oben) –
BG-3 (links unten) – BG-4 (rechts unten)

Dipl.-Ing. Andreas Wartak - November 2014





Interpretation der Messergebnisse

- BG-1: sehr gute Abschätzung der Augenlinsendosis durch Stirndosis wegen direkt einfallender Strahlung
- BG-2: Abschätzung nicht mehr ohne weiteres möglich; seitliche 45°-Rotation bringt messbare Abweichungen
- BG-3: ähnlich wie BG-1, 45°-Verkipfung bringt quantitative Dosisreduktion von ca. 17 %; gute Abschätzung möglich
- BG-4: Augenlinsendosis und Stirndosis signifikant unterschiedlich; seitliche 45°-Rotation + 45°-Verkipfung, lässt keine Abschätzung mehr zu



Konversionsfaktoren (bzgl. *RE Auge*)

	RE Stirn	LI Auge	LI Stirn	MI Stirn
BG-1	0,98	1,00	1,00	0,99
BG-2	0,97 (0,87 ^[2])	0,89	0,81	0,91 (0,80 ^[2])
BG-3	0,93	0,98	0,96	0,95
BG-4	0,96 (0,87 ^[2])	0,54	0,72	0,86 (0,80 ^[2])

[2] Geber, T., M. Gunnarsson, and S. Mattsson, *Eye lens dosimetry for interventional procedures – Relation between the absorbed dose to the lens and dose at measurement positions*. Radiation Measurements, 2011. **46**(11): p. 1248-1251.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology



Vielen Dank, für Ihre Aufmerksamkeit!



VERBAND FÜR
MEDIZINISCHEN STRAHLENSCHUTZ
IN ÖSTERREICH

AUSTRIAN SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION IN MEDICINE

Dipl.-Ing. Andreas Wartak - November 2014