

# Messungen der Linsendosis in mehreren Abteilungen mit Hp(3) OSL- und TLD-Dosimetern



BARMHERZIGE BRÜDER  
Krankenhaus Regensburg

Fr. Amrei Petermeier, Dr. Harald Ostermeier, Dr. Josef Scherer (Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg)

Dr. Herbert Hödlmoser, Hr. Philip Kleinau, Hr. Johannes Brönnner (Helmholtz Zentrum München)

## Einleitung

Neueste Empfehlungen sprechen davon, dass kein Schwellenwert nachweisbar ist unterhalb dessen eine Schädigung der Augenlinse durch ionisierende Strahlung mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Die Richtlinie 2013/59/EUROTOM legt fest den Grenzwert der Äquivalentdosis für die Augenlinsen auf 20mSv/a bzw. 15mSv/a zu senken (siehe auch Strahlenschutzgesetz). Es wurde im Folgenden in verschiedenen Abteilungen des Hauses die Augenlinsendosis mit  $H_p(3)$  Dosimetern gemessen um zu überprüfen ob der Grenzwert eingehalten werden kann.

## Material und Methoden

Es wurden in acht Abteilungen Messungen über Zeiträume von 1-2 Monaten mit  $H_p(3)$  TLD (Eye-D™, MCP-N, Radcard) bzw. OSL (ALD) Dosimetern des Helmholtz Zentrums München an Mitarbeitern durchgeführt. Zusätzlich wurden in einigen Abteilungen hauseigene (LiF:Mg, Cu, P) TLDs (im Folgenden: TLD#) in eine Halterung, die eine Messtiefe von 3mm simulieren soll, zu Vergleichsmessungen verwendet (Abb. 1). Die Dosimeter wurden in Kombination mit Stirrbandadaptern oder mit Klebeadaptern an bereits vorhandenen Bleiglasbrillen befestigt und an der Stirn zur Röntgenanlage gerichteten Seite getragen. Ein Arzt hat je ein OSL und TLD# Dosimeter innen und außen an der Bleiglasbrille montiert (Abb. 2 mitte), um den Schutzfaktor der Brille zu bestimmen. Bei der enganliegenden Bleiglasbrille, bei der kein Stirrbandadapter verwendet werden konnte, wurden später am Phantom zwei Messorte untersucht (Abb. 2 links). Außerdem wurden das Dosisflächenprodukt und z.T. der BMI des untersuchten Patienten dokumentiert. Linsendosis und DFP wurden zeitlich auf ein Jahr extrapoliert.



Abb. 1: TLD Eye-D™ Radcard (links), OSL/ALD (mitte), hauseigene MCP-N TLD# mit Halterung (rechts)



Abb. 2: Tragemöglichkeiten bei vorhandenen Bleiglasbrillen inkl. Vergleich zweier Messorte A und B (links) sowie außen/innen (mitte)

## Ergebnisse

EPU-Labor		Urologie		Hand/Plast.		Unfall-Chirurgie		Gefäß-Chirurgie		Nuklearmedizin		Herzkath. 2018		Herzkath. 2019		Radiologie		
mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	mSv/a	DFP/a	
0,23	163200	3,5	63357	4800	1,1	25200	3,4	512400	Arzt	2,7	285607	0,9	1069012	8,4	669461			
		0,9	19467	ohne Brille	*	4800	*	321600	Arzt	*	MTA	4,5	836161	0,9	916139	12,5	1026062	mit Brille
		0,4	18073	ohne Brille			*	96000	OP-Pflege			5,2	869493	2,2	853707	*	270000	Neuro mit Brille
		1,6	32274	ohne Brille			*	204000	OP-Pflege			7,2	1050329	1,1	1095170	2,2	513600	MTA ohne Brille
		1,7	31748	ohne Brille														
		0,23	20733	mit Brille														
		0,3	6960	OP-Pflege	ohne Brille													

Tab. 1: Extrapolierte Jahresdosen für die Augenlinsen der einzelnen Abteilungen mit extrapoliertem jährl. DFP [ $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ],

\* unterhalb der Nachweisgrenze (OSL), Eye-D-TLD-Auswertungen ohne Nachweisgrenze

- **Unkritisch:** EPU-Labor, Urologie, Hand- und Plastische Chirurgie, Unfallchirurgie, Gefäßchirurgie
- **Nuklearmedizin** (Diagnostik 33000 MBq/Monat, PET-CT 50d/a mit Appl. von je 3000 MBq/d): Knapp unterhalb der Nachweisgrenze (Korrektur des Untergrunds in einer zweiten späteren Messung); TLD# Auswertung: Arzt 1,7mSv/a und MTA 2,1mSv/a (Untergrundabzug zum Messzeitpunkt)
- **Herzkatheter** (Brille Abb. 2 mitte): 1. Messung mit TLD-Eye-D-Dosimetern → mittlere Dosis 4,9mSv/a → Verbesserung Strahlenschutz (größere Bleiglasscheibe mit Lamellen, neue Patienten-Streustrahlenschürze) → 2. Messung mit OSL-Dosimetern → Reduktion der Linsendosis um Faktor 3-4 (mittlere Dosis 1,3mSv/a), ohne Berücksichtigung des unterschiedlichen Ansprechvermögens von OSL und TLD
- **Intervent. Radiologie** (Brille Abb. 2 links, Messort B): Linsendosis MTA (Stirrbandadapter, ohne Brille) & Neuro-Radiologe (mit Brille) unterhalb Grenzwert bzw. Nachweisgrenze, intervent. Ärzte (mit Brille) mit Dosen von 8,4mSv/a und 12,5mSv/a näher am Grenzwert von 15mSv/a für Kategorie B
- **Vergleich OSL-TLD#:** Anbringung von hauseigenen TLD#s bei Messungen mit OSL-Dosimetern → TLD#-Dosis in Röntgenabteilungen im Mittel um Faktor 1,27±0,27 höher als Dosis der OSL-Dosimeter (ohne Berücksichtigung der Dosimeter unterhalb der Nachweisgrenze, sowie ohne Brillen Abb. 2 links)
- **Messortunterschied:** Bei Brillen aus Abb. 2 (links) lag der Unterschied zwischen OSL (Messort B) und TLD# (Messort A) bei Faktor von 3-4 → Messortüberprüfung am Alderson-Phantom sowohl mit OSL als auch mit TLD# → Bestätigung des Effekts (Faktor 5 höherer Dosiswert an Messort B)
- **Schutzfaktor Bleiglasbrille:** Urologie (Übertischröhre) → Reduktion der Augenlinse um den Faktor 5-12; Herzkatheter (Brille Abb. 2 mitte) → Verhältnis außen/innen 5,5 (OSL) bzw. 4 (TLD#), ohne Berücksichtigung der fehlenden Rückstreuung vom Kopf (durch Brille abgeschirmt)
- **Zusammenhang DFP und Dosis:** Kein abteilungsinterner Zusammenhang zwischen DFP und Dosis bei den Messungen in Abteilungen mit mehreren Mitarbeitern → Bestimmtheitsmaß zwischen 0,37 (Herzkatheter 2018) und 0,46 (Urologie, ohne Arzt mit Bleiglasbrille, ohne OP-Pflege)
- **Einfluss BMI Patient:** Arzt mit höchsten Dosiswert (Herzkatheter 2018) → mittlerer BMI seiner Patienten um 2,7 höher als der Mittelwert aller Patienten

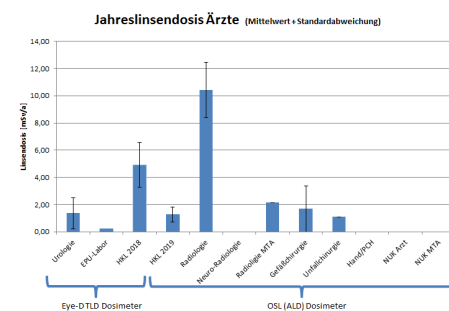


Abb. 3: Mittlere Jahresaugenlinsendosis

## Schlussfolgerung und Diskussion

In unserem Haus sind von einer möglichen Grenzwertüberschreitung maximal die beiden intervent. Radiologen betroffen. Auf Grund des Wertes von 12,5mSv/a wird die Eingruppierung der betroffenen Ärzte in Kategorie A mit dem höheren Grenzwert von 20mSv/a und der jährlichen ärztlichen Untersuchung diskutiert. Außerdem laufen Überlegungen den Strahlenschutz noch weiter zu verbessern, ähnlich wie im Herzkatheter, was die Dosis dort deutlich reduzierte. Im Herzkatheter wurden allerdings bei der ersten Messung TLD-Dosimeter verwendet, deren Material im Energiebereich der Röntgenstrahlung ein Überansprechen aufweist [2], was die Verbesserung der Dosiswerte im Vergleich zur zweiten Messung mit OSL etwas einschränkt. Auch der Vergleich von OSL mit den hauseigenen TLD#s liefert im Rahmen der Messgenauigkeit in den Röntgenabteilungen gute Ergebnisse, die mit dem Ansprechvermögen aus [2] in Einklang zu bringen sind. Die Befestigung von Linsendosimetern mit Stirrband- oder Klebeadaptern bei bereits vorhandenen Bleiglasbrillen war teilweise problematisch. Es gibt keine genormte Trageposition, was zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. Der Wert von 12,5mSv/a wurde mit der Bleiglasbrille (Abb. 2 links) am Messort B gemessen. Am Messort A würde sich die Dosis um einen Faktor von >3 reduzieren. Dies sollte mit einer Brille und genormten Messort überprüft werden. Das Helmholtz Zentrum und Fa. Mavig haben eine Bleiglasbrille mit integriertem Dosimeter (Abb. 4) entwickelt, das immer an der gleichen Stelle misst [1,2]. Auch in der NUK sollte die Messung mit besserer Tragekonsequenz und zeitgleichem Untergrundabzug wiederholt werden. Die Messungen in der Urologie sowie im Herzkatheter mit Dosimeter außen/innen zeigen, dass das Tragen einer Bleiglasbrille eine zusätzliche Schutzwirkung von einem Faktor ~5 zur Folge haben kann. Die nicht vorhandene Korrelation von DFP und Dosis ist neben der Erfahrung des Arztes auch auf den BMI des Patienten und die Körpergröße des Arztes zurückzuführen. Ob es einen mitarbeiterspezifischen Zusammenhang gibt, müsste man über mehrere Messungen in einem längeren Zeitraum pro Mitarbeiter überprüfen.



Abb. 4: Bleiglasbrille mit integriertem Dosimeter