

Strahlenexposition der Hilfspersonen bei dosisintensiven Standardradiographien am Pferd

Constance Busse¹, Matthias Lüpke¹, Peter Stadler², Florian Geburek² und Hermann Seifert¹

Fachgebiet Allgemeine Radiologie und Medizinische Physik¹ und Klinik für Pferde², Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung

Nach Einführung der Richtlinie „Strahlenschutz in der Tierheilkunde“ besteht erhöhtes Interesse, die Strahlenexposition der an Röntgenuntersuchungen beteiligten Personen bei den dosisintensiven Standardaufnahmen zu bestimmen. Während der röntgenologischen Routineuntersuchung in der Klinik für Pferde wurden an den anwesenden Kassettenträgern Expositionsmessungen mit Thermolumineszenzdosimetern (TLD-100H) durchgeführt. Die Dosimeter wurden an sieben Messpunkten auf der Körperoberfläche der untersuchten Personen angebracht. Die Strahlenbelastung bei den dosisintensiven Standardaufnahmen: lateromediale Kniearthrographie (Knie 90°), kaudolaterodorsale Beckenarthrographie (Übersicht Becken) und latero-laterale Halsarthrographien (Hals I bis Hals III) wurde verglichen. Bei radiographischen Standardaufnahmen mit Belichtungsparametern über 16 mAs und mindestens 80 kV wurden an den ungeschützten Augenlinsen und Oberarmen der Kassettenträger mittlere Äquivalentdosen zwischen 15 und 50 μSv je Aufnahme gemessen. Bei sorgfältiger Einhaltung von Verhaltensregeln, die die Strahlenexposition und damit das Gefährdungspotenzial dieser Exposition gering halten, ist die Anwesenheit von Hilfspersonen bei radiographischen Untersuchungen der Halswirbelsäule und des Beckens tolerabel. Im Einzelfall muss dennoch stets der Erkenntnisgewinn durch die radiographische Untersuchung das Strahlenrisiko der anwesenden Personen rechtfertigen (ALARA-Prinzip).

Schlüsselwörter: Strahlenexposition, Strahlenschutz, Radiographie, Pferd, Knie, Becken, Hals, Thermolumineszenzdosimeter

Radiation exposure of auxiliary persons during high dose X-ray examinations of horses

Since the introduction of a new law containing the directive "Radiation Protection in Veterinary Medicine" there has been greater public interest in the amount of radiation dose of people are exposed to during X-ray examinations of pets. Measurements were carried out during daily routine X-ray examinations in the Clinic for Horses (University of Veterinary Medicine, Hannover). For each high dose X-ray examination seven points on the human body were measured with thermoluminescence dosimeters TLD-100H on the cassette holders. The radiation exposure during high dose x-ray examinations was compared. Knee, pelvis and cervix X-ray examinations were included. During standard X-ray examinations with settings over 16 mAs and at least 80 kV the medial equivalent doses measured on the unprotected eye lens and upper arm ranged between 15 and 50 μSv per X-ray examination. By complying with the regulations on radiation protection and the given code of behaviour the radiation exposure is kept to a minimum and the presence of auxiliary persons during radiographic examinations of the cervix and the hip is tolerable. In isolated cases the attainment of knowledge by means of X-rays always has to justify the radiation hazard of those present (ALARA-principle).

Keywords: X-ray-exposure, radiation protection, radiography, horse, knee, pelvic bones, neck, thermoluminescence dosimeters

Einleitung

Die Staaten der Europäischen Union haben sich auf der Grundlage der abgeschlossenen Verträge von Rom 1957 (Europäische Atomgemeinschaft) verpflichtet, die EURATOM Strahlenschutzregelungen in nationales Recht umzusetzen. Die europäischen Regeln sind in den Richtlinien 96/29/Euratom und 97/43/Euratom festgelegt. Diese europäischen Vorgaben wurden durch die Novellierungen der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung, StrlSchV) und Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung, RöV) sowie den daraus resultierenden Richtlinien umgesetzt.

Die RöV, neu gefasst in der Bekanntmachung vom 30.04.2003 und in Kraft getreten am 01.07.2003, regelt die Erzeugung und Nutzung von Röntgenstrahlen. In §2 a-c werden die Strahlenschutzgrundsätze festgelegt. So ist nach §2 a der RöV die Nutzung von Röntgenstrahlen, die zu einer Strahlenexposition beim Menschen führt, nur dann gerech-

fertigt, wenn der (erwartete) wirtschaftliche, soziale oder sonstige Nutzen größer ist, als die mögliche gesundheitliche Beeinträchtigung. Nach §2 b sind die Dosisgrenzwerte nicht zu überschreiten und unnötige Strahlenexpositionen von Mensch und Umwelt zu vermeiden. Gemäß §2 c ist auch unterhalb der Grenzwerte jede Strahlenexposition so gering wie möglich zu halten.

Auf Grundlage der RöV und der StrlSchV vom 20.07.2001 wurde die Richtlinie „Strahlenschutz in der Tierheilkunde“ erlassen. Sie gilt für die diagnostischen und therapeutischen Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in der Tierheilkunde. Zum Schutz strahlenexponierter Personen sind mittels geeigneter Verfahren die Körperdosen unverzüglich zu ermitteln. Personen, die außerhalb ihrer beruflichen Tätigkeit (im Sinne §3 Abs. 2 Nr. 31 StrlSchV oder §2 Nr. 20 RöV) Tiere betreuen, an denen in Ausübung der Tierheilkunde radioaktive Stoffe oder ionisierende Strahlen angewendet werden, sind so genannte Tier-Betreuungspersonen. Diesen Personen ist es erlaubt, während der Untersuchung anwesend

Tab 1 Dosisgrenzwerte (DGW) im Kalenderjahr für die effektive Dosis und einige Organdosen der Bevölkerung und der beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie B im Vergleich.

Körperteil oder Organ	Bevölkerung nach § 32 RöV und § 46 StrlSchV	Beruflich strahlenexp. Personen Kat. B nach RöV und § 45 StrlSchV
Effektive Dosis	DGW < 1 mSv	DGW < 6 mSv
Augenlinsendosis	DGW < 15 mSv	DGW < 45 mSv
Haut, Hände, Unterarme, Füße, Knöchel (beruflich strahlenexponierte Personen Kat. B) bzw. Haut (Bevölkerung)	DGW < 50 mSv	DGW < 150 mSv

zu sein, um das Tier zu beruhigen oder festzuhalten. Dabei sind sowohl Aufzeichnungen über die Unterrichtung der Tier – Betreuungspersonen über Gefahren und Verhaltensweisen im Umgang mit ionisierender Strahlung als auch über die zu ermittelnden Körperdosen zu führen. Die ermittelten Körperdosen sind der Tier-Betreuungsperson auf Verlangen mitzuteilen. Die Strahlenexposition der Tier-Betreuungsperson darf, wie in Tab. 1 dargestellt, den Grenzwert für Einzelpersonen der Bevölkerung von 1 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten (RöV 2002). Im Vergleich beträgt die mittlere natürliche Strahlenexposition in Deutschland 2,1 mSv pro Jahr und die zusätzliche mittlere zivilisatorische Strahlenexposition 1,9 mSv pro Jahr (BMU 2007).

Strahlenschäden, die auf dem Absterben betroffener Zellen beruhen, werden als deterministische Schäden bezeichnet. Die Schwere und das Ausmaß einer Erkrankung sind von der Strahlendosis abhängig, da die Schäden sich erst ab einer bestimmten Anzahl getöteter Zellen einstellen. Deterministische Schäden treten oberhalb einer organspezifischen Schwellendosis auf. Oberhalb dieser Schwellendosis sind die Schäden umso größer, je größer die Strahlendosen sind.

Bei stochastischen Strahlenschäden ist im Gegensatz zu den deterministischen Schäden die Eintrittswahrscheinlichkeit, aber nicht die Schwere der Erkrankung, dosisabhängig. Man geht davon aus, dass es keine Schwellendosis für diese Schäden gibt (Linear Non Threshold-Hypothese, LNT-Hypothese).

Ebenfalls in der Richtlinie „Strahlenschutz in der Tierheilkunde“ ist festgelegt, dass für Personen, die ein Tier während einer Röntgenuntersuchung fixieren, zusätzliche Abschirmhilfen einzusetzen sind und bei der Positionierung von Röntgenfilmkassetten grundsätzlich Haltesysteme anzuwenden sind (Richtlinie „Strahlenschutz in der Tierheilkunde“ 2005).

Durch die Verschärfung der Grenzwerte in der novellierten Röntgenverordnung sind die Strahlenexpositionen aller an den Röntgenuntersuchungen beteiligten Personen von großem Interesse. Insbesondere trifft dies für die Expositionen bei den dosisintensiven Standardaufnahmen zu.

Material und Methode

Um Aussagen über die Gefährdung der Menschen in Abhängigkeit von den durchgeführten Radiographien zu erhalten, wurden die dosisintensiven Routineradiographien in der Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo) untersucht. Dazu wurden bei Routineradiographien des Knies, Beckens und Halses an 227 Personen in der Funktion der Kassettenhalter die Äquivalentdosen mit Thermolumines-

zenzdosimetern (TLD-100H) gemessen. Alle Dosismessungen erfolgten im Röntgenraum der Klinik für Pferde der TiHo. In diesem Raum waren zwei Röntgenröhren vom Typ SRO 33100 mit Röntgenschutzgehäuse des Typs SROT 350 (II) (Fa. Philips Medizintechnik Hamburg) vorhanden. Beide Röhren verfügten über Tiefenblenden mit Lichtvisier und einer Eigenfilterung von 2,5 mm Aluminiumäquivalent.

Die untere Nachweisgrenze der verwendeten TLD-100H betrug 0,5 μ Sv. Die Dosimeter waren an den Messorten Augenlinse, Schilddrüse, Brust, kassettennaher Oberarm, kassettenhaltende Hand, Gonaden und Unterschenkel befestigt. An den Messorten unter der Strahlenschutzkleidung, wie Strahlenschutzschürze, -handschuhe und Schilddrüsenschutz, lagen auch die Dosimeter körpfernah unter dieser Schutzkleidung.

Die Indikation zur radiographischen Untersuchung der jeweiligen Körperregion wurde während des Klinikalltags von den Tierärzten der Klinik für Pferde der TiHo Hannover am Patiententag gestellt. Es wurde aufgrund der radiographischen Indikation eine Auswahl des hier vorgestellten Patiententages getroffen. Bei dieser Auswahl wurden neben der radiographischen Indikation vor allem kooperative oder sedierte Pferde berücksichtigt, um weder die Durchführung der Röntgendiagnostik noch die Dosimeter zu gefährden.

Bei allen untersuchten Radiographien wurden sowohl technische Daten der Untersuchungstechnik (kV-Zahl, mAs-Produkt, zusammengefasst als Belichtungsparameter, Kassettenformat) als auch die verwendete Schutzkleidung, der Erfahrungsstand und die Position der beteiligten Kassettenhalter in Relation zum Pferd aufgezeichnet. Zusätzlich wurden auch die Eigenschaften des zu untersuchenden Pferdes (Rasse, Masse, Bewusstseinszustand) aufgenommen. Sämtliche Radiographien wurden mit einem angestrebten Fokus-Objekt-Abstand von 70 cm durchgeführt. Höhere Expositionen sind bei höheren Belichtungsparametern zu erwarten. Da höhere Expositionen bei höheren Belichtungsparametern, insbesondere größerem mAs-Produkt, zu erwarten sind, werden im Folgenden Untersuchungen zu den Radiographien des Knies, Beckens und Halses vorgestellt. Die bei Radiographien des Knies und des Beckens am stehenden Pferd verwendeten Untersuchungsparameter sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Die in die Expositionsmessungen eingegangenen Radiographien des Halses umfassten sowohl latero- laterale Untersuchungen der cranialen bis caudalen Halswirbelsäule als auch latero- laterale Untersuchungen der Weichteile des Halses, insbesondere bei Fragestellungen zu Luft- oder Speiseröhre. Die für die Untersuchungen des Pferdehalses verwendeten Untersuchungsparameter sind in Tab. 3 aufgeführt.

Tab 2 Untersuchungsparameter bei Knie- und Beckenradiographien an stehenden Warmblutpferden.

	Knie 0° bzw. 180°	Knie 90°	Becken
Pferdemasse	480 - 520 kg	480 - 600 kg	520 - 580 kg
Belichtungsparameter	109 - 125 kV 25 - 32 mAs	77 - 125 kV 16 - 32 mAs	117 - 150 kV 80 - 100 mAs
Kassettenformat	24 cm x 30 cm	24 cm x 30 cm	24 cm x 30 cm oder 30 cm x 40 cm

Tab 3 Technische Untersuchungsparameter und Pferdemassen bei Halsradiographien

Pferdemasse	450 – 600 kg
Belichtungsparameter	81 – 102 kV 20 – 25 mAs
Kassettenformat	24 cm x 30 cm oder 30 cm x 40 cm

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen sind im Folgenden in Boxplots dargestellt. In den Boxplots sind die Minimal- bzw. Maximalwerte eingetragen. Die Boxen begrenzen das 25 %- und das 75 %-Quantil. Der Querstrich in der Box gibt den Median an, das kleine Quadrat den arithmetischen Mittelwert.

Die bei den Knieradiographien ermittelten Werte zeigen, dass an den durch Strahlenschutzkleidung bedeckten Messorten (Schilddrüse, Oberkörper, Hand und Gonaden) deutlich kleinere Dosen auftreten als an den ungeschützten Augenlinsen und Oberarmen. Am Oberkörper, den Gonaden und den Unterschenkeln waren die Dosismittelwerte kleiner als die untere Nachweisgrenze der verwendeten Thermolumineszenzdosimeter ($0,5 \mu\text{Sv}$). Wie in Abb. 1 dargestellt, zeigt gerade die Auswertung der Messungen während der Radiographien des Knies in 90° Projektion die geringe Exposition von ca. $5 \mu\text{Sv}$ der kassettennahen Hand, die vom Strahlenschutzhandschuh abgeschirmt wurde. An der geschützten Schilddrüse wurden im Mittel etwa $10 \mu\text{Sv}$ gemessen. Die ungeschützten Augenlinsen und Oberarme wurden im Mittel mit etwa $50 \mu\text{Sv}$ je Aufnahme exponiert. In der 0° bzw. 180° Projektion wurde der Kassettenhalter an Augenlinse und Oberarm im Mittel mit ca. $25 \mu\text{Sv}$ je Aufnahme und Messort exponiert. Unter Beachtung der Messgenauigkeit der Dosimeter wurden mittlere effektive Dosen der Kassettenhalter bei Knieradiographien von ca. $3 \mu\text{Sv}$ pro Aufnahme abgeschätzt (s. Tab. 4).

Die Messungen am Kassettenhalter während der Radiographien des Beckens am stehenden Pferd zeigen ebenfalls das erwartete Ergebnis, dass an den ungeschützten Messorten höhere Strahlenexpositionen auftraten, als an den geschützten Messorten. So ergaben sich auch hier an den von Strahlenschutzkleidung bedeckten Messorten Dosismittelwerte, die kleiner als die untere Nachweisgrenze der verwendeten Thermolumineszenzdosimeter waren. An der ungeschützten Augenlinse wurden bei den Beckenradiographien im Mittel $17 \mu\text{Sv}$ und an den ungeschützten Oberarmen im Mittel $6 \mu\text{Sv}$ gemessen.

Die Ergebnisse der latero-lateralen Halsradiographien zeigen keinen so deutlichen Unterschied zwischen den geschützten und ungeschützten Messorten. Bei der Durchführung der Halsradiographien trugen nur ein Teil der Kassettenhalter einen

Schilddrüsenschutz. Die ungeschützte Schilddrüse wurde im Mittel mit $7 \mu\text{Sv}$ exponiert, während die vom Schilddrüsenschutz bedeckte Schilddrüse im Mittel mit weniger als $5 \mu\text{Sv}$ belastet wurde. Am ungeschützten Oberarm wurde ebenfalls eine mittlere Dosis von ca. $5 \mu\text{Sv}$ ermittelt. An der ungeschützten Augenlinse ergab sich ein mittlerer Dosiswert von $17 \mu\text{Sv}$, während am geschützten Oberkörper eine mittlere Dosis von ca. $12 \mu\text{Sv}$ festgestellt wurde. Die anderen geschützten Messorte (Hand, Gonade, Unterschenkel) wurden einer mittleren Dosis unterhalb der Nachweisgrenze ausgesetzt.

Die Ergebnisse der Dosismessungen während der einzelnen latero-lateralen Halsradiographien variierten in Abhängigkeit von der untersuchten anatomischen Region. Craniale Halswirbelsäulenuntersuchungen führten im Mittel zu höheren Expositionen als die weiter caudalen. Bei den radiographisch sehr anspruchsvollen Halsuntersuchungen waren Augenlinsendosen bis zu $160 \mu\text{Sv}$ und Oberarmdosen bis zu $580 \mu\text{Sv}$ pro Aufnahme messbar. Die mittleren Augenlinsenexpositionen betragen je nach untersuchter anatomischer Region zwischen 10 und $22 \mu\text{Sv}$.

Die mittleren Augenlinsendosen und die unter Beachtung der Messgenauigkeit der Dosimeter abgeschätzten mittleren effektiven Dosen der Kassettenhalter bei Aufnahmen an Knie, Pferdebecken und Pferdehals sind in Tab. 5 zusammenfassend dargestellt.

Diskussion

Die Messergebnisse bei dosisintensiven Standardradiographien am Pferd zeigen, dass an den geschützten Messorten im Allgemeinen keine Dosismittelwerte über der unteren

Tab 4 Mittlere Augenlinsendosen und effektive Dosen der Kassettenhalter bei einzelnen Standardradiographien mit höheren Belichtungsparametern.

Aufnahme	Mittlere Dosis an der Augenlinse je Aufnahme	Mittlere effektive Dosis je Aufnahme
Hals ges.	$17 \mu\text{Sv}$	$3,9 \mu\text{Sv}$
Knie 0°	$27 \mu\text{Sv}$	$2,7 \mu\text{Sv}$
Knie 90°	$49 \mu\text{Sv}$	$3,4 \mu\text{Sv}$
Becken	$17 \mu\text{Sv}$	$9,3 \mu\text{Sv}$

Tab 5 Maximale Aufnahmeanzahl bis zum Dosisgrenzwert bei mittlerer Exposition je Aufnahme im Kalenderjahr für Kassettenhalter in der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

	Halslatero-lateral	Knie 90°
Personal	1400	650
Tier - Betreuungsperson	230	210

Nachweisgrenze ($0,5 \mu\text{Sv}$) auftraten. Falls doch Dosiswerte nachweisbar waren, wie z.B. an der Hand bei Knieradiographien (Abb. 1), so sind die Werte im Vergleich zu den Jahresgrenzwerten (Tab. 1) so klein, dass auch bei einer sehr hohen Aufnahmezahl die Grenzwerte nicht erreicht werden.

Eine Ausnahme stellen die Messergebnisse an der Schilddrüse bei Halsradiographien dar, s. Abb. 2. Das Tragen des Schilddrüsenschutzes reduziert die mittlere Dosis von $7 \mu\text{Sv}$ auf lediglich $5 \mu\text{Sv}$. Der Dosisunterschied von $2 \mu\text{Sv}$ ist nicht signifikant. Selbst mit Schilddrüsenschutz ergibt sich also eine Dosis über der unteren Nachweisgrenze, während z.B. an den geschützten Gonaden keine Dosis nachgewiesen werden kann. Möglicherweise waren die Dosimeter nicht immer vollständig durch den Schilddrüsenschutz bedeckt.

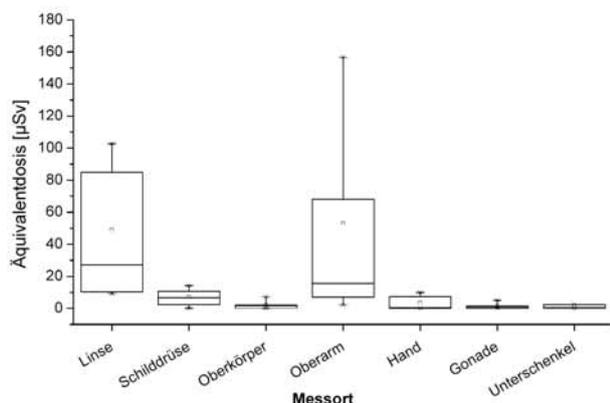


Abb 1 Boxplotdarstellung der Äquivalentdosen der Kassettenhalter bei Knieradiographien in 90° Projektion an den Messorten Augenlinse (Linse), Schilddrüse, Oberkörper, Oberarm, Hand, Gonade und Unterschenkel.

Box plot of the equivalent doses of the cassette holders during radiographies of the knee in 90° projection at the points of measurement ocular lens, thyroid, upper part of the body, upper arm, hand, gonad and lower leg.

Auffällig ist auch, dass selbst ohne Schilddrüsenschutz die Dosiswerte an der Schilddrüse deutlich kleiner sind als an den Augenlinsen. So betragen die mittleren Schilddrüsendosen bei Knie- und Halsradiographien ca. $7 \mu\text{Sv}$, während die Augenlinsendosen bei $49 \mu\text{Sv}$ (Knie 90°) bzw. $17 \mu\text{Sv}$ (Hals) liegen. Da beide Organe nur einen geringen Abstand zu einander aufweisen, sind auch ähnliche Dosiswerte an Auge und Schilddrüse zu erwarten. Vermutlich waren die Dosimeter, die die Schilddrüsendosis messen sollten, teilweise durch die Strahlenschutzschürze abgedeckt, so dass die tatsächlichen Dosiswerte an der ungeschützten Schilddrüse eher unterschätzt werden. Bei dosisintensiven Radiographien sollte die Schilddrüse geschützt werden.

Bei den Ergebnissen der Halsradiographien fällt der relativ hohe Mittelwert der Oberkörperdosis von ca. $10 \mu\text{Sv}$ auf. Dieser Mittelwert wird durch einen sehr hohen Einzelwert von $220 \mu\text{Sv}$ verursacht. Vermutlich war bei dieser Messung das Dosimeter nicht mehr von der Strahlenschutzschürze bedeckt, weil diese während der Durchführung der Radiographie veruscht war. Betrachtet man aber den Median der Oberkörperdosen, so fällt dieser mit ca. $1 \mu\text{Sv}$ ausreichend klein aus. Im Vergleich zu den für das Kalenderjahr festgelegten Grenzwerten der effektiven Dosis von 1mSv für die Tierbetreuungs-

personen und 6mSv für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B, scheinen die gemessenen Äquivalentdosen und abgeschätzten effektiven Dosen je Aufnahme (Tab. 4) zunächst nicht erheblich zu sein. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die Jahresdosis aus dem Produkt der Dosis pro Aufnahme und der Aufnahmeanzahl pro Jahr ergibt. In Abhängigkeit von der Häufigkeit der hier untersuchten Aufnahmen in einer Klinik bzw. Praxis, können sich nicht unerhebliche Jahresdosen ergeben.

Die Messergebnisse zeigen, dass bei regelmäßig durchgeführten Standardaufnahmen mit höheren mAs-Produkten die Exposition der Augenlinse der Kassettenhalter eine Begrenzung der Anzahl der jährlichen Radiographien oder das Tragen einer Schutzbrille erfordert. Hier betragen die für das

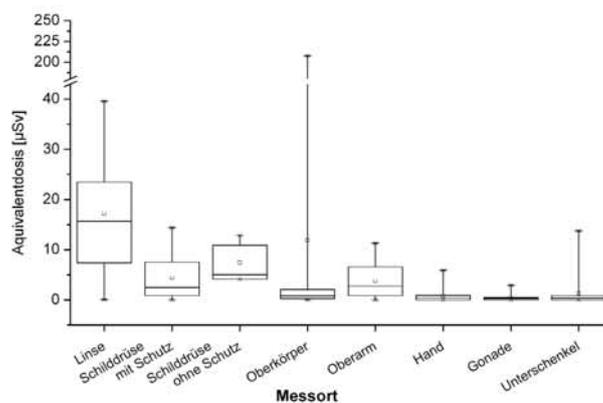


Abb 2 Boxplotdarstellung der Äquivalentdosen der Kassettenhalter bei latero-lateralen Halsradiographien an den Messorten Augenlinse (Linse), Schilddrüse mit Schutz, Schilddrüse ohne Schutz, Oberkörper, Oberarm, Hand, Gonade und Unterschenkel.

Box plot of the equivalent doses of the cassette holders during latero lateral radiographies of the neck at the points of measurement ocular lens, thyroid with protection, thyroid without protection, upper part of the body, upper arm, hand, gonad and lower leg.

Kalenderjahr festgelegten Grenzwerten zurzeit 15mSv für die Tier – Betreuungspersonen und 45mSv für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B.

Auf Grundlage der Dosismessungen sind für die Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule maximale Aufnahmezahlen für Personal hochgerechnet worden. Da bei den hier vorliegenden Dosiswerten die Messunsicherheit relativ groß ist, wurde eine konservative Abschätzung der Aufnahmezahlen auf Grundlage der Dosismittelwerte unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit durchgeführt. Unter der Annahme, eine beruflich strahlenexponierte Person der Kategorie B würde innerhalb eines Kalenderjahres ausschließlich als Kassettenhalter einer Standardradiographie fungieren und dabei einer mittleren Exposition ausgesetzt werden, dürfte sie an 1400 latero-lateralen Halsradiographien teilnehmen bis der Dosisgrenzwert der effektiven Dosis erreicht wäre. Würde sie ausschließlich als Kassettenhalter mit mittlerer Exposition an Knieradiographien in 90° Projektion fungieren, wäre nach 650 Aufnahmen der Dosisgrenzwert der Augenlinsen überschritten. In Tab. 5 sind die entsprechenden Aufnahmeanzahlen auch für die Tier - Betreuungspersonen angegeben. Diese berechneten Aufnahmeanzahlen gelten nur für Radiographien, die im Röntgenraum der Klinik für Pferde der Tierärzt-

lichen Hochschule Hannover unter den im Untersuchungszeitraum üblichen Bedingungen angefertigt werden.

Diese Untersuchung zeigt, dass nicht die Hand der Kassettenhalter das am stärksten gefährdete Körperteil ist, wie von anderen Autoren (*Tempel* und *von Zallinger* 1998) beschrieben, sondern die Augenlinse. Im Zuge der noch immer laufenden Auswertungen von Langzeitüberwachungen der japanischen Atombombenopfer, gibt es neue Bewertungen zur Strahlenempfindlichkeit der Augenlinse. Bisher wurde angenommen, dass die Schwellendosis für die Entstehung eines behandlungsbedürftigen Katarakts bei etwa 2 bis 5 Sv Lebensdosis liegt. Nach neuesten Ergebnissen einer japanischen Forschergruppe (*Neriishi et al.* 2007) liegt die Schwelle für die akkumulierte Dosis jedoch nur noch bei 0,1 Sv, genauer: mit 95%-Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und 0,8 Sv. Die Daten dieser Auswertung sind allerdings auch mit der Annahme verträglich, dass überhaupt keine Schwellendosis für die Kataraktentstehung existiert. Sollten sich diese Ergebnisse bestätigen, ist mit einer deutlichen Reduzierung der bisherigen Jahreshgrenzwerte zu rechnen, um eine mögliche gesundheitliche Beeinträchtigung zu vermeiden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich bei Anwendung aller Strahlenschutzmaßnahmen die Durchführung dosisintensiver Radiographien am Pferd rechtfertigen lässt. Die Einhaltung der Jahreshgrenzwerte ist im Normalfall möglich. Da die RöV aber eine Minimierung der Strahlenbelastung fordert, sollte bei den dosisintensiven Radiographien

besonders auf Strahlenschutzmaßnahmen geachtet werden. Neben der korrekten Positionierung der beteiligten Personen, der Verwendung von Kassettenhaltern, sollten neben der Strahlenschutzschürze auch Strahlenschutzhandschuhe und ein Schilddrüsenschutz getragen werden. Insbesondere im Anbetracht der neuesten Erkenntnisse zur Kataraktentstehung sollten bei der Durchführung dosisintensiver Radiographien Strahlenschutzbrillen getragen werden.

Literatur

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - BMU (2007): Jahresbericht 2006 Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. www.bmu.de/strahlenschutz/downloadds.doc/38070.php
- Neriishi K. et al.* (2007) Postoperative Cataract Cases among Atomic Bomb Survivors: Radiation Dose Response and Threshold. *Radiation Res.* 168, 404-408
- Richtlinie „Strahlenschutz in der Tierheilkunde“ (2005) GMBI. 666 RöV (2003). Bundesgesetzbl. T I 2003, 604
- Tempel K.* und *von Zallinger C.* (1998) Bewertung der beruflichen Strahlenexposition in der tierärztlichen Röntgendiagnostik. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 111, 261-284

Dr. Matthias Lüpke
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Allgemeine Radiologie und Medizinische Physik
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover
matthias.luepke@tiho-hannover.de