

5. Auswahl geeigneter Bilderzeugungssysteme, damit die Expositionszeit so kurz wie möglich gehalten wird.

SCHLEITER 1959 (76), BOLZ 1960 (14), HARTUNG und MÜNZER 1984 (65), VÖSTER 1999 (214), HARTUNG 2000 (67)

Je mehr Strahlung zur Anfertigung einer Röntgenaufnahme benötigt wird, desto mehr Streustrahlung entsteht. So bedingt eine kürzere Belichtungszeit eine geringere Strahlenbelastung für den Patienten und das anwesende Personal. Wird die Belichtung jedoch zu stark verkürzt oder wird auf eine wichtige Aufnahme verzichtet, z.B. die zweite Ebene, so hat die Aufnahme eine verminderte diagnostische Aussage (HARTUNG (67)).

Es werden spezielle Filme wie z.B. Duro-Filme (SCHLEITER 1959 (76), BOLZ 1960 (14)) sowie Verstärkerfolien mit passenden Film-Folienkombinationen (SCHLEITER 1959 (76), BOLZ 1960 (14), HARTUNG und MÜNZER 1984 (65), HARTUNG 2000 (67)) zur Verkürzung der Expositionszeit empfohlen.

1959 empfehlen MACHERAUCH und THELEN für Leuchtschirme, bei Geräten bis maximal 120 kV, einen Bleigleichwert von 2,3mm. MEHRKENS (125) fordert 1961 einen beweglichen Leuchtschirm, der bei der Durchleuchtung unabhängig von der Röntgenröhre bewegt werden kann. SCHNITZLEIN (189) dagegen bevorzugte 1959 eine Kopplung des Leuchtschirmes mit der Röntgenröhre, so dass der Zentralstrahl in die Mitte des Leuchtschirmes trifft. Ein Gerät, welches vom Leuchtschirm getrennt ist, wurde in der ehemaligen DDR gemäß Strahlenschutznormen der Humanmedizin DIN 6811, 6812, 6813 verboten. Bei einer Untersuchung von HARTUNG (60) wurden noch im Jahr 1970 Leuchtschirme ohne feste Verbindung mit der Röhre in einigen Berliner Tierarztpraxen genutzt!

Durch die Verabschiedung der 1. Röntgenverordnung 1973 wurde die Durchleuchtung von Menschen, unter Benutzung von Durchleuchtungsschirmen, grundsätzlich verboten. Für die Benutzung von Bildverstärkergeräten wurde eine Höchstdosis von 10 mR/h am Arbeitsplatz des Untersuchers festgeschrieben.

Bei der Auswahl zwischen der Nutzung eines Röntgengerätes und eines Durchleuchtungsgerätes ist man heute noch zum Teil der Meinung, dass bei der Durchleuchtung mit sehr geringen Stromstärken (mA) gearbeitet wird und daher die Strahlenbelastung deutlich verringert ist. Dies ist jedoch ein Trugschluss, da die Expositionszeiten um ein Vielfaches länger sind, meist über drei Minuten (HARTUNG und CLAUSS 1967 (63), HARTUNG und MÜNZER 1984 (65), HARTUNG 2000 (67)). Auch bei der Durchleuchtung mit Bildverstärker wird viel Zeit benötigt, da das Eingangsbild sehr klein ist und die Untersuchung eines größeren Objektes lange Zeiten voraussetzt. (HARTUNG 2000 (67))

Ein weiterer Aspekt war in einer Untersuchung von HARTUNG (59), die Finanzierung der Geräte. 1969 nutzten 8 Tierarztpraxen die Durchleuchtung, da sie keinen Zeitaufwand für die Entwicklung und keine höheren Kosten für Filme, Dunkelkammer und Kassetten aufbringen wollten. Diese Argumente konnten von HARTUNG widerlegt werden, da ein Durchleuchtungsgerät erheblich mehr als das einfachste Aufnahmegerät kostete und da die Adaptation der Augen an die Dunkelheit mindestens 15 Minuten dauert. Die Entwicklung der Filme benötigt einen geringeren Zeitraum. Bei einem Bildverstärkerdurchleuchter wird zwar keine Adaptationszeit benötigt, jedoch ist er extrem teuer. Je nach gewünschtem Anwendungsbereich wird das Durchleuchtungsgerät als chirurgisches Hilfsmittel, die Aufnahme jedoch als chirurgisches Hilfsmittel und als Hilfsmittel für die Innere Medizin genutzt. Das Auflösungsvermögen ist bei Aufnahmen zwei bis zehn mal besser, so dass die Strukturen genauer erkennbar sind. Weiterhin sind Röntgenbilder archivierbar und Verlaufskontrollen sind möglich. Diese Bilder können auch als Dokument oder Beweismittel herangezogen werden. Ein Durchleuchtungsbild jedoch wird subjektiv vom Untersucher gedeutet. Ein Vorteil der Durchleuchtung ist es, Bewegungsabläufe beobachten zu können,

z.B. mit Kontrastmittel. Es wurden Dosismessungen bei der Nutzung des Durchleuchtungsgerätes durchgeführt. Dabei konnte durch das Schließen von Blenden, bis diese am Rand des Durchleuchtungsbildes zu erkennen waren, eine verringerte Strahlenbelastung erreicht werden, die jedoch immer noch zehn mal größer ist als eine Aufnahme.

So wurde schon von BOLZ 1960 (14) eine Vermeidung der Durchleuchtung empfohlen. Auch SCHNITZLEIN 1959 (189) und MEHRKENS 1961 (125) empfehlen eine Beschränkung der Durchleuchtung. SCHNITZLEIN führte Dosismessungen bei der Durchleuchtung durch und kam zu dem Ergebnis, dass eine zu starke Strahlenexposition für den Untersucher und das Haltepersonal besteht, die durch den Strahlenschutz nicht ausreichend verringert wird. MEHRKENS empfiehlt weiterhin nur Geräte zu nutzen, die sich auf dem neuesten Stand der Technik befinden.

HARTUNG (67) kommt zu dem Schluss, dass die Durchleuchtung eine Zusatzuntersuchung ist, die eine streng begrenzte Indikationsstellung besitzt. Die Aufnahmetechnik ist die röntgenologische Grunduntersuchung.

6. *Tranquilizer, Narkose und andere Methoden zur Ruhigstellung der Tiere*

SCHLEITER 1959 (76), BOLZ 1960 (14), NAGEL 1973 (142)

SCHLEITER (76) versucht zusätzlich die Tiere abzulenken. Dabei setzt er z.B. den Pferden Futter bei Aufnahmen an den Extremitäten vor. BOLZ (14) und NAGEL (142) empfehlen für Aufnahmen von widerspenstigen Tieren die Sedation und wenn nötig die Narkose. Bei ihnen steht an erster Stelle der Personenschutz, so dass das Hilfspersonal den Raum verlassen kann. HARTUNG (67) sieht 2000 eine Kontraindikation bei der Thorax- und Abdomenaufnahme von Tieren in Sedation oder Narkose, da die Exposition nach Beobachtung der Atmung auszulösen ist. Eine optimale Aufnahme kann nur in tiefer Inspiration, eine optimale Abdomenaufnahme in maximaler Expiration angefertigt werden. Vergleicht man den heutigen Stand der Röntgentechnik und des Strahlenschutzes mit dem von 1959, so ist es sicherlich vereinbar, dass das Personal in bestimmten Positionen, während der Exposition, unmittelbaren Kontakt zum Tier hat.

7. *Aufstellung der Geräte nach Arbeitsschutzbestimmungen*

SCHLEITER 1959 (76), SCHNITZLEIN 1959 (189), HARTUNG 1973 (58), HOLBACH 1998 (78)

SCHLEITER (76) und SCHNITZLEIN (189) erwähnen erstmals 1959 die gesetzlichen Bestimmungen des Strahlenschutzes in der DDR, welche in den *Arbeitsschutzbestimmungen 950* vom 25.11.1954 und im *Gesetzblatt I/55, Nr. 4(2)* festgelegt sind. Zusätzlich werden die *Erläuterungen zu den Strahlenschutznormen DIN 6811, 6812, 6813*, die von Schaal verfasst wurden, erläutert. In diesen gesetzlichen Bestimmungen wird eine Wochendosis für Beschäftigte von weniger als 0,3 r festgelegt. Die Belastung der Hände und der Füße darf die Dosis von 1,5r pro Woche nicht übersteigen. Weiterhin wird in ihnen bestimmt, dass bei der Durchleuchtung und bei Röntgenaufnahmen Schutzkleidung getragen werden muss. Ein Herabsetzen der Sekundär- und Tertiärstrahlung wird durch das Verwenden von Tuben, Einblendung und die Entfernung des Gerätes vorgeschrieben. So muss ein Durchleuchtungsgerät mindestens zwei Meter von der Wand entfernt sein. Der Primärstrahl darf dabei nicht auf die Türe gerichtet werden. Es wird auch eine Kopplung zwischen der Röntgenröhre und dem Leuchtschirm gefordert, so dass der Zentralstrahl in die Mitte des Leuchtschirmes trifft. Ein vom Gerät getrennter Leuchtschirm

wird schon damals verboten. Der Schaltraum sollte einen getrennten Zugang haben und die Türen müssen aus Blei sein.

Es wird auch eine genaue Buchführung über den Einsatz des Personals vorgeschrieben. Im April 1971 tritt in der DDR die *Arbeitsschutzanordnung 980* in Kraft, bei der SCHNITZLEIN und SCHLEITER deutlich mitgearbeitet haben (142). In ihr wird bei ortsunabhängigen Röntgeneinrichtungen ein Abstand des Mitarbeiters vom Patienten und dem Röntgenstrahler von mindestens zwei Metern gefordert. SCHNITZLEIN (189) kommt zu dem Schluss, dass auch in der Veterinärmedizin die gesetzlich geforderten Strahlenschutzbestimmungen, wie in der Humanmedizin, unter Ausschöpfung aller Möglichkeiten, eingehalten werden können.

Mit der Verabschiedung der ersten *Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen* am 01.09.1973 wurde in der Bundesrepublik Deutschland der erste Grundstein einer einheitlichen Regelung für den Umgang mit Röntgenstrahlen geschaffen. In ihr wird die Dosis von 100 mR/h bei einem Abstand von einem Meter zum Röntgengerät festgelegt. Blenden, Tubusse und Filter werden jedoch nicht explizit gefordert. Das Röntgengerät muss eine Bauartzulassung besitzen. Der Röntgenraum muss ein geschlossener Raum sein. In ihm befindet sich der Kontrollbereich, in dem sich nur der Tierarzt, sein Hilfspersonal und der Tierbesitzer mit Schutzkleidung aufhalten dürfen.

In der *Arbeitsschutzanordnung 980* vom April 1971 wird in der DDR zusätzlich eine Kennzeichnung des Kontrollbereiches, sowie besondere Gefahrenstellen durch Strahlenwarnzeichen wie z.B. optischen Signalen oder Warneinrichtungen gefordert (SCHNITZLEIN 1959 (189)). Weitere Arbeitsplätze oder Verkehrswege dürfen nicht vorhanden sein. Ausnahmen gelten, wenn der Zustand des Tieres oder dessen Größe eine Aufnahme außerhalb des Raumes zwingend vorschreibt.

8. Strahlenschutzverantwortlicher und -beauftragter

HARTUNG 1970 (57), HARTUNG 1973 (58), NAGEL 1973 (142), ZICKGRAF 1973 (228)

Der Strahlenschutzverantwortliche ist der Betreiber der Röntgenanlage, welcher in den meisten Fällen der Tierarzt selber ist. Er wurde in Deutschland mit der ersten Röntgenverordnung am 01.09.1973 bestimmt (§§13 und 14 RöVO) und muss die erforderliche Fachkunde über Strahlengefährdung und Schutzmaßnahmen, sowie eine Zuverlässigkeit besitzen. Gemäß der ersten Röntgenverordnung ist es weiterhin seine Aufgabe:

- Überprüfung der Wirksamkeit der Strahlenschutzeinrichtungen durch eine zu bezeichnende Stelle und Wiederholung der Prüfung in bestimmten Zeitabständen auf Verlangen der Behörde (§38).
- Sorge dafür zu tragen, dass ausreichend Schutzkleidung getragen wird (§19),
- unberechtigte Personen bzw. ungeeignete Personen aus dem Kontrollbereich ausschließen (§18 Abs. 3, 4, 6, 8, 9),
- Ausschluß von sonstigen Personen, deren Anwesenheit bei der Durchführung der Röntgenuntersuchung nicht erforderlich ist (§18 Abs. 3 Nr. 6), oder die sich nicht zu ihrer Ausbildung, Weiterbildung, Fortbildung oder Erlangung der für den Strahlenschutz erforderlichen Kenntnisse im Kontrollbereich aufhalten müssen (§18 Abs. 3 Nr. 5),
- Sorge dafür zu tragen, dass die höchstzulässigen Dosen für beruflich strahlenexponierte Personen und andere Personen eingehalten werden und dass die Strahlenbelastung von Personen oder der Allgemeinheit unterhalb der in den §§ 32-34 bezeichneten Werte so gering wie möglich gehalten wird.
- Personendosen gemessen, aufgezeichnet und 30 Jahre aufbewahrt werden (§40, §40 Abs. 2) und ggf. Sorge dafür zu tragen, dass die Auflagen der Behörde zur Messung der Personendosis (§40 Abs. 6) befolgt werden. Die Messergebnisse sind dem Betroffenen jederzeit auf Anfrage, sowie bei Überschreitung der höchstzulässigen Äquivalentdosen

nach §§ 32 und 33 unverzüglich mitzuteilen. Die zuständige Behörde wird über den Sachverhalt der Dosisüberschreitung sofort informiert.

- Gewährleisten, dass sich aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit nur solche Personen Röntgenstrahlen anwenden, die über die erforderliche Fachkenntnisse im Strahlenschutz verfügen. Der Strahlenschutzbeauftragte muss weiterhin jedes halbe Jahr das Personal über die Arbeitsmethoden, die Gefahren, die Schutzmaßnahmen und die gesetzlichen Grundlagen belehren. Diese Belehrungen sind 5 Jahre aufzubewahren (§41 Abs. 1).
- Er muss gewährleisten, dass sich alle beruflich strahlenexponierten Personen, ausgenommen der Betreiber, in Abständen von einem Jahr durch einen dazu ermächtigten Arzt (von der Behörde bestimmt) untersuchen lassen.
- Er muss darauf achten, dass eine Genehmigungsurkunde bzw. Bauartzulassungsschein im Abdruck, die Betriebsanleitung der Röntgeneinrichtung sowie ein Abdruck der Röntgenverordnung ausliegen.

Tierärzte aus der Bundesrepublik Deutschland, die nach dem 23. März 1967 die Approbation erhalten haben, müssen nach der ersten Röntgenverordnung keine Fortbildung mehr über den Strahlenschutz nach den Richtlinien des Bundesministerium absolvieren.

In der ehemaligen DDR wurde zusätzlich zur Approbation ein dreimonatiger Abstand für Strahlenschutzbelehrungen festgelegt. Der Strahlenschutzbeauftragte hatte eine Arbeitsordnung als Grundlage der Strahlen-, Brand- und Arbeitsschutzbelehrungen sowie entstehende Diskussionen in Listenform zu erfassen. Auch die Beschäftigten benötigen eine Qualifikation in Form einer genehmigungspflichtigen innerbetrieblichen Schulung sowie ein Tageskolloquium der *Staatlichen Zentrale für Strahlenschutz*. Der Mitarbeiter erhielt somit eine Zusatzbezeichnung für den Status eines verantwortlichen Mitarbeiters oder eines Strahlenschutzbeauftragten. Dies war bis zum 31.12.1992 möglich (142).

In der Bundesrepublik Deutschland kann der Praxisbetreiber einen Strahlenschutzbeauftragten benennen, dem die Überwachung des Betriebes und die oben genannten Aufgaben übertragen werden. Auch er muss die geforderte Fachkunde nachweisen.

Aus den Reihen der Humanmediziner wurde Kritik an der ersten Röntgenverordnung von 1973 geäußert (ZICKGRAF (228)). Nach Meinung der Ärzte ist diese zu perfektionistisch und greift schwer in die ärztliche Berufsausübung und in die Fortbildung ein, da erfahrene Ärzte mit langjährigem Umgang mit Röntgenstrahlen einen Fachkundenachweis, in Form von Kursen, erbringen sowie eine Fortbildung für Strahlenschutz innerhalb von sechs Monaten besuchen müssen. Weiterhin schränkt die Verordnung die Röntgenuntersuchung durch genaue Bestimmungen von Einzelheiten ein. (228)

9. Dokumentation der Röntgenaufnahmen und der Durchleuchtungen

SCHLEITER 1959 (76), NAGEL 1973 (142), TEMPEL 1975 (206)

Im November 1954 wurden in der ehemaligen DDR die ersten Rechtsnormen des Gesundheitsschutzes verfasst, die in Form der *Arbeitsschutzanordnung 950* bekannt wurden (142). In ihr wird eine genaue Buchführung über den Einsatz des Personals vorgeschrieben (SCHLEITER 1959 (76)). In der folgenden *Arbeitsschutzanordnung 980* vom April 1971 wird weiterhin bestimmt, dass die Durchleuchtungszeiten und die technischen Daten aufgezeichnet und 50 Jahre aufbewahrt werden müssen.

Mit Einführung der ersten Röntgenverordnung 1973 wurde auch in der Bundesrepublik Deutschland die Dokumentation, Messung und Aufzeichnung der Personendosen mittels Dosimeter vorgeschrieben (§40). TEMPEL (206) empfiehlt 1975 die Personendosiskontrolle

von haltenden Tierbesitzern mit einem Stabdosisimeter durchzuführen. Der erfasste Dosiswert wird dann dokumentiert mit Namen der Person, dem Datum der Untersuchung und dem untersuchten Tier. Diese Aufzeichnungen sind 30 Jahre aufzubewahren, so dass der Betreiber gegen eventuelle Regressansprüche der oben genannten Personen geschützt ist.

7.2.1.3. Entwicklung der Röntgentechnik

7.2.1.3.1. Röntgenapparate und Durchleuchtungsgeräte

Die Entwicklung der Röntgentechnik verbesserte auch den Strahlenschutz in der Veterinärmedizin. Allein die Verwendung von Glühventilröhren 1927 (231) rief eine Verringerung des Geräuschpegels der Röntgenapparate hervor, so dass die Tiere bei Aufnahmen nicht mehr von Geräuschen erschreckt wurden. Es wurden Röntgenapparate mit regulierbaren unabhängig einstellbaren mA- und kV-Werten entwickelt (GSTETTER 1995 (53)). Stative für Röntgenröhren, Voltmeter und Voltregler, sowie die Einblendung des Primärstrahlenbündels mittels regulierbarer Tiefblende, führten zur Senkung der Elektrischen- sowie der Strahlenrisiken.

Auch die Geräteformen wurden modifiziert, so dass 1959 (76) Deckenhängegeräte und flexible Röntgengerätstative eingesetzt werden konnten. Weiterhin kamen transportable, bewegliche und stationäre Geräte zum Einsatz (HOLBACH 1998 (78)).

Transportable Geräte sind besonders in der Großtierpraxis verbreitet. Sie sind durch ihre Zerlegbarkeit leicht zu handhaben und somit leicht im Auto zu transportieren. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, sie an jede Steckdose anschließen zu können. Ein großer Nachteil jedoch ist ihre geringe Leistungsfähigkeit, die sich zwischen 15-100 mA und 70-100 kV bewegt. Somit sind längere Belichtungszeiten notwendig, die wiederum zur Bewegungsunschärfe führen. Nach HARTUNG 1986 (189) sollte ein Gerät mindestens über eine Stromstärke von 100 mA verfügen, um auch internistische Röntgendiagnostik betreiben zu können.

Bewegliche Röntgengeräte sind wesentlich größer und schwerer als die Transportablen. Dabei befindet sich der Transformator separat von der Röhre und ihre Leistungen schwanken zwischen 100 kV und 100 mA bis 125 kV und 300 mA.

Bei den stationären Geräten wird der Transformator fest im Raum installiert, so dass er mit speziellen Leitungen am Stromnetz angeschlossen werden muss. Diese Geräte sind sehr teuer und werden deshalb meist nur von großen Kliniken genutzt (HOLBACH 1998 (78)).

1970 wurden in der tierärztlichen Praxis hauptsächlich Halbwellengeräte für die Durchleuchtung genutzt (HARTUNG (57)), die eine geringe Leistung besaßen und somit eine längere Untersuchungszeit erforderten. Weiterhin gab es zu dieser Zeit wenig Firmen, die Röntgengeräte bzw. Durchleuchtungsgeräte speziell für die Tiermedizin auf den Markt brachten. Erst in den letzten zwei Jahrzehnten haben sich verschiedene Firmen auf den veterinärmedizinischen Markt spezialisiert und bieten heute eine größere Anzahl von unterschiedlichen Röntgengeräten an, die ausschließlich für die Anwendung am Tier konstruiert wurden (HARTUNG 2000 (67)). Noch bis 1980 wurden alle alten, ausgedienten, leistungsschwachen Geräte an den tierärztlichen Praktiker vermittelt, ohne auf die Nachteile solcher Apparate hinzuweisen (57).

Durch das Nutzen von digitalen Röntgengeräten kann die Strahlendosis um 25% gesenkt und die Streustrahlung auf 1/10 bis 1/20 vermindert werden. Diese Geräte sind jedoch heute noch sehr teuer (GSTETTER 1995 (53)).

Durch die erste Röntgenverordnung 1973 wurde eine **Qualitätskontrolle zur Sicherung der optimalen Funktion der Bilderzeugungssysteme** eingeführt, wodurch ein apparativer Strahlenschutz geschaffen wurde. Jedes bilderzeugende System muss eine

Bauartzulassung besitzen, die der Anlage 1 zur Röntgenverordnung entsprechen muss. Kryptoskope oder ungekoppelte Leuchtschirme von Röntgenapparaten werden durch höchstzulässige Dosisleistungen am Arbeitsplatz vom Betrieb ausgeschlossen, so dass die notwendigen Einrichtungen für den Strahlenschutz in der Praxis vorhanden sind (HARTUNG 1973 (58)).

7.2.1.3.2. Nutzung von Tubussen, Blenden und Rastern

Um die Strahlenbelastung so weit wie möglich zu reduzieren, ist eine **optimale Einstellungs- und Belichtungstechnik**

HARTUNG 1970 (57), VÖSTER 1999 (214), HARTUNG 2000 (67),

sowie eine **optimale Einblendung auf die zu untersuchende Region durch Blenden mit Lichtvisier** nötig.

SCHLEITER 1959 (76), SCHNITZLEIN 1959 (189), BOLZ 1960 (14), MEHRKENS 1961 (125), ANGERSTEIN 1967 (7), HARTUNG 1970 (57), HARTUNG und MÜNZER 1984 (65), HARTUNG 1984 (59), HARTUNG 1992 (61), VÖSTER 1999 (214), HARTUNG 2000 (67)

SCHLEITER (76) führt schon 1959 ein mangelhaftes Röntgengerät als Ursache für die erhöhte Strahlengefährdung an. In seinem Lösungsvorschlag wird die Benutzung von Hauben mit Tiefblenden und Lichtvisier genannt. Auch SCHNITZLEIN (189) 1959 und MEHRKENS 1961 (125) empfehlen zur Verringerung der Sekundär- und Tertiärstrahlung das Nutzen von Tuben und Tiefblenden, sowie die Einblendung des Strahlenfeldes durch ein Lichtvisier.

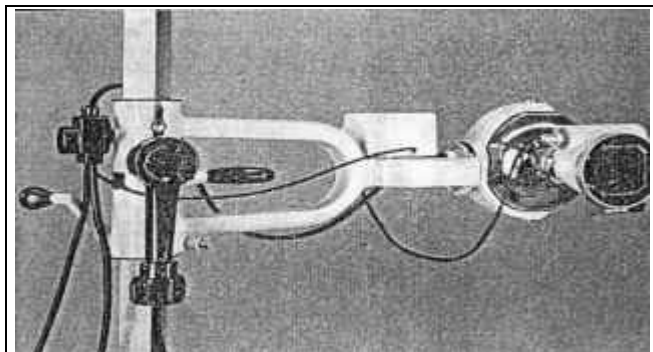


Abb.52: Der Lichtvisiertubus
(BOLZ 1960 (14))

Das Einblenden des Strahlenfeldes sollte immer auf das gewünschte Filmformat, besser noch auf die Größe des Objektes, erfolgen (65), (67), so dass die fixierende Person nicht in den Primärstrahl gelangt und die Belastung des Untersuchers durch Streustrahlen so gering wie möglich gehalten wird. Um dies zu gewährleisten, muss die Lichtblende die wahre Größe des Strahlenfeldes anzeigen (67). Durch Schläge und Stöße, z.B. durch einen Transport in der Großtierpraxis, kann sich der Spiegel im Lichtvisier verstellen, so dass das Lichtfeld nicht mehr mit dem Strahlenfeld übereinstimmt. Aus diesen Gründen sollte man das Lichtvisier nach HARTUNG (61), (67) in regelmäßigen Abständen überprüfen.

Dabei empfiehlt er den **Lichtvisiertest**:

„Auf eine normale, unbelichtete Kassette werden acht Münzen jeweils paarweise so gelegt, dass an jeder Seite des Lichtfeldes eine Münze innerhalb und eine außerhalb liegt. Der Film wird nun belichtet und entwickelt. Auf dem entwickelten Film sollte nun ein Schwärzungsviereck abgebildet sein, in dem an jeder Seite den Schatten einer Münze zu erkennen ist. Wenn die äußeren Münzen ganz oder nur teilweise im Schwärzungsviereck abgebildet sind, dann reicht das Strahlenfeld über das vom Lichtvisier ausgeleuchtete Feld hinaus. Es besteht dann die Gefahr, dass man während der Aufnahmen in den Primärstrahl gelangt.“

Je nach Ausmaß der Verschiebung, z.B. wenn noch eine halbe oder eine ganze Münze zusätzlich zu sehen ist, muss der Service die Lichtblende korrigieren. Eine Feldvergrößerung von ein bis zwei Millimeter ist nach HARTUNG (67) zu vernachlässigen.

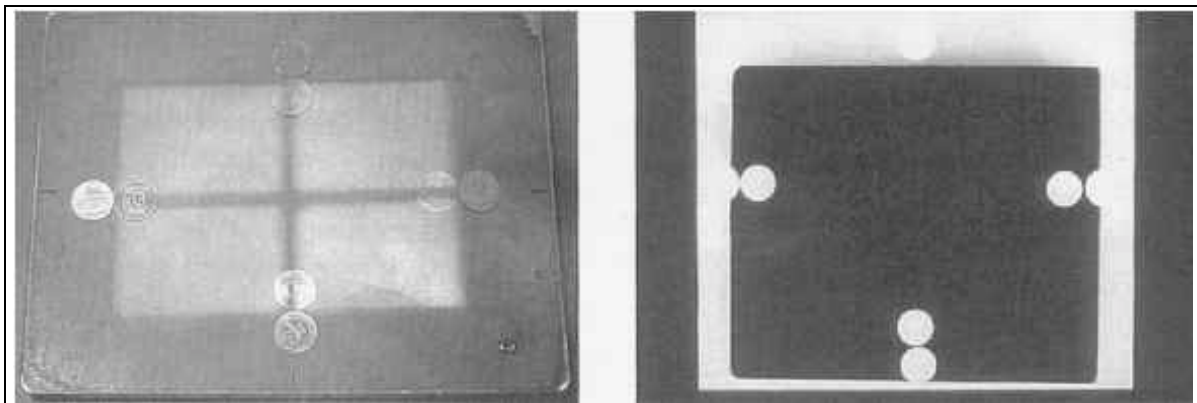


Abb.53: Test zur Überprüfung der Genauigkeit der Lichtvisierblenden:

a. Röntgenkassette mit acht Münzen zur Kennzeichnung des Lichtfeldes.

b. Röntgenaufnahme zu a. In diesem Fall liegt das Lichtfeld zum Primärstrahl verschoben.

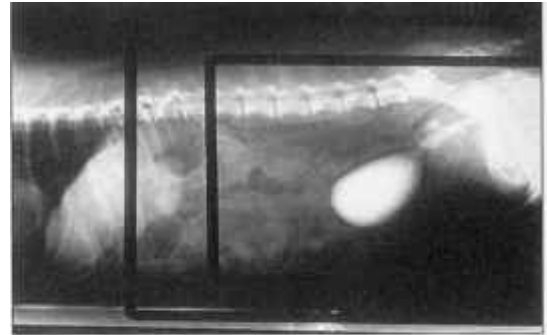
(HARTUNG 2000 (67), S. 125)

Um die Strahlenexposition zu verringern, ist auch die **Reduzierung der Feldgröße** von Bedeutung. So ist es nicht immer nötig auf die Größe der ganzen Kassette einzublenden. Oft sind nur bestimmte Bereiche des Körpers für die Diagnostik entscheidend. Durch das Einblenden des Strahlenfeldes auf das Kleinstrnötige entsteht weniger Streustrahlung. HARTUNG führte 1992 (61) einen Versuch durch, bei dem er bei gleicher Einstellung der Belichtungswerte (kV, mAs) durch Veränderung der Blenden im Lichtvisier unterschiedlich große Strahlenfelder belichtet. Er kam zu dem Ergebnis, dass sich bei einer Reduzierung der Feldgröße von 30x40 cm auf 24x30 cm die Streustrahlung um 10-15% verringert. Bei einer weiteren Verkleinerung des Feldes auf 18x24 cm reduziert sich die Streustrahlung sogar um 15-30%. Ein erheblicher Teil der Photonen wird durch die Blenden im Lichtvisier absorbiert. So tritt weniger Streustrahlung aus dem Tierkörper aus und die Belastung des Untersuchers wird somit verringert.

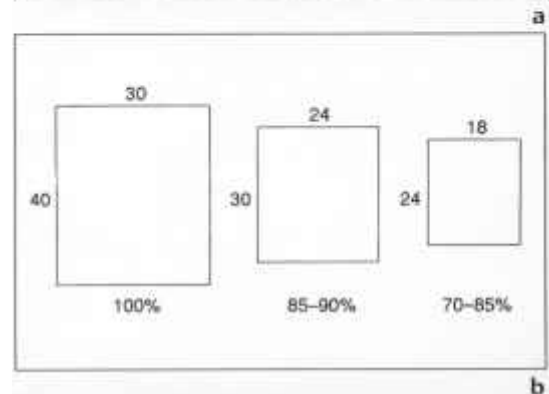
Wer daher strahlenbewußt arbeiten möchte, **sollte jede Röntgenaufnahme so klein wie möglich, aber so groß wie nötig anfertigen.**

Abb. 54: Wirkung der Verkleinerung des Primärstrahlenfeldes auf die Streustrahlenbelastung des Untersuchers:

a. Abdomenaufnahme eines Teckels zur Darstellung von Harnblase und Prostata; Filmformat 30x40 cm, schwarze Rahmen geben Format 24x30 cm und 18x24 cm an.



b. Reduzierung der Streustrahlung bei Einblendung wie in a eingezeichnet. Belastung bei Format 30x40 cm als 100 % angegeben, Belastung bei anderen Einblendungen.



(HARTUNG 2000 (67), S. 135)

7.2.1.4. Personenschutz

Die Röntgenverordnung von 1973 regelt gesetzlich folgende Bereiche des Personenschutzes:

- **Jährliche Untersuchung aller beruflich strahlenexponierter Personen** durch einen ermächtigten Arzt vor und während der Arbeit mit ionisierenden Strahlen. Der Betreiber einer Tierarztpraxis muss nicht zwingend zu dieser Untersuchung. Es ist jedoch dringend anzuraten (HARTUNG 2000 (67)).
- **Messung der Personendosis** durch unlöschbare Dosimeter (Filmdosimeter)
Alle Personen, die sich bei der Röntgenuntersuchung im Kontrollbereich aufhalten, müssen eine Messung der Körperdosen dulden. Die Messung soll mit einem von der nach Landesrecht zuständigen Meßstelle zur Verfügung gestellten Dosimeter erfolgen (Filmplakette). Dieser Dosimeter ist am Körperstamm, unter der Schutzkleidung zu tragen und wird monatlich abgelesen. Zusätzlich kann jeder Mitarbeiter ein zusätzliches zweites Dosimeter (Stabdosimeter, Kondensatorkammer) verlangen, welches jederzeit abgelesen werden kann. Diese werden täglich abgelesen und protokolliert. Es empfiehlt sich auch an den Händen, dem Körperteil, an dem erhöhte Strahlendosen auftreten, einen Fingerring-Dosimeter zu tragen. Die Aufzeichnungen müssen 30 Jahre aufbewahrt werden.
- **Fachkundenachweis** des Strahlenschutzverantwortlichen (s.o.)
- **höchstzugelassene Strahlendosen**, die als Grenzwerte keinesfalls überschritten werden dürfen bzw. auch nicht annähernd erreicht werden sollten. Sie dienen zur Orientierung und zur Einordnung für die Werte, welche bei der Personendosismessung bestimmt wurden (67).

Aktuelle Höchstdosen für Körper und Hände von beruflich strahlenexponierten Personen

Messort	Höchstdosis		
	in 13 Wochen	im Jahr	im Berufsleben
Körperstamm	10 mSv	20 mSv	400 mSv
Hände	250 mSv	500 mSv	

Bei gebärfähigen Frauen darf eine monatliche Dosis von 2 mSv nicht überschritten werden.

- **Belehrung** der Personen, denen der Zutritt zum Kontrollbereich erlaubt ist, sowie den Personen, die Röntgenstrahlen anwenden. Sie werden halbjährlich über die Arbeitsmethoden, die möglichen Gefahren, die anzuwendenden Schutzmaßnahmen, den für ihre Tätigkeit wesentlichen Inhalt der Verordnung, sowie den erteilten Genehmigungen belehrt. Diese Belehrung kann auf Anordnung der zuständigen Behörde in kürzeren Zeitabständen gefordert werden. Es sind über den Inhalt und den Zeitpunkt der Belehrung Aufzeichnungen zu machen, unter der die beteiligten Personen zu unterschreiben haben. Diese Aufzeichnungen sind 5 Jahre lang aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

7.2.3.5. Chemischer Strahlenschutz

In den sechziger und siebziger Jahren wurden vermehrt Versuche zum chemischen Strahlenschutz durchgeführt. Dabei wurde nach einer Substanz gesucht, die einen Strahlenschaden verhindern oder ihn reparieren soll, bevor er manifest wird. Dabei wurden Substanzen wie:

Cystein (BACKER 1966 (8), JACOBI und RÜTHER 1968 (87))

Acetyl-Homocystein-Thiolakton (BACKER 1966 (8), JACOBI und RÜTHER 1968 (87), FOCHER et al. 1969 (39))

Vitamin B12 (MORZEK und SCHMIDT 1966 (129))

Folsäure (MORZEK und SCHMIDT 1966 (129))

Mercaptoäthyl-guanidin (Einsatz in den USA (8))

Cysteinamin und **Amine** (Einsatz in Belgien (8))

Gewebshomogenisate (LANGENDORFF 1968 (105))

Vitamin D2 und Eierschalenpulver (HORVATH et a. 1968 (83))

Durabolin (HORVATH et a. 1968 (83))

Serotonin (JACOBI und RÜTHER 1968 (87))

Pyridoxal-5-Phosphat (JACOBI und RÜTHER 1968 (87))

zum Teil auch in Kombinationen, zur Prophylaxe und zur Therapie erprobt.

Grundsätzlich kommt dem chemischen Strahlenschutz keine große Bedeutung in der Veterinärmedizin zu. Die genannten Stoffe können nur prophylaktisch, beispielsweise vor einer therapeutischen Kopfbestrahlung beim Menschen, mit mäßiger Wirkung eingesetzt werden. In der Tiermedizin finden sie, aufgrund der geringen Wirkung, keine Verwendung.

7.3. Strahlenschutz in Großbritannien und den Vereinigten Staaten von Amerika

Grundsätzlich hat sich der Strahlenschutz, wie es nicht anders zu erwarten war, an den gleichen Richtlinien und Erkenntnissen wie im deutschsprachigen Raum orientiert. Auffallend ist, dass die Strahlenschutzempfehlungen und auch die Gesetzgebung wesentlich früher bestanden und ausführlicher beschrieben wurden, als die der deutschsprachigen Literatur.

In den 60er Jahren wurden erstmals

- die wichtigsten *Strahlenschutzregeln*, (PATTERSON 1959 (155), MORITZ et al. 1989 (140))
- die *Verwendung von Strahlenschutzschildern*, (TRAINOR et al. 1960 (207), VAUGHAN 1970 (213), MORGAN et al. 1978 (134))
- die *Rotation des Haltepersonals*, (TRAINOR et al. 1960 (207), MORGAN et al. 1978 (134))
- die *Strahlenschutztechnische Ausrüstung* wie Blenden, Schnellfilme und die Untersuchung des Röhrengehäuses auf Strahlenlecks (ab 1959 fast alle Autoren),
- das Tragen von *Filmdosimeter* (PATTERSON 1959 (155), VAUGHAN 1970 (213), DOUGLAS et al. 1970 (28), MORGAN et al. 1978 (134), LEE 1978 (26), COULSON 1990 (19), DAVIES 1990 (21))
- und das Tragen von *Schilddrüsenschutz* (WIDMER et al. 1989 (223), MORITZ et al. 1989 (139))

beschrieben.

Die gesetzlichen Vorgaben zum Strahlenschutz in der Veterinärmedizin wurden im Jahre 1970 verabschiedet.

In England trat das „**Natural Council on Radiation and Protection and Measurements**“ (MORCZEK et al. 1968 (130), O'RIORDAN 1970 (150), DOUGLAS et al. 1970 (28, 143)) und in den Vereinigten Staaten der „**Code of Practice**“ (MORGAN et al. 1978 (134), ZONTINE 1980 (229)) in Kraft.

PATTERSON fordert erstmals 1959 (155) die Aufbewahrung von Regeln und Gesetzen des Strahlenschutzes im Röntgenraum. Weiterhin wird von einigen Autoren das Erstellen einer Checkliste für den angewandten Strahlenschutz empfohlen (MORGAN et al. 1978 (134), LEE 1978 (112), MORITZ et al. 1989 (140), COULSON 1990 (19)).

Je nach Autor und Land bzw. Staat werden unterschiedliche Altersangaben für Personen bestimmt, die sich während der Aufnahme im Röntgenraum aufhalten dürfen. Trotz dieser Unterschiede werden Schwangere immer ausgeschlossen. Die Autoren MORCZEK et al. 1968 (130), UNWIN 1970 (211), DOUGLAS et al. 1970 (28) und LEE 1978 (112)) schließen Personen unter 16 Jahren aus und die Autoren MORGAN et al. 1978 (134), RENDANO et al. 1980 (167) und WIDMER et al. 1989 (223) Personen unter 18 Jahren.

Weiterhin wird besonders auf den kontrollierten Zutritt zum Röntgenraum Wert gelegt, so dass der Röntgenraum deutlich gekennzeichnet sein und ein Warnsignal während der Aufnahmezeit erscheinen muss (O'RIORDAN 1970 (149), DOUGLAS et al. 1970 (28), LEE 1978 (112), DAVIES 1990 (21)).

Einige Autoren fordern zusätzliche Schutzmaßnahmen, wie verbleite Wände, Türen und Fenster im Röntgenraum (O'RIORDAN 1970 (149), LEE 1978 (112), DAVIES 1990 (21)) sowie Bleischilder unter der Kassette oder unter dem Tisch (DOUGLAS et al. 1970 (28), LEE 1978 (112), O'RIORDAN 1970 (149)). Zusätzlich dürfen sich keine Personen im angrenzenden Warteraum einer Kleintierpraxis aufhalten (DOUGLAS et al. 1970 (28), MORGAN et al. 1978 (134), LEE 1978 (112)).

Die Anästhesie bei Kleintieren wird routinemäßig von vielen Autoren beschrieben (TRAINOR et al. 1960 (207), VAUGHAN 1970 (213), UNWIN 1970 (211), DOUGLAS et al. 1970 (28), HERRTAGE 1978 (77), GIBBS 1978 (48), LEE 1978 (112), DAVIES 1990 (21)).

Strahlenschutz in GB und den USA

Bei der Fixierung der Tiere durch den Besitzer gehen die Meinungen der Autoren auseinander. So sind z.B. DOUGLAS et al. (28) für eine Fixierung der Tiere durch den Besitzer und TRAINOR et al. 1960 (207) dagegen.

In einzelnen Bundesstaaten der USA ist die Anwesenheit für alle Personen im Kontrollbereich verboten, so dass sich weder der Tierarzt noch der Besitzer während der Aufnahme im Röntgenraum aufhalten dürfen. In diesen Fällen muss jedes Tier fixiert bzw. narkotisiert werden.