

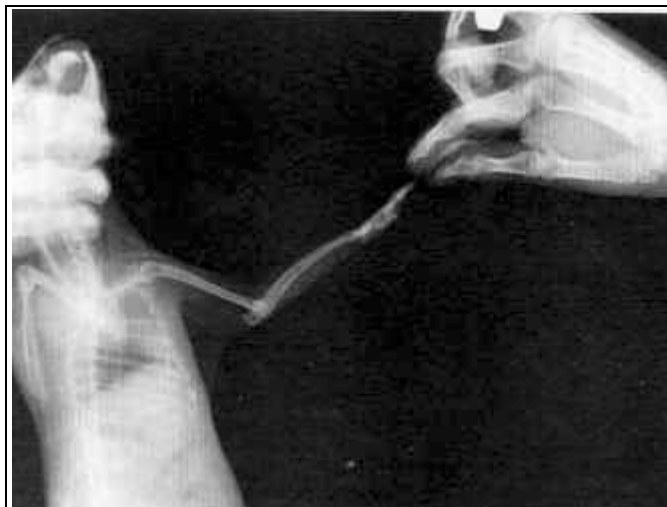
### 6. Hinweise zum Strahlenschutz in aktuellen veterinärmedizinischen Lehrbüchern

#### 6.1. Veterinärmedizinische Lehrbücher der Röntgendiagnostik mit wenig Hinweisen zum Strahlenschutz

Beim Durcharbeiten von Grundlehrbüchern der Veterinärmedizin nach Hinweisen zum Strahlenschutz stellt man fest, dass es sehr wenige Beiträge zu diesem Thema gibt. Selbst Bücher, die neben der Röntgendiagnostik eine ganze Reihe von Seiten über Apparate, Folien und Raster ecetera enthalten, sagen nichts über den Strahlenschutz aus. Beispiele solcher Bücher, die nur röntgenologische Diagnostik mit viel Röntgentechnik enthalten, sind z.B. FICUS 1978 (37), O'BRIEN 1978 (146), KEALY 1991 (89), BUTLER und COLLES 1993 (15), SUTER 1993 (204), FARROW 1994 (36), MORAGAN und LEIGHTON 1995 (133), MORGAN 1999 (132), OWENS und BIERY 1999 (153) sowie KEALY und ALLISTER 2000 (90).

Der *"Atlas zur Röntgenanatomie und Röntgendiagnostik der Ziervögel"* von KRAUTWEIN et al. (103) verweist auf die Röntgenverordnung von 1987. Zusätzlich werden einzelne objektspezifische Probleme des Strahlenschutzes besprochen. Eine besondere Bedeutung wird auf den Grundsatz des Nichtgelangens von Körperteilen in den Primärstrahl, gelegt. Dazu werden negative Beispiele von Röntgenaufnahmen aufgezeigt, auf denen fixierende Hände oder Bleihandschuhe zu erkennen sind.

Eine optimale Lagerung ohne Sedation wird in einem gesonderten Kapitel beschrieben.



**Abb. 25:** Röntgenaufnahmen mit ungeschützten Händen des Untersuchers.  
(HARTUNG 1992 (55))

Auch im *"Atlas der Röntgendiagnostik bei Heimtieren"* von RUBEL et al. (170) werden wichtige Punkte des Strahlenschutzes genannt. Dazu zählt ein größtmöglicher Abstand zum Primärstrahl, welcher durch Sedation, Narkose der Tiere, Fixierung durch Klebbänder, weiche Zangen oder Leinen erreicht wird, sowie das Tragen von Schutzkleidung. Weiterhin wird ein Lichtvisier mit Primärstrahlbegrenzung empfohlen, so dass der Strahlenbereich individuell auf das Tier und nicht auf die jeweilige Kassette eingestellt werden kann.

## 6.2. Strahlenschutz in den Grundlehrbüchern der unterschiedlichen Tierarten

In der Vielzahl von Grundlehrbüchern der Veterinärmedizin sind deutliche quantitative und qualitative Unterschiede in den Ausführungen zum Strahlenschutz festzustellen.

### 6.2.1. Strahlenschutz in Grundlehrbüchern der Pferdekrankheiten

In den Lehrbüchern der Pferdekrankheiten wird das Kapitel des Strahlenschutzes ausführlich von ADAMS (1989) (200) und von HARTUNG in den Lehrbüchern von DIETZ und WIESNER (1982) (25) und DIETZ et al. (1999) (26) beschrieben. In ihnen wird nochmals verdeutlicht, dass die Strahlenbelastung durch strahlenbewusstes Arbeiten des Personals so gering wie möglich gehalten werden kann. Eine Sedation bzw. Anästhesie ist nach Meinungen der Autoren übertrieben, wenn man die Strahlendosen bei strahlenbewusstem Arbeiten einbezieht. ADAMS fasst dazu zehn Grundregeln des Strahlenschutzes zusammen, die seiner Meinung nach, unbedingt einzuhalten sind. Auf diese Grundregeln wird noch zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen.

### 6.2.2. Strahlenschutz in Grundlehrbüchern der Katzenkrankheiten

In den Lehrbüchern der Katzenkrankheiten sind sehr wenig Strahlenschutzbeiträge zu verzeichnen. Nur bei SCHMIDT und HORZINEK (184) ist ein Abschnitt dem Strahlenschutz gewidmet, welcher von HARTUNG verfasst wurde.

### 6.2.3. Strahlenschutz in Grundlehrbüchern der Hundekrankheiten

In den Lehrbüchern der Hundekrankheiten ist von CHRISTOPH und FREUDIGER (18) ein Kapitel dem Strahlenschutz gewidmet. Dabei werden der technische, der bauliche sowie der Personenstrahlenschutz gesondert betrachtet und erörtert.

Ein schlechtes Beispiel für den baulichen Strahlenschutz verdeutlicht beispielsweise NIEMAND und SUTER 1994 (144). Der erste Teil des Buches behandelt die allgemeine Diagnostik. Darin werden 22 Seiten für das Kapitel *Allgemeine Labordiagnostik*, sowie sieben Seiten über den Abschnitt *Tierärztliche Schriftstücke und Unterlagen* verwendet. Die gesamte Röntgenologie ist nur knapp eine Seite lang, in der der Strahlenschutz in wenigen Sätzen abgehandelt wird. Davon ist beispielsweise die Aussage "Man muss die Wände verbleien" grundsätzlich falsch und unpräzise. Ein Verbleien der Wände ist nur in sehr seltenen Fällen notwendig. Die Notwendigkeit ist abhängig von der speziellen Arbeitsweise und der räumlichen Gegebenheit der Praxis (HARTUNG 2000 (67))

### 6.2.4. Strahlenschutz in Grundlehrbüchern der allgemeinen Chirurgie

In den Lehrbüchern der allgemeinen Chirurgie werden jeweils nur die biologischen Strahlenschäden mit Therapievorstellungen beschrieben. Der Strahlenschutz wird nicht angesprochen (174), (24).

## 6.3. Strahlenschutz in Grundlehrbüchern der Röntgendiagnostik

### 6.3.1. Praktischer und technischer Strahlenschutz

In einigen Röntgen-Fachbüchern, die meist englischsprachig sind, wird der Strahlenschutz ausführlich und gesondert besprochen. Neben Angaben über die Röntgentechnik, die Röntgenapparate (15), (67), (113), die Diagnostik und die Dunkelkammer (15), wird nochmals auf die Strahlenphysik (67, 136, 141, 172) und die Strahlenwirkung im Gewebe eingegangen. Dabei werden die akuten und chronischen, sowie die somatischen und genetischen Strahlenschäden gesondert erläutert (29, 67, 111, 128, 131, 136, 141).

Ein eigenes Kapitel wird dem Strahlenschutz nur in wenigen Büchern gewidmet: CARLSON 1961 (17), RYAN et al. 1981 (172), MÜNZER 1982 (141), MORGAN und SILVERMANN 1982 (136), MORGAN 1993 (131), MORGAN et al. 1993 (135), LEE 1995 (113), LAVIN 1994 (111), HARTUNG 2000 (67).

Zu Beginn der Kapitel wird häufig einleitend auf die steigende Aufnahme­frequenz in der Tiermedizin hingewiesen, was eine größere Strahlenbelastung des Personals durch Röntgenstrahlen zur Folge hat (RYAN et al. 1981 (172)). Weiterhin übernimmt der Tierarzt für sich selbst und seine Angestellten die Verantwortung für die Gesundheit und die Sicherheit beim Arbeiten mit Röntgenstrahlen (CARLSON 1961 (17), MORGAN 1993 (131), MORGAN et al. 1993 (136), MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AN FOOD 1970 (128), NATIONAL COUNCIL ON RADIATION COUNCIL AND MEASUREMENTS 1970 (143), HARTUNG 2000 (67)). Aus diesem Grund werden die Strahlenschutzregeln, welche im Umgang mit Röntgenstrahlen eingehalten werden müssen, genauestes von den Autoren beschrieben. Es gilt der Grundsatz, dass die Strahlendosis jeder Person so gering wie möglich gehalten werden muss.

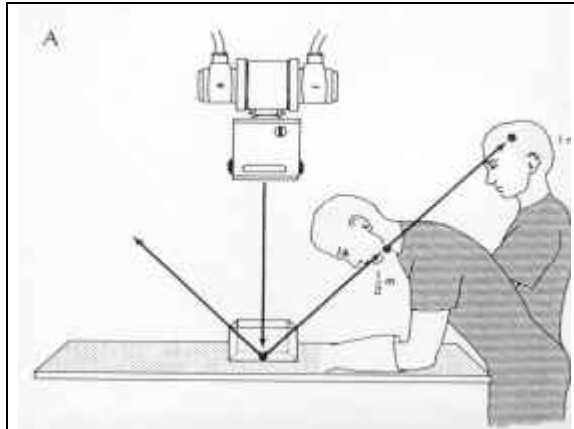
In **sämtlichen** oben genannten **Büchern** werden die **kritischen Strahlenschutzpunkte angesprochen und erläutert**:

- *Das Entfernen von überflüssigen Personen, Schwangeren und Jugendlichen unter 18 Jahren aus dem Röntgenraum.*
- *Das Tragen von Schutzkleidung wie Bleischürzen, Handschuhe und zum Teil Schutzbrillen (29, 136, 144, 222) sowie der pflegliche und sichere Umgang mit ihr.*
- *Das Einblenden des Strahlenfeldes mittels Lichtvisier und Blenden.*
- *Das Nichtgelangen in den Primärstrahl.*
- *Das Ausnutzen des Abstandsquadratgesetzes.*
- *Die Personendosimetrie sowie höchstzulässige Dosiswerte.*
- *Eine genaue Planung der Aufnahmen.*

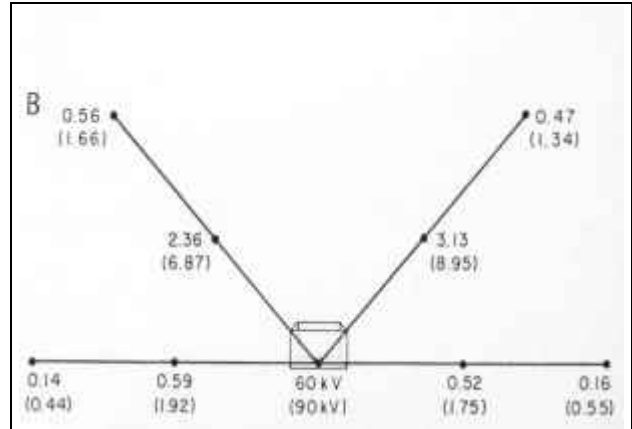
MORGAN 1993 (131) empfiehlt den Wechsel des Personals durch ein Rotationsprinzip, so dass die Strahlenbelastung jeder einzelnen Person verringert wird. Für die Schutzkleidung wird in den Büchern ein Bleigleichwert von 0,5 mm (29) oder 0,35 mm (136, 141) genannt. Sie schützt nicht vor Primärstrahlung, sondern nur vor Sekundär- und Tertiärstrahlung. Daher sollte sie in regelmäßigen Abständen durch Röntgenaufnahmen auf ihre Sicherheit kontrolliert werden (17, 29, 67, 111, 136, 141).

HARTUNG (67) empfiehlt den Lichtvisiertest zur Kontrolle des eingeblendeten Strahlenfeldes, auf den nochmals zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen wird.

RYAN et al. 1981 (172) und WIDMER et al. (222) empfehlen das Wegsehen vom Röntgenstrahl und Röntgengerät während der Exposition zum Schutz der Augen. Zusätzlich werden Beispiele für das Halten der Kleintiere mit einem möglichst großen Abstand zum Objekt, sowie der Einsatz von Kassettenthaltern bei Pferden besprochen (15, 17, 67, 113, 128, 131, 135, 136, 141, 172, 222).



**Abb. 26:** Messung der Streustrahlung, einen halben Meter und einen Meter vom Wasserphantom, im 45 Gradwinkel zum Tisch entfernt. (RYAN 1981 (172))



**Abb. 27:** Messung der Streustrahlung von der Anoden- und Kathodenseite der Röntgenröhre im Abstand von einem halben und einem Meter in R pro Stunde bei 60 kV und 90 kV. (RYAN 1981 (153, 172))

BUTLER (15) lässt noch 1993 in Ausnahmefällen die Kassetten bei Röntgenaufnahmen von Pferden mit der Hand halten. Dazu empfiehlt er große Kassetten, ein genaues Einstellen des Strahlenbündels, sowie das Tragen von Bleihandschuhen. Der Halter sollte so weit wie möglich vom Primärstrahl entfernt sein. Von dieser Methode ist jedoch dringend abzuraten, da die Strahlenbelastung des Halters viel zu groß ist und das Lichtvisier bzw. die Blenden durch den Transport des Röntgengerätes verändert sein können. Der Halter kann sich somit, ohne es wahrzunehmen, im Primärstrahl aufhalten.

Um die Strahlenbelastung des Personals genau kontrollieren zu können, wird die Dosimetrie mittels verschiedener Dosimeter beschrieben und empfohlen. Dieser Punkt erscheint vielen Autoren wichtig, so dass er ausführlich erläutert wird (15, 29, 113, 128, 131, 135, 136, 141, 143, 172). In diesem Zusammenhang wird nochmals verdeutlicht, dass es keinen Schwellenwert für die biologische Schädigung gibt und es somit nur eine höchstzulässige Dosis gibt. (29, 67, 128, 131, 136, 141, 143)

Weitere **häufig empfohlene Strahlenschutzregeln bei Röntgenaufnahmen** sind:

- Vermeidung einer manuellen Fixation durch Anwendung von Sedativa und Narkotika sowie durch mechanische Fixierungshilfen (29, 113, 128, 131, 172, 222) und ruhigem Handling (15).
- Die konstante bzw. genaue (113) Film-Fokus-Distanz (128, 222).
- Trennwände aus Bleiplatten (29), Bleiglas (136) oder Schutzschilder mit 0,5 mm Blei, (113, 141, 222) hinter denen man sich während der Exposition vor der Strahlung schützt.
- Verwendung von Kassetten mit seltenen Erden-Folien (29, 141).
- Das Nutzen von Aluminiumfilter in einer Dicke von 1,0 mm (17), 2,5 mm (29) und 2,0 mm (131, 135, 136).
- Vermeidung von unnötigen Aufnahmen, welche z.B. auf Wunsch des Tierbesitzers angefertigt werden sollen (29, 113, 128, 135, 143).
- Der Strahlenkegel sollte nicht auf einen Nebenraum gerichtet sein (17, 128, 131, 136).

CARLSON 1961 (17) und LEE 1995 (131) fordern zusätzlich eine Verbleiung der Unterseite des Aufnahmetisches, damit die Füße des Untersuchers vor der Primärstrahlung geschützt werden.

MORGAN und SILVERMANN 1982 (136) lehnen das Halten der Röntgenröhre während der Exposition mit den Händen ab.

### 6.3.2. Gesetzliche Grundlagen in den oben genannten veterinärmedizinischen Lehrbüchern

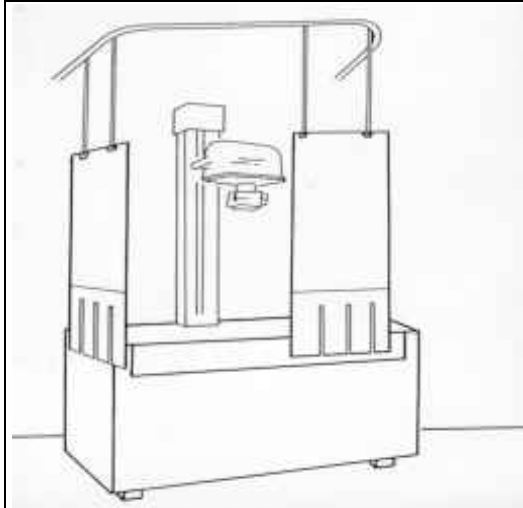
Als gesetzliche Grundlage wird in den deutschsprachigen Grundlehrbüchern der Röntgendiagnostik die Röntgenverordnung (29, 136, 113) abgehandelt.

In der englischsprachigen Literatur werden das "Natural Council on Radiation Protection and Measurements" Nr. 36 vom 15.08.1970 (136, 222, 143, 113) und einige Berichte aus den USA (128) genannt. Diese gesetzlichen Verordnungen sowie Richtlinien sollen in der tierärztlichen Praxis allen Angestellten als Ratgeber zugänglich sein (113). Im *Ratgeber des MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AN FOOD 1970* (128) werden alle Strahlenschutzregeln sehr ausführlich erklärt und einige praktische Hinweise gegeben. Dabei wird gesondert auf die Aufnahmetechnik bei Klein- und Großtieren sowie auf die Probleme und Lösungen bei Röntgenaufnahmen ausserhalb des Kontrollbereichs eingegangen. Die Strahlenschutzrüstung, das Vorhandensein von ungeschulten Assistenten ausserhalb des Röntgenraumes und das Ortsrisiko werden gesondert erörtert. Im einem weiteren Kapitel wird auf das Fluoroskopieren sowie das Nutzen der Strahlen in der Therapie eingegangen. Im letzten Kapitel werden die maximal zulässigen Strahlendosen nach IRCP aufgelistet. Für junge Personen und Frauen werden verminderte Dosen gesondert besprochen.

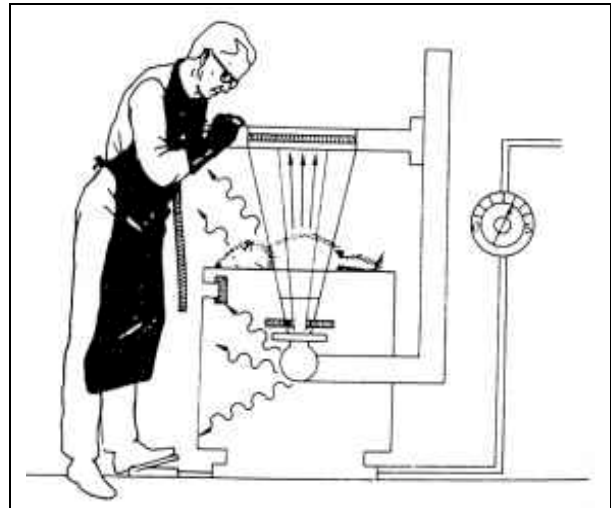
Diese gesetzlichen Grundlagen führten 1985 in den USA (113) dazu, dass Inspektoren jede Praxis aufsuchten und vor Ort den Strahlenschutz kontrollierten. Weiterhin muss der Verkäufer bei der Abgabe seines Röntgengerätes für dessen Sicherheit garantieren (113). Eine Kennzeichnung des Röntgenraumes mit Symbolen, optischen oder akustischen Signalen, dessen Einteilung in einen Kontroll- und Überwachungsbereich und die Schutzrüstung gegen Primär- und Sekundärstrahlung wurden in Deutschland und auch in den USA gesetzlich eingeführt (113). Eine halbjährliche Belehrung des Personals sowie eine jährliche Gesundheitsüberwachung der strahlenexponierten Personen besteht nur in der Bundesrepublik Deutschland (29, 141)

### 6.3.3. Strahlenschutzregeln bei der Durchleuchtung

Bei jeder Durchleuchtung besteht eine hohe Strahlenbelastung für den Patienten sowie für das Personal. Daher werden in den Lehrbüchern zusätzlich Strahlenschutzregeln aufgestellt, die während der Anwendung eines Durchleuchtungsgerätes eingehalten werden müssen. Der Einsatz eines Fluoroskops sollte nur in seltenen Fällen, wie beispielsweise bei Operationen und bei der Darstellung von Bewegungsabläufen mit Kontrastmittel, stattfinden. Ist eine vergleichbare Aufnahme möglich, wie bei der reinen Diagnostik oder in der Orthopädie, sollte diese Technik nicht angewendet werden. In solchen Fällen entstehen die meisten Strahlenunfälle (17, 29, 128, 136, 162, 143).

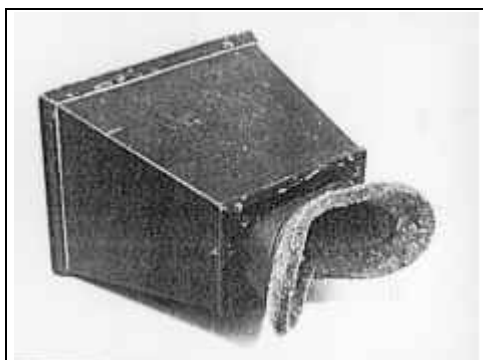


**Abb. 28:** Mobiles Bleischild mit Bleiglasfenster, das individuell zwischen die Strahlenquelle und den Assistenten plaziert werden kann.  
(MORGAN et al. 1982 (136), S. 136)

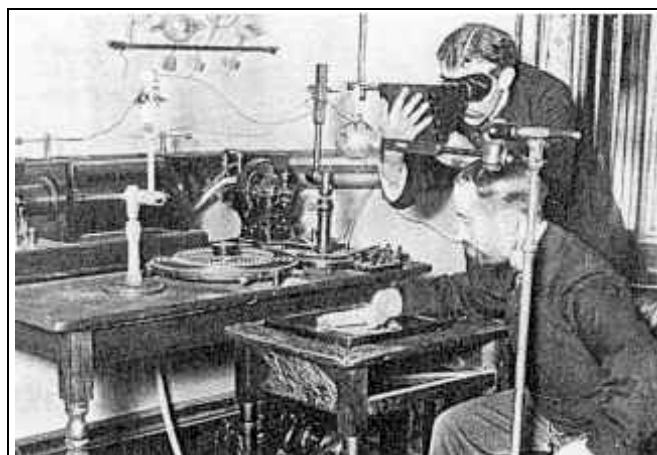


**Abb. 29:** Schematische Darstellung eines Fluoroskopes, bei dem die Röntgenröhre unter dem Untersuchungstisch positioniert ist.  
(MORGAN et al. 1982 (136), S. 136)

Natürlich muss gerade bei der Durchleuchtung auf das Tragen von Schutzkleidung geachtet werden (17, 67, 128, 143). Vor Untersuchungsbeginn sollen die Augen mindestens zehn Minuten an die Dunkelheit adaptiert werden (17, 136). Weiterhin sollte immer die kleinste mögliche Strahlenmenge genutzt werden bzw. maximal 5 mA und eine hohe kVp (136). Ein leichtes und schnelles Ein- und Ausschalten des Gerätes bedingt eine geringere Strahlenbelastung (17, 113). Der Strahlenkegel soll nach CARLSON 1961 (17) mindestens 18 Inches vom Tier entfernt sein. Weiterhin darf der Bildschirm nicht mit der Hand gehalten werden (136). Er muss größer als der Strahlenkegel sein, so dass an jeder Seite mindestens eine Breite von 1,0 Inch frei von Primärstrahlung ist (17, 136). Es wird empfohlen, bei der Untersuchung mit geringen mA- und hohen kV-Werten zu arbeiten (17). CARLSON (17) fordert 1961 eine Bleiglasumhüllung des Fluoroskopes. Mit einem Kopf-Fluoroskop bzw. Kryptoskop sollte grundsätzlich nicht mehr gearbeitet werden. Es sollte in ein Museum gebracht werden (17, 128).



**Abb. 30:** Handfluoroskop, dass in den Primärstrahl gehalten wurde.  
(MORGAN et al. 1982 (136), S. 139)



**Abb. 31:** Der Untersucher hält vor der Untersuchung des Patienten seine eigene Hand zwischen die Röhre und den Fluoroskopschirm, 1896.  
(EISENBERG 1992 (35), S. 165)

## Strahlenschutz in veterinärmedizinischen Lehrbüchern

---

Eine genaue Auflistung der Strahlenschutzregeln bzw. Hinweise auf die Gefahrenquellen, die bei Durchleuchtung entstehen, werden im "*Natural Council on Radiation Protection and Measurements Nr. 36*" (143) und im *Ratgeber des MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AN FOOD* (128) nochmals ausgiebig erläutert.