

Dieser Artikel ist in der Zeitschrift **DoXMedical Nr. 4+5/09** erschienen

Autorin: Cornelia Ruf-Gschwend, MTRA, Universitätsspital Basel

Strahlenschutz in der Praxis

„Im Strahlenschutz wiegt ein Gramm Hirn mehr als eine Tonne Blei“. Der Radiologe Felix Wachsmann bringt es auf den Punkt: Mit dem Einhalten einiger Grundregeln und mit angemessenen Vorkehrungen kann das Strahlenrisiko in der Radiologie minimiert werden. Zwar muss heute niemand mehr einen Finger oder Arm opfern wie zu Wilhelm Conrad Röntgens Zeiten, dennoch ist die Strahlenexposition für Patienten, Ärzte und das medizinisch-technische Personal möglichst gering zu halten.

Bei den heute in den medizinischen Praxen üblicherweise applizierten Strahlendosen kann das Strahlenrisiko -je nach untersuchter Organregion- als gering bis mittel eingestuft werden.

Das bedeutet aber nicht, dass kein Schutzaufwand mehr nötig ist. Als oberstes Gebot gilt auch heute noch das ALARA-Prinzip: As low as reasonably achievable (*so gering wie vernünftigerweise erreichbar*). Das für den Strahlenschutz zuständige Bundesamt für Gesundheit (BAG) hat Merkblätter und Weisungen zu Schutzmassnahmen publiziert, die in der Praxis relativ einfach umgesetzt werden können.

Verwendung von Schutzmitteln

- Für die Patientinnen und Patienten

Die erforderlichen Schutzmassnahmen (insbesondere bei Kindern, Jugendlichen und Schwangeren) für die häufigsten Untersuchungen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Angaben sind als Empfehlungen zu verstehen.

Aufgrund individueller Gegebenheiten können abweichende Massnahmen gerechtfertigt sein. Die Verantwortung für den sinnvollen und situationsgerechten Einsatz von Schutzmitteln liegt beim jeweiligen Strahlenschutz-Sachverständigen des Betriebes.

- Für das Betriebspersonal und Dritte

Ärzte und medizinisch-technisches Personal sowie eventuelle Begleitpersonen von Patienten, die sich während der Untersuchung im Röntgenraum aufhalten müssen, haben eine Strahlenschutzschürze (min. 0,25 mm Bleiäquivalent) zu tragen.

Schuttmittel für Patientinnen und Patienten

Untersuchung / Körperbereich	Anzuwendende Schuttmittel
Zahnaufnahme (intraoral)	Schutzschild oder Strahlenschutzschürze
Zahnaufnahme (Panorama- oder Fernröntgen)	Dental- oder Strahlenschutzschürze
Thorax	Gonadenschutzschürze *1
Extremitäten	Strahlenschutzschürze / Gonadenschutzschürze
Schädel	Strahlenschutzschürze / Gonadenschutzschürze
Schulter	Gonadenschutzschürze
Wirbelsäule (HWS, BWS)	Gonadenschutzschürze
Wirbelsäule (LWS)	Hodenschutz *2
Abdomen, Becken, Hüfte	Hodenschutz / Ovarienschutz
Harntrakt	Hodenschutz *2
CT Thorax	Gonadenschutzschürze / Schuttmittel rundum
CT Abdomen	Hodenschutz *2
CT Schädel	Gonadenschutzschürze / Schuttmittel rundum
Mamma	Gonadenschutzschürze

*1: Anwendung der Gonadenschutzschürze röhrenseitig, Bei Systemen mit stärkerer Streustrahlung vom Wandstativ (Bucky) kann (bei Männern) der Einsatz auf der Vorderseite wirkungsvoller sein. Bei Systemen im Hausarztbereich (freistehende Universal-Aufnahmesysteme) ist die Rückstreuung geringer. Bester Schutz bietet eine Rundumschürze.

*2: Bei Röntgenuntersuchungen des Abdomens, des Harntraktes, des Magen- Darmtraktes sowie des Beckens und der Lendenwirbelsäule muss, wenn aufnahmetechnisch möglich und der Informationsgehalt der Untersuchung nicht eingeschränkt wird, ein Hodenschutz angewendet werden.
(Quelle: BAG-Merkblatt R-09-02)

Schuttmittel für Patienten bei Thoraxaufnahmen*

Die Unterschiede bei der Strahlendosis sind davon abhängig, ob und in welcher Position eine Bleischürze verwendet wird

Thorax ohne Bleischürze	Gonadendosis Mann	100%
	0,0002mSv	
Thorax mit Halbschürze hinten	Gonadendosis Frau	100%
	0,0005mSv	
Thorax mit Halbschürze vorne	Gonadendosis Mann	88%
	Gonadendosis Frau	95%
Thorax mit Rundumschürze	Gonadendosis Mann	27%
	Gonadendosis Frau	90%
Thorax mit Rundumschürze	Gonadendosis Mann	15%
	Gonadendosis Frau	85%

* Quelle: Prof. Jakob Roth, ehemaliger Leiter der Abteilung Radiologische Physik, Universitätskliniken Basel
siehe Info, Literatur

Die Ovarialdosis reduziert sich bei 1cm zusätzlicher Einblendung am unteren Feldrand um 20%. Bei Frauen muss deshalb immer die Feldgröße auf 35/35 eingeblendet werden

Schutz der beruflich strahlenexponierten schwangeren Frau

In der Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 ist die Situation von Schwangeren, die beruflich strahlenexponiert sind, wie folgt geregelt:

„Ab Kenntnis der Schwangerschaft bis zu ihrem Ende darf die Äquivalentdosis an der Oberfläche des Abdomens 2 mSv und als Folge einer Inkorporation 1 mSv nicht überschreiten.“

Für zusätzliche Informationen siehe auch BAG-Merkblatt R-05-01.

- Arbeitsmethoden und Verhalten

Die wirksamste Methode, um ein Risiko ganz auszuschliessen ist natürlich, die betroffene Frau während der Schwangerschaft und einer mit dem Arbeitgeber festgelegten Zeitspanne ausserhalb der kontrollierten Zonen (zum Beispiel Sekretariat) zu beschäftigen, sofern dies der Arbeitsprozess zulässt. So wird sie auf keinen Fall mit ionisierenden Strahlen in Kontakt kommen.

Für eine Schwangere ist es empfehlenswert, ihren Arbeitgeber möglichst frühzeitig über die Schwangerschaft in Kenntnis zu setzen, damit die Arbeitsbedingungen besprochen und gegebenenfalls optimiert werden können. Aus den getroffenen Massnahmen dürfen für die Frau jedoch keine wirtschaftlichen oder persönlichen Nachteile entstehen.

Bei der Ausübung von Tätigkeiten mit einem erhöhten Risiko sind folgende Methoden konsequent anzuwenden (gilt für alle beruflich strahlenexponierten Personen):

Abstand:

Die betroffene Person versucht in jedem Fall, sich von der Strahlenquelle so weit wie möglich entfernt aufzuhalten. Die Strahlenintensität nimmt mit zunehmender Distanz im Quadrat des Abstandes ab.

Aufenthaltszeit:

Der Aufenthalt in der Nähe von Strahlenquellen sollte so kurz wie möglich sein. Es sollen sich während der Untersuchung nur diejenigen Personen in der kontrollierten Zone aufhalten, welche in den radiologischen Prozess involviert sind.

Abschirmung:

Es sind geeignete Schutzmittel zu verwenden, wie im Merkblatt R-09-02 aufgeführt. Evtl. ist das Tragen von Schutzmitteln mit einem höheren Bleiäquivalent angezeigt.

Bei Einhaltung der grundlegenden Strahlenschutzmassnahmen besteht kein zwingender Grund, eine Schwangere nicht in einer kontrollierten Zone arbeiten zu lassen.

Persönliche Dosimetrie

Das Tragen des individuellen Dosimeters ist für alle beruflich strahlenexponierten Personen obligatorisch. Speziell von Bedeutung ist die Tragepflicht für schwangere Mitarbeiterinnen. Das Dosimeter wird in diesem Fall auf Bauchhöhe (ohne Schwangerschaft auf Höhe des Brustkorbes) und unter der Bleischürze getragen. Der Bewilligungsinhaber ist verpflichtet, die gesetzlichen Bestimmungen zur Personendosimetrie umzusetzen.

Diagnostische Referenzwerte (DRW)

Der DRW ist eine Hilfsgrösse zum Erkennen von hohen Dosen durch den Vergleich mit einer Referenzgrösse. Der DRW ist kein Grenzwert und kein Optimalwert. Für den Patienten existieren keine Grenzwerte. Es wird davon ausgegangen, dass unter Anwendung der Grundsätze der Rechtfertigung und Optimierung die Strahlenexposition auf ein vernünftiges Mass beschränkt werden kann. Die Anwendung des Konzeptes der DRW muss als zusätzliches Mittel zur Optimierung beigezogen werden.

Der Grundsatz der Optimierung ist durch das ALARA-Prinzip festgelegt (so wenig als möglich, soviel wie nötig). Der DRW ist ein Mittel zur Optimierung. Der Anwender von Röntgenstrahlen soll damit einschätzen können, ob die von ihm applizierten Dosen am Patienten gering, im üblichen Rahmen oder hoch sind.

Die aktuell publizierten Referenzwerte im Bereich der Projektionsradiographie wurden im Rahmen der Richtlinie des Rates der europäischen Union erlassen. Sie beziehen sich auf die Oberflächendosis am Patienteneintritt (ESD=Entrance Surface Dose) für eine einzelne Röntgenaufnahme. Die Werte werden gegenwärtig vom BAG im Rahmen einer Erhebung überprüft. Die Ergebnisse der Studie werden in Form von angepassten, nationalen Diagnostischen Referenzwerten im bereits existierenden BAG-Merkblatt R-06-04 publiziert (Tabelle 2).

UNTERSUCHUNG	ESD - mGy
Thorax pa	0,3
Thorax lat	1,5
Mammographie axial	10
LWS pa	10
LWS lateral	30
LWS mit Sacrum	40
Becken ap	10
Schädel pa	5
Schädel lateral	3

Ein Programm (Excel-Basis) zur Ermittlung der Oberflächendosis und deren Vergleich mit dem entsprechenden Diagnostischen Referenzwert kann beim BAG bezogen werden (siehe Kästchen Info).

Tabelle 2: Aktuelle Diagnostische Referenzwerte (DRW) für die Projektionsradiographie

Cornelia Ruf
Fachfrau für med. technische Radiologie
Reussstrasse 23
4054 Basel
E-Mail: cornelia.ruf@bluewin.ch

Kasten 1

Info, Merkblätter und Weisungen

Bundesamt für Gesundheit, aktuelle Daten zum Strahlenschutz: www.str-rad.ch

- Empfindlichkeitsklassen für Film-Folien-Systeme und digitale Systeme: R-09-01
- Verwendung von Schutzmitteln: R-09-02
- Schutz der beruflich strahlenexponierten schwangeren Frau: R-05-01
- Diagnostischer Referenzwert DRW: R-06-04
- Ermittlung Oberflächendosis/Vergleich DRW: DRWCalc 4.0 (Excel-Tool)
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/02885/02889/>

Literatur:

Strahlenschutz in der Medizin – Praktische Anleitung zum Strahlenschutz in Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin und Strahlentherapie

Prof. Jakob Roth, ehemaliger Leiter der Abteilung Radiologische Physik, Universitätsklinikern Basel, Verlag Hans Huber 2008 ISBN:34-56845375

Kompendium für ärztliche Strahlenschutz-Sachverständige

Dr. Philipp R. Trueb (Hrsg.), Haupt Verlag Bern, 2. korrigierte Auflage 2004
ISBN 3-258-06763-5

Kasten 2

Tipps für den Strahlenschutz am Patienten

- Röntgenuntersuchungen sind nur dann gerechtfertigt, wenn sie auch eine therapeutische Konsequenz haben (Nutzen-Risiko-Analyse).
- Keine Vergleichsaufnahmen der Gegenseite, dies gilt besonders bei Kindern. Bei der Frage nach Normvarianten, Epiphysenfugen oder fraglicher Fraktur, den Röntgenatlas zu Hilfe nehmen.
- Die effektivste Massnahme für den Strahlenschutz am Patienten ist eine enge Feldeinblendung:
 - Verkleinert man das Strahlenfeld z.B von 20x20 auf 16x16, wird 33 Prozent weniger Gewebe bestrahlt.
 - Blendet man beim Thorax der Frauen das Strahlenfeld immer auf 35x35 ein, vergrössert sich die Distanz zwischen dem unteren Feldrand und dem strahlenempfindlichen Organ (Ovarien) ausserhalb des Nutzstrahlenfeldes.
 - Bei einem kleineren Strahlenfeld entstehen weniger Streustrahlen, da weniger Gewebe durchstrahlt wird – die Bildqualität ist besser.
- Das Strahlenfeld darf nie grösser sein als das gewählte Kassettenformat. Achtung: bei der Anwendung von Bucky-Aufnahmen besonders darauf achten und die richtige Feldgrösse immer schon einstellen, bevor der Patient positioniert wird. *TIPP:* An der Wandbucky die Formate mit wasserfestem Filzstift einzeichnen.
- Die sichtbare Einblendung auf dem Röntgenfilm und nicht die elektronischen Blenden bei der digitalen Bildnachverarbeitung zeugen von einem guten Strahlenschutzbewusstsein.
- Fortbildungen in Einstelltechnik, praktischem Strahlenschutz und Repetition Anatomie.

Die wichtigsten Grundsätze im Strahlenschutz



Weniger nah – weniger Strahlung

Die Strahlenintensität nimmt im Quadrat zum Abstand ab.
Abstand ist der beste und billigste Strahlenschutz.



Vorbereitung – Voraufnahmen – Exposition

jede unnötige Bestrahlung vermeiden



Folien

Folien - die richtige Wahl treffen (Empfindlichkeitsklasse beachten)



Bleigummischürze, Gonadenschutz

Einsatz muss der Situation angemessen sein



Einblenden

Das Nutzstrahlenbündel auf die erforderliche Grösse begrenzen



WEITERBILDUNG

Kontinuierliche Aktualisierung der eigenen Fachkompetenz
(auch im Strahlenschutz)