



Kompetenznetz Lehre in der Medizin
Baden-Württemberg

Freiburg | Heidelberg | Mannheim | Tübingen | Ulm

STRAHLENSCHUTZ - NICHT NUR IM PJ



Verhaltensweisen und Tipps im Umgang mit
ionisierender Strahlung im Praktischen Jahr

KOMPETENZZENTRUM PRAKTISCHES JAHR
MEDIZINISCHE FAKULTÄT MANNHEIM

Impressum

Strahlenschutz- Nicht nur im PJ

Erste Auflage 08/2020

© 2020 MERLIN Lehrforschung im Netz BW

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL17011C gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Inhalt:

Dipl.-Ing. Volker Steil

Leitender Medizinphysiker und Strahlenschutzbevollmächtigter
Stabsstelle Medizinische Physik und Strahlenschutz
Universitätsklinikum Mannheim GmbH
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3, 68167 Mannheim

Gestaltung:

Anna-Katharina Lehn

Medizinisch-technische-Radiologieassistentin
Bachelorstudiengang Interprofessionelle Gesundheitsversorgung
Medizinische Fakultät Heidelberg

Kontakt:

Dr. med. Elisabeth Narciss

Kompetenzzentrum Praktisches Jahr
GB Studium und Lehrentwicklung
Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3, 68167 Mannheim
elisabeth.narciss@medma.uni-heidelberg.de

Strahlenschutz kurz erklärt...

Häufig kommen Medizinstudenten und Medizinstudentinnen während ihres PJs z.B. in den chirurgischen Fächern mit ionisierender Strahlung in Kontakt. Daher ist es wichtig zu wissen, wie man sich selbst und andere bestmöglich vor dieser Strahlung schützen kann.

Inhalt

Strahlenschutz kurz erklärt...	1
Grundlagen – Was ist Strahlung?	4
Natürliches Strahlenvorkommen und natürliche Strahlenbelastung	4
Anwendungsbereiche von ionisierender Strahlung in der Medizin	4
Nutzen.....	4
Folgen (Strahlenschäden deterministisch/stochastisch)	4
Konsequenzen	5
Einsatz von ionisierender Strahlung – Was ist zu beachten?	6
Rechtfertigende Indikation	6
ALARA	6
Gesetzliche Grundlagen	7
Gesetze	7
Strahlenschutzbereiche	7
Hierarchien der Verantwortlichkeiten/Ansprechpartner	9
Grenzwerte	9
Dosimetrische Überwachung	10
Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenbelastung	13
Schutzkleidung	13
Praktische Tipps.....	14
4 A's	15
To-Do	16
Not-To-Do	17
Quellen	18

Sie interessieren sich für die gesetzlichen Grundlagen?

Dann schauen Sie doch hier in das Strahlenschutzgesetz:

<https://www.gesetze-im-internet.de/strlsg/>



„Im Strahlenschutz wiegt ein Gramm Hirn mehr als eine Tonne Blei“

Felix Wachsmann (1904-1995), Radiologe [1]

Grundlagen – Was ist Strahlung?

Natürliches Strahlenvorkommen und natürliche Strahlenbelastung

Jeder Mensch ist während seines Lebens ionisierender Strahlung ausgesetzt. Sie kommt zu einem gewissen Anteil natürlich in der Umwelt vor und setzt sich aus kosmischer Strahlung (u.a. Gammastrahlung der Sonne), terrestrischer Strahlung (aus natürlichen radioaktiven Stoffen in bestimmten Gesteinsschichten) sowie aus dem in der Umgebungsluft vorkommenden Radon zusammen. Hinzu kommt die Aufnahme von natürlichen Radionukliden über bestimmte Nahrungsmittel. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche effektive Dosis von **2,1 mSv** pro Person im Jahr [2].

Anwendungsbereiche von ionisierender Strahlung in der Medizin

Ionisierende Strahlung ermöglicht zahlreiche Untersuchungen, um (nicht invasiv) Einblicke in das Innere eines Körpers zu erhalten.

Zu den Untersuchungsmethoden, die ionisierende Strahlung verwenden, zählen neben der klassischen Röntgenuntersuchung (Summationsbild), die Durchleuchtung (Darstellung dynamischer Prozesse, Angiographien etc.) und die Computertomographie (Schnittbildgebung). Des Weiteren wird sie auch bei nuklearmedizinischen Untersuchungen eingesetzt.

Neben der rein diagnostischen Anwendung kann ionisierende Strahlung auch als Therapie eingesetzt werden. Dies ist sowohl im nuklearmedizinischen Bereich als auch in der Strahlentherapie möglich.

Nutzen

Der Einsatz ionisierender Strahlung bietet zahlreiche Vorteile. So sind die meisten Verfahren nicht invasiv, liefern relativ schnell umfangreiche Erkenntnisse und sind zumeist schmerzfrei für Patienten.

Folgen (Strahlenschäden deterministisch/stochastisch)

Die Anwendung von ionisierender Strahlung birgt aber auch einige Risiken.

Durch die Einwirkung von ionisierender Strahlung können Körperzellen geschädigt werden. Nur ein gewisser Anteil der Schäden kann durch körpereigene Reparaturmechanismen behoben werden.

Bei Strahlenschäden wird zwischen **deterministischen** und **stochastischen** Schäden unterschieden.

Unter **deterministischen Strahlenschäden** werden Schäden verstanden, die ab der Überschreitung eines gewissen Schwellenwertes auf jeden Fall eintreten, da einzelne Zellen so stark geschädigt wurden, dass dies zu einer Apoptose führt. Beispiele für deterministische Schäden sind zum Beispiel das Auftreten von Hauterythemen, Haarausfall oder einer Anämie. Es besteht zudem eine direkte Abhängigkeit zwischen der einwirkenden Dosis und der Schwere des Schadens: „je höher die Strahlendosis, desto schwerer der Strahlenschaden“ [2]. Es ist außerdem möglich, einen gewissen Dosis-Schwellenwert zu definieren, ab wel-

chem die ersten deterministischen Schäden auftreten. Daher ist es auch möglich, mit Hilfe entsprechender strahlenschutztechnischer Mittel dafür zu sorgen, dass dieser nicht überschritten wird und keine Schädigung des Organismus eintritt.

Stochastische Strahlenschäden lassen sich weniger gut vorhersagen. Bei steigender Strahlenexposition steigt das Risiko des Eintretens eines Schadens, er muss aber nicht zwingend eintreten. Stochastische Schäden sind die Folge einer Schädigung der DNA durch ionisierende Strahlung und der daraus entstandenen Mutation der Zellen.

Hierbei ist es nicht möglich, einen Dosis-Schwellenwert zu definieren. Auch bei sehr geringer Strahlenexposition kann schon ein stochastischer Schaden auftreten. Das Risiko des Eintretens steigt jedoch mit steigender Exposition. Zu den stochastischen Strahlenschäden zählen unter anderem Leukämien oder onkologische Tumorerkrankungen.

Zur besseren Veranschaulichung kann der Vergleich mit einem Spaziergang im Gewitter herangezogen werden: Regnet es, wird man nass. Je stärker es regnet, desto nasser wird man (=Dosis-Abhängigkeit). Der Schwellenwert des Nasswerdens liegt beim Übergang von leichtem Nieselregen zu „richtigem“ Regen. (→ Deterministischer Schaden)

Die Wahrscheinlichkeit, während eines Gewitters vom Blitz getroffen zu werden, ist relativ gering, aber nie unmöglich. Je stärker es gewittert, desto höher ist das Risiko. Wird man dann allerdings vom Blitz getroffen, so gibt es keine Abstufung in der Schwere des daraus entstandenen Schadens. (→ Stochastischer Schaden)

Konsequenzen

Die sich daraus ergebende Konsequenz sind in erster Linie Vorsicht und das Ergreifen geeigneter Schutzmaßnahmen. Deterministische Schäden lassen sich relativ gut dadurch verhindern, für stochastische Schäden hingegen lässt sich nur das Risiko minimieren.

Nicht zuletzt ist natürlich immer über die Verwendung alternativer diagnostischer Verfahren nachzudenken, bei welchen keine ionisierende Strahlung benötigt wird, wie beispielsweise Sonographie oder eine Untersuchung mittels Magnetresonanztomographie.

Einsatz von ionisierender Strahlung – Was ist zu beachten?

Rechtfertigende Indikation

Aufgrund der Risiken ionisierender Strahlung darf diese nicht leichtfertig angewendet werden. Für die Anwendung im medizinischen Bereich müssen in jedem Einzelfall Nutzen und Risiken gegeneinander abgewogen werden. Überwiegt der Nutzen einer Anwendung gegenüber dem gesundheitlichen Risiko, so kann eine rechtfertigende Indikation durch einen fachkundigen Arzt gestellt werden.

PJ-Studierende dürfen grundsätzlich keine Röntgen- oder sonstige apparative Untersuchungen anordnen!

ALARA

Grundsätzlich sollte die Anwendung ionisierender Strahlung immer dem sogenannten ALARA-Prinzip folgen „As low as reasonably achievable“. Das heißt, es ist stets so wenig Dosis wie möglich anzuwenden, aber so viel, um noch aussagekräftige Untersuchungsergebnisse zu erhalten.

Gesetzliche Grundlagen

Gesetze

Seit dem 01.01.2019 wurden die Gesetze und Verordnungen zum Einsatz ionisierender und nicht ionisierender Verfahren neu strukturiert. Übergeordnet steht das **Atomgesetz**. Darunter ist das **Strahlenschutzgesetz** angeordnet und wiederum darunter die **Strahlenschutzverordnung**, welche die ehemalige Röntgen- und Strahlenschutzverordnung enthält. Der Strahlenschutzverordnung untergeordnet sind Richtlinien und Verwaltungsvorschriften.

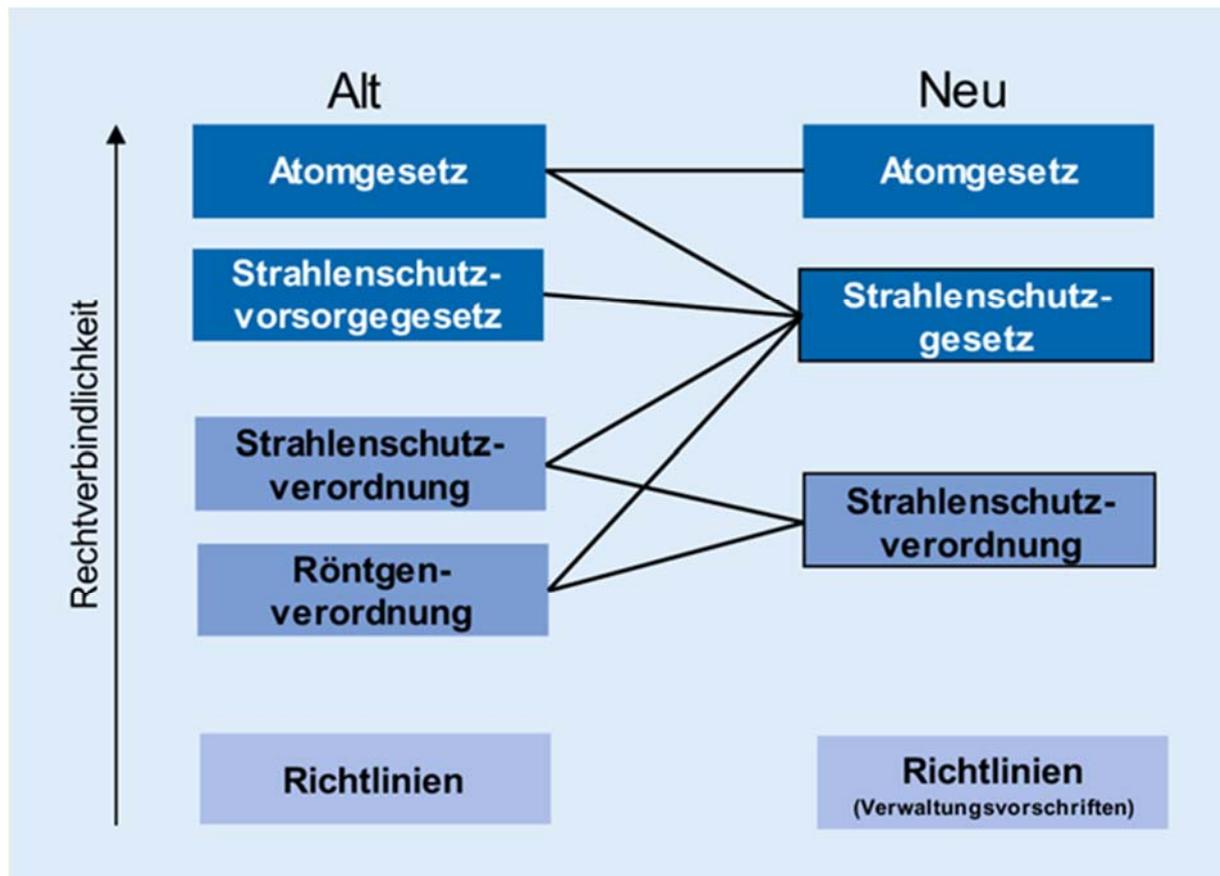


Abbildung 1. Strahlenschutzgesetzgebung [3]

Strahlenschutzbereiche

Werden in bestimmten Bereichen beispielsweise Röntgeneinrichtungen oder Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung betrieben, so müssen diese nach §52 StrSchV als **Strahlenschutzbereiche definiert** werden. Die Einteilung der Bereiche richtet sich nach der dort zu erwartenden Dosis. Danach richten sich dann auch die baulichen Strahlenschutzmaßnahmen.

Generell gilt, dass im sogenannten allgemeinen Staatsgebiet, also überall außerhalb der Strahlenschutzbereiche, der Grenzwert einer effektiven Dosis von **<1mSv/Jahr** eingehalten werden muss. Dieser entspricht dem Grenzwert, der für Normalpersonen gilt.

Der erste strahlenschutzrechtliche Bereich ist der **Überwachungsbereich**. Hier können effektive Dosen von **mehr als 1mSv/a**, aber **weniger als 6mSv/a** auftreten. Dies trifft zum Beispiel auf Röntgenräume, in denen gerade keine Aufnahme gemacht wird, zu. Zutritt in diesen Bereich erhalten Besucher, Auszubildende und Studierende im Rahmen ihrer Ausbildung, Patienten und Patientinnen oder helfende Personen sowie das dort tätige Personal.

Wird eine Röntgenaufnahme durchgeführt, wandelt sich die Einstufung des Raumes unmittelbar in den sogenannten **Kontrollbereich** um. In diesem ist eine effektive Dosis von **über 6mSv/a** zu erwarten. Es besteht eine **Kennzeichnungspflicht**, das heißt alle Türen, die zu diesem Raum führen, müssen mit „Kontrollbereich“, gegebenenfalls auch mit „**Kein Zutritt – Röntgen**“ gekennzeichnet sein.

Während dieser Zeit sollte sich nur die Patientin bzw. der Patient sowie Personal mit entsprechender Schutzkleidung im Raum befinden. Auszubildende und Studierende dürfen sich ebenfalls mit entsprechender Schutzkleidung und mit Dosimeter ausgestattet im Raum aufhalten, sofern dies für ihre Ausbildung erforderlich ist.

Sind helfende Personen notwendig, beispielsweise um ein Kind während einer Aufnahme zu halten, so ist dies nur mit Schutzkleidung und Personendosimeter sowie der Zustimmung eines fachkundigen Arztes zulässig.

Schwangere dürfen nicht als helfende Personen im Kontrollbereich tätig sein.

Einen weiteren Strahlenschutzbereich stellt der **Sperrbereich** dar. Für diesen gelten noch strengere Vorgaben, da hier eine Ortsdosisleistung von mehr als 3mSv/h erwartet wird. Dies ist zum Beispiel während einer strahlentherapeutischen Behandlung der Fall. Räume, die als Sperrbereiche gelten, müssen entsprechend mit „**Sperrbereich – kein Zutritt**“ gekennzeichnet werden. Zutritt erhält nur die Patientin bzw. der Patient, insofern ein fachkundiger Arzt/Ärztin für diese Behandlung eine Indikation gestellt hat. Das Personal befindet sich während der Behandlungszeit nicht im Raum. Gesetzlich ist geregelt, dass Personal den Bereich betreten darf, wenn zwingende Gründe dies erforderlich machen und das Personal unter Kontrolle eines/einer Strahlenschutzbeauftragten steht.

Für Schwangere bestehen gewisse Sonderregelungen:

- Im Sperrbereich dürfen sich Schwangere grundsätzlich nur dann aufhalten, wenn sie selbst Patientinnen sind.
- Arbeiten in Kontrollbereichen dürfen von Schwangeren nur ausgeführt werden, wenn sie neben Schutzkleidung und Personendosimeter mit einem zweiten, elektronischen, jederzeit ablesbaren Dosimeter ausgestattet sind.
- Schwangere dürfen Kontrollbereiche nicht als Begleitperson betreten.
- Schwangere dürfen nicht mit radioaktiven Stoffen umgehen.

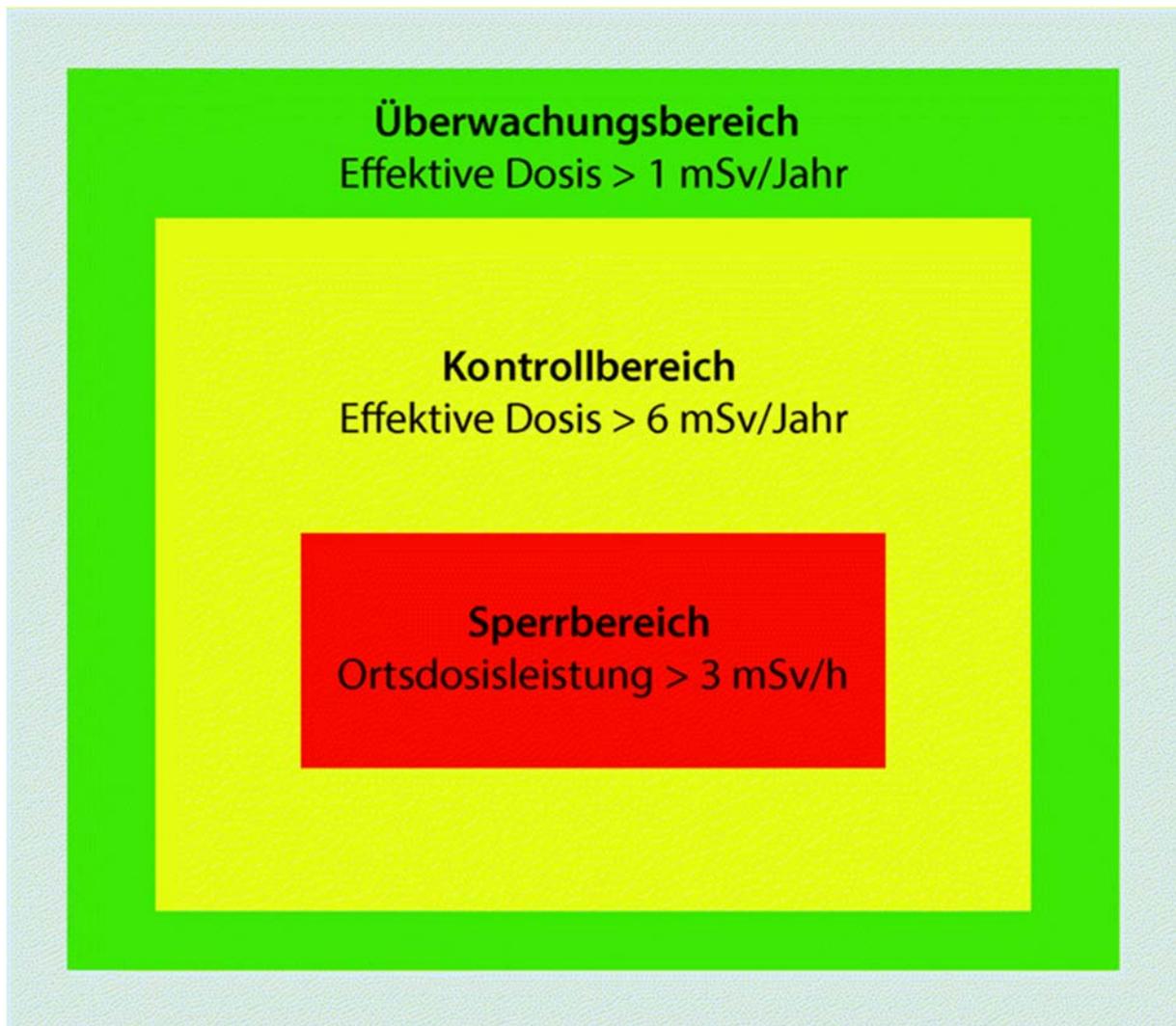


Abbildung 2. Strahlenschutzbereiche [4]

Hierarchien der Verantwortlichkeiten/Ansprechpartner

Jede Institution, Klinik oder Praxis, in der mit ionisierender Strahlung umgegangen wird, hat als Eigentümer der Anlagen und Inhaber der Genehmigung eine/-n **Strahlenschutzverantwortliche/-n** zu benennen. Diese/-r muss jedoch keine Fachkunde im Strahlenschutz besitzen. Für einzelne Bereiche, in denen ionisierende Strahlung angewendet wird, benennt die/der Strahlenschutzverantwortliche **fachkundige Strahlenschutzbeauftragte**.

Grenzwerte

Der Grenzwert der effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung, die nicht beruflich strahlenexponiert sind, beträgt **1mSv** im Kalenderjahr. Ist bei diesen Personen eine medizinische Anwendung von ionisierenden Strahlen notwendig, so wird diese im Grenzwert nicht berücksichtigt [5].

Um sicherzustellen, dass vor allem beruflich strahlenexponiertes Personal ausreichend geschützt ist, wurden verschiedene Grenzwerte festgelegt, welche nicht überschritten werden dürfen (Ausnahme nur in Notfallsituationen).

Für beruflich strahlenexponierte Personen gelten also andere Grenzwerte. Der Grenzwert für die effektive Dosis der Personengruppe A liegt bei **20mSv**, der Gruppe B **bei 6mSv** im Kalenderjahr. Dabei gelten noch zusätzliche Organ-Äquivalentdosen, je nach Strahlensensibilität einzelner Organe. Diese werden in der Praxis jedoch nicht gemessen, sondern aus der Personendosis abgeleitet [6].

Die Berufslebensdosis, also die Dosis, die eine beruflich strahlenexponierte Person während ihres gesamten Berufslebens „abbekommen“ darf, beträgt **400mSv** [7].

Eine Sonderrolle stellen Minderjährige dar: bei beruflich exponierten Minderjährigen darf ohne Genehmigung der Behörde die effektive Dosis von 1mSv im Kalenderjahr nicht überschritten werden.

Bei Schwangeren ist sicherzustellen, dass die effektive Dosis des Ungeborenen ab dem Zeitpunkt der Mitteilung der Schwangerschaft bis zur Geburt **1mSv** nicht überschreitet. Dies ist durch ein zusätzliches, jederzeit ablesbares, Dosimeter zu überprüfen [6].

Dosimetrische Überwachung

Um die Einhaltung der Grenzwerte beruflich exponierten Personals zu überwachen, müssen diese Personen personengebundene Dosimeter tragen.

Dosimeter gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. So wird grundsätzlich zwischen Dosimetern zur Bestimmung der effektiven Gesamtdosis, z.B. OSL-Dosimeter (Optisch-stimulierte-Lumineszenz-Dosimeter) und solchen zur Bestimmung einer Teilkörperdosis (z.B. Fingerringdosimeter) unterschieden.

Üblicherweise wird ein sogenanntes OSL-Dosimeter eingesetzt. Besteht eine potentielle Strahlenbelastung durch Neutronen oder Protonen, kommen Albedo-Dosimeter zum Einsatz.

Fingerring-Dosimeter müssen nur getragen werden, wenn mit einer erhöhten Strahlenbelastung der Hände gerechnet wird, z. B. wenn sich diese während einer Operation im Durchleuchtungsbereich befinden oder beim Arbeiten in der Nuklearmedizin. Fingerring-Dosimeter werden zusätzlich zu einem Personendosimeter getragen.

Diesen Dosimetern ist gemeinsam, dass sie stets **personengebunden** getragen werden. Sie werden zu Beginn einer **Person zugeordnet**, müssen **monatlich gewechselt** werden und werden dann an die zuständige **Auswertungsstelle geschickt**. Nur so lässt sich die tatsächliche Strahlenbelastung einer Person bestimmen.

Wird ein Dosimeter nicht getragen, sondern nur im Spind aufbewahrt, so wird dies auch von der Auswertestelle erkannt und der Nutzen sollte vom Strahlenschutzbeauftragten geprüft werden.



Abbildung 3
OSL-Dosimeter

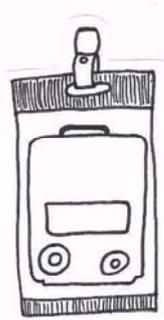


Abbildung 4
Albedo-Dosimeter



Abbildung 5
Fingerringdosimeter

Dosimeter müssen immer an einer repräsentativen Stelle getragen werden. Zu diesen zählen der obere Bereich am Körperstamm, also etwa auf Brusthöhe (→ Brusttasche bei vielen Kitteln/Kasacks) oder der Rumpfbereich ebenfalls am Körperstamm (→ ebenfalls Tasche bei vielen Kitteln).

Beim Tragen von Schutzkleidung ist das Personendosimeter unter der Kleidung zu tragen, denn nur so wird die Dosis gemessen, die den Körper tatsächlich erreicht.

Nach einem gewissen Intervall, meist zum Monatswechsel, werden die Dosimeter ausgetauscht und die getragenen Dosimeter an die zuständige Auswertungsstelle gesendet. Dort wird ausgewertet, ob das Dosimeter der betreffenden Person eine Dosis gemessen hat. Die Ergebnisse werden in zentralen Datenbanken für die Dauer des gesamten Lebens gespeichert, sodass auch bei einem Arbeitsplatzwechsel diese Daten gesichert bleiben. Es empfiehlt sich jedoch, bei einem Arbeitsplatzwechsel eine Einsicht bzw. einen Ausdruck dieser Daten bei dem/der Strahlenschutzbeauftragten anzufordern. Diese Aufzeichnungen der Personendosis müssen bis 30 Jahre nach Beendigung der beruflichen Tätigkeit aufbewahrt und vom Strahlenschutzverantwortlichen archiviert werden.

Alle gemessenen Werte der Auswertestelle werden dem/der zuständigen Strahlenschutzbeauftragten zugeschickt. Sollten unverhältnismäßig hohe Werte registriert worden sein, wird die/der Strahlenschutzbeauftragte informiert und es wird Rücksprache mit der/dem entsprechenden Mitarbeiter/-in gehalten, um mögliche Ursachen herauszufinden. Wurde das Dosimeter eventuell beim Umlagern von Patienten im Raum verloren und dann während der CT-Untersuchung dort vergessen oder war der/die Mitarbeiter/-in tatsächlich einer so hohen Dosis ausgesetzt? Daher ist es äußerst wichtig, sämtliche Verluste des Dosimeters zu melden. Genauso relevant ist es, Situationen zu melden, in denen eine (potentielle) Strahlenbelastung (ohne dosimetrische Überwachung) erfolgt sein könnte, z.B. wenn eine Person während einer CT-Untersuchung im Raum zurückgeblieben ist. In diesen Fällen kann durch die/den Strahlenschutzbeauftragte/-n oder Medizinphysikexpertin/-en eine Ersatzdosis berechnet werden, welche der zuständigen Aufsichtsbehörde gemeldet wird.

Für Besucher oder Begleitpersonen stehen in der Regel elektronische, sofort ablesbare Dosimeter zur Verfügung.

Um sicherzustellen, dass bei Schwangeren der Dosisgrenzwert des ungeborenen Kindes nicht überschritten wird, erhalten diese unmittelbar nach Meldung der Schwangerschaft ein zusätzliches Dosimeter, welches auf Uterushöhe getragen werden sollte. Dieses ist meist ein sofort ablesbares, elektronisches Dosimeter, sodass die Messwerte arbeitstäglich notiert werden müssen. Die genaue Anwendung des Dosimeters wird von der/dem Strahlenschutzbeauftragten bei Ausgabe des Dosimeters erläutert.

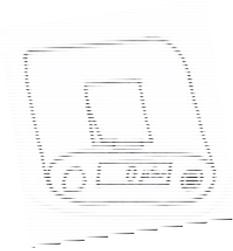


Abbildung 6
Elektronisches, sofort
ablesbares Dosimeter

Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenbelastung

Schutzkleidung

In einigen Situationen ist es so gut wie unvermeidbar, einer gewissen Strahlenbelastung ausgesetzt zu sein, beispielsweise während einer Operation mit Röntgenkontrollen.

In diesen Fällen ist es notwendig, sich vor der Röntgenstrahlung durch Schutzkleidung zu schützen. Selten sind mobile Strahlenschutzwände oder -scheiben vorhanden, die zwischen der Strahlenquelle und dem Personal platziert werden können.

Zur Schutzkleidung gehört immer die Röntgenschürze in einer angepassten Ausführung (es gibt verschiedene Ausführungen und Größen) zum Schutz des Körperstammes. Daneben kann auch ein separater Schilddrüsenschutz, eine Strahlenschutzbrille zum Schutz der Augenlinse, ggf. eine Strahlenschutzhaube zum Schutz des Schädels, oder Strahlenschutzhandschuhe zum Einsatz kommen, wenn bei Durchleuchtung bspw. etwas mit den Händen außerhalb des Nutzstrahles fixiert werden muss.

In der Handhabung der Schutzkleidung ist besonders auf deren Aufbewahrung zu achten. Wird Schutzkleidung nicht korrekt aufbewahrt, kann dies zu Beschädigungen führen, sodass danach kein optimaler Schutz mehr gewährleistet ist.

Die Strahlenschutzkleidung sollte deshalb immer auf den vorgesehenen Vorrichtungen aufbewahrt werden. Bei jedem Ablegen (auch kurzes „mal eben“ über die Stuhllehne legen!) kann es auf Dauer zu Brüchen des innenbefindlichen Bleigummis bzw. des Bleiäquivalents kommen. Dies kann dazu führen, dass diese in den unteren Teil des Kleidungsstückes rutschen. Damit ist kein optimaler Schutz mehr gewährleistet.

Sollte beim Anlegen der Schutzkleidung bemerkt werden, dass sich im unteren Teil ein schwerer „Wulst“ gebildet hat, sollte diese Schürze für den Gebrauch gesperrt und verschrottet werden.



Abbildung 7. Beschädigte Röntgenschürze [9]



Abbildung 8. Unbeschädigte Röntgenschürze [9]

Praktische Tipps

- Eine einteilige Bleischürze ist relativ schwer, vor allem bei langer Tragezeit. Dies kann eine hohe Belastung für Gelenke und Wirbelsäule darstellen.
- Generell sollte bei der Wahl der Schutzkleidung auf die Größe und damit auf die Passform geachtet werden. Die Kleidung sollte möglichst enganliegend sein, da zu große Ausschnitte an den Armen zu einem verminderten Schutz der Brust führen können. Dennoch sollte die Kleidung auch nicht zu klein gewählt werden und bis zum Knie reichen. Vor allem die blutbildenden Anteile des Knochenmarks sollten von der Strahlenschutzschürze bedeckt sein.
- Grundsätzlich muss die Form der Schutzkleidung beachtet werden. Wird eine Schürze verwendet, die im hinteren Teil offen ist, so darf sich der Träger nur mit Blickrichtung zur Strahlenquelle bewegen. Dies ist auch beim Verlassen des Raumes zu beachten oder wenn etwas aus einem Schrank genommen wird.
- Personen, die im Raum umhergehen müssen, sollten hinten geschlossene Schürzen wählen, da nur mit diesen ein geschütztes freies Bewegen im Raum möglich ist.
- Das Dosimeter sollte so getragen werden, dass die Messung repräsentativ für den Träger ist, das heißt es muss unter der Schutzkleidung, an einer repräsentativen Stelle des Körperrumpfes getragen werden.
- Bei bestimmten Durchleuchtungskonstellationen (z.B. Obertischröhre) sollte geprüft werden, ob zusätzlich ein Schilddrüsenschutz und eine Schutzbrille zu tragen ist, da die Schilddrüse und die Augenlinse strahlensensible Gewebe sind, die durch die Schürze selbst nicht geschützt werden.
- Beim Tragen des Fingerring-Dosimeters ist grundsätzlich darauf zu achten, dass es an einer repräsentativen Stelle der nicht dominanten Hand ist. Da die Teilkörperdosis der Hand gemessen werden soll, zählen zu den repräsentativen Stellen die Grundphalanx des Zeige-, Mittel- oder Ringfingers. Der Detektor muss zur Strahlenquelle zeigen. In der Nuklearmedizin ist dieser daher zur Handinnenfläche zu drehen.
- Schutzkleidung als zweiteiliges Set -also „Rock und Weste“- bietet eine komfortablere Gewichtsverteilung. Diese Sets sind aber in der Regel nicht für alle Personen vorrätig.

Tipp beim Anziehen: erst den Rock anlegen und mit dem Hüftgurt befestigen und erst dann die Weste darüber ziehen.

4 A's

Ein weiterer Grundsatz des Strahlenschutzes stellen die sogenannten vier A's dar. Diese sind vorrangig für den Eigenschutz gedacht und stehen für **Abstand**, **Aufenthaltsdauer**, **Abschirmung** und **Aktivitätsmenge**.

Abstand: Es sollte immer versucht werden, einen möglichst großen Abstand zur Strahlenquelle zu halten. Dahinter steckt das physikalische Abstands-Quadratgesetz. Dieses besagt, dass bei einer Verdopplung des Abstands zur Strahlenquelle die Intensität der Strahlung auf gleicher Fläche nur noch ein Viertel beträgt, also im Verhältnis $1/r^2$ abnimmt.

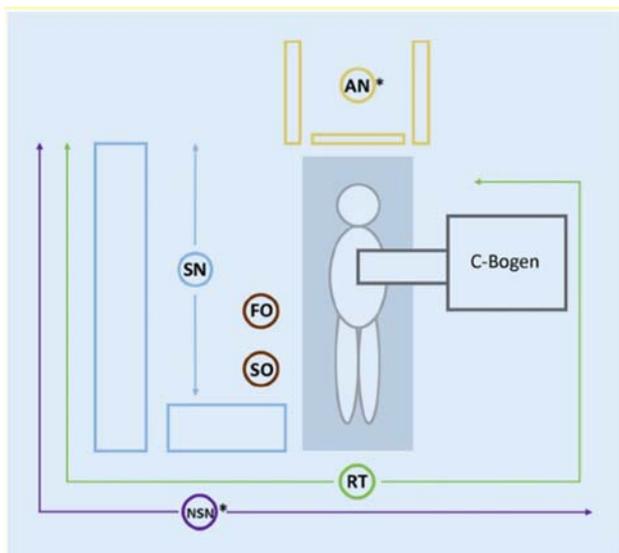
Aufenthaltsdauer: Die Aufenthaltsdauer in einer strahlenexponierten Umgebung sollte so kurz wie möglich sein.

Abschirmung: Es ist darauf zu achten, Abschirmungen und andere Schutzmaßnahmen zu verwenden. Dies bezieht sich nicht nur auf die Schutzkleidung im radio-diagnostischen Bereich, sondern auch auf die Wahl entsprechender (Blei-)Abschirmungen von Spritzen und Behältern offener und umschlossener radioaktiver Stoffe in der Nuklearmedizin.

Aktivität/Energie: Ist die Aktivität und die Energie der Strahlung hoch, sollten bei der Vorbereitung, Transport und Applikation spezielle Strahlenabschirmungen verwendet werden.

Diese vier relativ einfach umzusetzenden Prinzipien haben einen großen Effekt auf den persönlichen Strahlenschutz und sollten daher immer im Hinterkopf behalten werden.

Neben der geeigneten Schutzkleidung spielt auch der Aufenthaltsort im Raum während der radiologischen Untersuchung eine wichtige Rolle. Dies ist auf der nachfolgenden Graphik am Beispiel des Operationssaals gut zu erkennen.



Typische und häufige Position der Operateure. Erster Operateur (FO) und 1. Assistent (SO) sind am stärksten exponiert. (RT radiology technician: MTRA 0,019 mSv, SN scrub nurse: sterile OP-Pflegekraft 0,017 mSv, AN Anesthesiologist: Anästhesist 0,006 mSv, NSN non-sterile assisting nurse: „Springer“ 0,004 mSv). (Aus Sailer et al. [12])

Abbildung 9. Strahlenbelastung in Abhängigkeit zur Position im Raum [8]

To-Do

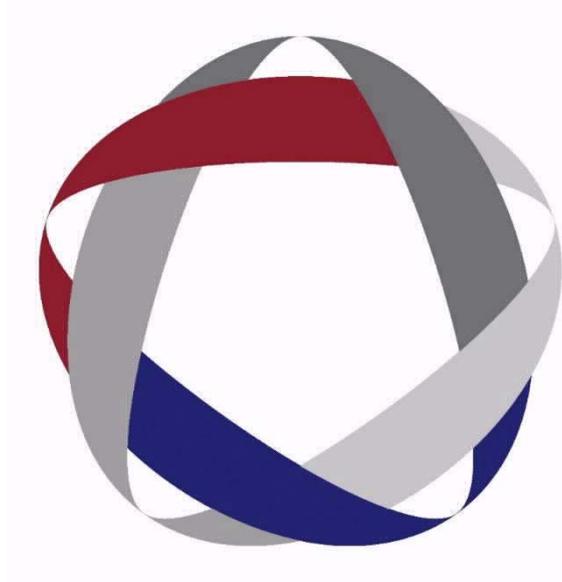
- Auf die 4 A's achten!
- Wenn möglich Eingriffe von außen beobachten → Lassen Sie sich ruhig aus dem Strahlenschutzbereich schicken!
- Schutzkleidung tragen!
- Dosimeter tragen!
- Nur nach Erst- und regelmäßiger Strahlenschutzunterweisung in Strahlenschutzbereichen aufhalten!
- Während der Aufnahmen soweit wie möglich von der Strahlenquelle entfernen! (Oft bewirkt bereits ein großer Schritt zurück einiges an Dosisreduktion → Abstands-Quadrat-Gesetz)
- Nachfragen, falls Unklarheiten bestehen!
- Dosimeter Verlust sofort melden, Ersatzdosimeter fordern!
- Potentielle Strahlenbelastungen ohne dosimetrische Überwachung sofort melden! → Ersatzdosisberechnung
- Schwangerschaft so früh wie möglich melden!

Not-To-Do

- Niemals ohne Dosimeter den Kontrollbereich betreten!
- **Nicht** unnötig nah an Strahlenquellen aufhalten!
- Personengebundene Dosimeter **nicht** ausleihen oder tauschen!
- Bei personengebundenen Dosimetern: Tragezeitraum beachten, rechtzeitig wechseln.
Achtung! Falls dieses am Kittel befestigt wurde und dieser bei Betreten des Funktionsbereiches/OP abgelegt wurde → Dosimeter umstecken!
- Dosimeter **nicht** abends mit Kittel in die Wäsche abwerfen!
- Dosimeter **nicht** erst bei Tertial-/Quartalwechsel abgeben. Der maximale Tragezeitraum beträgt einen Monat!

Quellen

- [1] <https://www.drg.de/de-DE/554/wachsmann-preis/> (Zugriff: 20.02.2020)
- [2] <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/einfuehrung/einfuehrung.html>
(Zugriff: 19.02.2020)
- [3] <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12181-019-0330-5> (Zugriff: 20.02.2020)
- [4] https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-57632-8_2 (Zugriff: 26.02.2020)
- [5] https://www.gesetze-im-internet.de/strlsg/___80.html (Zugriff: 20.02.2020)
- [6] https://www.gesetze-im-internet.de/strlsg/___78.html (Zugriff: 20.02.2020)
- [7] https://www.gesetze-im-internet.de/strlsg/___77.html (Zugriff: 20.02.2020)
- [8] <https://link.springer.com/article/10.1007/s00772-020-00620-9?shared-article-renderer#Sec6> (Zugriff: 26.02.2020)
- [9] <https://www.aerzteblatt.de/archiv/161908/Strahlenschutz-durch-Roentgenschuerzen-Stroengere-Vorgaben> (Zugriff: 26.02.2020)



Kompetenznetz Lehre in der Medizin
Baden-Württemberg

Freiburg | Heidelberg | Mannheim | Tübingen | Ulm

STRAHLENSCHUTZ – NICHT NUR IM PJ

Verhaltensweisen und Tipps im Umgang mit
ionisierender Strahlung im Praktischen Jahr