



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz
Abteilung Strahlenschutz

September 2012

Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Projektionsradiologie

Schlussbericht zum Projekt DRWRad

Einführung

Im Gegensatz zur Situation bei den beruflich strahlenexponierten Personen und der übrigen Bevölkerung existieren für Patienten in der Röntgendiagnostik keine Dosisgrenzwerte. Es gelten jedoch die Strahlenschutz-Grundsätze der Rechtfertigung und Optimierung, welche bei konsequenter Anwendung einen angemessenen Schutz der Patienten gewährleisten. Für die medizinische Exposition von Patientinnen und Patienten stellen auf die Strahlenquelle bezogene Dosisgrenzen kein geeignetes Mittel des Strahlenschutzes dar [1]. Die Internationale Strahlenschutzkommission weist in ihrer Veröffentlichung 73 von 1996 [2] jedoch darauf hin, dass „eine gewisse Begrenzung der Exposition in der medizinischen Diagnostik notwendig“ ist und empfiehlt daher die Anwendung diagnostischer Referenzwerte (DRW). Es handelt sich dabei um Werte einer operationellen Grösse, welche einen direkten Bezug zur Patientendosis aufweist. DRW dienen dazu, Situationen mit unüblich hohen Patientendosen zu erkennen und ermöglichen dadurch ein effizientes Dosismangement [3]. DRW sind demnach nicht als Grenzwerte zu verstehen, sondern dienen als Richtgrößen zur Optimierung der Expositionspraxis.

Klassische radiologische Standardprozeduren (Aufnahmen mit Film-Foliensystemen oder digitalen Bildempfängersystemen) tragen mit 46% zur Anzahl aller radiologischen Untersuchungen und mit 14.6% zur jährlichen Kollektivdosis bei [4]. Dieser teilweise hohe Frequenzanteil projektionsradiographischer Untersuchungen rechtfertigt, dass mit der Umsetzung des DRW-Konzepts der Beitrag an die Kollektivdosis der Bevölkerung möglichst gering gehalten werden kann.

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) hat in der Schweiz für die am häufigsten durchgeführten projektionsradiographischen Untersuchungen Referenzwerte eingeführt, welche auf den Richtlinien des Rates der europäischen Union basieren [5].

Das Ziel des BAG-Projekts *DRWRad* ist die Etablierung des DRW-Konzepts in der Schweiz sowie dessen Anpassung an die nationale Praxis. Dazu wurden in einer landesweiten Erhebung die applizierten Patientendosen im Bereich der Projektionsradiologie erhoben und analysiert.

Material und Methode

Anlagen

In die Studie einbezogen wurden 38 private radiologische Institute und radiologische Abteilungen öffentlicher Spitäler aus allen geografischen und sprachlichen Regionen des Landes. Davon stammten 24 aus der Deutschschweiz, 11 aus der Romandie und 3 aus der italienischen Schweiz. Die Studie wurde ausschliesslich an digitalen Bildempfängersystemen (21 CR- und 17 DR-Systeme) durchgeführt.

Vorgehen für die Datenerhebung

Für die Erhebung wurden zunächst 3 typische Organregionen definiert (Thorax pa, Lendenwirbelsäule pa/ap, Becken ap). Die Auswahl erfolgte unter dem Aspekt der Häufigkeit (Thorax) und unter dem Gesichtspunkt des Einbezugs dosisintensiver Aufnahmeeregionen (Lendenwirbelsäule, Becken). Die Erhebung umfasste pro Institut für die 3 Organregionen jeweils 20 Datensätze, wobei als Vorgabe die Mehrheit der Daten von Patienten von mittlerem Habitus (Standardpatient¹) stammen sollte. Erfasst wurden nebst anlagespezifischen Angaben die technischen Parameter kV, mAs und FOD, sowie Patiententyp (Habitus), Jahrgang, und Geschlecht (*Abbildung 1*).

Lendenwirbelsäule ap (pa)	
BAG-Bewilligung	-
Anlage	
Bucky-Arbeitsplatz	<input type="checkbox"/> Tisch <input checked="" type="checkbox"/> Wand
Filterung	mm
Ermittelter K-Wert:	<input type="text"/>
Datum:	<input type="text"/>

Datum	kV	mAs	FOD [m]	Patient	Jg.	m/w	Bemerkungen

Abb 1: Erfassungsformular (Beispiel LWS)

¹ Standardpatienten werden als Patienten mit einem Gewicht von 70 ± 3 kg definiert [1]

Diagnostische Referenzwerte in der Projektionsradiologie

Nach Eingang der einzelnen Erhebungsformulare wurden die Daten in einer standardisierten Tabelle erfasst und die Eintrittsdosen an der Patientenoberfläche (Entrance Surface Dose, ESD) bestimmt. Aus der ESD-Verteilung wurde dann die 75. Perzentile für die jeweilige Organregion berechnet. Dabei wurden lediglich jene Datensätze, bei welchen der Patientenhabitus mit ‚Standard / mittel‘ bezeichnet wurde, berücksichtigt. Die Zusammenstellung der lokalen Resultate und der Vergleich mit den aktuellen Referenzwerten wurden den Betrieben in Form einer kurzen Rückmeldung kommuniziert. Die ermittelten Eintrittsdosen dienten als Bezugsgrösse zur Berechnung der Dosis-Flächenprodukte (DFP).

Ergänzende Erhebungen

Zur Validierung der für die ausschliesslich in der pa/ap-Strahlenrichtung erhobenen Daten wurden zwei weitere Untersuchungen von typischen lateralen Projektionen durchgeführt (Thorax lat., Lendenwirbelsäule lat.). In diese ergänzende Studie wurden 5 Institute einbezogen, welche bereits an der Ersterhebung beteiligt waren (gleiche Anlagen mit definierten lokalen K-Werten).

Aufgrund der geringen Untersuchungsfrequenzen im Bereich des konventionellen Schädels (pa/ap und lateral) wurden für diese Region die zur Bestimmung der ESD erforderlichen Daten mittels administrativer Anfrage in 7 Betrieben die typischen Expositionsparameter (kV, mAs, FOD) erhoben. Die Ermittlung der Eintrittsdosen erfolgte hier unter Anwendung des Standard K-Wertes von $0.1 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mAs}^{-1}$.

Im Rahmen der Erhebung interessierte auch die Frage, wie sich die beiden etablierten Bildempfängerkonzepte (kassettenbasierte CR- und DR-Festkörpersysteme) quantitativ bezüglich Eintrittsdosis voneinander unterscheiden. Es wurden 21 CR- und 17 DR-Anlagen (pa/ap-Projektionen) in die Erhebung einbezogen. (In Einzelfällen wurden nicht alle 3 Aufnahme-Regionen mit der gleichen Anlage durchgeführt). Die Werte der lateralen Projektionen wurden an 4 CR-Anlagen und an 1 DR-System erhoben.

Berechnung der ESD

Die ESD lässt sich aus den Expositionsparametern unter Verwendung von *Formel (1)* berechnen. Die anlagenspezifische Konstante K_L wird dabei mittels einer separaten Messung und der *Formel (2)* bestimmt. Der Rückstreufaktor (BSF) von 1.35 entspricht einem allgemein akzeptierten Wert aus der Literatur [6, 7].

$$(1) \quad \text{ESD} = K_L \cdot \left(\frac{U}{100 \text{ kV}} \right)^2 \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{\text{FOD}} \right)^2 \cdot \text{BSF}$$

ESD: Eintrittsdosis an der Patientenoberfläche in mGy
 K_L : lokale, charakteristische Konstante der Röntgenröhre (Röhrenoutput) in $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mAs}^{-1}$
U: Röhrenspannung in kV
Q: Strom-Zeitprodukt in mAs
FOD: Fokus-Oberflächendistanz in m
BSF: Rückstreufaktor Patient (1.35)

$$(2) \quad K_L = \text{ESD}_{\text{Table}} \cdot \left(\frac{100 \text{ kV}}{U} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{Q} \right) \cdot \text{FDD}^2 \cdot \left(\frac{1}{f} \right)$$

$\text{ESD}_{\text{Table}}$: Eintrittsdosis auf dem Tisch in mGy
FDD: Fokus-Detektordistanz in m
f: Korrekturfaktor Festkörperdetektor

Ermittlung der anlagenspezifischen Konstante K_L

Die Messanordnung für die Ermittlung der anlagenspezifischen Konstante K_L ist in *Abbildung 2* dargestellt. Ein Festkörperdetektor (R-100B, RTI Electronics, Mölndal, Schweden) wurde in einem Abstand von 1 m vom Röhrenfokus auf dem Patiententisch platziert. Die Messung der $\text{ESD}_{\text{Table}}$ erfolgte mit den Einstellparametern 85 kV und 50 mAs und einer Feldgrösse von $20 \times 20 \text{ cm}^2$.

Da der gemessene Dosisanteil aufgrund der Rückstreuung mit dem Festkörperdetektor geringer ist als mit einer Ionisationskammer wurde ESD_{Table} mit einem Faktor f korrigiert. Dieser wurde mittels einer Zusatzmessung bestimmt, indem die Dosis aufgrund der Rückstreuung eines 10 l fassenden Wasserphantoms einmal mit dem Festkörperdetektor und einmal mit einer Ionisationskammer (15cc, Keithley Instruments Inc., Cleveland Ohio, USA) gemessen wurde. Der Korrekturfaktor berechnete sich dann aus dem Verhältnis der beiden Messgrößen. Der über verschiedene Anlagen gemittelte Korrekturfaktor betrug 1.15.

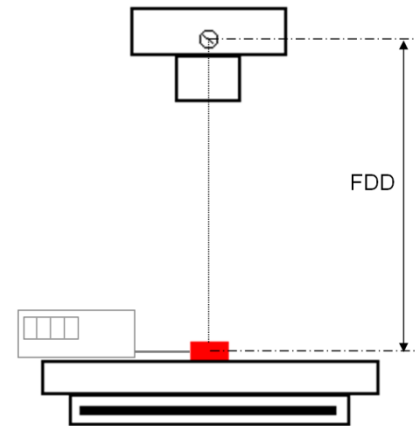


Abb 2: Messanordnung zur Bestimmung des lokalen K-Wertes K_L

Bestimmung der Dosis-Flächenprodukte

Die Dosis-Flächenprodukte (DFP) wurden mittels *Formel (3)* unter Einbezug der berechneten Eintrittsdosen ESD und typischer Feldgrößen am Ort des Strahleneintritts, ausgedrückt durch die Fläche A in cm^2 , ermittelt. Zur Angabe der definierten DFP-Einheit $cGy \cdot cm^2$ wurden die Resultate mit einem Faktor $1/10$ multipliziert. Da für die Angabe des DFP die Rückstreuung (BSF) aus dem Patienten nicht berücksichtigt wird, erfolgt eine entsprechende Korrektur.

$$(3) \quad DFP = \left(\frac{ESD \cdot A}{BSF} \right) \cdot \left(\frac{1}{10} \right) \left[cGy \cdot cm^2 \right]$$

Resultate

Analysiert wurden total 1202 Datensätze von Standardpatienten (Thorax $n=425$, Becken $n=399$, LWS $n=378$). Für den Thorax ergab sich eine 75. Perzentile der ESD-Verteilung von 0.16 mGy (53.3% des DRW von 0.3 mGy), für das Becken wurden 3.19 mGy ermittelt (31.9% des DRW von 10 mGy) und für die Lendenwirbelsäule resultierten 6.58 mGy (65.8% des DRW von 10 mGy). *Abbildung 3a-c* zeigt die Dosisverteilungen in Form von Histogrammen bezogen auf die jeweilige Anzahl von Standardpatienten für Thorax (a), Becken (b) und Lendenwirbelsäule (c). Dargestellt ist auch die 75. Perzentile der Verteilung (grün, ausgezogen) im Vergleich mit dem DRW (blau, gestrichelt). Die statistischen Eckdaten sind in *Tabelle 1* ersichtlich.

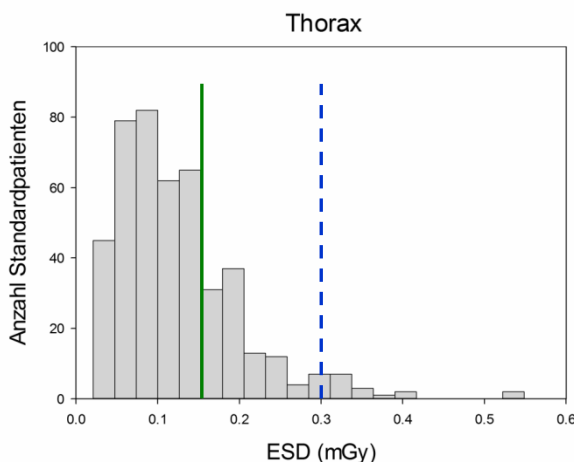


Abb. 3a: Histogramm Thorax

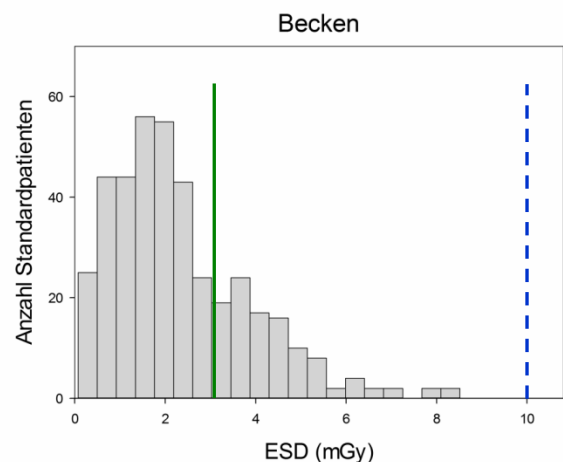


Abb. 3b: Histogramm Becken

Diagnostische Referenzwerte in der Projektionsradiologie

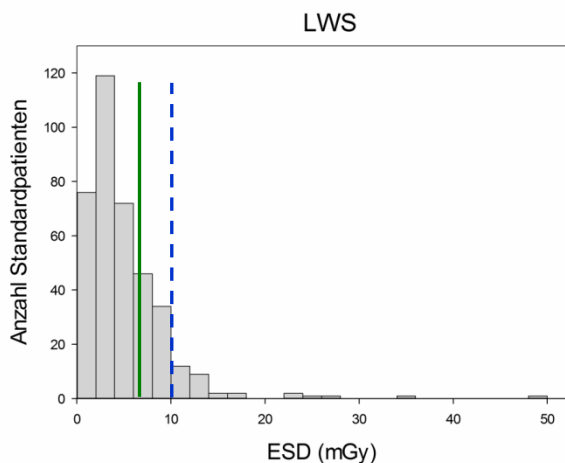


Abb. 3c: Histogramm Lendenwirbelsäule

	Thorax	Becken	LWS
Min	0.02	0.07	0.38
1. Quartile	0.07	1.22	2.30
Median	0.11	1.95	3.89
3. Quartile	0.16	3.19	6.58
DRW	0.30	10.00	10.00

Tab. 1: Statistische Angaben

Der Vergleich der Institute (Abbildung 4 a-c) zeigt eine teilweise deutliche Streubreite der mittleren ESD-Werte in allen 3 untersuchten Organregionen (Thorax 0.05-0.25 mGy, Becken 0.5-4.5 mGy, LWS 1-15 mGy).

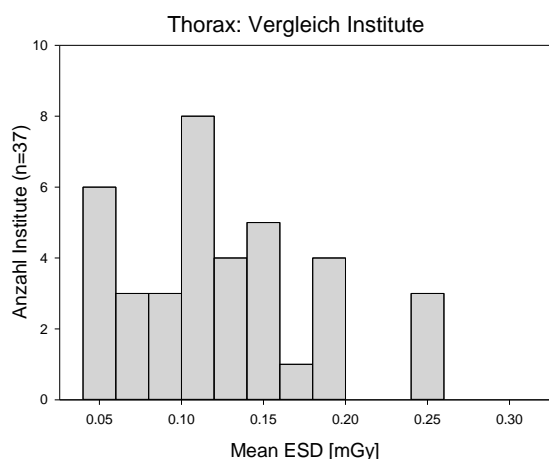


Abb. 4a: Vergleich Institute: Thorax pa

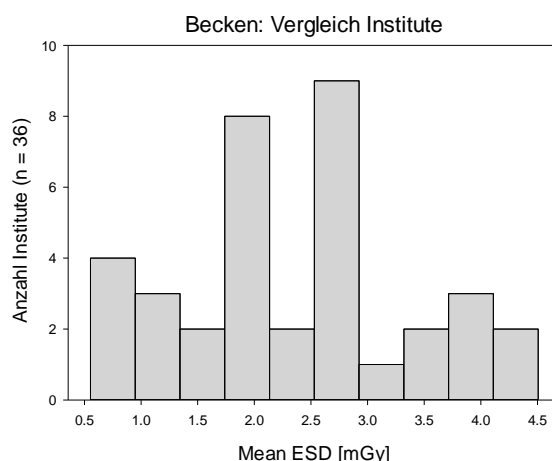


Abb. 4b: Vergleich Institute: Becken ap

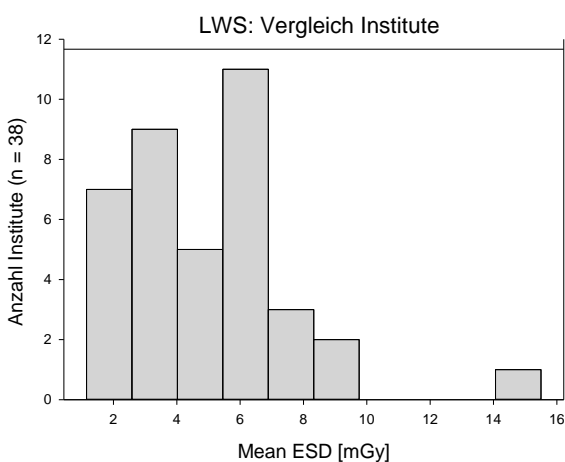


Abb. 4c: Vergleich Institute: Lendenwirbelsäule pa/ap

Bestimmung der ESD bei unbekanntem K-Wert

Werden die ESD mit dem Standard K-Wert für Hochfrequenz-/Multipulsgeneratoren von $0.1 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mAs}^{-1}$ berechnet, ergeben sich für die resultierenden 75. Perzentilen Abweichungen im Bereich von 40% für Becken und LWS, sowie 50% für Thorax (Tabelle 2). Die gemessenen K-Werte bewegen sich in einem Bereich von $0.043\text{-}0.098 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mAs}^{-1}$ (Mean: 0.07).

	75. Perzentile der ESD-Verteilung mittels K_L [mGy]	75. Perzentile der ESD-Verteilung mittels Standard K-Wert für Hochfrequenz-/Multipulsgeneratoren [mGy]	Abweichung [%]
Thorax pa	0.16	0.24	50.0
Becken ap	3.19	4.44	39.2
Lendenwirbelsäule pa/ap	6.58	9.18	39.5

Tab. 2: Vergleich der 75. Perzentilen (pa/ap-Projektionen)

Ergänzende Resultate zu lateralen Projektionen

Tabelle 3 zeigt die ermittelten 75. Perzentilen unter Verwendung sowohl der K_L - wie auch der Standard K-Werte. Die Abweichung liegt in diesem Fall bei 25.4% (Thorax), beziehungsweise 27.6% (LWS). Die gemessenen K-Werte liegen zwischen 0.064 und $0.09 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mAs}^{-1}$ (Mean: 0.076).

	75. Perzentile der ESD-Verteilung mittels K_L [mGy]	75. Perzentile der ESD-Verteilung mittels Standard K-Wert für Hochfrequenz-/Multipulsgeneratoren [mGy]	Abweichung [%]
Thorax lat.	0.71	0.89	25.4
Lendenwirbelsäule lat.	10.22	13.04	27.6

Tab. 3: Vergleich der 75. Perzentilen (laterale Projektionen)

Erhebung der Daten für die Region Schädel

Nach der administrativen Umfrage zur Ermittlung typischer Expositionsdaten für die Region Schädel pa/ap und lateral konnten von 7 befragten Betrieben je 14 Datensätze für die beiden Strahlrichtungen analysiert werden. Es ergaben sich folgende 3. Quartilen (Ermittlung aufgrund der Mittelwerte auf Basis des Standard K-Wertes): Schädel ap: 1.95 mGy , Schädel lat.: 1.33 mGy .

Vergleich der Institute (Inter-Center Vergleich)

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 5a-e ersichtlich. Die ESD-Werte (Mittelwerte) der CR-Systeme (grau) liegen im Bereich von $0.084\text{-}0.252 \text{ mGy}$ (Thorax), $0.554\text{-}4.506 \text{ mGy}$ (Becken) und $1.149\text{-}15.5 \text{ mGy}$ (LWS). Bei den DR-Systemen (schwarz) wurden Werte von $0.041\text{-}0.254 \text{ mGy}$ (Thorax), $0.557\text{-}3.397 \text{ mGy}$ (Becken) und $1.472\text{-}8.693 \text{ mGy}$ ermittelt. Für die seitlichen Aufnahmen liegen die ESD-Werte im Bereich der CR-Systeme von $0.427\text{-}0.712 \text{ mGy}$ (Thorax) und $5.630\text{-}14.873 \text{ mGy}$ (LWS). Bei den DR-Systemen lagen die Werte bei 0.717 mGy (Thorax) und 7.191 mGy (LWS).

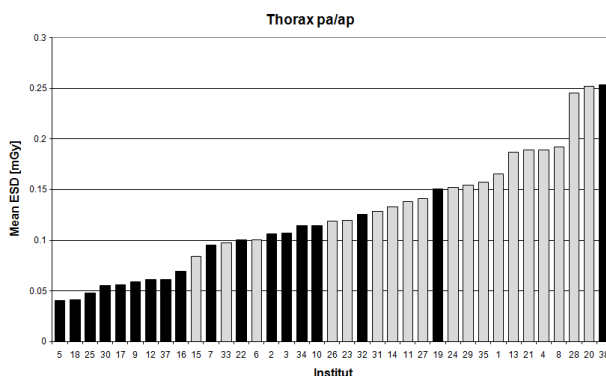


Abb. 5a: Thorax pa

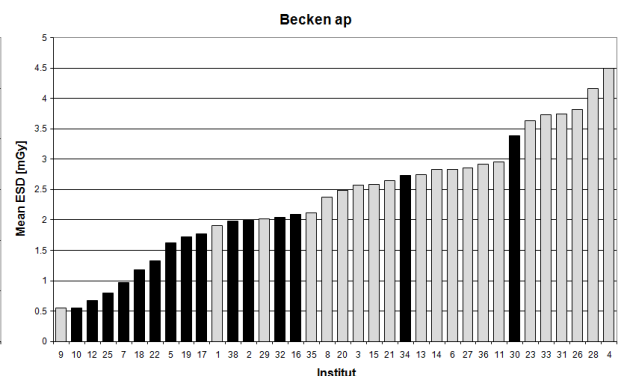


Abb. 5b: Becken ap

Diagnostische Referenzwerte in der Projektionsradiologie

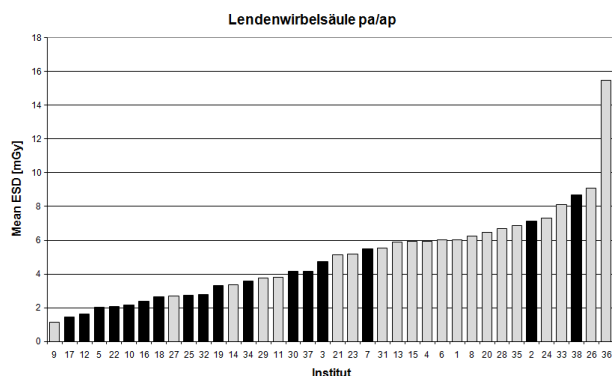


Abb. 5c: LWS pa/ap

Abb. 5a-e: Ranking Institute und CR/DR-Vergleich

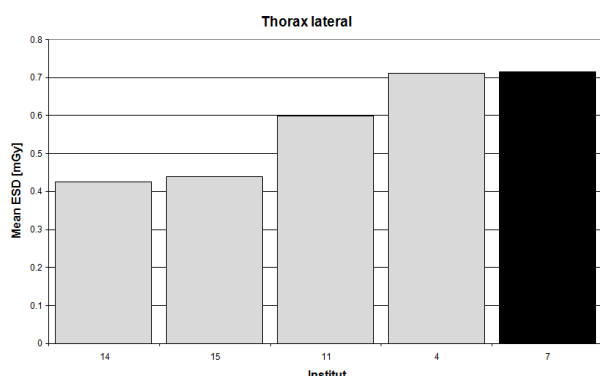


Abb. 5d: Thorax lat.

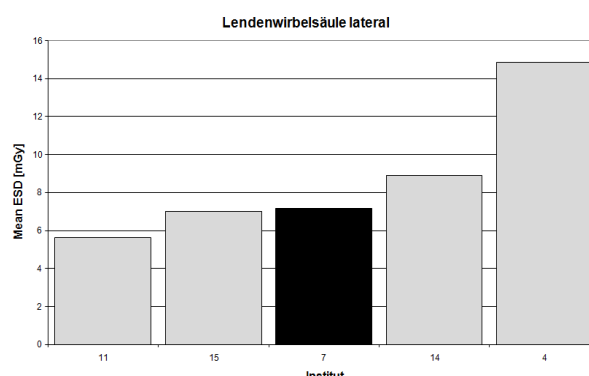


Abb. 5e: LWS lat.

Anpassung der Diagnostischen Referenzwerte (DRW)

Auf der Basis der erhobenen Daten und deren vertieften Analyse wurden die existierenden DRWs an die aktuelle Situation angepasst (Tabelle 4a und b). Dabei konnten sowohl die Eintrittsdosen als auch die Dosis-Flächenprodukte an die erheblich tieferen Werte der nationalen Praxis angepasst werden.

	DRW ESD bisher [mGy]	ESD 3. Quartile [mGy]	DRW ESD neu [mGy]	Veränderung [Reduktion in %]
Thorax pa	0.3	0.16	0.15	50
Thorax lat	1.5	0.71	0.75	50
LWS pa/ap	10	6.58	7	30
LWS lat	30	10.22	10	67
Becken ap	10	3.19	3.5	65
Schädel pa/ap	5	1.95	2.5	50
Schädel lat	3	1.33	1.5	50

Tab. 4a: DRW Oberflächendosisdosis am Patienteneintritt (ESD, Vergleich bisherige mit neuen Werten)

	DRW ESD neu [mGy]	Feldgrösse [cm ²]	DRW DFP bisher [cGy·cm ²]	DRW DFP neu [cGy·cm ²]	Veränderung [Reduktion in %]
Thorax pa	0.15	33x37	20	15	25
Thorax lat	0.75	30x36	100	60	40
LWS pa/ap	7	30x15	320	235*	27
LWS lat	10	16x35	800	415	48
Becken ap	3.5	28x34	500	250	50
Schädel pa/ap	2.5	22x15	110	65	41
Schädel lat	1.5	22x20	100	50	50

Tab. 4b: DRW Dosisflächenprodukte (DFP, Vergleich bisherige mit neuen Werten)

* Die DRW-Angabe für das Dosis-Flächenprodukt bezieht sich auf ein übliches Feld am Patienteneintritt von 30x15cm². Bei grösseren Strahlenfeldern (z.B. ausgeblendete Aufnahme mit Darstellung des Beckenkamms und der Hüftköpfe bei spezifischer, indizierter Fragestellung) resultieren entsprechend höhere Dosis-Flächenprodukte.

Die diagnostischen Referenzwerte konnten bezüglich der Oberflächendosen am Patienteneintritt (ESD) um Faktor 2 (Thorax, Schädel) und um Faktor 3 (LWS lat., Becken), beziehungsweise um Faktor 1.42 (LWS pa/ap) reduziert werden. Beim DRW für das Dosis-Flächenprodukt (DFP) erfolgte eine Reduktion um Faktor 4 (Thorax pa, LWS pa/ap) und Faktor 2 (LWS lat., Becken ap, Schädel lat.), beziehungsweise um Faktor 1.66 (Thorax lat., Schädel pa/ap).

Schlussfolgerungen / Diskussion

Das Projekt *DRWRad* verfolgte 2 Zielsetzungen: a.) Einführung des DRW-Konzepts im Bereich der projektionsradiologischen Aufnahmen und Sensibilisierung der Anwender für die Belange des Optimierungsprozesses im Strahlenschutz in Anwendung des ALARA-Prinzips. b.) Erhebung der nationalen Praxis bezüglich der Oberflächen-/ Eintrittsdosen und Ableitung angepasster, nationaler Referenzwerte.

Die durchschnittlichen DRW-Reduktionen betragen 51.7% (Eintrittsdosis an der Patientenoberfläche) und 40.1% (Dosis-Flächenprodukt). Die angepassten, nationalen diagnostischen Referenzwerte wurden am 1. Juli 2011 im revidierten BAG-Merkblatt R-06-04 publiziert [8]. Ein Berechnungstool auf ExcelTM-Basis unterstützt die Anwender bei der Ermittlung der Oberflächendosis am Patienteneintritt und deren Vergleich mit dem jeweiligen organspezifischen Referenzwert [9]. Bei neueren Anlagen, welche über eine Anzeige des Dosis-Flächenprodukts verfügen, kann der angezeigte Wert direkt mit dem angegebenen Referenzwert verglichen werden. Möglicherweise muss der Anzeigewert zuerst in die DRW-Einheit $\text{cGy}\cdot\text{cm}^2$ umgerechnet werden. Hierzu existiert ebenfalls ein Hilfsprogramm auf ExcelTM-Basis [10].

Gerätespezifische Aspekte

Im untersuchten Anwendungsfeld der Röntgendiagnostik erfolgten in den letzten Jahren umfassende apparative Erneuerungen. Durch die Umstellung auf digitale Bildempfangssysteme, namentlich bei Anwendung von DR-Systemen mit Festkörper-Detektoren, entsprechen die Anlagen im untersuchten Segment (Spitäler und Röntgeninstitute) heute weitgehend dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Diese Anforderung ist im Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991 in *Art. 9* und *Art. 31e* verankert [11].

Im Vergleich der teilnehmenden Institute bezüglich Rangfolge der mittleren Eintrittsdosen (*Abbildung 5a-e*) wird die zu erwartende Verteilung bestätigt. Es ist offensichtlich, dass die ESD-Werte bei der Mehrzahl der DR-Systeme (*schwarz*) deutlich tiefer liegen als bei den evaluierten CR-Systemen (*grau*). Die Begründung liegt im kleineren Dosisbedarf von DR-Systemen aufgrund des höheren Quantenwirkungsgrads (Detective Quantum Efficiency, DQE) [12, 13]. Einzelne Institutionen mit DR-Systemen liegen im Ranking im oberen Dosissegment. Dies liegt unter anderem in der unterschiedlich angewandten Zuordnung des Patientenhabitus begründet (s. auch Abschnitt *Patientenkollektiv*).

Bei der lateralen Thoraxaufnahme liegt der ESD-Mittelwert des DR-Systems oberhalb des Wertes jener Institute, welche CR-Systeme einsetzen (*Abbildung 5d*). Allerdings liegen für das Segment der lateralen Aufnahmen nur wenige Daten vor, dadurch ist hier die Rangfolge statistisch unzureichend abgestützt.

Die erhöhten Röhrenleistungen moderner Systeme erlauben den Einsatz von apparativen Filterungen, welche deutlich über dem gesetzlichen Minimalwert von $\geq 2.5\text{mm Al}$ liegen. Der aktuelle Standard K-Wert ($0.1\text{ mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mAs}^{-1}$) wurde vor einigen Jahren unter Einbezug verschiedenster Systeme, welche auch ausserhalb der ausschliesslich radiologisch tätigen Institutionen, beispielsweise bei niedergelassene Ärzten, im Einsatz standen, definiert. Bei der Anwendung des Standard K-Wertes in der Näherungsformel (1) ist somit eine Überschätzung der Eintrittsdosen nicht auszuschliessen. In Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse bedarf dieser Wert daher einer Überprüfung. Im Zweifelsfall soll durch die Ermittlung des lokalen K-Wertes K_L eine genauere Ausgangslage zur Ermittlung der Eintrittsdosis, analog zur erfolgten Studie, ermöglicht werden. Die Frage einer allfälligen Neudefinition eines generischen K-Wertes, welcher eine annähernde Abschätzung der Eintrittsdosen bei Unkenntnis des lokalen K-Wertes ermöglicht, wird zu diskutieren sein.

Patientenkollektiv

Die Einhaltung der DRW soll bei typischen Situationen an Patienten mit Standardhabitus und einer guten und üblichen Untersuchungspraxis periodisch überprüft werden. Der ESD-Mittelwert einer Organregion soll für mindestens 10 Patienten mittlerer Dicke mit dem vorgegebenen DRW verglichen werden. Bei mehrmaligem Überschreiten des DRW einer Untersuchungsart muss eine vertiefte Analyse durch Überprüfung der Verfahren und des Equipments erfolgen, um die Strahlenexposition zu optimieren [8].

Die Analyse der Erhebungsdaten zeigt teilweise grosse Unterschiede bezüglich der Zuordnung der Patientenkonstitution /-habitus (dünn-mittel-dick). Da bisher für die Ermittlung der ESD ausschliesslich Standardpatienten einbezogen wurden, müsste im Zuge von Folgeerhebungen im Studiendesign eine präzisere Definition dieser Patientengruppe, beispielsweise über den Body-Mass-Index (BMI), berücksichtigt werden. Alternativ dazu kann eine Evaluation eines *gesamten* untersuchten Patientenkollektivs in einem definierten Zeitraum in Betracht gezogen werden. Die Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen des Bundesamtes für Strahlenschutz (D) definiert den Standardpatienten wie folgt: „Standardpatienten werden als Patienten mit einem Gewicht von 70 ± 3 kg definiert. Der Mittelwert der Dosis über viele unselektierte Patienten, minimal 10, wird als ein vernünftiger Ersatz für die Dosis eines Standardpatienten angesehen.“ [1]

DRW im Vergleich mit dem Ausland

Die Zusammenstellung für die DACH-Region (Tabelle 5) zeigt eine gute Übereinstimmung der publizierten Referenzwerte:

	D ¹⁾		A ²⁾		CH ³⁾	
	ESD [mGy]	DFP [cGycm ²]	ESD [mGy]	DFP [cGycm ²]	ESD [mGy]	DFP [cGycm ²]
Schädel pa/ap	n.A.	65	3	100	2.5	65
Schädel lat	n.A.	60	2.3	100	1.5	50
Thorax pa	n.A.	16	0.2	28	0.15	15
Thorax lat	n.A.	55	0.9	100	0.75	60
BWS ap	n.A.	130	n.A.	n.A.	n.A.	n.A.
BWS lat	n.A.	170	n.A.	n.A.	n.A.	n.A.
LWS pa/ap	n.A.	230	7.4	200	7	235
LWS lat	n.A.	420	12	400	10	415
Abdomen	n.A.	300	5.6	300	n.A.	n.A.
Becken ap	n.A.	300	4.2	300	3.5	250

Tab. 5: Vergleich der aktuellen diagnostischen Referenzwerte in der Region DACH.

¹⁾ Bundesamt für Strahlenschutz, 22. Juni 2010

²⁾ Bundesministerium für Gesundheit, 28. Juni 2010

³⁾ Bundesamt für Gesundheit, 01. Juli 2011

Diagnostische Referenzwerte stellen ein geeignetes und effektives Mittel für den Prozess der Dosisoptimierung dar. Das erhöhte Potential in der digitalen Bildverarbeitung (speziell bei Festkörperbasierten Detektorsystemen) wird in der Studie aufgezeigt. Die Umsetzung der Methode und die Einbindung in den Routinebetrieb muss durch interne und externe Schulungen sowie Überprüfungsaudits in den radiologischen Betrieben sichergestellt werden. In einzelnen Ausbildungsinstitutionen ist die Thematik der DRW bereits in den Lehrprogrammen verankert.

Verdankungen

Das BAG dankt allen Beteiligten und speziell dem Kollegium der Sektion Strahlentherapie und medizinische Diagnostik (STD) der Abteilung Strahlenschutz für die konstruktive Mitarbeit in der Vorbereitung, Realisierung und Analyse des Projekts. Folgenden Institutionen sei die aktive Teilnahme an der Erhebung verdankt:

Diagnostische Referenzwerte in der Projektionsradiologie

Kantonsspital Aarau	Spital Zollikerberg (2 Anlagen)
Universitätsspital Basel	Kantonsspital Zug
Schmerzklinik Kirschgarten Basel	Spital STS Zweisimmen
Spitalnetz Bern Tiefenau	
Spitalzentrum Biel	Institut de Radiologie CDRC Carouge
Kantonsspital Bruderholz	Hôpital Delémont
Spital Davos	Hôpital Cantonal Universitaire Genève
Spital FMI Frutigen	Clinique de Genolier
Luzerner Kantonsspital Luzern	Hôpital La-Chaux-de-Fonds
Spital Lachen	Centre Hospitalier Universit. Vaudois Lausanne
Klinik Lindberg Winterthur	Hôpital la Tour Meyrin
Kantonsspital Münsterlingen	Hôpital Pourtalès Neuchâtel
Spital STS Saanen	Hôpital Sud Fribourgeois Riaz
Kantonsspital Schaffhausen	Hôpital de Sierre
Spital Limmattal Schlieren	Hôpital EHNV Yverdon
Bürgerspital Solothurn	
Kantonsspital St. Gallen (2 Anlagen)	Ospedale Regionale La Carità Locarno
Spital STS Thun	Ospedale Civico Lugano
Stadtspital Triemli Zürich	Ospedale della Beate Vergine Mendrisio

Referenzen

- [1] Bundesamt für Strahlenschutz BfS: *Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen*. Salzgitter, (2010).
- [2] International Commission on Radiological Protection: *Radiological Protection and Safety in Medicine*; ICRP-Publication 73; Ann. ICRP 26 (2), 1996
- [3] *Guidance on the Establishment and Use of Diagnostic Reference Levels for Medical X-Ray Examinations*. IPEM Report 88. York UK (2004)
- [4] Aroua A.; Samara Eleni T.; Bochud François O.; Vader J.P.; Verdun Francis R.: *Exposure of the Swiss population by Medical X-rays: 2008 Review*. Lausanne IRA/IMSMP, 2011 (submitted to Health Physics)
- [5] European Commission; *Radiation Protection 109. Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities (1999)
- [6] Aroua A.; Vader J.P.; Valley J.F.: *A survey on exposure by radiodiagnostics in Switzerland in 1998*. Lausanne IRA/IMSMP, 2000, p. 15f
- [7] Roth J.; *Strahlenschutz in der Medizin*. 1. Aufl., Bern, Verlag Hans Huber (2008) p.43
- [8] *Merkblatt R-06-04: Diagnostische Referenzwerte in der Projektionsradiologie*. Bundesamt für Gesundheit (2011); <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/10958/> (Zugriff am 16.09.2012)
- [9] *DRWCalc 5.0: Excel-Tool zur Ermittlung der Oberflächendosis am Patienteneintritt*. Bundesamt für Gesundheit (2011); <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/10958/> (Zugriff am 16.09.2012)
- [10] *DFPCConvert 1.2: Excel-Tool zur Umrechnung der DFP-Einheiten*. Bundesamt für Gesundheit (2011); <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/10958/> (Zugriff am 16.09.2012)
- [11] Schweizerische Bundesversammlung: *Strahlenschutzgesetz (StSG) SR 814.50*. Bern, Bundeskanzlei (1991); <http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.50.de.pdf> (Zugriff am 16.09.2012)
- [12] Bushberg J.T. et al.; *The Essential Physics of Medical Imaging*. 3rd Internat. Ed., Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins (2012) p. 94f
- [13] Neitzel U.; *Status and prospects of digital detector technology for CR an DR*. Radiation Protection Dosimetry (2005), Vol. 114, Nos 1-3, pp. 32–38