



SVMTR / ASTRM

Schweizerische Vereinigung der Radiologiefachpersonen
Association suisse des techniciens en radiologie médicale
Associazione svizzera dei tecnici di radiologia medica

Fortbildung Strahlenschutz

Inhalt

- Paradigmenwechsel bei Patienten-Strahlenschutzmitteln

Aktuelle Empfehlungen Report SGSMP vs. SSK Deutschland

- Dosisverteilung in der Medizin

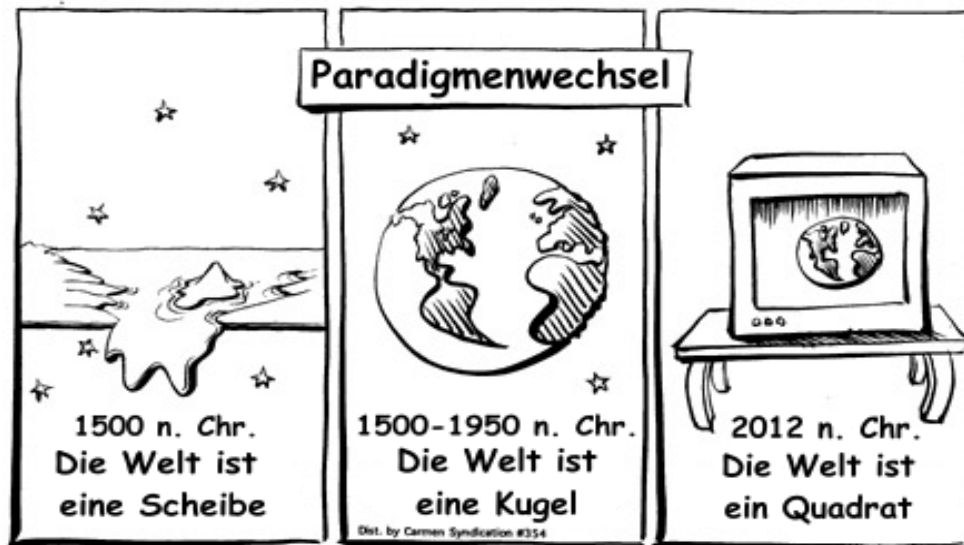
Wo können die höchsten Dosisreduktionen erzielt werden?

- Strahlenschutz im CT

Praktische Umsetzung des Strahlenschutzes im Klinikalltag.

Aktuelle Studienlage zum Einsatz von Patienten-Strahlenschutzmitteln beim CCT

Die Veränderung als einzige Konstante



Paradigmenwechsel (Toh, 2014)

**Paradigmenwechsel bei
Patienten-
Strahlenschutzmitteln**

Strahlenschutz in Europa

- Webbasierter Fragebogen mit **59 Fragen** (15th May - 15th September 2021)
- **225 Zentren** aus 35 Ländern haben an dieser Umfrage teilgenommen:
 - 168 (74,7%) aus **EU-/EWR-Ländern**
 - 57 (25,3%) aus Nicht-EU/EWR-Ländern
- Schutzmittel wurden routinemässig in mindestens einer Modalität eingesetzt:
 - **49,2 %** der Zentren für Untersuchungen von **Erwachsenen**
 - **57,5 %** der Zentren bei Untersuchungen von **Kindern**
- **83.6% würden europäischen Empfehlungen** zu Patienten-Strahlenschutzmitteln folgen, wenn diese von den wichtigsten Gremien bereitgestellt würden.

Ergebnisse

Patienten-Strahlenschutzmittel wurden am **häufigsten** im **konventionellen RX** angewendet.

Die **Gonaden** waren die am häufigsten abgeschirmten Organe, gefolgt von der Schilddrüse, der weiblichen Brust und der Augenlinse.

Macht das wirklich Sinn...?

Strahlenempfindlichkeit verschiedener Gewebe

Gewebe oder Organe	Wichtungsfaktor w_T	
	ICRP 60 (1990)	ICRP 103 (2007)
Gonaden	0.20	0.08
Dickdarm (Kolon)	0.12	0.12
Knochenmark (rot)	0.12	0.12
Lunge	0.12	0.12
Magen	0.12	0.12
Blase	0.05	0.04
Brust	0.05	0.12
Leber	0.05	0.04
Schilddrüse	0.05	0.04
Speiseröhre (Ösophagus)	0.05	0.04
Haut	0.01	0.01
Knochenoberfläche	0.01	0.01
Gehirn		0.01
Speicheldrüsen		0.01
Andere Organe oder Gewebe	0.05	0.12
Summe	1	1

Weshalb fehlen die die Augenlinsen...?

	Stochastischer Effekt	Deterministischer Effekt
Eigenschaften	- Es reicht die Veränderung einer Zelle. - Vermutlich keine Schwellendosis. - Lineare Zunahme der Anzahl betroffener Personen mit zunehmender Dosis. - Keine Dosisabhängigkeit des Schweregrads der Erkrankung.	- Es müssen viele Zellen getötet bzw. funktionell inaktiviert werden. - Eindeutig Schwellendosen vorhanden - Zunahme des Schweregrades mit zunehmender Strahlendosis
Beispiel:	- Maligne und benigne Tumoren - Leukämien - Erbkrankheiten	- Strahlensyndrome - Haarausfall (Epilation) - Fertilitätsstörungen
Zuordnung unklar:	- Katarakte - Herz-Kreislauf-Probleme	



Katarakte

- Als Katarakt oder „Grauer Star“ wird eine Trübung der Augenlinse bezeichnet.
- Häufigkeit: Weniger als 10 % der unter 65-Jährigen, über 60 % der über 85-Jährigen.
- Ursachen: Genetisch, Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes, Medikamente und Energiereiche Strahlung wie Infrarot-, UV- und Röntgenstrahlen.
 - Die Augenlinse ist ein sehr strahlenempfindliches Organ.
 - ICRP 107 [2008] schätzt eine Schwellendosis bei akuter Exposition in der Größenordnung von 0,5 - 2 Gy, neuere Studien bereits ab 100 mGy.
 - Katarakte treten nach einer Latenzzeit auf, die von der Dosis abhängt, also je höher die Dosis, desto kürzer die Zeit bis zur Kataraktentstehung.

Umfrage am Radiologie Kongress Pontresina 2024

- Wer verwendet in der **Projektionsradiografie** noch Patienten-Strahlenschutzmittel bei standardisierten Untersuchungen?
 - Anzahl: 84 Radiologiefachpersonen (RFP) nahmen teil
 - 23 Ja
 - 61 Nein
- Es verwenden noch **27,38 %** der anwesenden RFP in ihren Instituten standardisierte Schutzmittel in der **Projektionsradiografie**

Umfrage am Radiologie Kongress Pontresina 2024

- Wer verwendet in der **Computertomografie** noch Patienten-Strahlenschutzmittel bei standardisierten Untersuchungen?
 - Anzahl: 82 Radiologiefachpersonen (RFP) nahmen Teil
 - 18 Ja
 - 64 Nein
- Es verwenden noch **21,95 %** der anwesenden RFP in ihren Instituten standardisierte Schutzmittel in der **Computertomografie**

Report SGSMP

- Der weitaus **grösste Anteil** der Dosis, welche die zu untersuchende Person belastet, resultiert neben der **Nutzstrahlung** aus der **internen Streustrahlung**.
- Die **Dosiseinsparung** durch Patienten-Strahlenschutzmittel ist **meistens sehr gering** und somit **zu vernachlässigen**.
- Eine **nicht sachgemässe** Anwendung kann die **Dosis erhöhen**.
- Der Einsatz von Patienten-Strahlenschutzmitteln **täuscht** einen guten Strahlenschutz vor, ein **effizienter Strahlenschutz** kann dadurch in den **Hintergrund** geraten.
- Gut informierte und ausgebildete Radiologiefachpersonen **leisten gute Aufklärung** und Kommunikation mit den Patientinnen und Patienten.
- Zudem sprechen **Hygieneprobleme**, erhöhter **Arbeitsaufwand** und **ökonomische Gründe** dagegen.

Ergebnisse

- Keine expliziten Empfehlungen für die Anwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei Routineuntersuchungen.



Empfehlungen Strahlenschutzkommission (SSK)

- Der Anteil der möglichen **Dosisreduktion** durch Patienten-Strahlenschutzmittel ist **relativ gering** im Verhältnis zu anderen Einsparmöglichkeiten.
- Ein optimaler Strahlenschutz kann durch **exakte Positionierung** und Einstellung der Aufnahmeparameter sowie eine korrekte **Einblendung** auf das Objekt erreicht werden.
- Die **Bildqualität** bei **falscher** Verwendung der Patienten-Strahlenschutzmittel **leidet** erheblich.
- Patienten-Strahlenschutzmittel können mit der **automatischen Expositionskontrolle** interferieren.
- Unerwünschte **Dosiserhöhung im CT** bei Verwendung der Dosismodulation, wenn Schutzmittel im Scanbereich oder OVERRANGING liegen.



Ergebnisse

- Nahezu **alle** Patienten-Strahlenschutzmittel sind bei der konventionellen **Projektionsradiographie** nicht mehr empfohlen.
- Jedoch **neue Empfehlungen** zur Anwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln in der Computertomographie.

Wie jetzt, doch Patienten-Strahlenschutzmittel...?



Empfehlungen in der Computertomographie

Tab. 2 Anwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei verschiedenen Untersuchungsarten und die erzielbare Reduktion von Organäquivalentdosen				
Untersuchungsart	Patienten-Strahlenschutzmittel	Empfehlung	Bemerkung	Mögliche Dosisreduktion (Organäquivalentdosis)
Computertomographie				
CT Hirnschädel (CCT)	Schutz der Augenlinse		Priorisierung: 1. ventrale Flexion des Kopfes oder Gantrykipfung (effektivster Strahlenschutz) oder 2. Protektoren oder 3. sektorielle Röhrenstromabsenkung	Augenlinse: 1. bis 40 mSv [11] 2. bis 20 mSv [12] 3. bis 12 mSv [12]
	Schilddrüsenschutz bei jüngeren Patient*innen bis ca. 40 Jahre		Protektor oder sektorielle Röhrenstromabsenkung; Schilddrüse liegt nah am Scanfeld	Schilddrüse: bis 1 mSv [13, 14]
	Schilddrüsenschutz bei älteren Patient*innen ab ca. 40 Jahren		Protektor oder sektorielle Röhrenstromabsenkung; Schilddrüse liegt nah am Scanfeld	Schilddrüse: bis 1 mSv [13, 14]
	Brustschutz bei Frauen		Brust liegt nicht im Strahlenfeld; signifikante, aber nicht relevante Dosisersparung möglich; kann verwendet werden	Brust: bis 0,19 mSv [14]
CT NNH	Schilddrüsenschutz		Schilddrüse könnte im Strahlengang liegen; kann angewandt werden, wenn nicht im Scanbereich und es nicht technisch bedingt zu Dosisüberhöhung kommt	Schilddrüse: bis 1 mSv [15]
	Augenlinsenschutz		Bei hinreichendem Abstand möglich; sektorielle Röhrenstromabsenkung oder Protektoren	Augenlinse: bis 3 mSv (abgeschätzt nach DRW)

SGSMP vs. **SSK**

Patienten-Strahlenschutzmittel können auf Wunsch der zu untersuchenden Person eingesetzt werden, falls dies klinisch praktikabel und nicht mit Nachteilen für die Untersuchung verbunden ist.

Patientenflyer

- Offizielle Stellungnahme der SVMTR (FSSS) – mit Link zur BAG Homepage «Patientensicherheit»

Keine
Röntgenschürze
mehr?



Warum wir in der Radiologie
auf die gewohnten Patientenschutzmittel
verzichten.

Liebe Patientin, lieber Patient

Dank des technologischen Fortschritts genügen heutzutage oft minimale Strahlendosen für eine aussagekräftige Bildgebung. Zudem ist Ihre zuständige Radiologiefachperson dazu ausgebildet, Sie optimal vor Strahlung zu schützen.

Neue internationale Studien und Berichte belegen, dass die Reduktion der Strahlendosis durch Patientenschutzmittel (Bleischürze oder andere Schutzmittel) vernachlässigbar ist. In Einzelfällen können diese sogar einen entgegengesetzten Effekt bewirken.

Die Radiologiefachperson wird Sie bei Ihrer Röntgenuntersuchung:

- über den Ablauf der Untersuchung korrekt informieren
- auf eine korrekte Positionierung achten
- das Strahlenfeld auf ein Minimum reduzieren (einblenden)
- technische Hilfsmittel optimal einsetzen
- optimierte Untersuchungsprotokolle verwenden

Die Geräte werden ausserdem regelmässig geprüft und die Untersuchungsabläufe periodisch auf ihre Qualität hin evaluiert.

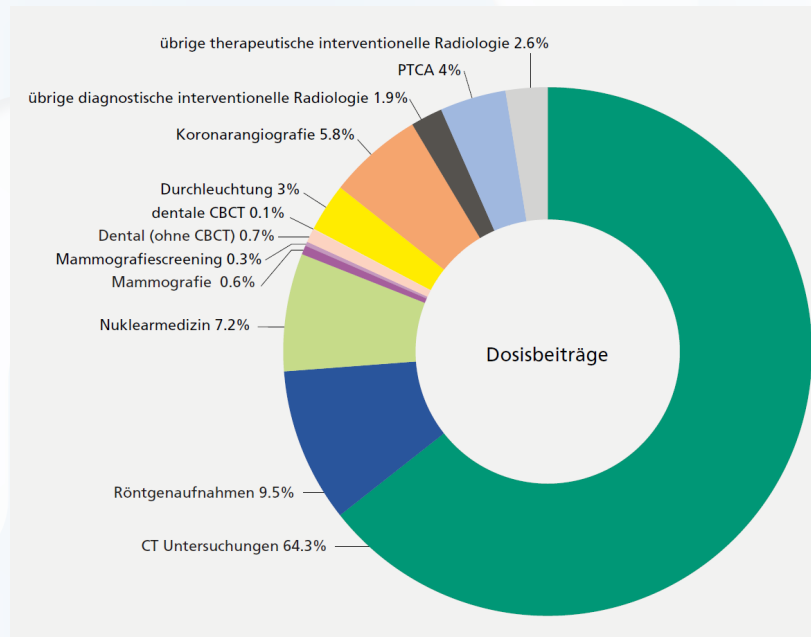
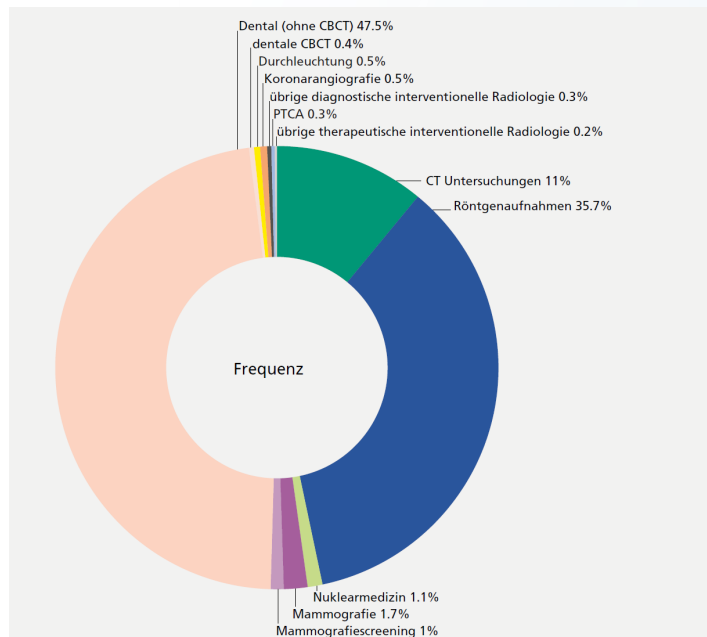
Die eidgenössische Kommission für Strahlenschutz (KSR) wie auch andere nationale und internationale Organisationen empfehlen deshalb, in der medizinischen Radiologie keine Patientenschutzmittel mehr einzusetzen.

Falls Sie sich unsicher fühlen, stellen wir Ihnen weiterhin Schutzmittel zur Verfügung und beraten Sie gerne. Zögern Sie nicht, uns bei Unklarheiten anzusprechen.

Weitere Informationen finden
Sie auf der Website
des Bundesamts für Gesundheit:

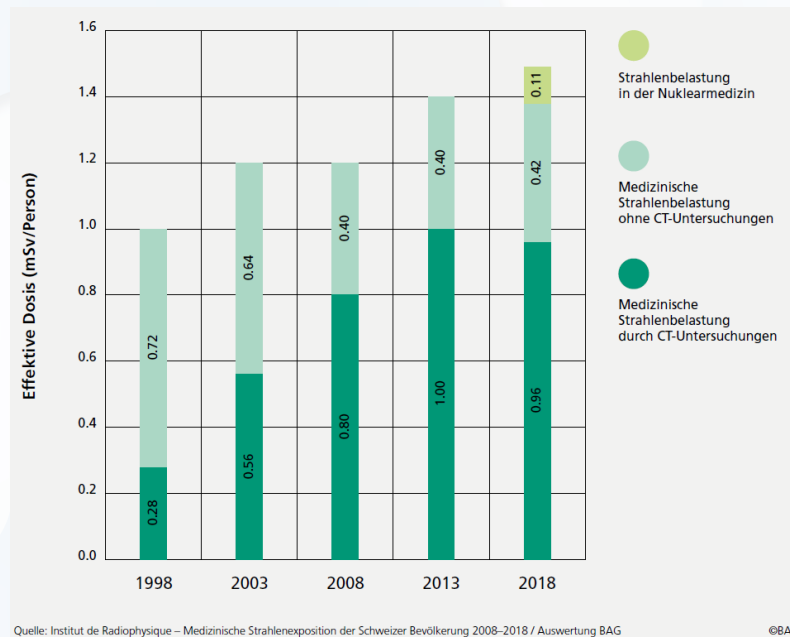
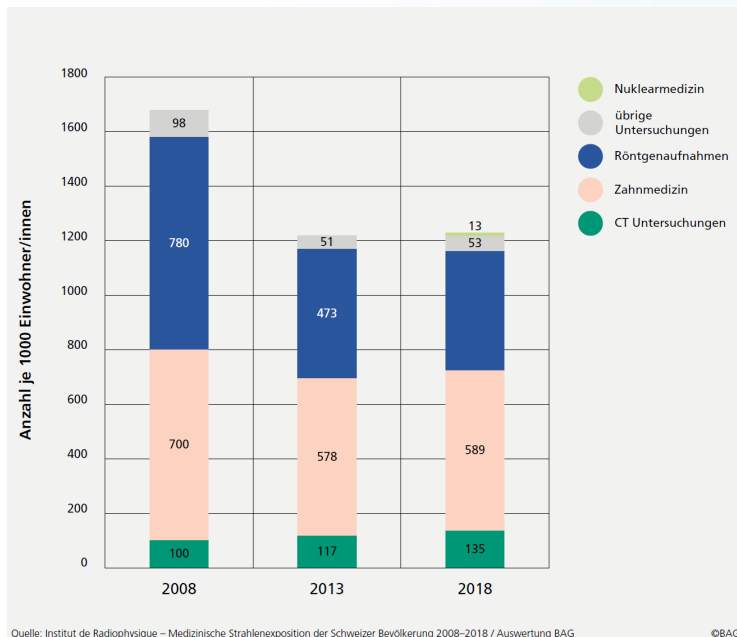


Wo können die höchsten Dosisreduktionen erzielt werden?



Dosisverteilung in der Medizin

Strahlenexposition der Schweizer Bevölkerung (1998 – 2018)



Dosisverteilung in der Medizin

Vergleich verschiedener effektiver Dosen H_{eff}

 H_{eff} Röntgen

Thorax PA 0.05 mSv

Schädel PA 0.5 mSv

Abdomen liegend 1 mSv

Becken AP 1.5 mSv

 H_{eff} CT

Thorax 3.8 mSv

Schädel 2.3 mSv

Abdomen 10.5 mSv

Becken 7.9 mSv

Faktor

x 76

x 4.6

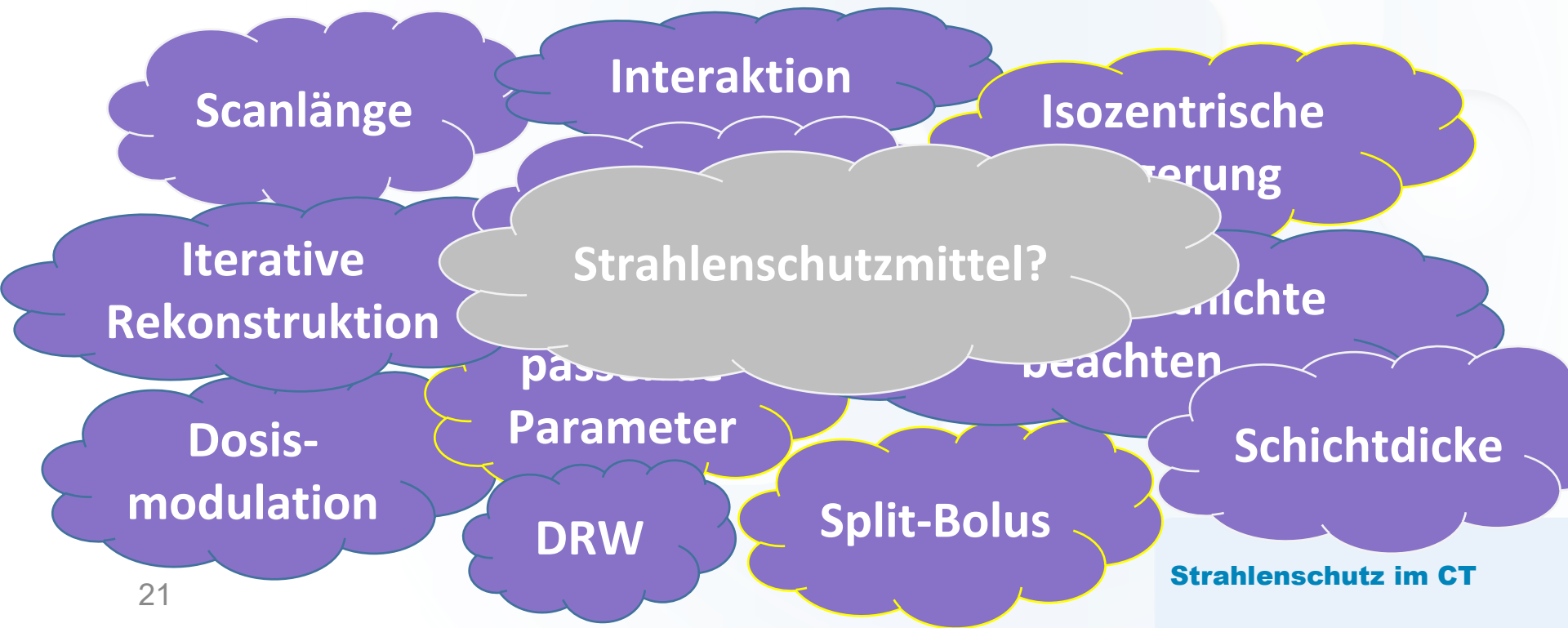
x 10.5

x 5.26

Anatomische Bereiche	Häufigkeit je 1000 Einw.	Prozentualer Anteil Häufigkeit	Durchschn. Dosis nach Code [mSv]	Beitrag Dosis jedes Codes [mSv]	Prozentualer Beitrag zur Dosis
CT Neurokranium	19,0	14,1 %	2,36	0,329	4,7 %
CT Gesichtsschädel und Nasennebenhöhlen	5,3	3,9 %	2,36	0,091	1,3 %
CT dental, pro Kiefer	0,2	0,2 %	0,6	0,001	0,01 %
CT Hals	7,7	5,7 %	2,1	0,112	1,7 %
CT Thorax oder Lungen	15,9	11,8 %	3,8	0,447	6,3 %
CT Oberbauch und gesamtes Abdomen	23,9	17,7 %	10,5	1,850	26,2 %
CT Thorax/Abdomen kombiniert	22,1	16,4 %	12,1	1,974	27,9 %
CT Becken und/oder Iliosakralgelenk	10,6	7,9 %	7,9	0,617	8,8 %
CT Wirbelsäule	15,9	11,8 %	10,7	1,261	17,7 %
CT Schultergelenk und/oder Oberarme	1,1	0,8 %	5,8	0,044	0,7 %
CT Ellbogengelenke und/oder Vorderarme	0,6	0,4 %	3,2	0,004	0,2 %
CT Handgelenke und/oder Hand/Hände	1,3	1,0 %	1,9	0,019	0,3 %
CT Hüfte und/oder Oberschenkel	3,6	2,6 %	11,0	0,273	4,1 %
CT Kniegelenk und/oder Unterschenkel	4,3	3,2 %	2,7	0,085	1,2 %
CT Fuss/Füsse und/oder Sprunggelenke	3,4	2,5 %	0,06	0,002	0,02 %
Alle Untersuchungen	135,0	100,0 %	durchschn. Dosis pro CT	7,1	100,0 %
0,96 mSv pro Kopf					

Dosisverteilung in der Medizin

Praktische Umsetzung des Strahlenschutzes



Tab. 2 Anwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei verschiedenen Untersuchungsarten und die erzielbare Reduktion von Organäquivalentdosen

Untersuchungsart	Patienten-Strahlenschutzmittel	Empfehlung	Bemerkung	Mögliche Dosisreduktion (Organäquivalentdosis)
Computertomographie				
CT Hirnschädel (CCT)	Schutz der Augenlinse		Priorisierung: 1. ventrale Flexion des Kopfes oder Gantry- kipfung (effektivster Strahlenschutz) oder 2. Protektoren oder 3. sektorielle Röhren- stromabsenkung	Augenlinse: 1. bis 40 mSv [11] 2. bis 20 mSv [12] 3. bis 12 mSv [12]
	Schilddrüsenschutz bei jüngeren Patient*innen bis ca. 40 Jahre		Protektor oder sektorielle Röhrenstromabsenkung; Schilddrüse liegt nah am Scanfeld	Schilddrüse: bis 1 mSv [13, 14]
	Schilddrüsenschutz bei älteren Patient*innen ab ca. 40 Jahren		Protektor oder sektorielle Röhrenstromabsenkung; Schilddrüse liegt nah am Scanfeld	Schilddrüse: bis 1 mSv [13, 14]
	Brustschutz bei Frauen		Brust liegt nicht im Strahlenfeld; signifikante, aber nicht relevante Doseinsparung möglich; kann verwendet werden	Brust: bis 0,19 mSv [14]
CT NNH	Schilddrüsenschutz		Schilddrüse könnte im Strahlengang liegen; kann angewandt werden, wenn nicht im Scanbereich und es nicht technisch bedingt zu Dosisüberhöhung kommt	Schilddrüse: bis 1 mSv [15]
	Augenlinsenschutz		Bei hinreichendem Abstand möglich; sektorielle Röhrenstromabsenkung oder Protektoren	Augenlinse: bis 3 mSv (abgeschätzt nach DRW)

Dosisprotokoll mit CT Perfusion des Hirnparenchyms

- Revolution-CT von GE 128 Zeilen
- 8 cm Detektorabdeckung
- Perfusion: Es wird ca. das halbe Hirn abgebildet.
- Expositionszeit: Etwa 1 Minute

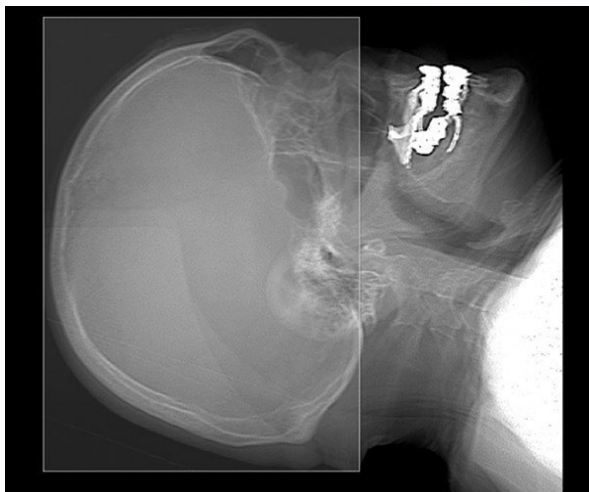
Tabelle 1: DRW und Zielwerte für Erwachsene

CT-Protokoll *		DRW (75. Perzentile)		Zielwert (Median)	
		CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]	CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]
1	Schädel	51	890	42	750

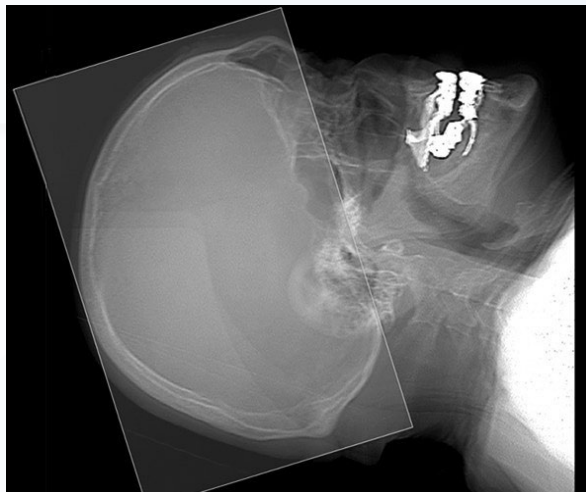
CAVE: bereits bei Expositionen über **100 mGy** äquivalenter Augenlinsendosis können strahleninduzierte Katarakte (radiogene Linsentrübungen) entstehen (Neriishi et al., 2007).

CT Angio Hals Schädel		Dose Report			
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	Phantom cm
Scout					
1	Scout	S0-I450	0.06	2.56	Body 32
1	Scout	S0-I450	0.06	2.56	Body 32
Schädel nativ					
2	Helical	I196.978-I21.978	51.12	1102.55	Head 16
Angio Carotis					
3	Helical	I360.909-I19.659	5.86	235.95	Body 32
Perfusion					
4	Axial	I120.323-I45.323	136.85	1094.81	Head 16
Perfusion					
4	Axial	I120.323-I45.323	21.61	172.87	Head 16
Angio Carotis					
201	SmartPrep	I349.314-I349.314	2.80	1.40	Body 32
201	SmartPrep	I349.314-I349.314	13.98	6.99	Body 32
Total Exam DLP:				2619.69	

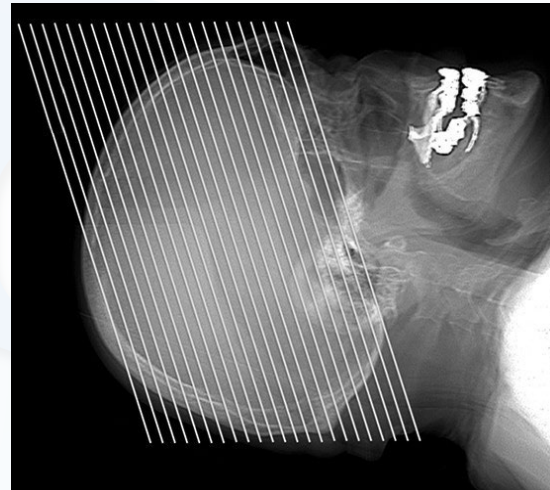
Dosisreduktion der Augenlinse



Die **Linsendosis** beträgt **59,7 mGy**, wenn die Augenlinsen **komplett von der Direktstrahlung** erfasst werden



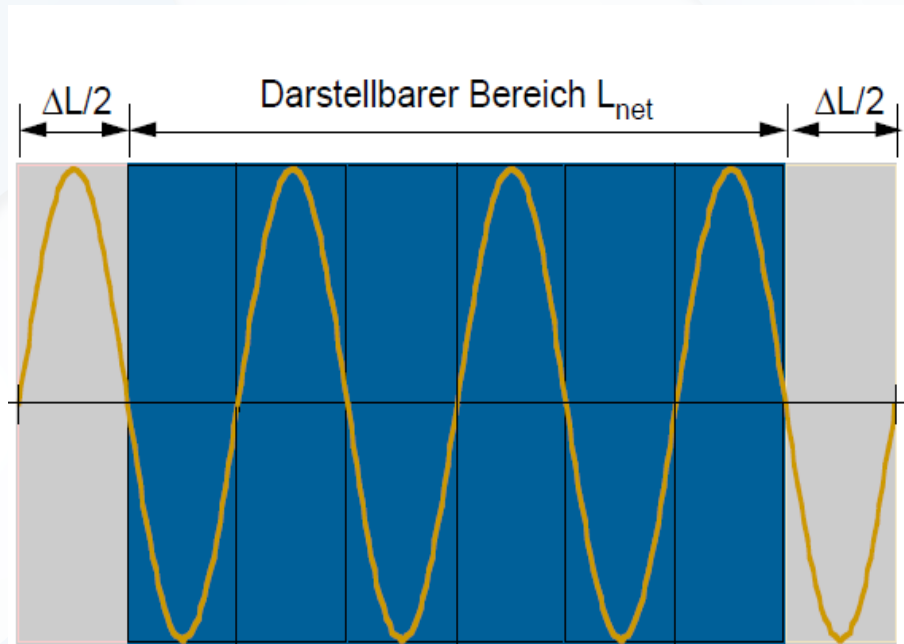
Die **Linsendosis** beträgt **5,7 mGy** bei Spiralakquisition, wenn die Augenlinsen **“herausgekippt”** werden



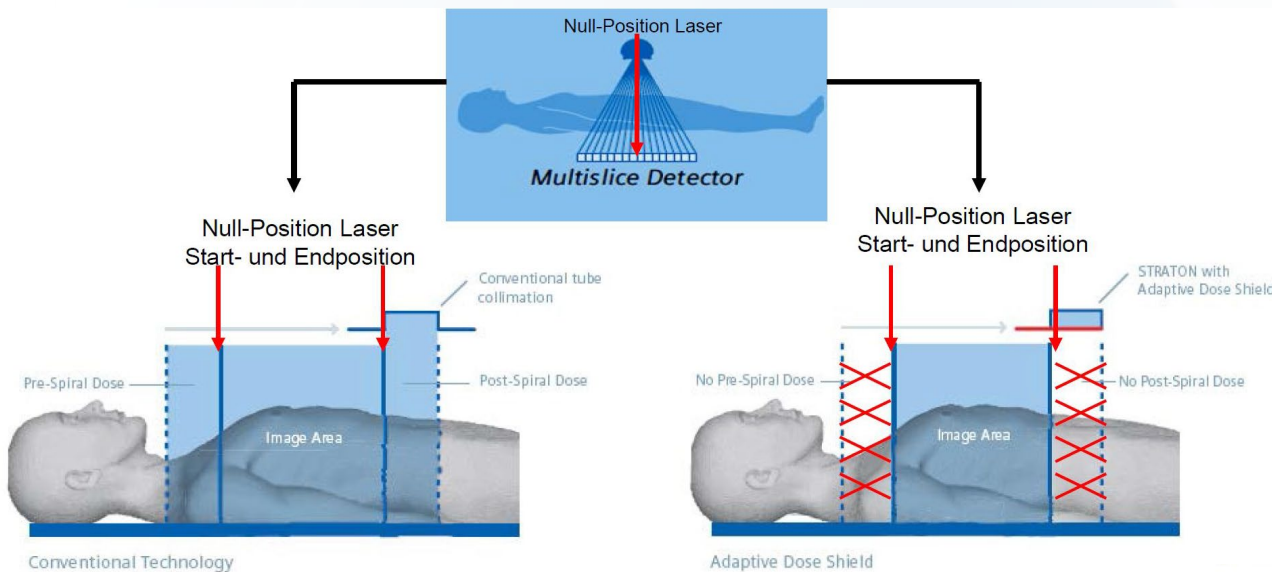
Die **Linsendosis** beträgt **1,8 mGy** bei **sequenzieller** Akquisition, wenn die Augenlinsen **“herausgekippt”** werden

Overranging

- Erhöhung des Dosislängenprodukts (DLP) aufgrund der zusätzlichen Rotation am Anfang und am Ende eines **Spiralscans**
- Je weniger Detektorelementreihen gewählt werden, desto kleiner Overranging



Overranging

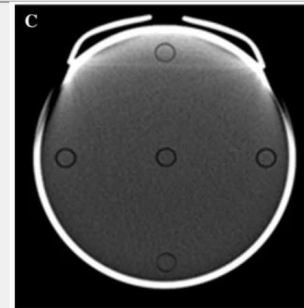
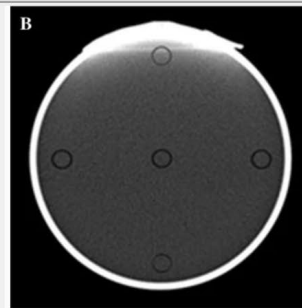
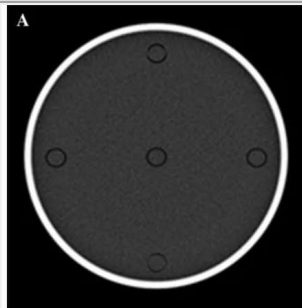


Dosisreduktion der Augenlinse

	Reference	Organ-Dosis-Modulation (ODM)	Bismut / Wismut	Bleigläser
CTDI _{vol} (mGy)	57.59 mGy	48.2 mGy	57.59 mGy	57.59 mGy
Augenlinsendosis	45.51 mGy	33.66 mGy	28.65 mGy	25.19 mGy
Reduktion der Augenlinsendosis	—	25.88 %	36.91 %	44.53 %

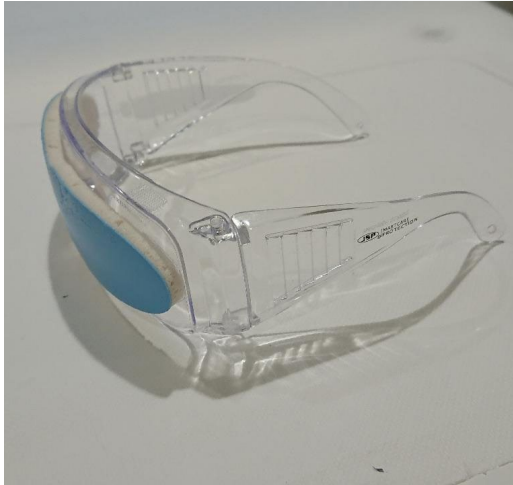
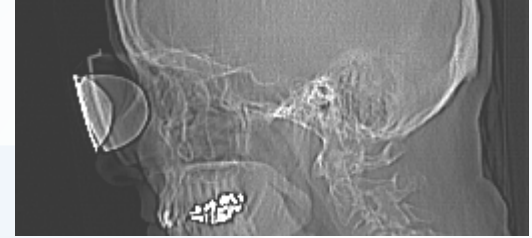
Genutztes Untersuchungsprotokoll für Standard Schädel-CT Scan:

Acquisition mode	Axial	Detector configuration	32 × 0.625 mm
Tube voltage	120 kVp	Distance source to detector	949.147 mm
X-ray tube current	320 mA	Distance source to patient	541.0 mm
Exposure	10 mAs	Convolution kernel	Standard
Spacing between slices	20 mm	Focal spot	1.2 mm
Slice thickness	0.625 mm	Noise index	8.4

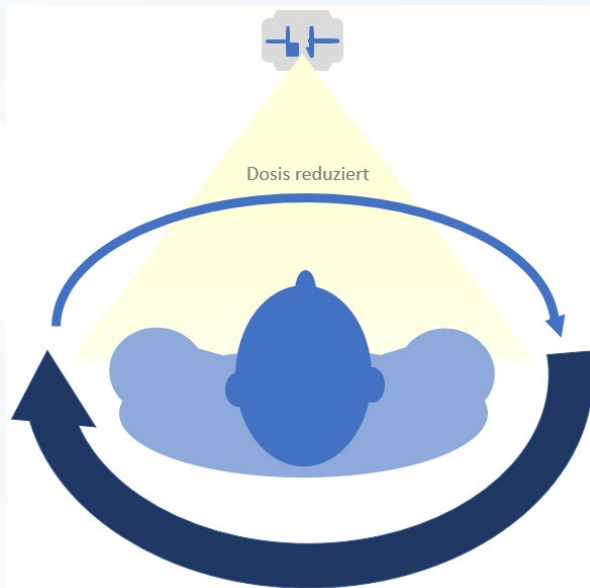
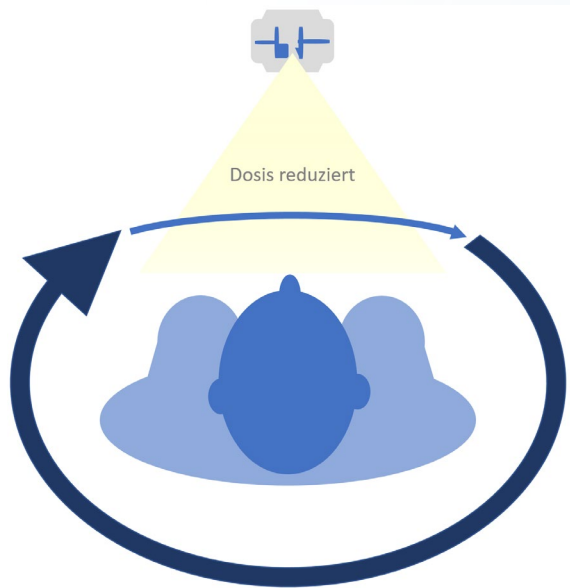


Reduktion von Artefakten

Dose								
#	Scan Label	Scan Mode	mAs	kV	CTDIvol [mGy]	DLP [mGy*cm]	Phantom Type [cm]	SSDE [mGy]
1	Survew	Survew	80	0.012	0.25	BODY 32 CM	N/A	N/A
2	NNH	Helical	40	120	5.3	62.3	HEAD 16 CM	4.2
								18.9



Organdosismodulation

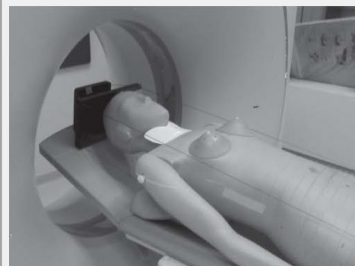


Schilddrüsenschutzmittel bei CT Hirnschädel

	Ohne Schutz	MAVIG RP648 mit 0,35 mm Pb	F&L Medical Products Thyroid Shield mit 0,06 mm Pb	MAVIG RA615 SD + Sternumschutz 0,50 mm Pb
Schilddrüse	2.65 mGy	2.36 mGy	2.50 mGy	1.77 mGy
Sternum	0.65 mGy	0.37 mGy	0.49 mGy	0.29 mGy
Mamma	0.27 mGy	0.08 mGy	0.20 mGy	0.16 mGy

Genutztes Untersuchungsprotokoll für Standard Schädel-CT Scan:

description	kVp	mAs	DLP/ mGy· cm	CTDI _{vol} / mGy	p	collimation/ mm
overview	120	97	–	–	–	1 × 0.6 mm
series 1	120	400	793	55.62	1.0	24 × 1.2 mm



TAKE-HOME MESSAGE

- Die Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln kann aktuell nur noch bei CT-Untersuchungen des Hirnschädels empfohlen werden.
- In der Projektionsradiographie wird der Einsatz von Patienten-Strahlenschutzmitteln nicht mehr empfohlen.
- Patienten-Strahlenschutzmittel können auf Wunsch der zu untersuchenden Person eingesetzt werden, falls dies klinisch praktikabel und nicht mit Nachteilen für die Untersuchung verbunden ist.
- Bei Patientinnen und Patienten mit höherer Strahlenempfindlichkeit kann zugunsten eines vermehrten Einsatzes von Patienten-Strahlenschutzmitteln von den Empfehlungen abgewichen werden, wenn keine Gefahr der Beeinflussung der Belichtungsautomatik oder negative Einflüsse auf die Bildqualität bestehen.

TAKE-HOME MESSAGE

Ich gebe mein Bestes, aber nicht alles; weil alles nicht mein Bestes ist.

Unwissenheit schützt vor Strahlung nicht, nur Wissen jedoch auch nicht...

TAKE-HOME MESSAGE

Der beste Strahlenschutz ist die kompetente Radiologiefachperson!