

Schwangerschaft und Röntgenuntersuchungen

Ein Leitfaden für die radiologische Praxis



Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Verleger

Bundesministerium für Gesundheit und Frauen

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

www.bmgf.gv.at

Für den Inhalt verantwortlich

Dr.ⁱⁿ Magdalena Arrouas, geschäftsführende Leiterin der Sektion III

Mag. Manfred Ditto, Leiter der Abteilung III/5 – Strahlenschutz, Umwelt und Gesundheit

Autoren (alphabetische Reihenfolge)

Mag. Manfred Ditto (BMGF)

RT Martina Dünkelmeyer (MedUni Wien)

Dr.ⁱⁿ med. univ. Azadeh Hojreh (MedUni Wien)

Ao. Univ.-Prof. DI Dr. Peter Homolka (MedUni Wien)

Monika Kaderk, MSc (AKH Wien)

Der Leitfaden wird von folgenden Organisationen mitgetragen

Österreichische Röntgengesellschaft

Verband für Bildgebende Diagnostik Österreich

Bundesfachgruppe Radiologie der Österreichischen Ärztekammer

Verband für Medizinischen Strahlenschutz in Österreich

Österreichische Zahnärztekammer

Österreichische Gesellschaft für Medizinische Physik

Österreichische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe

Österreichische Gesellschaft für Hämatologie & Medizinische Onkologie

Patientenanwaltschaft

Titelbild

Africa Studio/Fotolia

Ausgabe

September 2017



Vorwort

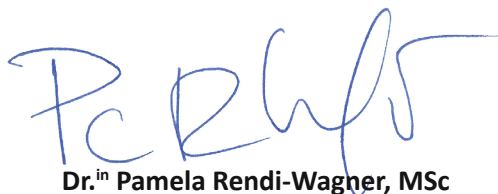
Sehr geehrte Damen und Herren!

Der Einsatz von Röntgenstrahlung ist ein unverzichtbarer Bestandteil der modernen bildgebenden Diagnostik und interventionellen Radiologie. Röntgenstrahlung muss allerdings sorgfältig eingesetzt werden – das bedeutet, dass nur unbedingt notwendige Untersuchungen und Eingriffe durchgeführt werden. Zum sorgfältigen Einsatz gehört auch, dass die Durchführung so erfolgt, dass die benötigte Bildinformation mit möglichst geringer Strahlendosis erzielt wird.

Unter einem besonderen Blickwinkel ist der Einsatz von Röntgenstrahlung während der Schwangerschaft zu betrachten. Hier sind neben Nutzen und Risiko für die Schwangere selbst auch Nutzen und Risiko für das ungeborene Kind zu berücksichtigen. Häufig kommen wegen der Röntgenstrahlung auch noch Sorgen und Ängste um das ungeborene Kind dazu. Diese sind jedoch in den allermeisten Fällen unbegründet, da bei den meisten Röntgenuntersuchungen und interventionellen Eingriffen für das ungeborene Kind praktisch kein Strahlenrisiko besteht oder dieses nur sehr gering ist.

Der vorliegende Leitfaden richtet sich primär an Menschen, die in die medizinische Anwendung von Röntgenstrahlung involviert sind. In erster Linie soll er eine Grundlage zur Abschätzung des Strahlenrisikos für das ungeborene Kind bei den verschiedenen Anwendungen darstellen sowie Anleitungen für die praktische Vorgangsweise geben. Weiters werden im Leitfaden die rechtlichen Grundlagen und die Grundsätze des Strahlenschutzes sowie die biologischen Strahlenwirkungen dargelegt. Ich bin überzeugt davon, dass der vorliegende Leitfaden einen wesentlichen Beitrag zu einem vernünftigen Einsatz von Röntgenstrahlung während der Schwangerschaft leisten kann. Mein herzlicher Dank gilt allen, die an diesem Leitfaden mitgewirkt haben, insbesondere den Autorinnen und Autoren. Weiters bedanke ich mich schon im Voraus bei allen, die diesen Leitfaden in der täglichen Praxis anwenden und damit einen wesentlichen Beitrag zu einem sorgfältigen und vernünftigen Einsatz von Röntgenstrahlung während der Schwangerschaft leisten werden.

Ihre



Dr. in Pamela Rendi-Wagner, MSc

Bundesministerin für Gesundheit und Frauen



© BKA/Andy Wenzel

Einleitung

Die Entscheidung, eine Röntgenuntersuchung oder einen interventionellen Eingriff an einer (möglicherweise) Schwangeren durchzuführen, ist nicht immer leicht zu treffen. Auf der einen Seite gilt es, mögliche schädliche Wirkungen der Röntgenstrahlung für das ungeborene Kind zu beachten. Andererseits sind mögliche negative gesundheitliche Auswirkungen für die Frau und das ungeborene Kind zu bedenken, wenn eine notwendige Röntgenuntersuchung oder ein notwendiger interventioneller Eingriff nicht durchgeführt wird. Es ist daher in jedem Einzelfall vor der Anwendung von Röntgenstrahlung eine sorgfältige und verantwortungsvolle Nutzen-Risiko-Abschätzung unter diesen beiden Gesichtspunkten durchzuführen. Das Ergebnis dieser Abschätzung ist der betroffenen Frau in für sie nachvollziehbarer Art und Weise zu kommunizieren, damit sie dann eine informierte Entscheidung über die weitere Vorgangsweise treffen kann.

Falls sich nach einer Anwendung von Röntgenstrahlung herausstellt, dass die betroffene Frau zur Zeit der Anwendung schwanger war, ist im Nachhinein das sich aus dieser Exposition für das ungeborene Kind ergebende Strahlenrisiko abzuschätzen. In den allermeisten Fällen wird dieses Risiko nur sehr gering sein. Die betroffenen Frauen sind dann darüber in verständlicher Form aufzuklären, um ihnen unbegründete Ängste und Sorgen um das ungeborene Kind zu nehmen bzw. solche bei ihnen erst gar nicht aufkommen zu lassen.

In diesem Leitfaden wird insbesondere auf Folgendes eingegangen:

- die strahlenschutzrechtlichen Grundlagen und die Grundsätze des Strahlenschutzes,
- die biologischen Strahlenwirkungen in den verschiedenen Schwangerschaftsperioden und das nach derzeitigem Wissensstand durch eine pränatale Exposition sich ergebende Strahlenrisiko,
- die Ermittlung der durch die Anwendung von Röntgenstrahlung bewirkten Uterusdosis sowie
- die praktische Vorgangsweise beim Umgang mit (möglicherweise) Schwangeren und im Fall einer unbeabsichtigten Strahlenexposition einer Schwangeren.

Dieser Leitfaden soll somit allen Personen, die in medizinische Anwendungen von Röntgenstrahlung involviert sind, helfen, Regeln und Vorgangsweisen in ihrer Organisation festzulegen, die einen sorgfältigen und verantwortungsvollen Umgang mit (möglicherweise) Schwangeren sicherstellen. Er richtet sich also primär an Personen mit entsprechendem Basiswissen und ist nur bedingt als Information für die betroffenen Frauen geeignet.

Rechtliche Grundlagen und Grundsätze des Strahlenschutzes

Rechtliche Grundlagen

Die Medizinische Strahlenschutzverordnung enthält Bestimmungen für die medizinische Anwendung von Röntgenstrahlung bei Frauen im gebärfähigen Alter sowie bei Vorliegen einer Schwangerschaft zum Schutz des ungeborenen Kindes. Diese Bestimmungen basieren auf entsprechenden Vorgaben der europäischen Strahlenschutz-Richtlinie.

Gemäß § 16 Abs. 1 der Medizinischen Strahlenschutzverordnung haben bei Frauen im gebärfähigen Alter sich die überweisende Person und die anwendende Fachkraft danach zu erkundigen, ob diese schwanger sind, sofern dies für die vorgesehene Exposition von Bedeutung ist. Die überweisende Person kann beispielsweise die Hausärztin/der Hausarzt oder eine Fachärztin/ein Facharzt sein. Die anwendende Fachkraft im Sinne der Medizinischen Strahlenschutzverordnung ist in den meisten Fällen eine Radiologin/ein Radiologe, bei bestimmten Anwendungen auch eine Fachärztin/ein Facharzt des betreffenden Sonderfaches (zB: Chirurgische Sonderfächer, Orthopädie und Traumatologie, Urologie). Die Erkundigung nach einer Schwangerschaft kann von der anwendenden Fachkraft auch an entsprechend unterwiesene Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter delegiert werden.

Falls eine Schwangerschaft nicht ausgeschlossen werden kann oder bereits festgestellt wurde, ist gemäß § 16 Abs. 2 der Medizinischen Strahlenschutzverordnung je nach Art der medizinischen Exposition – insbesondere, wenn Bauch- oder Beckenregionen betroffen sind – der Rechtfertigung, insbesondere der Dringlichkeit, und der Optimierung besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wobei die Exposition sowohl der Schwangeren als auch des ungeborenen Kindes zu berücksichtigen ist.

Grundsätze des Strahlenschutzes: Rechtfertigung und Optimierung

Die rechtlichen Bestimmungen zum Schutz des ungeborenen Kindes bei der medizinischen Anwendung von Röntgenstrahlung basieren auf den allgemeinen Grundsätzen des Strahlenschutzes. Das Prinzip der Rechtfertigung besagt, dass nur solche Anwendungen zulässig sind, bei denen der erwartete Nutzen den möglicherweise durch die Strahlung verursachten Schaden überwiegt. Gemäß den Bestimmungen der Medizinischen Strahlenschutzverordnung haben sowohl die überweisende Person als auch die anwendende Fachkraft die Rechtfertigung von medizinischen Expositionen im Voraus zu prüfen. Zu berücksichtigen sind dabei auch die Wirksamkeit, der Nutzen und die Risiken verfügbarer alternativer Verfahren, die demselben Zweck dienen, jedoch mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind.

Bei Vorliegen einer Schwangerschaft, oder wenn eine solche nicht ausgeschlossen werden kann, ist im Rahmen der Rechtfertigung neben dem möglichen Schaden für die Frau auch der für das ungeborene Kind entsprechend zu berücksichtigen. Weiters ist in solchen Fällen besonderes Augenmerk auf die Dringlichkeit der Anwendung zu legen. Wann immer es medizinisch vertretbar ist, sollten Anwendungen von Röntgenstrahlung, die eine hohe Uterusdosis und damit eine hohe Dosis für das ungeborene Kind bewirken, nicht sofort durchgeführt werden, sondern erst nach der Geburt bzw. erst dann, wenn eine Schwangerschaft ausgeschlossen werden kann.

Wird eine Anwendung von Röntgenstrahlung nach eingehender und sorgfältiger Prüfung als gerechtfertigt angesehen, so ist sie auch bei Vorliegen einer Schwangerschaft, oder wenn eine solche nicht ausgeschlossen werden kann, zulässig. Der Grundsatz der Optimierung verlangt, dass die dabei auftretenden Dosen unter Berücksichtigung des medizinischen Zwecks der Anwendung so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar zu halten sind (ALARA-Prinzip: As Low As Reasonably Achievable). Dies gilt vor allem für die Uterusdosis und damit die Dosis für das ungeborene Kind.

Biologische Strahlenwirkungen

Wie jede Art von ionisierender Strahlung kann auch Röntgenstrahlung folgende zwei Arten von schädlicher Wirkung hervorrufen:

1. Deterministische Wirkungen (Gewebereaktionen) infolge von Zellschädigungen oder Zelltod. Klinisch feststellbare Wirkungen zeigen sich in der Regel jedoch erst, wenn eine große Anzahl von Zellen betroffen ist. Daher gibt es für die meisten deterministischen Wirkungen sogenannte Dosis-schwellenwerte. Unterhalb dieser Werte treten keine erkennbaren Wirkungen auf, oberhalb dieser Werte steigt die Wirkung bzw. die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Wirkung mit der Strahlendosis an. Bei sehr hohen Dosen kann es zu einem vollständigen Verlust der Organ- oder Gewebefunktion kommen.
2. Stochastische Wirkungen infolge von Veränderungen in Zellen, die aber ihre Teilungsfähigkeit beibehalten. Diese veränderten Zellen können dann etwa zu einer Krebserkrankung führen. Im Strahlenschutz wird angenommen, dass es für stochastische Wirkungen keine Dosis-schwellen gibt, solche Wirkungen also auch bei geringen Dosen auftreten können. Für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von stochastischen Wirkungen wird eine lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung angenommen.

Deterministische Strahlenwirkungen durch pränatale Strahlenexposition

Im Wesentlichen sind folgende deterministische Strahlenwirkungen (Gewebereaktionen) durch eine pränatale Strahlenexposition möglich: Tod, Fehlbildungen, Wachstumsstörungen ohne Fehlbildungen und geistige Retardierung. Die Strahlenwirkungen und die Strahlenempfindlichkeit sind in den verschiedenen Perioden einer Schwangerschaft unterschiedlich.

Präimplantationsperiode

In der Präimplantationsperiode (0 bis 10 Tage nach der Konzeption) führen Strahlenexpositionen entweder zum Absterben des Embryos (häufig bereits vor der Implantation) oder sie bleiben ohne erkennbare Folgen für die weitere Entwicklung des Kindes („Alles-oder-Nichts-Regel“). Tierversuche haben gezeigt, dass Fehlbildungen oder sonstige Schäden als Folge einer Strahlenexposition in der Präimplantationsperiode nur in ganz seltenen Fällen und nur bei Vorliegen bestimmter genetischer Prädispositionen auftreten. Alle Untersuchungen an Tieren deuten darauf hin, dass ein Absterben des Embryos bei Dosen unter 100 mGy nur sehr selten vorkommt. Als Schwellenwert für den Embryontod wird daher eine Dosis von 100 mGy angenommen.

Organbildungsperiode

In der Periode der Organbildung (etwa vom 10. Tag nach der Konzeption bis zur 10. Schwangerschaftswoche) kann es bei entsprechend hohen Strahlendosen vor allem zu Fehlbildungen (insb. auch makroskopisch-anatomischen) kommen. Die frühe Phase der Organogenese (bis einschließlich 4. Woche nach der Konzeption) ist die sensibelste für die Entstehung von Fehlbildungen. Danach sind schwerwiegende Fehlbildungen eher selten. Wahrscheinlicher sind dann allgemeine und lokale Wachstumshemmungen, funktionelle Störungen und leichte Fehlbildungen. Daten aus Tierversuchen zeigen, dass es für Fehlbildungen eine Dosis-schwelle von 100 mGy gibt. Das bedeutet, dass es bei Dosen unterhalb von 100 mGy zu keinen strahlenbedingten Fehlbildungen kommt.

Fetalperiode

In der restlichen Zeit der Schwangerschaft (Fetalperiode von der 11. Schwangerschaftswoche bis zur Geburt) kann es bei entsprechend hohen Strahlendosen vor allem zu Beeinträchtigungen der Hirnentwicklung und folglich zu einer geistigen Retardierung (IQ-Punkte < 70) kommen. Die empfindlichste Phase dafür ist von der 11. bis zur 17. Schwangerschaftswoche, aber auch in den Wo-

chen 18 bis 27 kann es noch zu merkbaren Beeinträchtigungen kommen. Die Daten aus den Untersuchungen an den Überlebenden der Atombombenexplosionen in Japan zeigen, dass für eine schwere geistige Retardierung eine Dosischwelle von mindestens 300 mGy existiert. Unterhalb dieser Schwelle besteht somit selbst in der empfindlichsten Phase (11. bis 17. Schwangerschaftswoche) kein Risiko einer schweren geistigen Retardierung. Die Untersuchungen an den Atombomben-Überlebenden zeigen auch, dass eine Strahlenexposition in dieser Schwangerschaftsperiode zu einer Abnahme der IQ-Werte führen kann. Eine eindeutige Schwelle dafür ist aus den Daten nicht ableitbar. Bei einer anhand der Daten geschätzten Abnahme von 25 IQ-Punkten pro Gy sind jedoch die Auswirkungen von Dosen unter 100 mGy auf die Intelligenz bedeutungslos. Besonders in den späten Schwangerschaftsphasen kann es nach einer Strahlenexposition des ungeborenen Kindes auch zu Wachstumsstörungen ohne Fehlbildungen kommen. (Möglich ist dies aber auch nach einer Exposition in den frühen Phasen.) Nach derzeitigem Kenntnisstand ist die Wahrscheinlichkeit dafür nicht quantifizierbar. Sie gilt allerdings als sehr gering.

Schwellenwerte und Dosis-Wirkungs-Koeffizienten

Zusammengefasst ergibt sich somit für das ungeborene Kind als niedrigster Schwellenwert für relevante deterministische Strahlenwirkungen eine Dosis von 100 mGy. Für schwere geistige Retardierung besteht eine Schwellendosis von mindestens 300 mGy. In Tabelle 1 sind die möglichen deterministischen Strahlenwirkungen einer pränatalen Strahlenexposition mit Röntgenstrahlung und einige Daten dazu zusammengestellt. Es sei hier erwähnt, dass es sich insbesondere bei den in der vorletzten Spalte angegebenen Koeffizienten nicht um exakte Werte, sondern um Schätzwerte aus epidemiologischen Studien bzw. Tierversuchen handelt. Auch die in der letzten Spalte angeführten Spontanraten für Fehlbildungen und schwere geistige Retardierung sind keine genauen Werte.

Mit den in Tabelle 1 angegebenen Koeffizienten kann unter Annahme einer linearen Dosis-Wahrscheinlichkeits- bzw. Dosis-Wirkungs-Beziehung die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten bzw. das Ausmaß des betreffenden Schadens abgeschätzt werden. Die Annahme einer linearen Beziehung ist zwar auch nur eine Näherung, anhand der aber eine ausreichend genaue Abschätzung von deterministischen Strahlenschäden durchgeführt werden kann.

Tabelle 1: Deterministische Strahlenwirkungen einer pränatalen Strahlenexposition mit Röntgenstrahlung; in den betreffenden Schwangerschaftsperioden entspricht die Uterusdosis etwa der Ganzkörperdosis für das ungeborene Kind

Strahlenwirkung	Zeitraum	Schwellenwert	Dosis-Wahrscheinlichkeits- bzw. Dosis-Wirkungs-Koeffizient	Spontanrate
Tod während der Präimplantationsperiode	bis 10 Tage nach Konzeption	100 mGy	0,1 % pro mGy*	
Fehlbildungen	10 Tage nach Konzeption bis 10. SSW	100 mGy	0,05 % pro mGy*	3 %**
schwere geistige Retardierung	11. bis 17. SSW	300 mGy	0,04 % pro mGy*	0,5 %**
	18. bis 27. SSW	300 mGy	0,01 % pro mGy*	
IQ-Reduktion	11. bis 17. SSW	keiner	0,03 IQ-Punkte pro mGy	
	18. bis 27. SSW	keiner	0,01 IQ-Punkte pro mGy	

* oberhalb des Schwellenwertes

** Werte aus „Pregnancy and Medical Radiation“ Publication 84 der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP)

SSW ... Schwangerschaftswoche; Anmerkung: In der Literatur werden die verschiedenen Strahlenwirkungen häufig nicht für die Schwangerschaftswochen, sondern für die Wochen nach der Konzeption angegeben. Dadurch verschieben sich die jeweiligen Zeiträume um zwei Wochen nach vor.

Schlussfolgerungen

Die bei einzelnen Röntgenuntersuchungen und interventionellen Eingriffen für das ungeborene Kind verursachten Dosen liegen in der Regel alle weit unter 100 mGy (siehe Tabelle 3). Lediglich bei mehrfachen CT-Untersuchungen des Beckens oder des Abdomens bzw. in Ausnahmefällen bei interventionellen Eingriffen kann es zu Dosen im Bereich von 100 mGy oder darüber kommen. Aber selbst dann ist das Risiko von schwerwiegenden deterministischen Schäden noch relativ gering (siehe Tabelle 1). So ergibt sich etwa eine Verdoppelung der Wahrscheinlichkeit für Fehlbildungen, deren Spontanrate bei etwa 3 % liegt, erst bei einer Uterusdosis von etwa 160 mGy.

Röntgenuntersuchungen und interventionelle Eingriffe führen mit Sicherheit nicht zum Absterben des Embryos bzw. zu Fehlbildungen, Wachstumsstörungen ohne Fehlbildungen oder einer geistigen Retardierung, wenn die Uterusdosis unter einem Wert von 100 mGy liegt, was bei den allermeisten Anwendungen von Röntgenstrahlung der Fall ist.

Stochastische Strahlenwirkungen durch pränatale Strahlenexposition

Stochastische Strahlenwirkungen durch eine Exposition des ungeborenen Kindes sind die Entstehung von Leukämien und Krebserkrankungen im Kindes- und Erwachsenenalter sowie von Erbkrankheiten bei den Nachkommen von Personen, die einer solchen Exposition ausgesetzt waren. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Strahlenwirkungen wird als direkt proportional zur erhaltenen Dosis angenommen.

Höhe des stochastischen Strahlenrisikos

Abgesehen von den ersten drei bis vier Wochen der Schwangerschaft scheint die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Leukämien und strahleninduzierten Krebserkrankungen einigermaßen unabhängig davon zu sein, in welchem Stadium der Schwangerschaft die Strahlenexposition erfolgt. (Für die ersten drei bis vier Wochen wird eine deutlich niedrigere Wahrscheinlichkeit als für die restliche Zeit der Schwangerschaft angenommen.) Über die Höhe des stochastischen Strahlenrisikos herrschen trotz vieler Studien darüber noch einige Unklarheiten. Im Folgenden werden Risikokoeffizienten verwendet, die von den meisten Strahlenschutzorganisationen für die Abschätzung des stochastischen Strahlenrisikos empfohlen werden. Diese Koeffizienten stellen jedoch keine exakten Werte, sondern nur eine mehr oder minder gut belegte Schätzung dar.

Das strahlenbedingte Risiko für Leukämien und Krebserkrankungen im Kindesalter (0 bis 15 Jahre) nach einer Exposition des ungeborenen Kindes wird auf etwa 0,008 % pro mSv geschätzt. Das Lebenszeit-Krebsrisiko nach einer solchen Exposition wird in etwa gleich hoch wie für eine Exposition in der frühen Kindheit angenommen. Es liegt bei etwa 0,015 % pro mSv und damit etwa um einen Faktor von drei höher als nach einer Exposition im Erwachsenenalter.

Das Risiko für Erbschäden durch ionisierende Strahlung wurde lange Zeit deutlich überschätzt. Auf der Basis von neuen Erkenntnissen wurden die Risikokoeffizienten vor einiger Zeit um etwa einen Faktor von fünf herabgesetzt. Das Risiko für Erbschäden durch eine pränatale Strahlenexposition in den folgenden zwei Generationen wird mehr als 10-fach geringer als das Risiko für Leukämien und Krebserkrankungen im Kindesalter angenommen.

Vergleich mit Spontanraten für Leukämie und Krebserkrankungen

Um die Wahrscheinlichkeit von strahlenbedingten Leukämien und Krebserkrankungen einordnen zu können, ist es hilfreich, diese mit den natürlichen Inzidenzen zu vergleichen. Die Spontanrate für solche Erkrankungen im Kindesalter (0 bis 15 Jahre) beträgt in Summe etwa 0,2 bis 0,3 %¹, das strahlenbedingte Risiko dafür etwa 0,008 % pro mSv. Damit ergibt sich bei einer Dosis von 30 mSv für das ungeborene Kind rechnerisch ein strahlenbedingtes Risiko für Leukämien und Krebserkrankungen im Kindesalter von in Summe 0,24 %, was etwa der Spontanrate entspricht. Für eine Dosis, die ein Risiko im Bereich der Spontanrate bewirkt, wird häufig der Begriff „Verdoppelungsdosis“ verwendet. Die Verdoppelungsdosis für Leukämien und Krebserkrankungen im Kindesalter beträgt bei einer Exposition des ungeborenen Kindes also etwa 30 mSv. Wegen der geringen Spontanrate von 2 bis 3 Fällen pro 1000 Kinder ist das strahlenbedingte Risiko, das durch eine Exposition im Bereich der Verdoppelungsdosis bewirkt wird, in absoluten Zahlen gesehen relativ gering.

Die Lebenszeit-Spontanrate für Krebserkrankungen liegt bei etwa 30 %. Mit einem strahlenbedingten Lebenszeit-Krebsrisiko nach einer pränatalen Exposition von etwa 0,015 % pro mSv ergibt sich, dass eine Dosis von 30 mSv das Lebenszeit-Krebsrisiko rechnerisch von 30 % auf 30,45 % erhöht.

Schlussfolgerungen

Die meisten Röntgenuntersuchungen und interventionellen Eingriffe bewirken praktisch keine oder eine nur sehr geringe Dosis für das ungeborene Kind (siehe Tabelle 3). Lediglich bei Anwendungen im Bereich des Beckens oder des Abdomens, bei denen der Uterus in der Nutzstrahlung liegt, kann es zu Dosen kommen, die eine nachweisbare Erhöhung des Leukämie- und Krebsrisikos, insbesondere im Kindesalter, bewirken. Das Risiko für Erbschäden in den nächsten Generationen ist nach heutigem Erkenntnisstand vernachlässigbar gering.

Röntgenuntersuchungen und interventionelle Eingriffe, bei denen der Uterus der Nutzstrahlung ausgesetzt ist, sollten wegen des erhöhten Leukämie- und Krebsrisikos nur dann erfolgen, wenn dies aus medizinischen Gründen zwingend erforderlich ist. Andererseits soll aber auch erwähnt werden, dass das strahlenbedingte Risiko in den meisten dieser Fälle relativ gering ist. In der Regel liegt es weit unter den Risiken, die durch das Unterlassen der Untersuchung bzw. des Eingriffes entstehen könnten.

Strahlenrisiko durch pränatale Strahlenexposition

In Tabelle 2 ist dargestellt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit dafür ist, trotz einer pränatalen Strahlenexposition ein Kind ohne deterministische Strahlenschäden auf die Welt zu bringen, bzw. dass das Kind nicht an Leukämie oder Krebs im Kindesalter erkrankt.

¹ Werte aus „Pregnancy and Medical Radiation“ Publication 84 der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP)

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit, nach einer pränatalen Strahlenexposition ein Kind ohne Fehlbildungen und ohne schwere geistige Retardierung zur Welt zu bringen, bzw. dass das Kind nicht an Leukämie oder Krebs im Kindesalter (0 – 15 Jahre) erkrankt

Uterusdosis [mGy bzw. mSv]	Wahrscheinlichkeit, ein Kind ohne Fehlbildungen und ohne schwere geistige Retardierung auf die Welt zu bringen	Wahrscheinlichkeit, dass das Kind nicht an Leukämie oder Krebs im Kindesalter (0 – 15 Jahre) erkrankt
0	96,5 %*	99,75 % **
1	96,5 %	99,74 %
5	96,5 %	99,71 %
10	96,5 %	99,67 %
20	96,5 %	99,59 %
30	96,5 %	99,51 %
50	96,5 %	99,35 %
100	96,5 %	98,95 %

* als Spontanraten wurden für Fehlbildungen 3 % und für schwere geistige Retardierung 0,5 % angenommen (siehe Tabelle 1)

** als Spontanrate für Leukämien und Krebserkrankungen im Kindesalter (0 bis 15 Jahre) wurden in Summe 0,25 % angenommen

Wie oben ausgeführt, besteht bei einer Uterusdosis von bis zu 100 mGy kein strahlenbedingtes Risiko für deterministische Schäden. Die Wahrscheinlichkeit, ein Kind ohne Fehlbildungen und ohne schwere geistige Retardierung auf die Welt zu bringen, hängt somit bis zu einer Uterusdosis von 100 mGy nur von der Spontanrate für solche Schäden ab, die in Summe etwa 3,5 % beträgt. Anders ausgedrückt heißt das, dass für ein Kind, das einer pränatalen Strahlenexposition von bis zu 100 mGy ausgesetzt war, die Wahrscheinlichkeit, ohne Fehlbildungen und ohne schwere geistige Retardierung auf die Welt zu kommen, gleich hoch ist wie für ein Kind, das keiner solchen Exposition ausgesetzt war. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, steigt das Risiko für deterministische Strahlenschäden bei Dosen über diesem Schwellenwert nur sehr wenig an.

Wie oben ausgeführt, steigt die Wahrscheinlichkeit, im Kindesalter aufgrund einer pränatalen Strahlenexposition an Leukämie oder Krebs zu erkranken, linear mit der Uterusdosis an. Bei einer Uterusdosis von 100 mSv liegt diese bei etwa 0,8 %. Unter Berücksichtigung der Spontanrate für diese Erkrankungen von in Summe etwa 0,25 % liegt somit die Wahrscheinlichkeit, dass das Kind nicht an Leukämie oder Krebs im Kindesalter erkrankt, noch immer bei 98,95 % und damit fast gleich hoch wie bei Kindern, die keiner pränatalen Strahlenexposition ausgesetzt waren.

Uterusdosis bei verschiedenen Anwendungen

Um vor einer Anwendung von Röntgenstrahlung bei einer (möglicherweise) Schwangeren eine Risikoabschätzung und darauf basierend die Rechtfertigung der Anwendung prüfen sowie eine Nutzen-Risiko-Aufklärung durchführen zu können, ist eine vorherige Einschätzung bzw. Abschätzung der zu erwartenden Uterusdosis erforderlich. Um das durch die Exposition tatsächlich entstandene Strahlenrisiko abschätzen zu können, ist nach der Anwendung anhand der Expositionsparameter die tatsächliche Uterusdosis zu ermitteln. Bei der Abschätzung des Strahlenrisikos sind allfällige Uterusdosen aufgrund weiterer während der vorliegenden Schwangerschaft erfolgter Strahlenanwendungen zu berücksichtigen.

Die bei einer Untersuchung oder einem interventionellen Eingriff auftretende Uterusdosis hängt wesentlich davon ab, ob dabei der Uterus von Nutzstrahlung getroffen wird, oder ob dieser lediglich der Streustrahlung ausgesetzt ist. So bewirken Untersuchungen und interventionelle Eingriffe außerhalb des Becken- und Bauchbereiches – dabei trifft nur Streustrahlung auf den Uterus – üb-

licherweise Uterusdosen von weit weniger als 1 mGy bzw. 1 mSv. Deutlich höhere Dosen verursachen hingegen Untersuchungen und interventionelle Eingriffe, bei denen die Nutzstrahlung Becken- und Bauchbereiche trifft, wobei jedoch selbst dann Uterusdosen von mehr als 50 mGy bzw. 50 mSv nur in Ausnahmefällen auftreten.

Einschätzung der Uterusdosis anhand typischer Werte

In Tabelle 3 ist exemplarisch für einige Untersuchungen und interventionelle Eingriffe zusammengestellt, in welchem Bereich die dabei typischerweise auftretenden Uterusdosen liegen. Basis dieser Daten sind verschiedene Veröffentlichungen. Sofern nicht im Einzelfall absehbar deutlich höhere Dosen zu erwarten sind, kann angenommen werden, dass die Uterusdosis bei der jeweiligen Anwendung in dem in Tabelle 3 angeführten Bereich liegen wird. Der für die betreffende Untersuchung/den betreffenden Eingriff angegebene Dosisbereich kann dann als Basis für die Risikoabschätzung, die Prüfung der Rechtfertigung sowie die Nutzen-Risiko-Aufklärung der betroffenen Frauen herangezogen werden.

Tabelle 3: Typische Uterusdosen bei verschiedenen Anwendungen von Röntgenstrahlung

Anwendungsart	Untersuchung/Eingriff	Bereich der Uterusdosis [mGy bzw. mSv]
Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme CT-Untersuchung	Schädel Zahn (Einzelbild, Panorama, DVT) Thorax Hals- und Brustwirbelsäule Mammografie Extremitäten Schädel und/oder Halswirbelsäule	0,001 – 0,01
CT-Untersuchung	CT der Pulmonalarterien	0,01 – 0,1
Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Durchleuchtung CT-Untersuchung CT-Untersuchung Intervention	Abdomen Becken Hüfte Schluckakt Thorax Oberbauch Koronarangiografie	0,1 – 1,0
Röntgenaufnahme Röntgenaufnahme Durchleuchtung Durchleuchtung Durchleuchtung CT-Untersuchung	Intravenöse Urografie Lendenwirbelsäule Irrigoskopie Phlebografie Becken-Bein-Angiografie Lendenwirbelsäule	1,0 – 10
CT-Untersuchung CT-Untersuchung CT-Untersuchung	Becken Abdomen Abdomen und Thorax	10 – 50

Abschätzung der Uterusdosis anhand der vorgesehenen Expositionsparameter

Bei nicht in Tabelle 3 angeführten Anwendungen sowie in Fällen, in denen absehbar deutlich höhere Uterusdosen als dort angeführt zu erwarten sind, sollte vor Durchführung der geplanten Untersuchung bzw. des geplanten Eingriffes die Uterusdosis anhand der vorgesehenen oder zu erwartenden Expositionsparameter im Einzelfall – erforderlichenfalls unter Beiziehung einer Medizinerin/eines Mediziners – abgeschätzt werden. Dies gilt vor allem dann, wenn bei

der vorgesehenen Anwendung die Nutzstrahlung auf den Uterus treffen wird. Die Risikoabschätzung, die Prüfung der Rechtfertigung sowie die Nutzen-Risiko-Aufklärung der betroffenen Frauen haben dann auf Basis der abgeschätzten Uterusdosis und unter Berücksichtigung von allfälligen weiteren während der vorliegenden Schwangerschaft erhaltenen Uterusdosen zu erfolgen.

Anmerkung:

Bei interventionellen Eingriffen, bei denen der Uterus von Nutzstrahlung getroffen wird, kommt es – abhängig vor allem vom Verlauf des Eingriffes – in der Regel zu sehr unterschiedlichen Uterusdosen. Solche Eingriffe können daher keinem der in Tabelle 3 verwendeten Dosisbereiche zugeordnet werden, weshalb sie in der Tabelle auch nicht angeführt sind.

Ermittlung der Uterusdosis anhand der tatsächlichen Expositionsparameter

Um das tatsächlich durch die Untersuchung bzw. den interventionellen Eingriff für das ungeborene Kind entstandene Risiko abschätzen zu können, sind alle Expositionsparameter der Untersuchung bzw. des Eingriffes, die für eine Ermittlung der Uterusdosis erforderlich sind, aufzuzeichnen. In Tabelle 4 sind die in der Regel dafür benötigten Parameter zusammengestellt. Erforderlichenfalls ist vor der Durchführung der Untersuchung bzw. des Eingriffes eine Medizinphysikerin/ ein Medizinphysiker hinsichtlich allenfalls weiterer erforderlicher Parameter zur Dosisermittlung beizuziehen.

Tabelle 4: Benötigte Expositionsparameter zur Abschätzung der Uterusdosis

Anwendungsart	Benötigte Expositionsparameter
Röntgenaufnahmen	Dosisprotokoll bzw. DFP (bevorzugt) oder kV und mAs sowie allenfalls verwendete Zusatzfilterung
CT-Untersuchungen	Dosisprotokoll bzw. CTDI und Scanbereich aller einzelnen Serien sowie DLP (gesamt)*
Durchleuchtungen und interventionelle Eingriffe	Dosisprotokoll bzw. DFP, Durchleuchtungszeit** und Strahlrichtung

* Diese Daten können zumeist aus den elektronischen Bilddaten (DICOM) ausgelesen werden.

** Es sollte die Zeit, während der die Nutzstrahlung auf den Uterus getroffen ist, gesondert erfasst werden.

Anmerkung:

Gemäß § 8 Abs. 1 Z 2 der Medizinischen Strahlenschutzverordnung sind im Rahmen der Qualitätssicherung und -kontrolle für medizinische Expositionen die Patientendosen oder Daten zu ermitteln, aus denen die Patientendosen abgeschätzt werden können. In der Regel kann anhand dieser Daten dann auch die Uterusdosis abgeschätzt werden. Zusätzliche Aufzeichnungen zur Abschätzung der Uterusdosis werden daher nur in Ausnahmefällen erforderlich sein.

Anhand der aufgezeichneten Expositionsparameter ist nach der Untersuchung bzw. dem Eingriff – erforderlichenfalls unter Beiziehung einer Medizinphysikerin/eines Medizinphysikers – die tatsächlich entstandene Uterusdosis zu ermitteln. Die so ermittelte Dosis ist dann Grundlage für die Abschätzung des Strahlenrisikos für das ungeborene Kind sowie für die Information und Beratung der Schwangeren.

Praktische Vorgangsweise

Erkundigung nach einer Schwangerschaft

Frauen und Mädchen im gebärfähigen Alter, die sich einer Röntgenuntersuchung oder einem interventionellen Eingriff unterziehen sollen, sind vor Durchführung der Untersuchung oder des Eingriffes zu befragen, ob sie schwanger sind oder sein könnten. Diese Erkundigung kann im Auftrag einer Ärztin/eines Arztes auch von entsprechend unterwiesenen Mitarbeiterinnen/Mitarbeitern durchgeführt werden. Das Ergebnis der Befragung sollte in Fällen, bei denen der Uterus von Nutzstrahlung getroffen wird, schriftlich festgehalten und von der Befragten unterzeichnet werden. Wird der Uterus nicht von Nutzstrahlung getroffen, wie etwa bei Zahnröntgenaufnahmen und Schädelaufnahmen, ist eine solche Protokollierung nicht erforderlich.

Anmerkung:

Gemäß der Medizinischen Strahlenschutzverordnung hat schon die überweisende Person sich über eine mögliche Schwangerschaft zu erkundigen und gegebenenfalls dies bei der Prüfung der Rechtfertigung entsprechend zu berücksichtigen. Dieser Leitfaden richtet sich aber primär an Anwenderinnen/Anwender von Röntgenstrahlung, weshalb auf die diesbezüglichen Verpflichtungen der überweisenden Person hier nicht näher eingegangen wird.

An geeigneter Stelle sollte ein deutlich sichtbarer Hinweis angebracht werden, der Frauen dazu auffordert, das Personal von sich aus über eine etwaige Schwangerschaft zu informieren. Ein Beispiel für einen solchen Hinweis ist im Anhang zu finden. Es erscheint sinnvoll, diesen Hinweis in mehreren Sprachen zu machen.

Grundsätzlich reicht es aus, Frauen und Mädchen zu befragen, ob sie schwanger sind oder sein könnten oder ob eine Schwangerschaft ausgeschlossen werden kann. Ist jedoch eine hohe Uterusdosis zu erwarten, sollte dieser Frage mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die Frauen und Mädchen sollten dann darauf hingewiesen werden, dass die Frage nach einer möglichen Schwangerschaft sehr wichtig ist, da gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung einer unnötigen Strahlenbelastung für das ungeborene Kind getroffen werden müssen. Auch sollten sie in solchen Fällen eindringlich auf ihre diesbezügliche Verantwortung hingewiesen werden. Bestehen Zweifel hinsichtlich einer möglichen Schwangerschaft und ist eine hohe Uterusdosis zu erwarten, sollte das Vorliegen einer Schwangerschaft angenommen oder die Durchführung eines Schwangerschaftstests in Betracht gezogen werden.

Wann kann eine Schwangerschaft ausgeschlossen bzw. nicht ausgeschlossen werden?

Eine Schwangerschaft kann ausgeschlossen werden bei Mädchen, die noch nicht in der Pubertät sind, sowie bei Frauen, die sich bereits in der Menopause befinden. Auch bei Vorliegen einer Hysterektomie, bilateralen Ovariectomie oder Salpingektomie kann eine Schwangerschaft ausgeschlossen werden.

Bei Frauen und Mädchen mit regelmäßigem Zyklus kann in den ersten zehn Zyklostagen angenommen werden, dass keine Schwangerschaft vorliegt. Bei unregelmäßigem Zyklus gilt das aber nicht.

Die kontinuierliche Einnahme oraler Kontrazeptiva sowie die Anwendung diverser anderer Verhütungsmethoden (intrauterines Pessar, Hormonspritze, Hormondepot etc.) machen eine Schwangerschaft zwar sehr unwahrscheinlich, schließen sie aber nicht völlig aus.

Schwangerschaft liegt nicht vor

Ergibt die Befragung ohne Zweifel, dass keine Schwangerschaft vorliegt, kann die Röntgenuntersuchung oder der interventionelle Eingriff wie geplant durchgeführt werden.

Schwangerschaft liegt vor bzw. kann nicht ausgeschlossen werden

Liegt eine Schwangerschaft vor bzw. kann eine solche nicht mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, so hängt die weitere Vorgangsweise wesentlich davon ab, ob der Uterus bei der vorgesehenen Röntgenanwendung der Nutzstrahlung oder lediglich der Streustrahlung ausgesetzt sein wird.

Uterus nicht in der Nutzstrahlung

Bei allen Untersuchungen und interventionellen Eingriffen, bei denen der obere Rand der Einblendung eine Handbreite unter der Symphyse bzw. der untere Rand der Einblendung oberhalb des Zwerchfells liegt, befindet sich der Uterus mit Sicherheit außerhalb der Nutzstrahlung. Der Uterus wird in solchen Fällen nur von Streustrahlung getroffen. Die Dosis für das ungeborene Kind ist daher in der Regel sehr gering und praktisch unbedenklich.

Folgende Röntgenuntersuchungen können somit auch bei Vorliegen einer Schwangerschaft jedenfalls durchgeführt werden:

- ✓ **Aufnahmen der unteren Extremitäten (ab einer Handbreite unterhalb der Symphyse) und der oberen Extremitäten**
- ✓ **Thoraxaufnahmen**
- ✓ **Aufnahmen des Schädels sowie der Hals- und Brustwirbelsäule**
- ✓ **Zahnröntgenaufnahmen**
- ✓ **CT-Untersuchungen des Schädels und der Halswirbelsäule**
- ✓ **CT-Untersuchungen der unteren Extremitäten (ab einer Handbreite unterhalb der Symphyse) und der oberen Extremitäten**
- ✓ **Mammografien**

Grundsätzlich ist dabei die Beachtung der für diese Untersuchungen üblichen Strahlenschutzaspekte ausreichend. Spezielle Vorkehrungen für das ungeborene Kind sind aus Sicht des Strahlenschutzes nicht erforderlich. Aus psychologischen Gründen wird jedoch empfohlen, Strahlenschutzmittel (zB: Bleischürzen zur Abdeckung des Uterus) zu verwenden, auch wenn dadurch praktisch keine oder eine nur sehr geringe Reduktion der Uterusdosis bewirkt wird.

Anmerkung:

Bei Mammografien wird die Nutzstrahlung praktisch zur Gänze von hinter dem Detektor angebrachten Abschirmmaterialien absorbiert. Der Uterus wird daher nicht von der Nutzstrahlung getroffen. Die durch Streustrahlung bewirkte Uterusdosis ist bei Mammografien nur sehr gering. Mammografien können daher auch bei Vorliegen einer Schwangerschaft aus Sicht des Strahlenschutzes durchgeführt werden. Eine Schwangerschaft kann aber wegen einer damit einhergehen-

den höheren Brustdichte die Sensitivität einer Mammografie herabsetzen. Die Entscheidung, eine Mammografie bei vorliegender Schwangerschaft durchzuführen, sollte also auf Basis der jeweils vorliegenden klinischen Umstände erfolgen.

Bei CT-Untersuchungen des Thorax oder der Brustwirbelsäule liegt der Uterus in der Regel zwar nicht in der Nutzstrahlung, die Streustrahlung kann bei solchen Untersuchungen aber nicht gänzlich außer Acht gelassen werden. Auch kann hier vor allem bei fortgeschrittener Schwangerschaft nicht völlig ausgeschlossen werden, dass der Uterus zumindest in Randbereichen auch von Nutzstrahlung getroffen wird. Bei solchen Untersuchungen sollte daher die gleiche Vorgangsweise gewählt werden wie bei Untersuchungen, bei denen der Uterus von der Nutzstrahlung getroffen wird.

Uterus in der Nutzstrahlung

Bei allen Untersuchungen und interventionellen Eingriffen, bei denen Körperregionen zwischen dem unteren Beckenbereich und dem Zwerchfell von Nutzstrahlung getroffen werden, liegen zumindest Teile des Uterus in der Nutzstrahlung. Wie hoch die Dosis für das ungeborene Kind in solchen Fällen ist, hängt jedoch wesentlich von der Art der Röntgenuntersuchung oder des interventionellen Eingriffes ab. In der Regel kann sie jedoch nicht außer Acht gelassen werden.

In allen Fällen, in denen der Uterus in der Nutzstrahlung liegt, sowie bei CT-Untersuchungen des Thorax oder der Brustwirbelsäule sind vor Durchführung der Untersuchung bzw. des Eingriffes folgende Aspekte der Rechtfertigung zu beachten:

- i. Der Einsatz alternativer Verfahren mit niedrigerer oder keiner Dosis für das ungeborene Kind sollte sorgfältig unter Berücksichtigung der möglichen diagnostischen und sonstigen Nachteile dieser Verfahren erwogen werden.
- ii. Die Möglichkeit einer Verschiebung der Untersuchung oder des Eingriffes bis nach der Geburt bzw. bis zweifelsfrei feststeht, dass eine Schwangerschaft nicht vorliegt, sollte unter Berücksichtigung der damit für die werdende Mutter und das ungeborene Kind verbundenen Risiken abgewogen werden. Sofern aus medizinischer Sicht vertretbar, sollte eine solche Verschiebung unbedingt erfolgen.

Kommen weder alternative Verfahren noch eine Verschiebung infrage, dann sollten alle sinnvollen Möglichkeiten genutzt werden, die die Dosis für das ungeborene Kind möglichst gering halten. Dies gilt vor allem für Röntgenuntersuchungen bzw. interventionelle Eingriffe, die eine hohe Uterusdosis bewirken.

Aufklärung über Nutzen und Risiken

Die (möglicherweise) Schwangere ist im Vorhinein der erwarteten Uterusdosis angemessen über Nutzen und Risiken der geplanten Untersuchung bzw. des geplanten interventionellen Eingriffes für sich und für das ungeborene Kind aufzuklären. Dabei ist neben dem Strahlenrisiko auch auf gesundheitliche Risiken einzugehen, die sich ergeben, wenn die Untersuchung bzw. der Eingriff unterlassen wird. Basis für die Abschätzung des Strahlenrisikos für das ungeborene Kind sind die für die vorgesehene Anwendung zu erwartende Uterusdosis sowie allfällige weitere während der vorliegenden Schwangerschaft schon erhaltene Uterusdosen. Im Zuge der Nutzen-Risiko-Aufklärung sollte auch versucht werden, der (möglicherweise) Schwangeren unbegründete Ängste und Sorgen um das ungeborene Kind zu nehmen. Nur so kann ausreichend sichergestellt werden, dass die betroffene Frau eine informierte Entscheidung über die weitere Vorgangsweise treffen kann.

Bei Anwendungen, bei denen Nutzstrahlung auf den Uterus trifft, sollte im Falle einer vorliegenden Schwangerschaft jedenfalls die tatsächlich entstandene Uterusdosis nach der Durchführung anhand der verwendeten Expositionsparameter ermittelt werden. Die ermittelte Uterusdosis sowie allfällige weitere während der vorliegenden Schwangerschaft schon erhaltene Uterusdosen sind dann als Grundlage für die Information und Beratung der (möglicherweise) Schwangeren hinsichtlich möglicher medizinischer Maßnahmen heranzuziehen.

Spezielle Arbeitsanweisungen

Es sollten spezielle Arbeitsanweisungen für die Untersuchung von bzw. für interventionelle Eingriffe an (möglicherweise) Schwangeren erstellt oder vorhandene allgemein gültige Anweisungen entsprechend erweitert werden. Insbesondere sollten darin Maßnahmen zur Minimierung der Uterusdosis enthalten sein, wobei jedoch darauf zu achten ist, dass dadurch die Diagnostik nicht beeinträchtigt wird (ALARA-Prinzip).

Anmerkung:

Gemäß § 8 Abs. 1 Z 1 der Medizinischen Strahlenschutzverordnung sind im Rahmen der Qualitätssicherung und -kontrolle schriftliche Arbeitsanweisungen für alle häufig vorgenommenen Anwendungen zu erstellen.

Unbeabsichtigte Exposition einer Schwangeren

Falls sich nach einer Untersuchung oder einem interventionellen Eingriff, bei der bzw. dem der Uterus der Nutzstrahlung ausgesetzt war, herausstellen sollte, dass die betreffende Frau zur Zeit der Durchführung schwanger war, ist unverzüglich anhand der verwendeten Expositionsparameter die tatsächlich entstandene Uterusdosis zu ermitteln. Die Frau ist in solchen Fällen auch nach allfälligen weiteren Anwendungen ionisierender Strahlung während der vorliegenden Schwangerschaft zu befragen. Die ermittelte Uterusdosis sowie allfällige Uterusdosen aufgrund weiterer Strahlenanwendungen, der Zeitpunkt der Schwangerschaft und die psychosoziale Situation der Schwangeren sind dann als Grundlage für die Information und Beratung der Schwangeren hinsichtlich möglicher medizinischer Maßnahmen heranzuziehen. Idealerweise erfolgt dies in einem multidisziplinären Prozess, in dem insbesondere auch Frauenärztinnen/Frauenärzte beizuziehen sind.

Literatur

Europäische Kommission, *Leitlinien für den Schutz von ungeborenen Kindern und von Kleinkindern vor Bestrahlung durch medizinische Expositionen der Eltern*, Strahlenschutz 100, Luxemburg 1999.

Internationale Strahlenschutzkommission, *Pregnancy and Medical Radiation*, ICRP-Publikation 84. Oxford Pergamon Press 2000.

American College of Radiology, *Practice Guideline for Imaging Pregnant or Potentially Pregnant Adolescents and Women with Ionizing Radiation*, 2013.

Health Protection Agency, The Royal College of Radiologists and the College of Radiographers, *Protection of Pregnant Patients during Diagnostic Medical Exposures to Ionising Radiation*, 2009.

Radiological Protection Institute of Ireland, *Guidelines on the protection of the unborn child during diagnostic medical exposures*, 2000.

National Radiological Protection Board, College of Radiographers and Royal College of Radiologists, *Advice on Exposure to Ionising Radiation during Pregnancy*, 1998.

The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists, *Diagnostic Radiology and Pregnancy*, 2005.

Society of Interventional Radiology, *Radiation Management for Interventions using Fluoroscopic or Computed Tomographic Guidance during Pregnancy*, 2011.

Interagency Working Group on Medical Radiation, U.S. Environmental Protection Agency, *Radiation Protection Guidance for Diagnostic and Interventional X-Ray Procedures*, Federal Guidance Report NO. 14, 2014.

The American College of Obstetricians and Gynecologists, *Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation*, 2016

Pennsylvania Patient Safety Advisory, *Diagnostic Ionizing Radiation and Pregnancy: Is There a Concern?*, 2008.

DGMP- und DRG-Bericht, *Pränatale Strahlenexposition aus medizinischer Indikation*, 2002.

STUK, *Radiation Dose and Radiation Risk to Foetuses and Newborns during X-ray Examinations*, STUK-A204, 2004.

Wakeford R. et al., *Risk coefficients for Childhood cancer after intrauterine irradiation: a review*, International Journal of Radiation Biology, 2003.

McCollough C. H. et al., *Radiation Exposure and Pregnancy: When Should We be Concerned?*, RadioGraphics 2007.

Wieseler K. M. et al., *Imaging in Pregnant Patients: Examination Appropriateness*, RadioGraphics 2010.

Angel E. et al., *Radiation Dose to the Fetus for Pregnant Patients Undergoing Multidetector CT Imaging*, Radiology 2008.

Scharwächter C. et al., *Prenatal radiation Exposure: Dose Calculation*, Fortschr Röntgenstr 2015.

The Royal Melbourne Hospital, *X-ray Imaging During Pregnancy*, 2012.

University of Iowa Hospital & Clinics, *Pregnant or Possible Pregnant Patients*, 2013.

Cohen-Kerem R., *Diagnostic Radiation in Pregnancy: Perception Versus True Risks*, JOGC Janvier 2006.

Ratnapalan S., *Physicians` Perception of Teratogenic Risk Associated with Radiography and CT During Early Pregnancy*, AJR 2004.

Anhang

Sehr geehrte Patientin



**Bitte informieren Sie das Personal,
wenn Sie schwanger sind oder
schwanger sein könnten.**

www.bmgf.gv.at

