

Röntgenstrahlung in der bildgebenden Diagnostik

Was ist Röntgenstrahlung?

Röntgenstrahlung ist elektromagnetische Strahlung mit einer Energie, die hoch genug ist, um bei Interaktionen Atome zu ionisieren. Man spricht von ionisierender Strahlung.

Was passiert beim Röntgen?

Röntgenstrahlung durchdringt den Körper teilweise. Je nach Gewebebeschaffenheit wird ein Teil der von der Röntgenröhre ausgehenden Strahlung absorbiert. Auf dem Bildempfänger wird die durchdringende Strahlung aufgefangen und deren Intensität an jedem Ort in ein Graustufenbild umgewandelt. Auf diesem Bild können verschiedene Gewebearten unterschieden werden.



Wie unterscheidet sich ein CT vom gewöhnlichen Röntgen?

Beim CT werden viele sehr schmale Röntgenbilder aus allen Richtungen rund um den Körper erzeugt. Dies geschieht meistens, indem die Röntgenröhre kontinuierlich um den Patienten rotiert und sich gleichzeitig die Patientenliege bewegt. Aus den so erzeugten Absorptionsprofilen können Schichtbilder des Körpers errechnet werden. Diese wiederum werden verwendet um dreidimensionale Modelle zu rekonstruieren.

Sind Röntgenuntersuchungen die einzige Strahlenquelle, der wir ausgesetzt sind?

Wir alle sind täglich ionisierender Strahlung, zu welcher auch Röntgenstrahlung gehört, ausgesetzt. Der grösste Anteil der jährlichen Strahlenbelastung stammt aus natürlichen Quellen wie Radon in Kellerräumen, terrestrische Strahlung oder kosmische Strahlung. Diese Quellen zusammen ergeben eine durchschnittliche Belastung von ca. 4.4 mSv pro Jahr. Medizinische Anwendungen verursachen jährlich durchschnittlich eine Dosis von 1.2 mSv pro Person.

Wie gross ist die Strahlenbelastung bei verschiedenen Untersuchungen?

| Untersuchungsart | Untersuchung | Effektive Dosis [mSv] | Natürliche Strahlenbelastung |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| Dental | Dentalaufnahme | 0.005 | 0.5 Tag |
| | Panoramaaufnahme | 0.02 | 2 Tage |
| | Dental CT (CBCT) | 0.5 | 1.5 Monate |
| Mammographie | | 0.2 | 3 Wochen |
| Konventionelles Röntgen | Extremitäten | 0.001 | 1 Tag |
| | Thorax [PA] | 0.02 | 2 Tage |
| | Thorax [PA + LAT] | 0.1 | 1 Woche |
| | Schädel [PA + LAT] | 0.07 | 1 Woche |
| | Brustwirbelsäule | 0.7 | 2 Monate |
| | Lendenwirbelsäule | 1.3 | 3.5 Monate |
| | Hüfte | 0.3 | 1 Monate |
| | Becken | 0.7 | 2 Monate |
| | Abdomen | 1 | 3 Monate |
| CT | Schädel | 2.3 | 6.5 Monate |
| | Thorax | 9 | 2 Jahre |
| | Abdomen | 12 | 3 Jahre |

Was bedeuten die Einheiten Sv oder mSv?

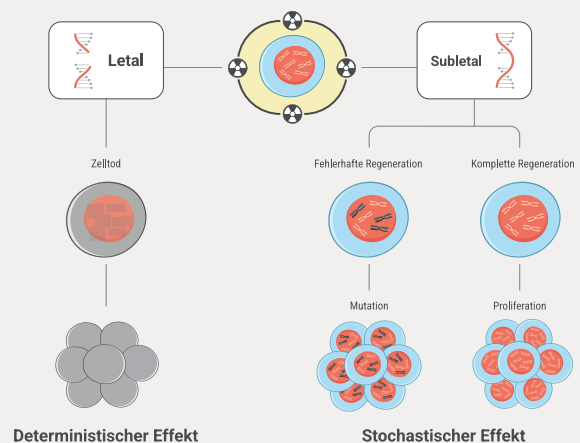
Die wichtigste Dosisgrösse ist die effektive Dosis, welche die unterschiedliche Empfindlichkeit der verschiedenen Organe berücksichtigt. Die effektive Dosis wird in Sievert (Sv) angegeben. In der Diagnostik sind die Dosen so klein, dass sie üblicherweise in Millisievert (mSv) angegeben werden, was einem Tausendstel eines Sievert entspricht.

Ludlow JB et al. Patient risk related to common dental radiographic examinations, J Am Dent Assoc 139:1237–1243; 2008, Radiation Protection 118, European Commission 2000.

Was macht die Strahlung im Körper?

Ein Teil der zur Bildgebung verwendeten Strahlung wird im Körper absorbiert. Dabei wird Energie an das Gewebe übertragen, was zu biologischen Effekten führen kann. Man spricht bei der Energieübertragung von Dosis. Die biologischen Effekte können in einer Zerstörung von lebenswichtigen Zellbestandteilen resultieren.

Dies kann einerseits zum Zelltod führen, andererseits zu Mutationen. In der Diagnostik ist vor allem das Auftreten von Mutationen von Bedeutung. Diese können Jahre später eine Krebserkrankung auslösen. Je höher die über das ganze Leben angesammelte Dosis ist, desto höher ist das Risiko für eine spätere Krebserkrankung.



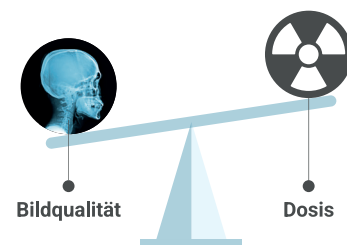
Wie gross ist das Risiko durch eine Röntgenuntersuchung an Krebs zu erkranken?

Man geht davon aus, dass das Risiko aufgrund der Strahlenbelastung eine tödliche Krebserkrankung zu erleiden ca. 0.005% pro Millisievert beträgt. Das bedeutet, dass bei 200'000 Patienten, die ein Thorax-Röntgen (0.1 mSv) erhalten durchschnittlich eine tödliche Krebserkrankung aufgrund der Strahlung zu erwarten ist. Für ein Abdomen-CT (12 mSv) erhöht sich die Wahrscheinlichkeit auf eine Erkrankung pro 2'000 Patienten. Dieses Risiko ist sehr klein und im Verhältnis zum „natürlichen“ Risiko an Krebs zu erkranken von ungefähr 1 von 4 Personen betrachtet werden.

Wie wird der Patient vor übermässiger Strahlenbelastung geschützt?

Mit vielen verschiedenen Ansätzen wird die Strahlenbelastung in der Diagnostik so niedrig wie möglich gehalten. Der wichtigste Faktor ist, dass nur medizinisch indizierte Untersuchungen durchgeführt werden, deren Ergebnisse auch einen Einfluss auf die Behandlung haben. Wenn eine Untersuchung durchgeführt wird, wird immer darauf geachtet, dass diejenigen Einstellungen des Geräts gewählt werden, welche eine möglichst tiefe Dosis für den Patienten ergeben.

Allerdings muss das Bild dabei aussagekräftig genug für eine zuverlässige Diagnose bleiben. Ausserdem soll das Strahlenfeld so limitiert werden, dass nur die interessierende Körperregion auf dem Bild zu sehen ist.



Braucht es einen zusätzlichen externen Strahlenschutz (z.B. Bleigummischürze)?

Bei heutigen Geräten kann das Strahlungsfeld sehr effizient begrenzt werden, sodass nur der interessierende Körperteil durchleuchtet wird. Ausserhalb dieses sogenannten Primärfeldes fällt die Intensität der Röntgenstrahlung sehr schnell ab. Die Anwendung von zusätzlichem Strahlenschutz mittels Bleigummischürzen ausserhalb eines Randes von 5 cm um das Primärfeld ist physikalisch nicht notwendig, da die Strahlenbelastung ausserhalb dieses Bereiches nur sehr klein ist.

Die Reduktion der effektiven Dosis, welche für das Risiko durch die Strahlung massgebend ist, ist dann so minimal, dass keine Abdeckung durch Schutzschürzen angezeigt ist. Viel wichtiger ist die mögliche Dosisreduktion durch ideal angepasste Bildgebungsparameter. Innerhalb des Primärfeldes kann ein zusätzlicher Strahlenschutz mittels Bleigummiabdeckungen sinnvoll sein, wenn sich empfindliche Organe (z.B. Gonaden, Schilddrüse) in diesem Bereich befinden. Allerdings darf sich ein Schutz dieser Organe nicht negativ auf die Bildqualität auswirken. Es dürfen also zum Beispiel keine relevanten Körperstrukturen verdeckt werden oder Bildartefakte entstehen. Aus diesem Grund muss häufig auf den Einsatz von Bleigummi verzichtet werden.