

Die Strahlendosis in der Nuklearmedizin

Das Thema radioaktive Strahlung löst auch in der Nuklearmedizin bei vielen Menschen Unbehagen und folglich Stress aus („Strahlenphobie“), sodass dahingehende Diskussionen oft irrational sind. Dahingehendes Wissen, Schulungen und Erfahrungen sind nicht sehr weit verbreitet – eine grundlegende Darstellung fehlt leider oft auch im Schulunterricht.

Die Schwierigkeit für den Strahlenschutz ist nicht nur die fehlende Information oder Aufklärung. Radioaktive Strahlung hat die Eigenschaft, dass wir sie mit unserem Körper nicht wahrnehmen können und somit Messgeräte (Geigerzähler, Szintillationszähler, Ionisationskammern) erforderlich sind. Eine weitere Schwierigkeit macht die Interpretation der Messergebnisse. Während wir mit den Messgeräten physikalisch eine Zählrate oder den Ionisationsstrom in der Messkammer messen, müssen wir diesen in eine Größe umrechnen, welche dem Risiko von Personen entspricht – nämlich dem Risiko an Krebs zu erkranken. Eine solche Größe ist die „Effektive Dosis“ E (Definition siehe Gleichung (1), welche einerseits die Qualität der Strahlung, als auch die Empfindlichkeit der unterschiedlichen Gewebsarten berücksichtigt. Diese Größe leitet sich aus der Energiedosis ab und wird in Sievert (Sv) gemessen.

$$E = \sum_T w_T H_T$$
$$= \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

where

- H_T is the equivalent dose averaged over the tissue or organ, T , due to the incident radiation, R .
- $D_{T,R}$ is the absorbed dose averaged over the tissue or organ, T , due to the incident radiation, R .
- w_R the radiation weighting factor,
- w_T the tissue weighting factor.

Gleichung (1): Definition der Effektiven Dosis E

Nicht nur die Messung der Strahlenexposition, sondern auch die Interpretation der Ergebnisse werden komplex, wenn die Größenordnung im Bereich der natürlichen Umgebungsstrahlung liegt. Theophrastus Bombast von Hohenheim, genannt Paracelsus (1493-1541) hat dazu gemeint:

„Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift; allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift sei.“

Es gibt viele Verfechter die glauben, dass eine geringe Strahlenexposition keine Auswirkungen oder sogar positive Auswirkungen (Möglicherweise auf unser Immunsystem – „Hormesis“) haben mögen. Zudem kann Krebs auch durch viele andere Umwelteinflüsse entstehen, sodass dahingehende Untersuchungen keine präziseren Ergebnisse zulassen (siehe dazu auch Bild 2).

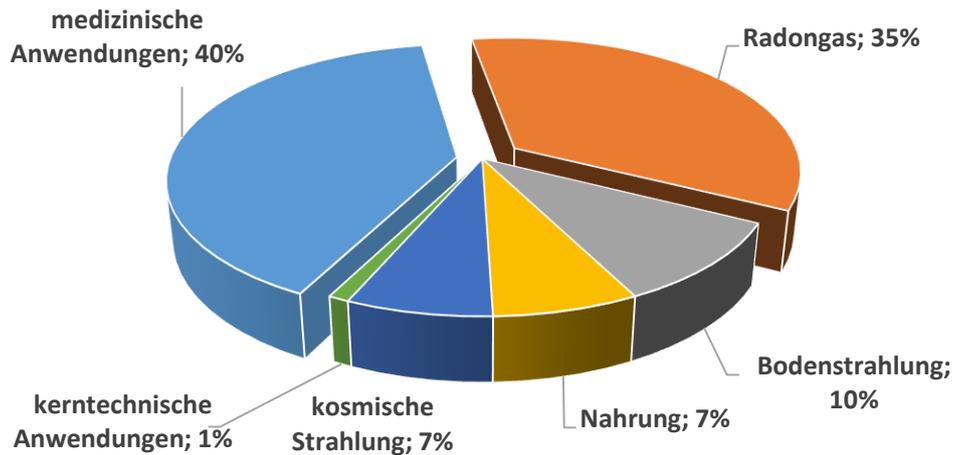


Bild 1: Verteilung der Natürlichen und Medizinischen Strahlenexposition in Prozent

Aus diesen Gründen verwendet man gemäß den Empfehlungen der Internationalen Strahlenkommission (ICRP) konservativ (im Sinne von „zur sicheren Seite hin“) einen linearen Dosis-Wirkungs-Zusammenhang ohne Schwellenwert (engl. Linear no-threshold model, LNT-Modell). Somit ergibt sich für die Abschätzung rechnerisch ein Strahlenrisiko auch bei beliebig niedrigen Strahlendosen.

Gemäß diesen Erkenntnissen aus dem Strahlenschutz verwendet man für die medizinische Anwendung von radioaktiver Strahlung das Prinzip der Rechtfertigung: Dieses besagt, dass der Nutzen der Anwendung wesentlich größer als das Risiko sein muss. Darüber hinaus gilt es die Anwendung ionisierender Strahlung auf ein mögliches Maß zu reduzieren – es gilt das ALARA Prinzip:

ALARA: as low as reasonably achievable

Risiko in mSv	Verhältnis zu natürlicher Strahlenexposition	Tätigkeit
0,05	0,025	Dentalröntgen
0,1	0,05	Lungenröntgen
0,3	0,15	Trinken von wasser pro Jahr
0,05	0,025	Beckenröntgen
1	0,5	Mammogramm
1	0,5	Grenzwert für Strahlenexposition der Bevölkerung pro jahr
2	1	Natürliche Strahlenexposition
3	1,5	Schädl-CT
4	2	low dose Ganzkörper-CT
10	5	diagnostisches Abdomen-CT
15	7,5	Risiko bei 15% Übergewicht
30	15	mittleres Risiko für Berufstätige
50	25	Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen
40 - 100	50	20 Zigaretten pro Tag
100	50	Motorradfahren
200	100	Erhalt von Blutkonserven
350	175	mittleres Krebsrisiko in der Bevölkerung

Bild 2: Vergleich von Strahlenrisiko und Risiken anderer Tätigkeiten (Vergleichsbasis ist der Verlust an Lebenszeit)