

Thema: **Effektive Dosis** (Dr. U. Feigen, AK St-Georg)

Definition Dosis:

Dosis ist Energie in einem Volumenelement, dividiert durch dessen Masse.

Die Einheit ist J/kg oder Gray (Gy)

Es gibt eine Vielzahl an Dosisbegriffen, angepaßt an die jeweiligen Bedürfnisse:

Dosisflächenprodukt = Produkt aus Dosisleistung (Gy/s), Zeit (s) und Feldgröße (qcm).

Die Einheit ist Gy*qcm

“CTDI” (Computertomografischer Dosisindex), “Average dose” und “Dosis frei Luft in der Systemachse” sind CT-spezifische Dosisangaben,

bei denen ein Phantom (CTDI, “Average dose”) bzw. “Frei Luft in der Systemachse” (Deutschland) gemessen wird. Diese Angaben beziehen sich auf die Leistung (mAs)

Die Einheit ist Gy/mAs.

Achtung bei der Bezugsgröße: Es gibt Angaben pro mAs, pro 100mAs oder pro mAs der Schicht

Die oben genannten Dosisbegriffe sind physikalische Dosisangaben, sie berücksichtigen **nicht** die biologische Wirksamkeit der Strahlung!

Hierfür benötigt man einen “Wichtungsfaktor”, der der unterschiedlichen Strahlensensibilität der verschiedenen Organe und Gewebe Rechnung trägt:

Keimdrüsen/Gonaden	0,2
Lunge, Colon, rotes Knochenmark, Magenwand	0,12
Brust, Blasenwand, Leber, Schilddrüse, Speiseröhre	0,05
Skelett, Haut	0,01
“Rest” (z.B. Nieren, Pancreas, Gehirn, etc.)	0,05

Die effektive Dosis ist eine solche Kombination (wie auch z.B. die Organdosis).

Ihr Zahlenwert gibt bei einer Teilkörperbestrahlung näherungsweise an, welche gleichmäßig über den Körper verteilte Dosis (“Ganzkörperdosis”) ein gleich großes Risiko bewirken würde.

Die Bezugsgröße ist also ein fiktiver, kompletter Körper.

Ihre Einheit ist das Sievert (Sv)

Daraus ergibt sich:

Die effektive Dosis

- läßt Vergleiche unterschiedlicher Untersuchungen zu,
- berücksichtigt die Strahlensensibilität unterschiedlicher Gewebe,
- muß errechnet werden (ist also nicht direkt meßbar) und
- bleibt doch nur ein Näherungswert, da z.B. unterschiedliche Lebensalter der exponierten Person nicht berücksichtigt werden.

Wege zur Ermittlung der effektiven Dosis:

1. Mit 2 Dosimetern (Webster 1989): je ein Dosimeter unter (H1) und ein Dosimeter über dem Bleischutz (H2).

Aus den Meßwerten ergibt sich mit "1,5 H1 + 0,04 H2" ein guter Näherungswert für die effektive Dosis.

2. Mit dem Dosisflächenprodukt: Man erhält die effektive Dosis durch Multiplikation des Dosisflächenproduktes mit einem sogenannten *Konversionsfaktor* (Tabellen!), in dem die Wichtungsfaktoren enthalten sind.

3. Mit "CTDIw" (für das CT): Hier ergibt die Formel

"CTDIw" * mAs pro Schicht * Scanlänge * Wichtungsfaktor die effektive Dosis.

Dosisvergleiche nach Bernhard 1995:

Untersuchung	Flächendosisprodukt	Konversionsfaktor	Effektive Dosis
	Gy*qcm	mSv/(Gy*qcm)	mSv
Thorax	0,78	0,218	0,17
HWS	1,46	0,125	0,18
BWS	3051	0,190	0,7
LWS	9,32	0,210	2,0
Myelographie	30,5	0,345	10,5
Schädel	1,07	0,028	0,03
Abdomen	3,62	0,323	1,2
ERCP	33,7	0,21	7,1
Herzkatheder	64,9	0,21	13,6
PTCA	106,5	0,21	23,0
CT Schädel			2,6
CT Thorax			20,5
CT Abdomen			27,4

Dosisvergleich nach Nagel:

Thorax konventionell: 0,025 mSv (pa) + 0,075 mSv (seitl.) = 0,1 mSv

(125 kV, 400er Film-Foliensystem)

Thorax-CT 0,2 mGy/mAs * 250 mAs * 0,15 mSv/mGy = 7,5 mSv

(25 Schichten á 8 mm)

Es zeigen sich signifikante Differenzen zwischen konventionellen und computertomografischen Untersuchungen, so z.B. ein Dosisunterschied um den Faktor über 70 bzw.100 bei den jeweiligen Thorax-Beispielen !

Anwendungsbeispiele für effektive Dosis:

Kontrollbereich (Röntgenraum bei eingeschalteter Röhre) =
Raum, in dem Personen mehr als 6 mSv erhalten können (Personenkategorie A)

Überwachungsbereich (Schaltraum bei eingeschalteter Röhre) =
Raum, in dem Personen mehr als 2 mSv erhalten können (Personenkategorie B)

Dosisgrenzwert für beruflich exponierte Personen: nicht mehr als 20 mSv pro Jahr

Dosisgrenzwert für Personen unter 18: nicht mehr als 1 mSv pro Jahr

Dosisgrenzwert für Bevölkerung: nicht mehr als 1 mSv pro Jahr

Beispiel zur Wertigkeit der effektiven Dosis (Nagel):

Verglichen werden eine Zahnaufnahme mit rund 10 mGy und ein Thorax mit 0,12 mGy Dosis.

Offensichtlich ist die Zahnaufnahme die gefährlichere.

Allerdings ist die Feldgröße bei der Zahnaufnahme nur 10 qm groß, hingegen beim Thorax 900 qcm.

Bildet man das Dosisflächenprodukt aus beiden, so ergibt sich jeweils ein Wert von 0,1 Gy*qm.

Demzufolge sind beide Aufnahmen also gleichwertig.

Allerdings wird bei der Zahnaufnahme kein, beim Thorax aber gleich mehrere strahlensensible Organe exponiert (Brust, Lunge, Speiseröhre, Magen, Knochenmark).

Die Errechnung der effektiven Dosis ergibt für die Zahnaufnahme einen Wert von weit unter 0,01 mSv, und für den Thorax von 0,025 mSv. Demzufolge ist die Thoraxaufnahme die "gefährlichere" Untersuchung (natürliche Strahlenexposition = 2,5 mSv!).

Internetseiten zum Thema:

<http://www.m-ww.de/> (Strahlentherapie)

Medicine Worldwide (A-Med-World AG, Berlin)

http://www.medicalnet.at/strahlendosis/org_ht10.htm

Verband für medizinischen Strahlenschutz in Österreich

http://edoc.ub.uni-muenchen.de/archive/00000840/01/Schmid_Claudia.pdf

Ermittlung von Dosiswerten in der diagnostischen Radiologie zur Festlegung nationaler Referenzdosiswerten nach den Patientenrichtlinie der EU 97/43/EURATOM

<http://www.mfinck.de/med-tech/Praktika/v04.htm>

Praktikum Medizinische Gerätetechnik: Ortsdosimetrie: Mathias Finck/Volker Geißler

http://www.catapult.cz/de/info_mediziner.htm

Catapult International medi-tech

<http://www.bfs.de/ion/wirkungen/grenzwerte.html>

Bundesamt für Strahlenschutz

<http://www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/strahl/sschutz/recht.htm>

Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Vorsicht bei den behördlichen Texten: Hier sind Dosisbegriffe z.T. unsauber definiert, oder werden sogar undefiniert, was zu Verwirrungen führt.