Erfahrungen mit einem PC-Programm zur retrospektiven Abschätzung der Berufslebensdosis

Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Röntgengesellschaft
Physik und Technik in der bildgebenden Diagnostik

MHH Medizinische Hochschule Hannover

Agenda

- Retrospektive Abschätzung der Berufslebensdosis
- Update zum Seminar in Göttingen
- Vergleich mit Monte-Carlo-Simulation
- Einsatz bei der BGW

Retrospektive Abschätzung der Berufslebensdosis

Vorhaben StSch 4380 des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)
„Verringerung der Strahlenexposition bei Röntgeneinrichtungen“

Unterstützt von der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienste und Wohlfahrtspflege (BGW)

Bearbeitet von:
TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG
Projektleiter Herr Dipl.-Ing. H. Kreienfeld
Ärztliche Stelle Niedersachsen/Bremen, Hannover
Medizinische Hochschule Hannover

Projektskizze

- Erfassung und Auswertung der Sachverständigenprüfungen
- Abschätzung der Strahlenexposition von Patient und Personal
- Strahlenexposition bei Abweichungen von Normalbetrieb
- Untersuchung der technischen und medizinischen Bildqualitäten

Berechnung: Dosisleistung

Formel für die Berechnung der Dosisleistung am Aufenthaltsplatz

$$A = H_{A1} \times (1/a)^2 \times (1/s)^2 \times f_k \times f_D / S_{Sch}$$

A – **Dosisleistung am Aufenthaltsplatz in µSv/mAs**

H_{A1} – **Dosisleistungsausbeute in µSv/mAs auf der Achse des Nutzstrahlenbündels in 1 m Abstand vom Brennfleck**

a – **Abstand des Mittelpunktes des Streukörpers vom Brennfleck in m**

s – **Abstand des Aufenthaltsplatzes vom Mittelpunkt des Streukörpers in m**

f_k – **Ausbeutekoeffizient für Streustrahlung**

f_D – **Ausbeutekoeffizient für Störstrahlung**

S_{Sch} – **Schwächungsgrad der Röntgenschutzschürze**

Streustrahlenkoeffizient f_K

Ausbeutekoeffizient für Streustrahlung gemäß DIN 6812

DIN 6812:2002-06

Tabelle A.7 – Ausbeutekoeffizient f_k für Streustrahlung

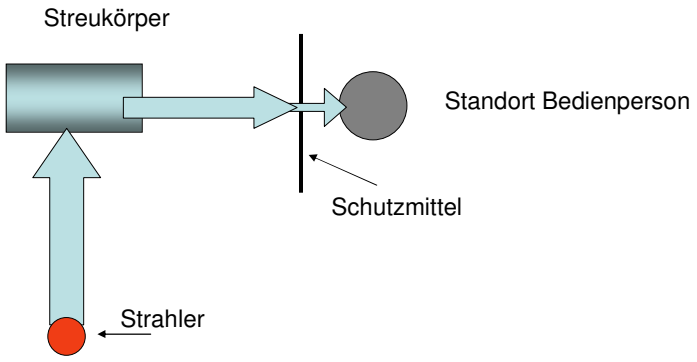
Anwendung	f_k	
Röntgenaufnahmen (außer Mammographie) Röntgendurchleuchtung C-Bogengerät mit Bildverstärkereingangsfeld ≥ 500 cm²	0,002	0,2 %
C-Bogengerät mit Bildverstärkereingangsfeld ≥ 250 cm², aber < 500 cm²	0,0008	0,08 %
C-Bogengerät mit Bildverstärkereingangsfeld < 250 cm²	0,0004	
Mammographie	0,0005	
dentale Fernaufnahmen	0,001	
Zahnaufnahmen (mit Tubusgerät)	0,0002	
Computertomographie Dentaltomographie (Panoramaschichtaufnahmen)	0,0001	
Therapiebetrieb für den bezüglich aller Nutzstrahlrichtungen vorderen Halbraum (U > 100 kV) und im gesamten Raum (U ≤ 100 kV)	0,002	
Therapiebetrieb für den bezüglich aller Nutzstrahlrichtungen rückwärtigen Halbraum (100 kV < U < 300 kV)	0,005	
Therapiebetrieb für den bezüglich aller Nutzstrahlrichtungen rückwärtigen Halbraum (U = 300 kV)	0,003	

Software zur Abschätzung

- Basierend auf:
  - DIN 6812:2002-06
  - DIN 6809-7:2002
  - XL-Dose und 6812-2002
- Plattform:
  - Microsoft Excel und VBA
- Frage-Antwort-Spiel oder Direkteingabe

Vereinfachtes Modell der Anwendung

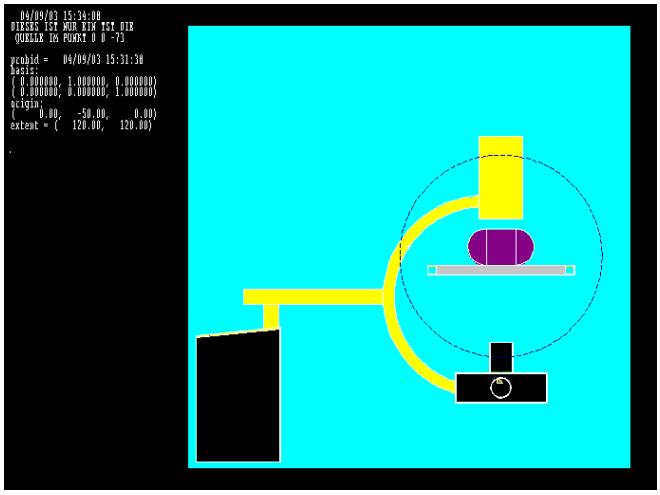
„Modell für alle Geräte“



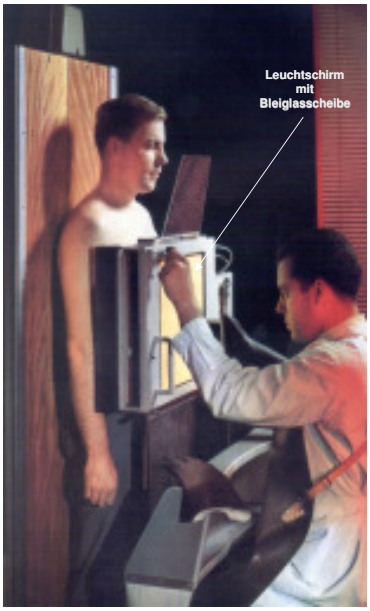
Vorgehensweise für die Abschätzung

- Die Dosen werden aus der Dosisleistungsausbeute des Röntgenstrahlers berechnet.
- Die Dosisleistungsausbeute wird für Eigenfilterungen von 1,5 mm Al (vor 1980) und 2,5 mm Al (nach 1980) aus Tabellen entnommen.
- Berücksichtig werden:
  - Ausbeutekoeffizienten der Streu- und Störstrahlungen
  - Abstand der Streukörper vom Brennfleck
  - Abstand des Aufenthaltsplatzes vom Streukörper und
  - Schwächungsgrade der Strahlenschutzschürzen.
  - wichtige Energieabhängigkeiten
- Durch Multiplizierung mit der Anzahl der Untersuchungen pro Tag und der Arbeitstage wird die Dosis über den gesamten Zeitraum ermittelt.

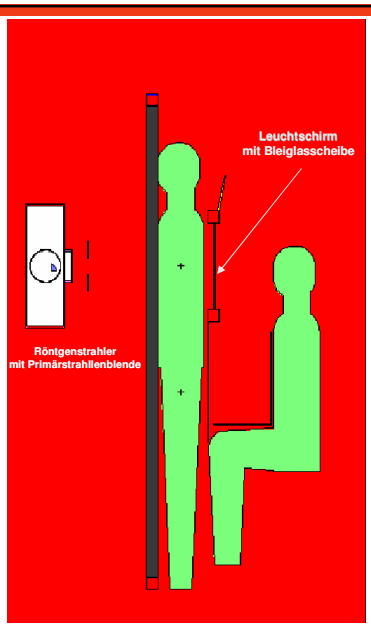
Detaillierte Modellierung für MCNP



TÜV NORD



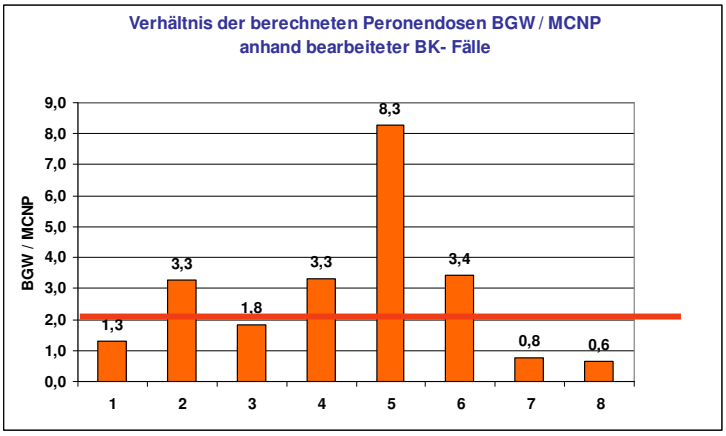
Untersuchungssituation mit POLYSKOP S 2 in den sechziger Jahren



Für die Berechnungen mit MCNP-4C modelliertes Durchleuchtungsgerät aus jener Zeit

TÜV NORD

Vergleich mit MCNP-Berechnungen



Inzwischen 15 Fälle bearbeitet
Typische Abweichung: Faktor 1,5 – 2 (3)

Vergleich: Abschätzung vs. MCNP

Abschätzung der Personendosen

Name Anna Musterman

Geburtsdatum 04.04.1939

Untersuchungsart	Zeitraum		Spannung	Abstand	mAs/ Unters	Dosis gesamt	Berechnet mit MCNP
	von	bis	kV	m		mSv	mSv
Gelenkaufnahme	01.01.1971	01.07.1975	60	0,5	12	70,15	64,8
Gallenwegaufnahme	01.01.1971	01.07.1975	60	0,5	60	46,98	36,5
Körperstamm	01.01.1971	01.07.1975	70	2	240	237,88	126,7
Körperstamm	01.01.1975	01.04.1979	70	2	240	74,90	38,9
Summe						429,91	266,9

Fazit

- Abschätzung der Berufslebensdosis
  - Einfach, aber auch nur für einfache Fälle
  - Schnell, keine Rechenlauf über Nacht
  - Konservativ (Faktor 2)
- Hilfe bei der Befragung der Versicherten durch die BGW
- Entscheidungshilfe für eine genauere Berechnung mittels MCNP
- Anhaltspunkte für ein weiterführendes strahlenbiologisches Gutachten
- Überarbeitung wird gerade durchgeführt