

# Nuclear Medicine

“The invisible doctor.....”

.....making almost everything visible!





# Nucleaire geneeskunde

**Nucleaire geneeskunde** is een medisch specialisme, uitgeoefend door nucleair geneeskundigen, dat gebruikmaakt van het verval van radioactieve isotopen voor de *diagnostiek* en *behandeling* van ziekten.

Een specialisme dat een sterke relatie heeft met de nucleaire geneeskunde, is de *radiotherapie*. In tegenstelling tot bij de nucleaire geneeskunde wordt bij de radiotherapie gewerkt met uitwendige bronnen van ioniserende straling, of bronnen die wel inwendig worden toegepast maar die niet vrij in het lichaam kunnen bewegen (*brachytherapie*).

## Inhoud [verbergen]

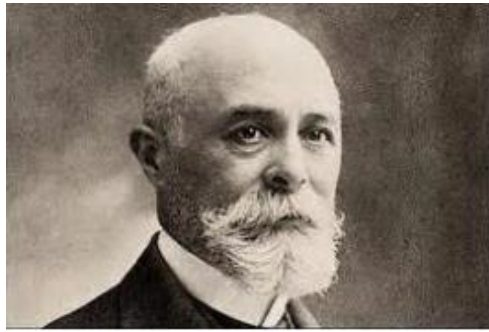
- 1 Nucleairgeneeskundige diagnostiek
  - 1.1 Voorbeelden
  - 1.2 Gamma-camera
  - 1.3 Positronemissie
- 2 Nucleairgeneeskundige therapie
- 3 Isotopen
  - 3.1 De 'technetium-koel'
- 4 Veiligheid
- 5 Zie ook
- 6 Externe links

een medisch specialisme,

door nucleair geneeskundigen,

het verval van radioactieve isotopen

de *diagnostiek* en *behandeling* van ziekten.



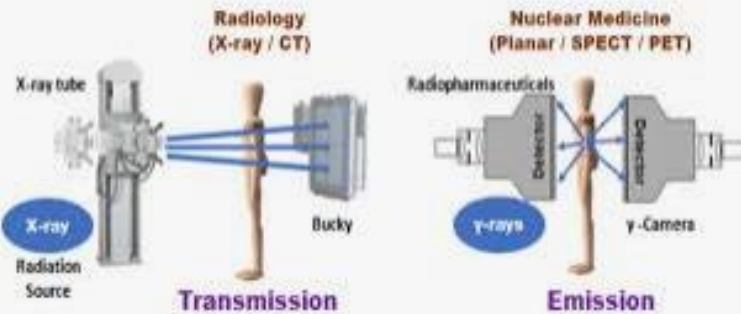
Wilhelm  
Röntgen  
1895

Henri  
Becquerel  
1896

Marie  
Curie  
1898

Hal Anger  
1958

## Radiology vs Nuclear Medicine

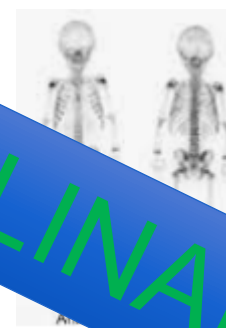
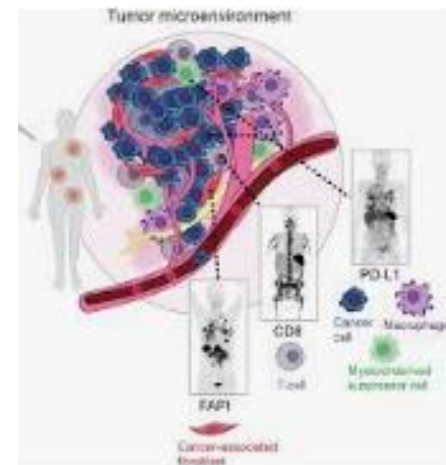
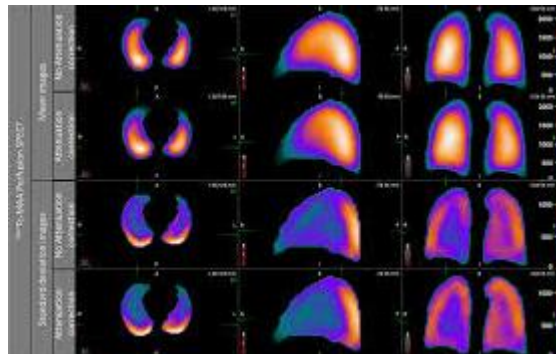
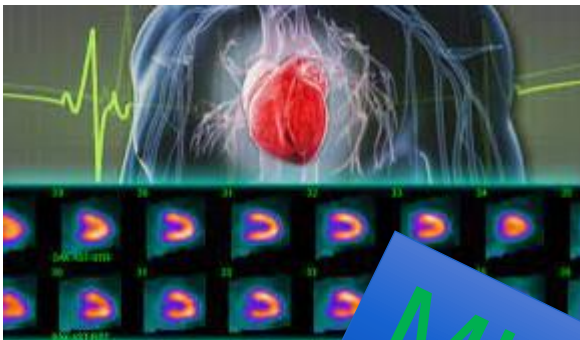


## Why is it important?

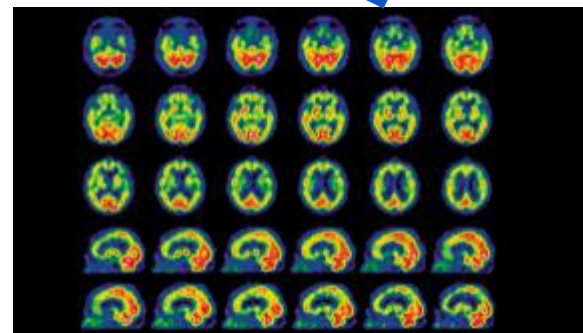
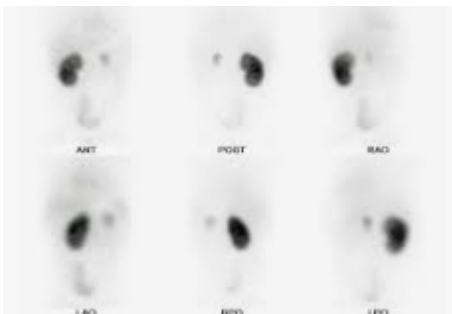
- How is nuclear imaging different from X-ray, CT scan, US, or MRI



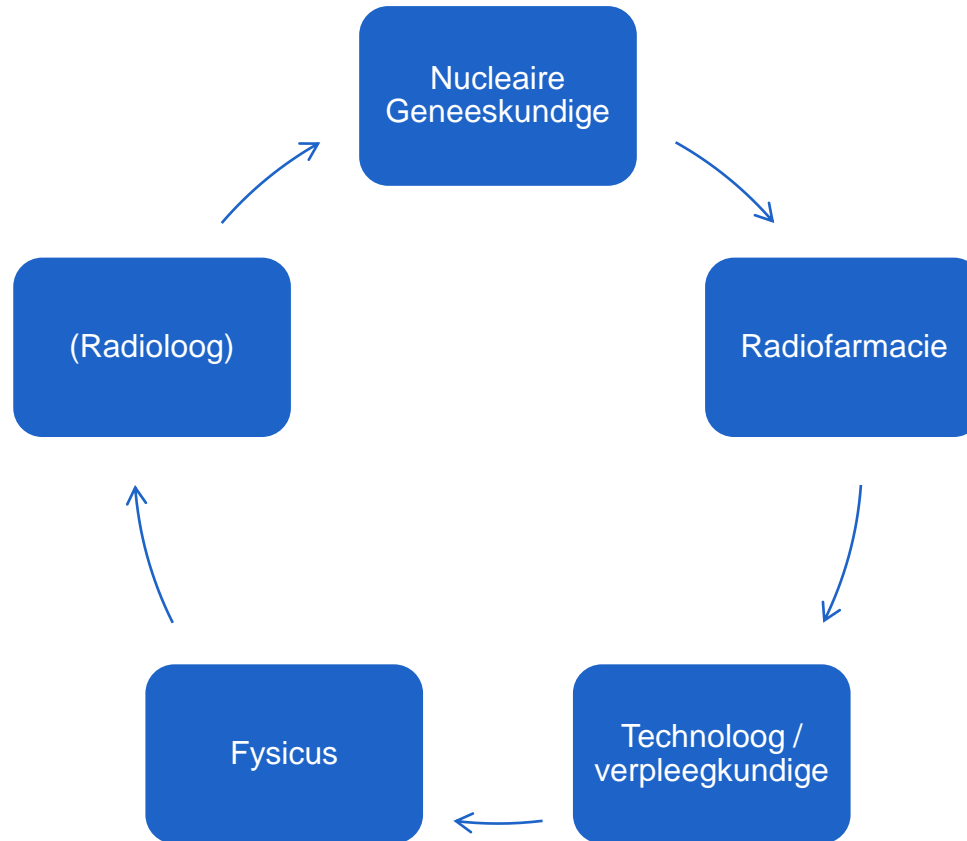
| Modality       | Anatomy | Physiology | Metabolism | Molecular |
|----------------|---------|------------|------------|-----------|
| CT/X-Ray       | High    | Low        | None       | None      |
| US             | High    | Low        | None       | None      |
| MRI            | High    | Medium     | None       | None      |
| NM(PET, SPECT) | None    | High       | High       | High      |
| Hybrid         | High    | High       | High       | High      |



# MULTIDISCIPLINAIR



# Teamwork



# Radioactiviteit



alpha-deeltjes: He-kernen: sterk ioniserend, weinig penetratievermogen  
korte dracht doorheen weefsel

=> niet geschikt voor externe detectie (beeldvorming), wel voor therapie



- elektronen: ioniserend, gemiddeld een korte weglengte doorheen weefsel

⇒ enkel bruikbaar bij therapie



- positronen: gebruikt in PET, geven aanleiding tot gammastraling



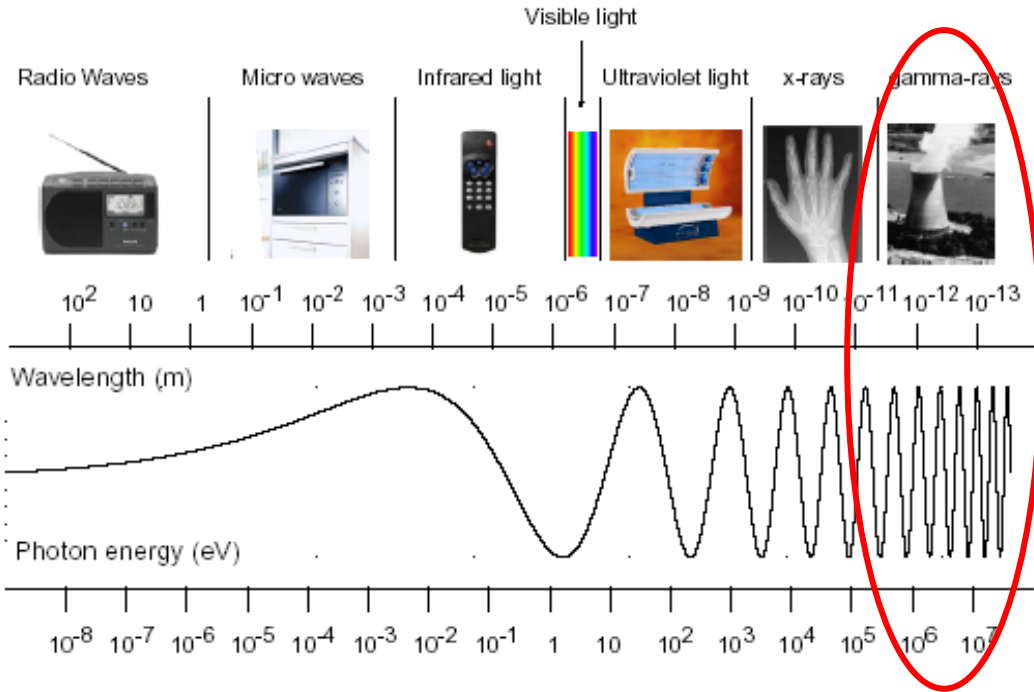
- gammafotonen t.g.v. desexcitatie van een aangeslagen kern  
hoog doordringingsvermogen

=> geschikt voor externe detectie (beeldvorming)

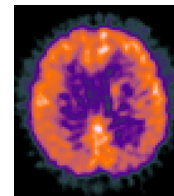
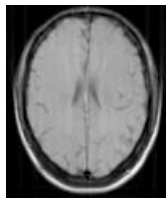
T  
H  
E  
R  
A  
P  
I  
E

I  
M  
A  
G  
I  
N  
G

# Elektromagnetische straling

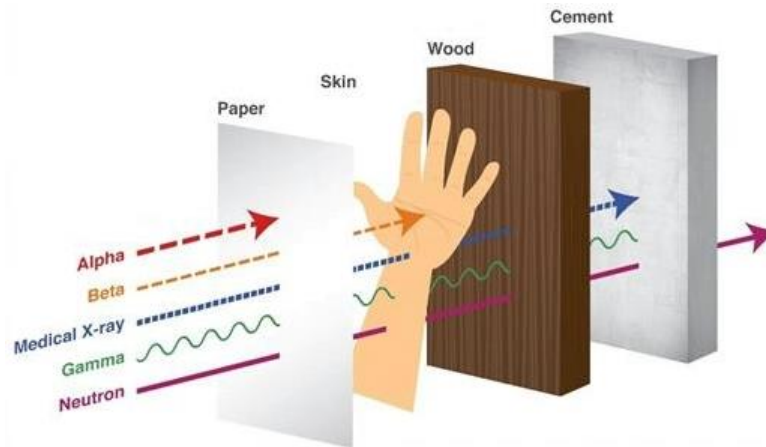
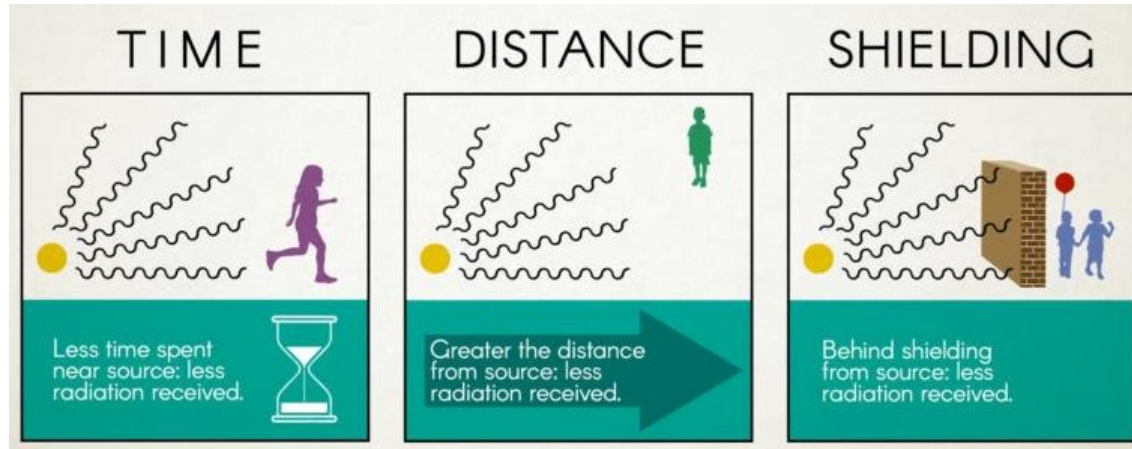


Zichtbaar licht: geen transmissie door menselijk weefsel





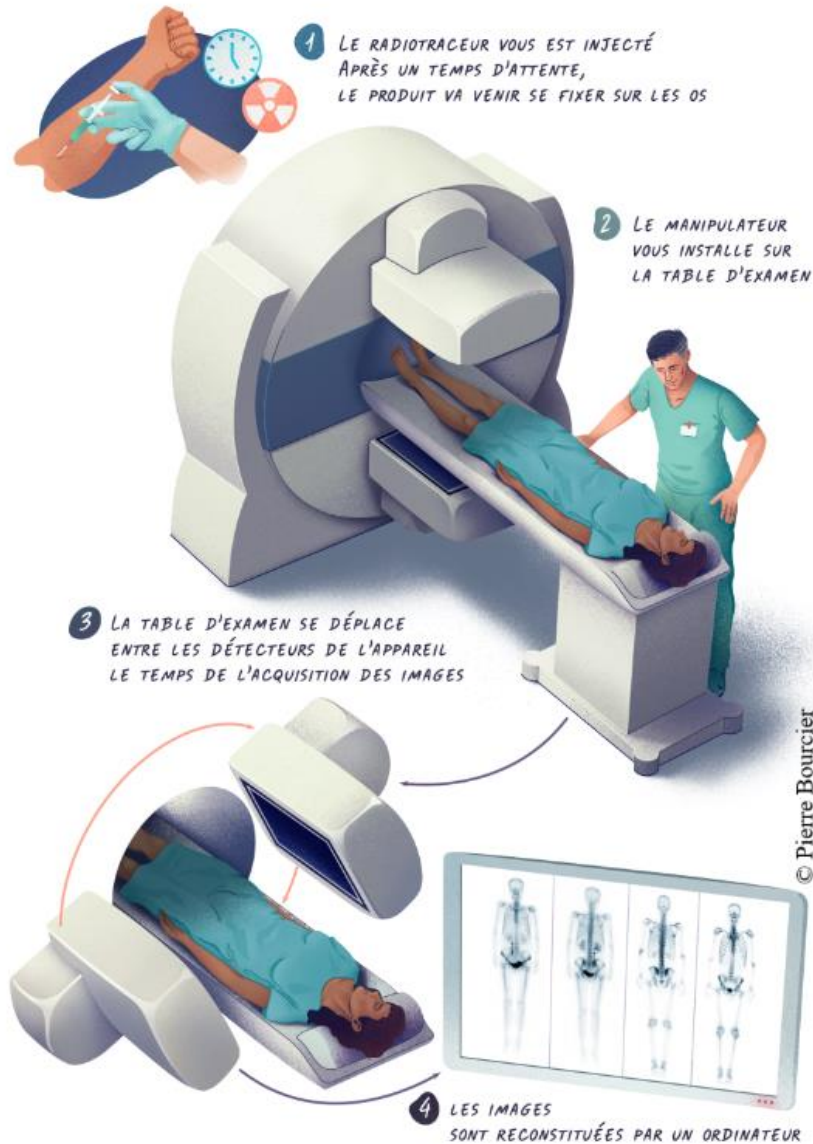
# Radioprotectie



Bij diagnostische onderzoeken: "verwaarloosbaar"

# BEELDVORMING

# Principe



# Radiofarmacon = diagnostisch geneesmiddel

## ▶ COMPLEX:

### ▶ Geneesmiddelen

- Steriele bereiding (contaminatie voorkomen)

### ▶ Radioactief

- Radioprotectie

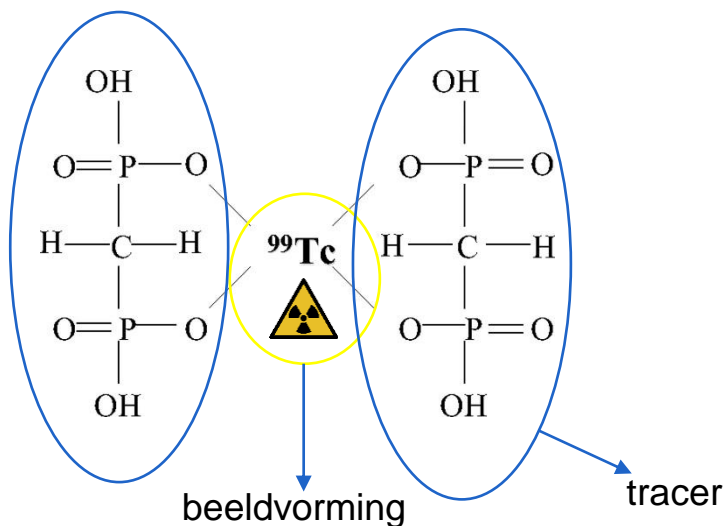


### ▶ Idealiter

- Gammastraling met juiste energie
- Kort half-leven
- Goedkoop
- Beschikbaar

# Conventionele en PET radioactieve producten

- ▶ Radioactieve producten (radiofarmacon) bestaan uit:
  1. Isotoop
  2. Chemische verbinding
- ▶ Verschil tussen producten is verschil in isotopen



| Conventionele isotopen                        | PET isotopen                                      |
|---|---|
| 99mTc, I-123                                  | 18F, 11C, 68Ga, 15O                               |
| Langere halfwaardetijd (Tc: 6h)               | Kortere halfwaardetijd (18F: 120 min; 15O: 2 min) |
| Lagere energie (300 keV)                      | Hoge energie (511keV)                             |
| Bepaalde loodafscherming                      | Veel loodafscherming                              |
| Detectie van energiestralen door SPECT camera | Detectie van energiestralen door PET camera       |

# Camera's

## ▶ Gammacamera

- ▶ Conventionele beeldvorming
- ▶ Hybride
- ▶ Dynamisch en statisch

## ▶ PET-camera

- ▶ Positron imaging
- ▶ Hybride
- ▶ Dynamisch en statisch



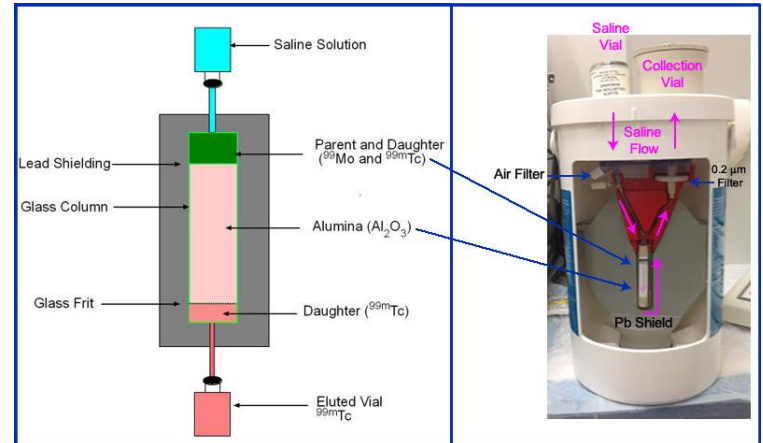
# Conventionele NG

- ▶ Producten kunnen in elke dienst NG bereid worden
- ▶ Bereidingen en doseringen gebeuren in hotlab in LAF-kast
- ▶ Kant en klaar kopen



# Conventionele NG

- ▶ Zelf bereiden
  - ▶ Elueren (“melken”): Molybdeen 99-Technetium 99m



- ▶ Isotoop koppelen aan chemische molecule

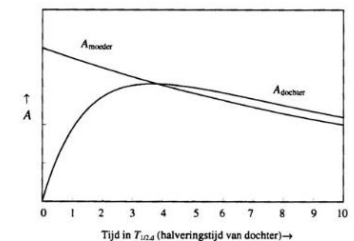
- Koude kits
- Reconstitutie → radio-farmacon
- Doseren in spuit



## Moeder-dochter relatie

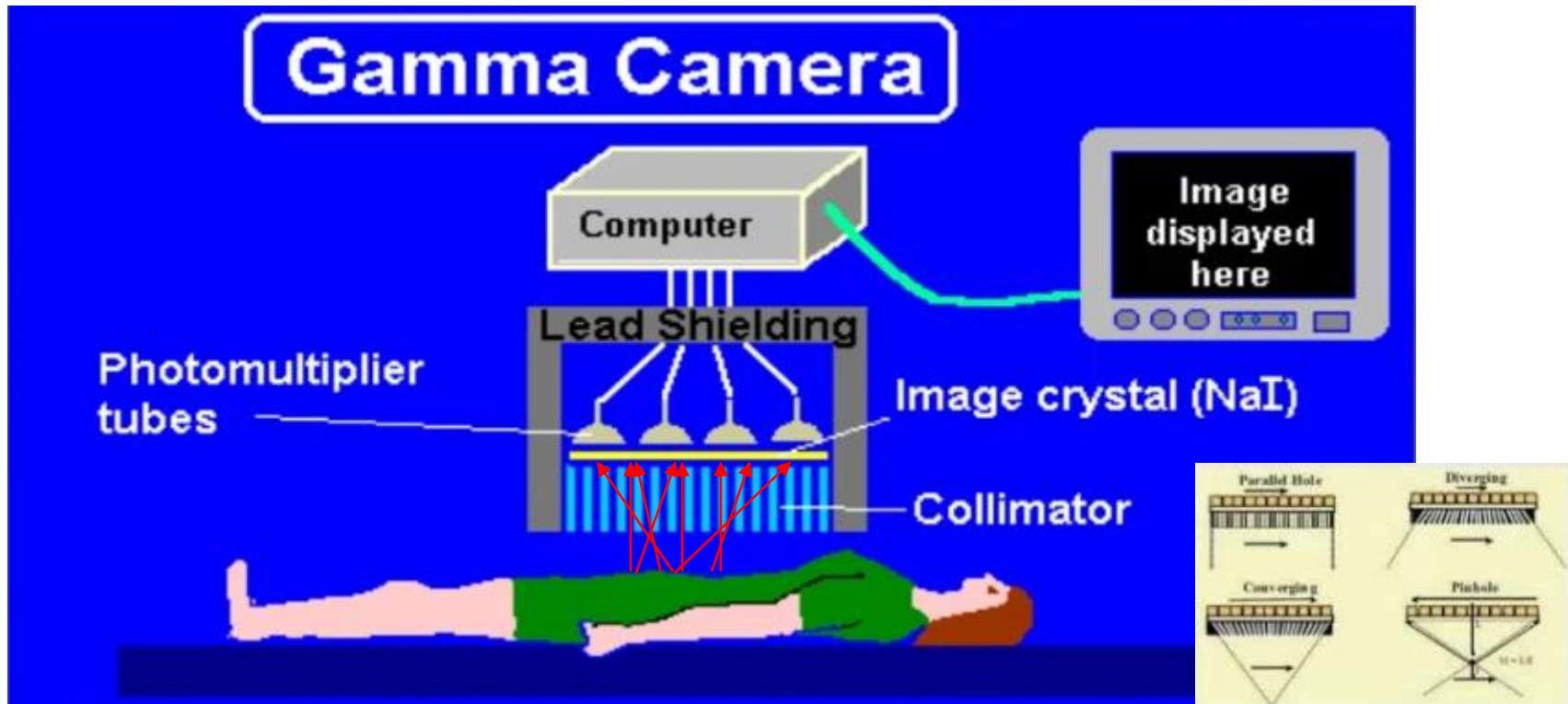
3 compartimenten systeem

$$A_2(t) = A_1(0) \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \{ e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t} \}$$





# Gamma camera



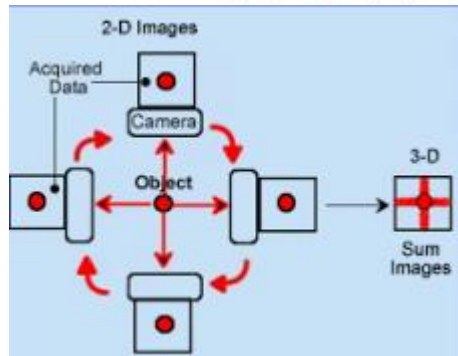
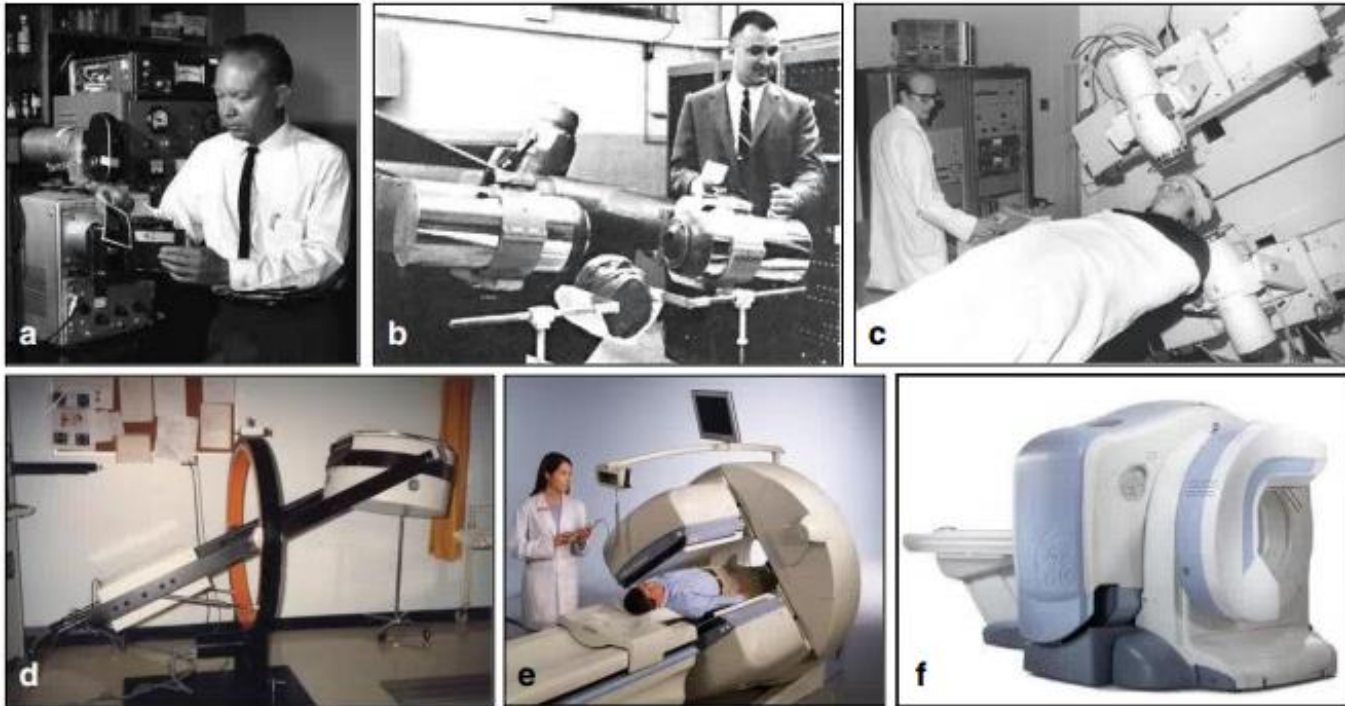
Radioactieve energie (in de radioactieve nucleus)

Gamma elektromagnetische straling (gammastraling wordt uit patiënt gezonden)

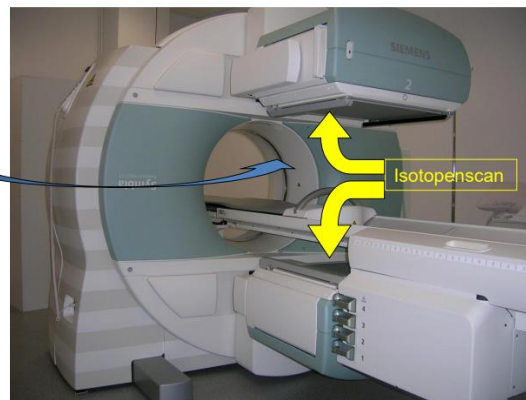
Licht elektromagnetische straling (Crystal)

Elektrische energie (via computer omgezet in beeld)

# Gammacamera



CT-scan

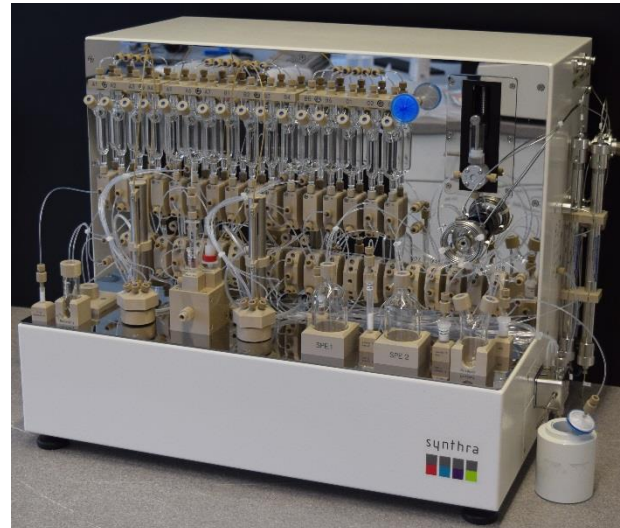


Isotopenscan

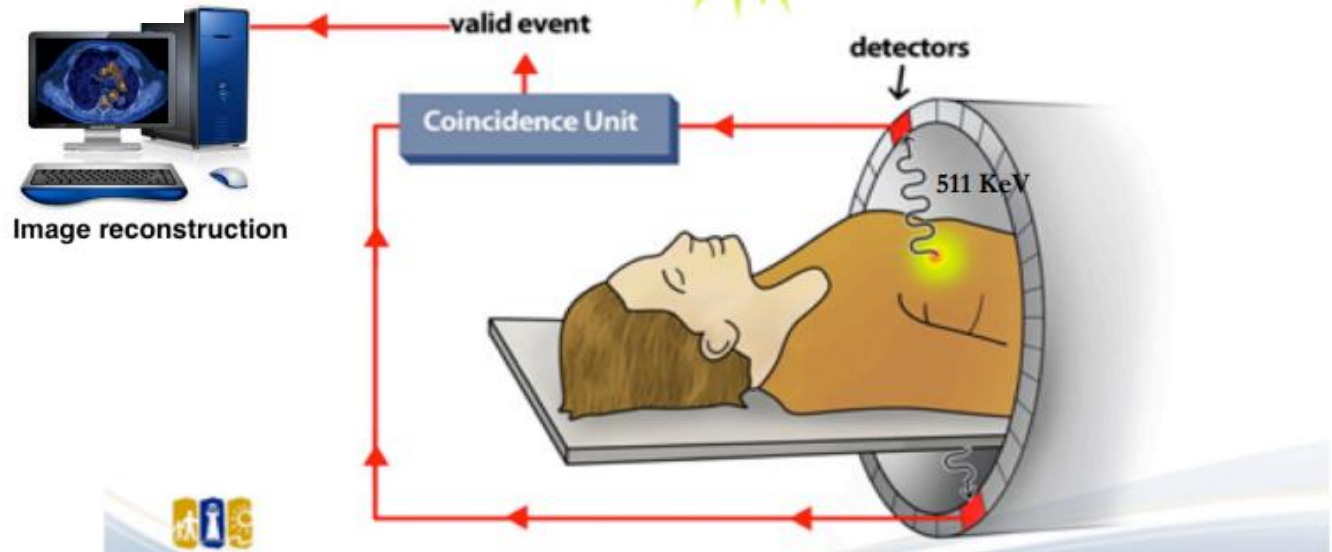
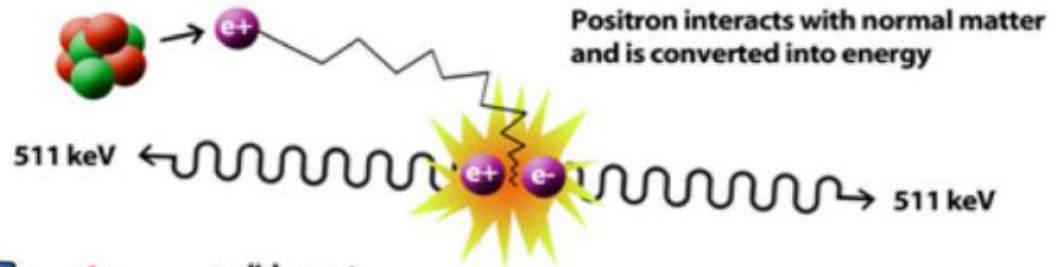
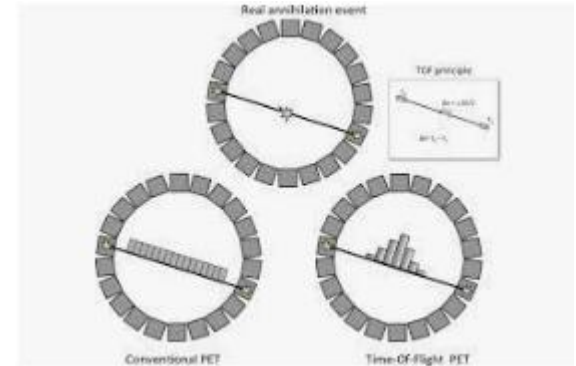
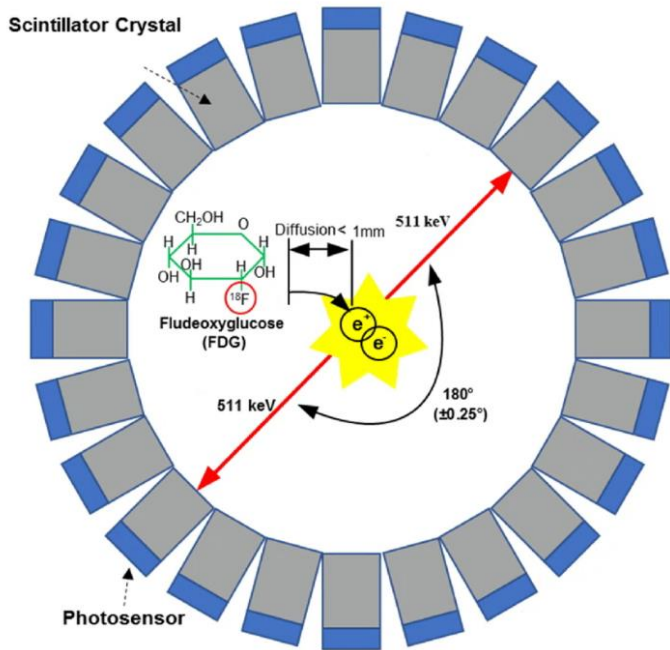


# PET NG

- ▶ Producten kunnen enkel gemaakt worden in ziekenhuis met cyclotron en cleanroom
- ▶ Isotoop wordt gemaakt in cyclotron en daarna gekoppeld aan chemische molecule via een specifieke synthesemodule in hotcell



# PET camera



# PET camera



Figure 1: The first coincidence scanner

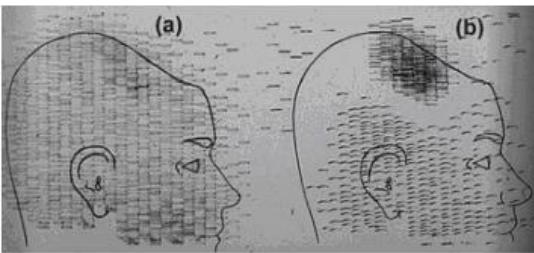
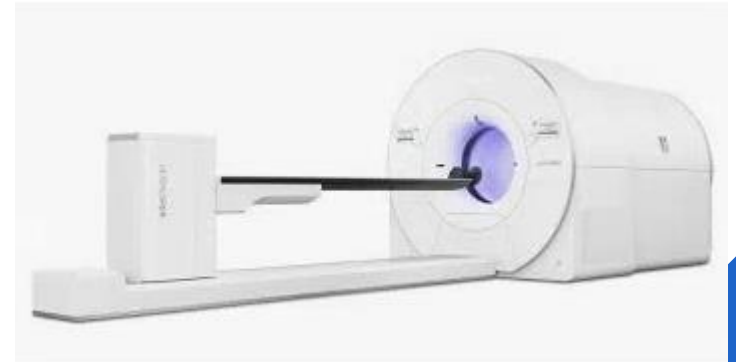
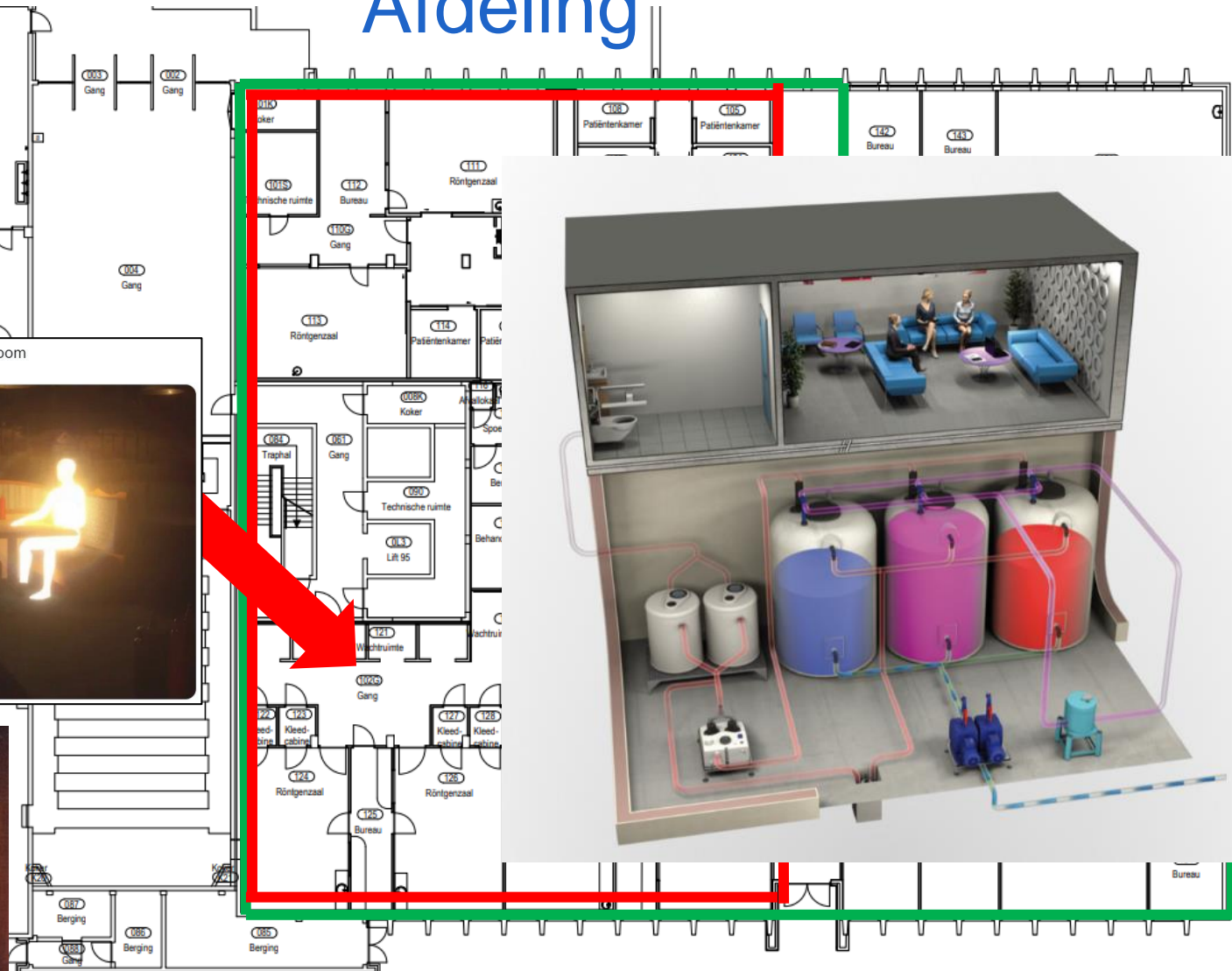


Figure 2: Image formed from the first coincidence scanner



# Afdeling

Nuclear Medicine waiting room



**STAFPLAN** Polikliniek 8  
gelijkvloers - Noord

Fysische inventaris :  
S:\FACBeh\_Tekenzaal\10 Gebouwen UZ Gent\P8 - Polikliniek 8\00 Stafplannen\P8\_0.dwg

Printdatum : 13/11/2020

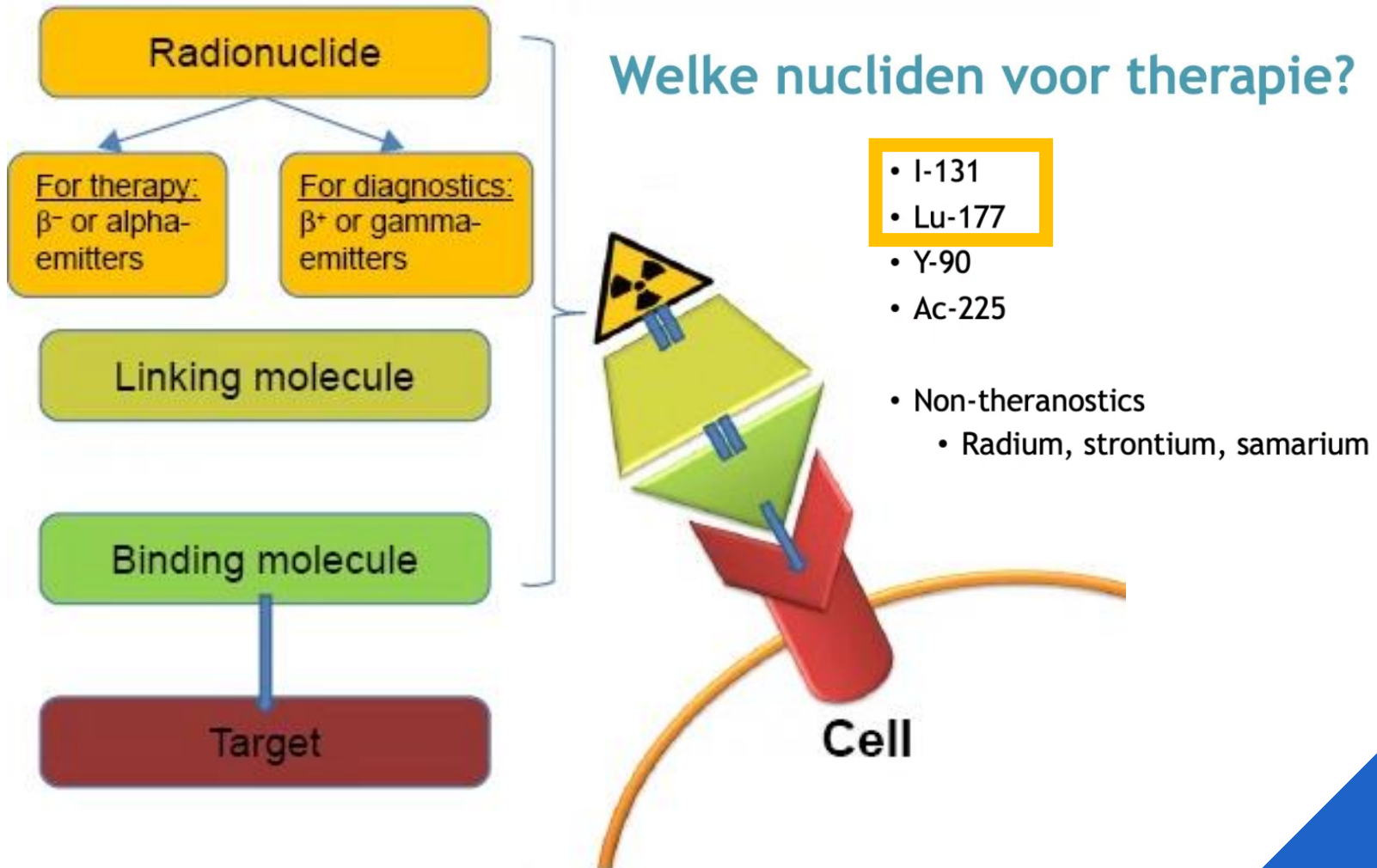
Schaal : 1/250 A3



Figure 1. Warning signs providing information on the control of activities within controlled areas.

THERAPIE

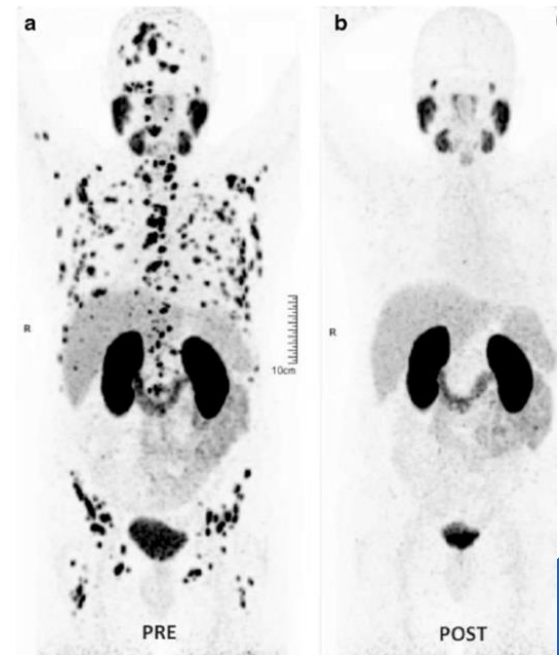
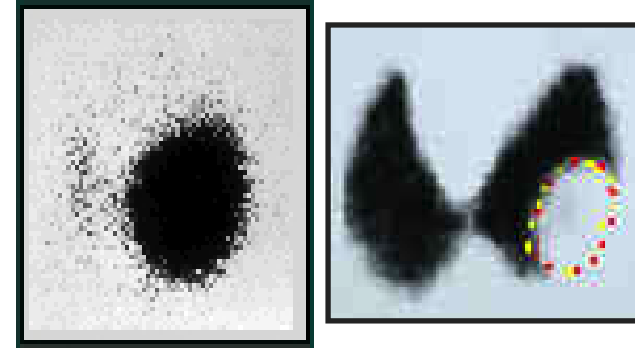
# Therapie





# Therapie

- ▶ Afhankelijk van dosis en type straling:
  - ▶ opname in isolatie of poliklinisch.
- ▶ Benigne schildklier behandeling (I-131)
  - ▶ Poliklinisch < 15 mCi
  - ▶ Klinisch > 15 mCi
- ▶ Maligne schildklier (I-131): altijd opname
- ▶ Alfa-straler: poliklinisch
- ▶ Alle andere oncologie: opname



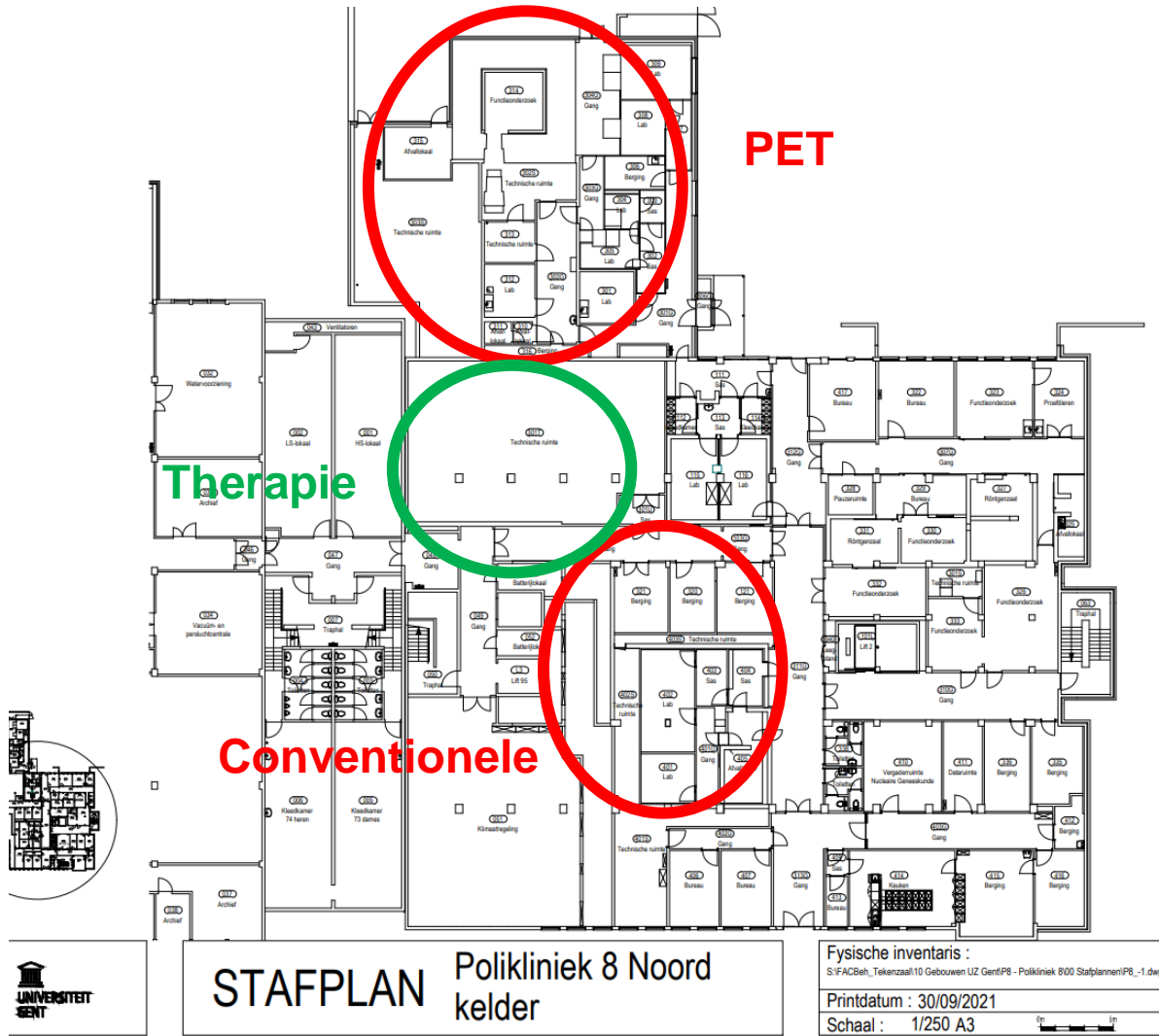
# Therapiekamer huidige setting



# Toekomst



# Radiofarmacie



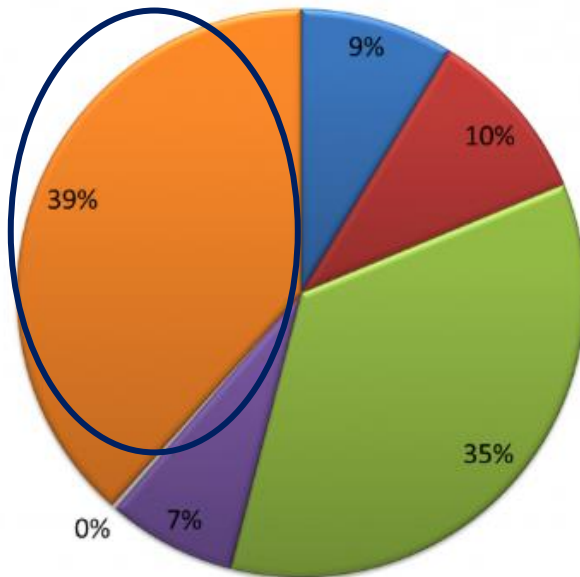
**STAFPLAN** Polikliniek 8 Noord  
kelder

Fysische inventaris :  
S:\FACBeh\_Tekenzaal10 Gebouwen UZ Gent\F8 - Polikliniek 800 Stafplannen\F8\_1.dwg  
Printdatum : 30/09/2021  
Schaal : 1/250 A3



# Dosis

De geschatte blootstelling aan ioniserende straling voor de 'gemiddelde' Belg bedraagt 4 mSv/jaar in 2015

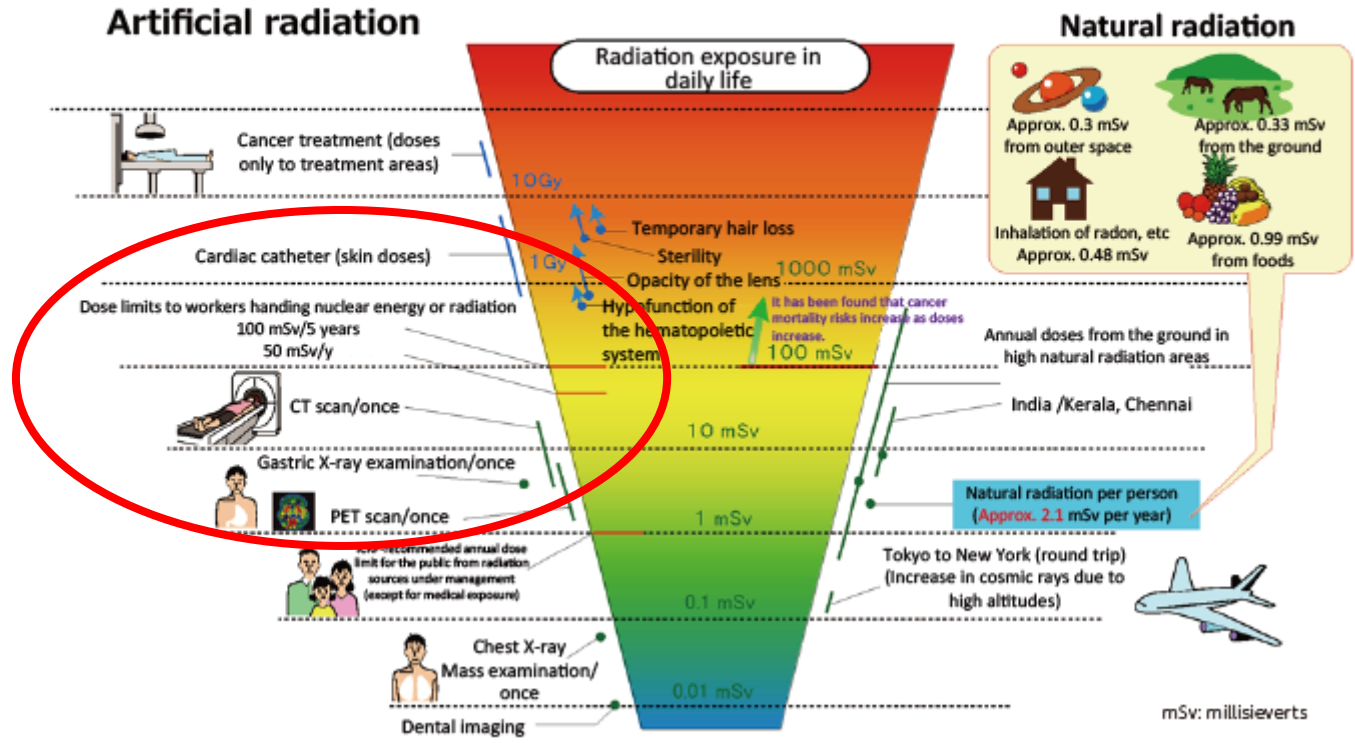


- Kosmos (0,3 mSv/jaar)
- Aardstraling (0,4 mSv/jaar)
- Interne blootstelling door inhalatie van natuurlijke radionucliden (1,4 mSv/jaar)
- Interne blootstelling door ingestie van natuurlijke radionucliden (0,3 mSv/jaar)
- Industriële toepassingen (<0,01 mSv/jaar)
- Medische toepassingen (1,5 mSv/jaar)



|   | Beroepshalve (mSv/12m) | Publiek (mSv/j) |
|---|------------------------|-----------------|
| <b>Gehele lichaam</b>   | 20                     | 1               |
| <b>Zwangere vrouwen</b>   | 1                      | 1               |
| <b>Ooglens</b>  | 150                    | 15              |
| <b>Handen, enkels, onderarmen, voeten, huid (1cm<sup>2</sup>)</b> | 500                    | 50              |

# Comparison of Exposure Doses (Simplified Chart)



POORMD.COM

ALONE IN A DARK ROOM WITH HIS COMPUTER...



THE EXCITEMENT OF NUCLEAR  
MEDICINE IS SCINTILLATING.

# Definities

## ▶ Activiteit:

Aantal desintegraties per tijdseenheid

1 Bq = 1 desintegraties per seconde

1 MBq = 1 miljoen desintegraties per seconde

1 mCi = 37 MBq

## ▶ Verloop van activiteit is exponentieel:

▶ Na 1  $T_{1/2}$  (2h): 1/2 activiteit

▶ Na 2  $T_{1/2}$  (4h): 1/4 activiteit

▶ Na 10  $T_{1/2}$  (20h): 1/1000 activiteit

## ▶ Geabsorbeerde dosis:

▶ Geabsorbeerde energie per massa

▶ 1 Gy = 1 joule/kg

▶ 100 rad = 1 Gy

## ▶ Dosis-equivalent = risico voor persoon door opgelopen dosis (~soort straling)

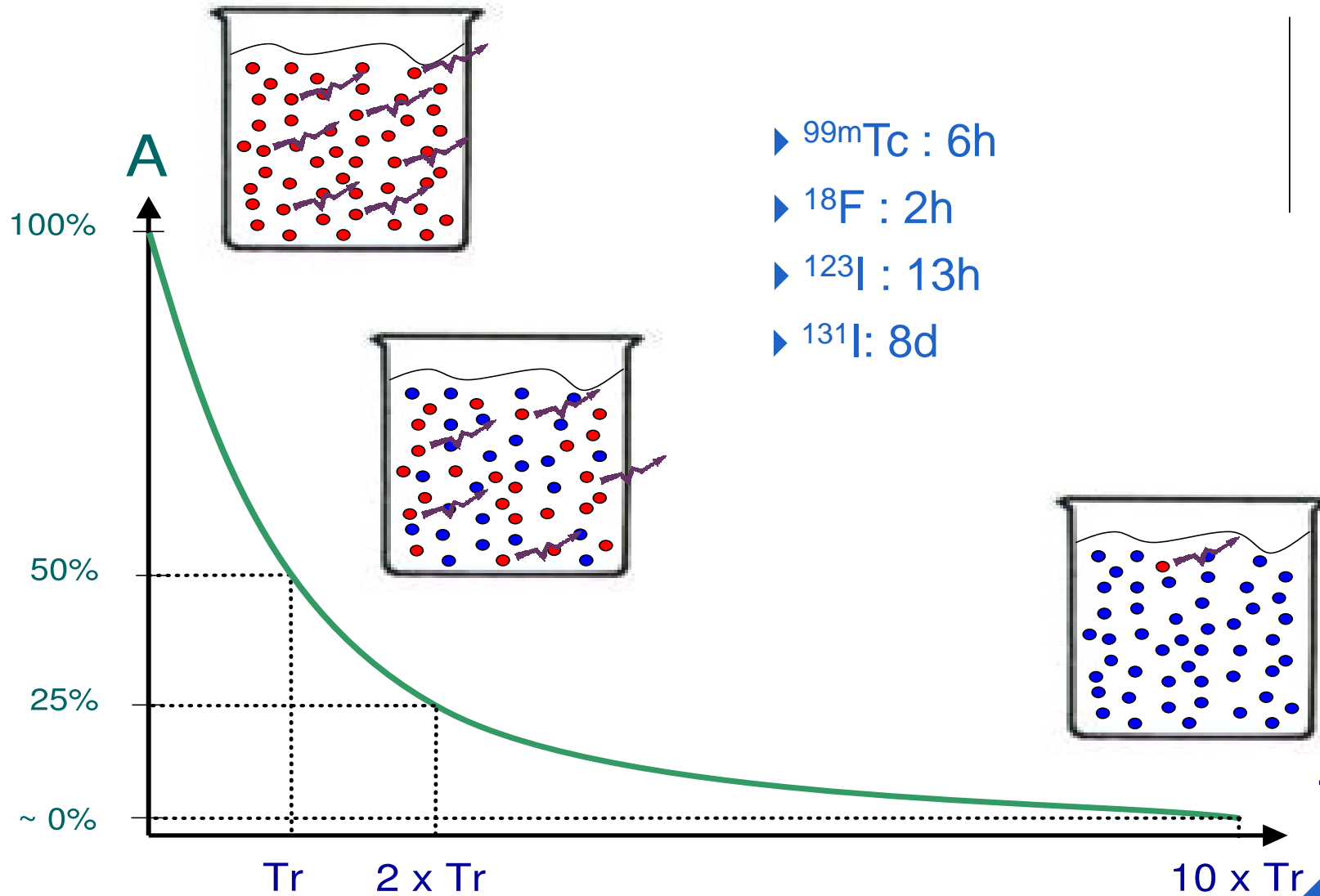
▶ Sv (1 Gy = 1 Sv)

▶ 1 Sv (1000 mSv) = +/- 5% extra kans op overlijden door kanker



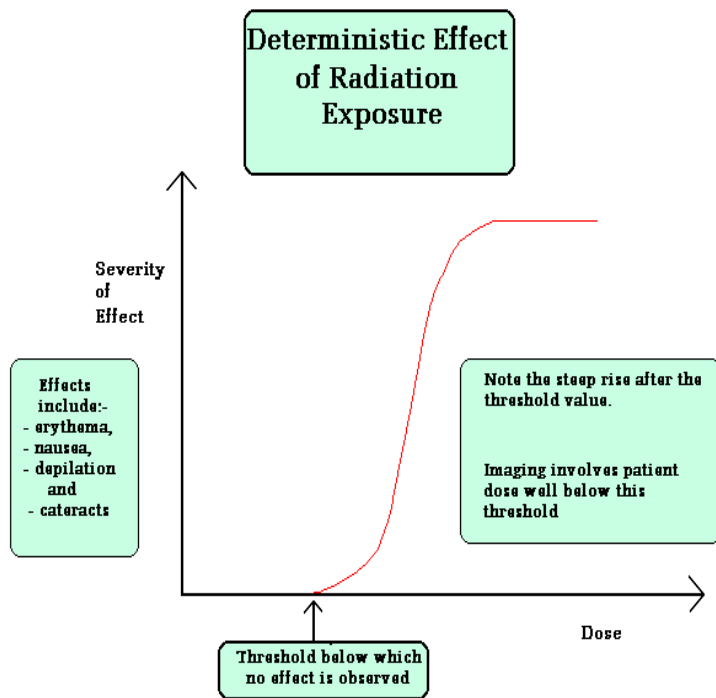


# Halfwaardetijd

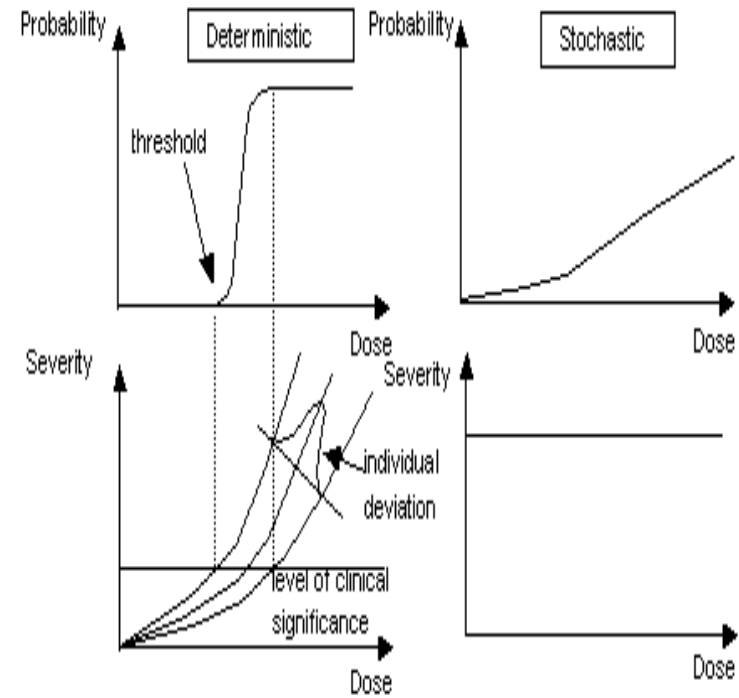


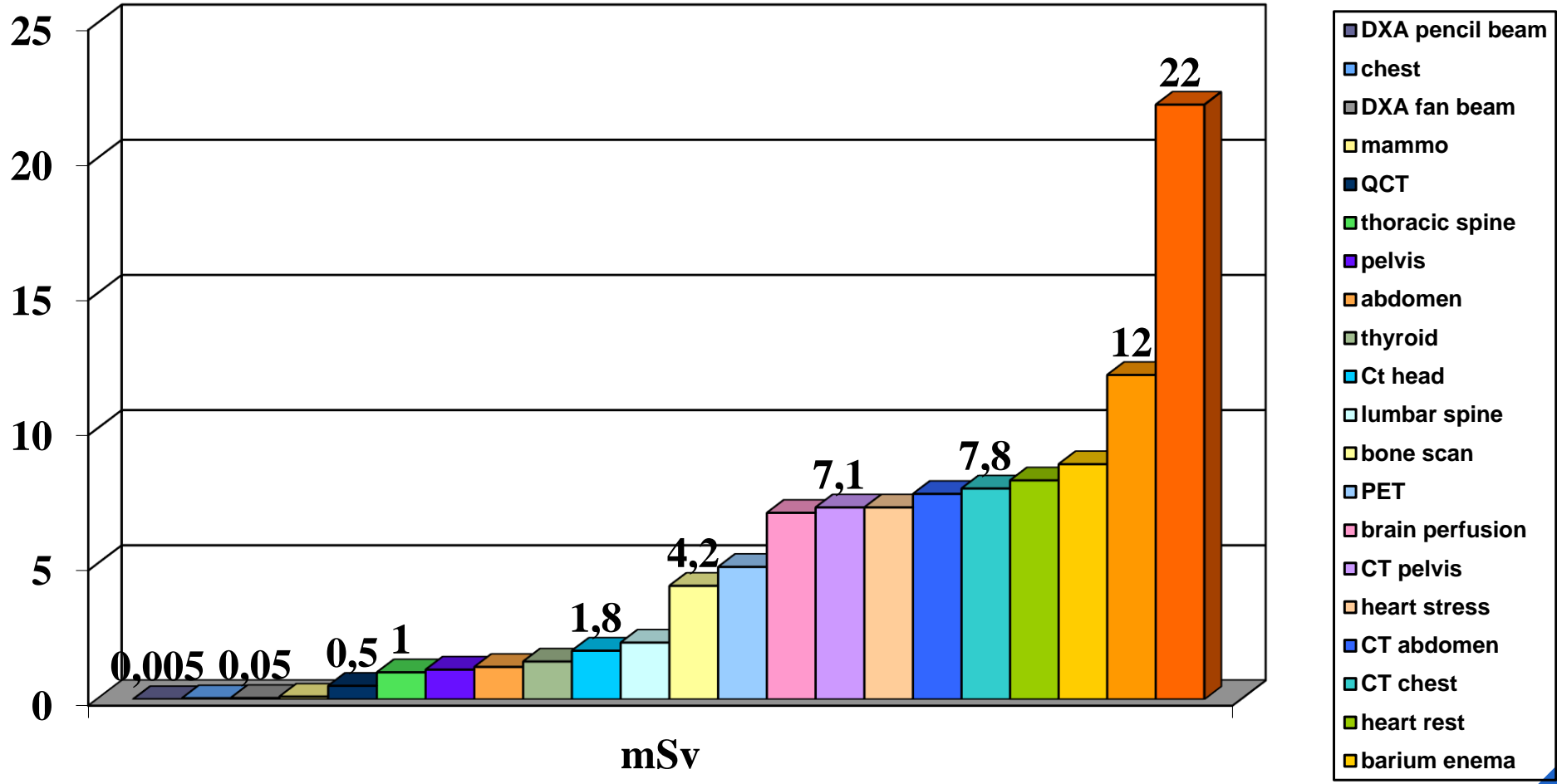
# Schade

## ► Deterministische effecten



## ► Stochastische effecten





ALARA-principe: "As Low As Reasonably Achievable"