

Deeltjes en vuistregels

Stralingsbeschermingsgrootheden

Radboud Universiteit Nijmegen





Effectieve dosis (E)

$$E \stackrel{\text{def}}{=} \sum_T W_T \sum_R D_{T,R} W_R$$

- D is te meten, E niet
- E beschrijft risico, D niet
- D is fysische grootheid
- E is limiterende grootheid



voorbeeld limiterende grootheden

Artikel 77

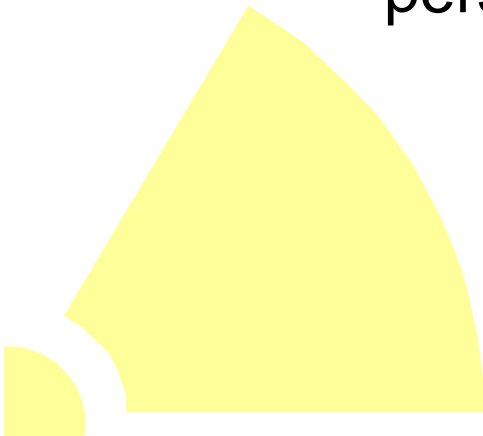
1. De ondernemer zorgt ervoor dat voor blootgestelde werknemers ten gevolge van handelingen die onder zijn verantwoordelijkheid worden verricht, de volgende doses niet worden overschreden:
 - a. een effectieve dosis van 20 mSv in een kalenderjaar, en met inachtneming daarvan:
 - b. een equivalente dosis van:
 - 1°. 150 mSv in een kalenderjaar voor de ooglenzen,
 - 2°. 500 mSv in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm², of
 - 3°. 500 mSv in een kalenderjaar voor handen, onderarmen, voeten en enkels.





Operationele grootheden

- operationele grootheden
 - goed meetbaar
 - maat voor limiterende grootheid
 - omgevingsdosisequivalent $H^*(d)$
 - richtingsdosisequivalent $H'(d, \Omega)$
 - persoonsdosisequivalent $H_p(d)$



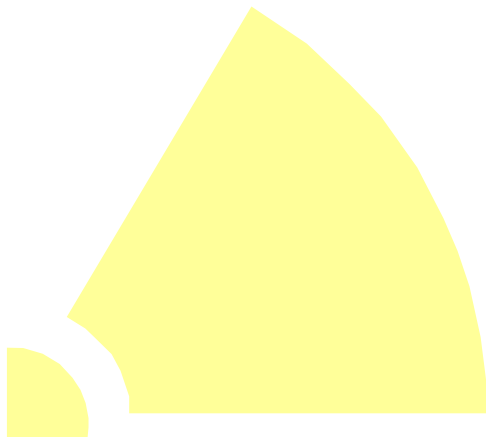


voorbeeld operationele grootheid

e. de maximale totale effectieve dosis zowel ten gevolge van lozingen als ten gevolge van externe straling op basis van omgevingsdosis-equivalenten, die een persoon in een kalenderjaar kan ontvangen op enig punt buiten de locatie van alle meldings- en vergunningplichtige handelingen tezamen binnen de locatie waarop de vergunningaanvraag van toepassing is;

limiterend

operationeel





Omgevingsdosisequivalent

$$H^*(10) \text{ ?}$$

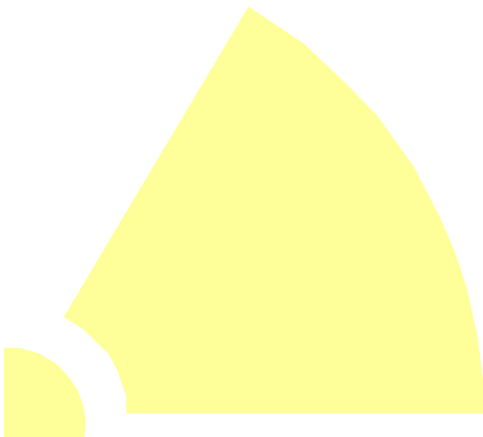
- $H^*(d)$
 - d is diepte in mm
 - huid: $d=0,07$
 - ooglens: $d=3$
 - doordringende straling: $d=10$



Meten omgevingsdosisequivalent

Voorwaarden:

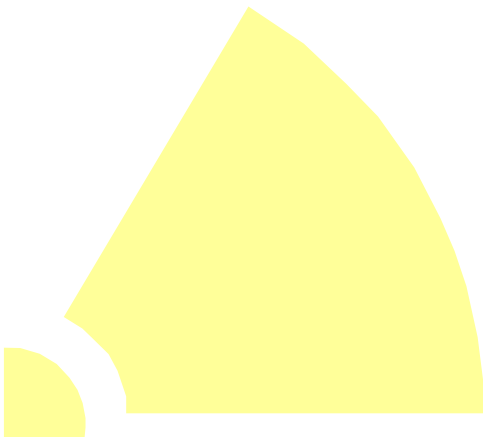
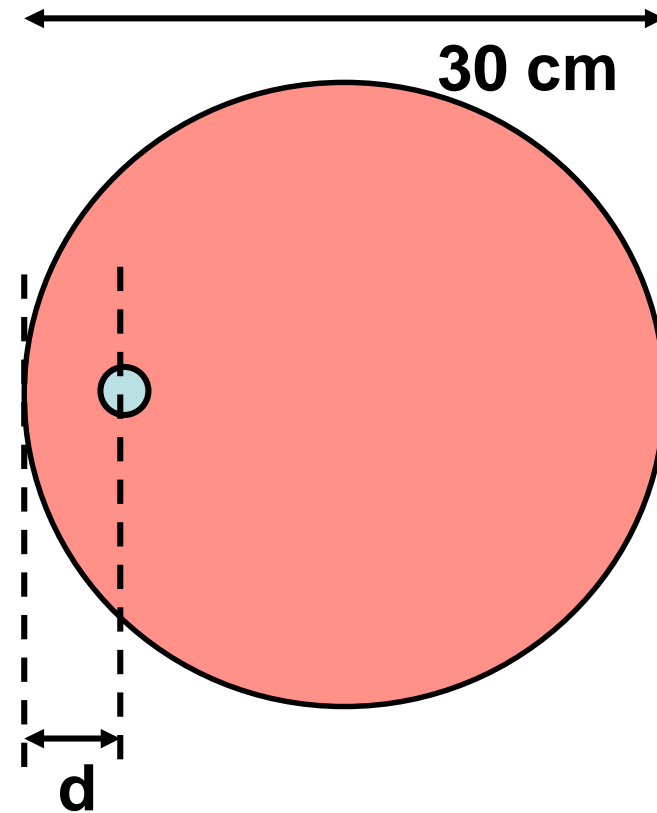
- dosimeter in vrije ruimte
- stralingsveld homogeen
- dosimeter isotroop
= niet richtingsgevoelig





Meten $H^*(d)$

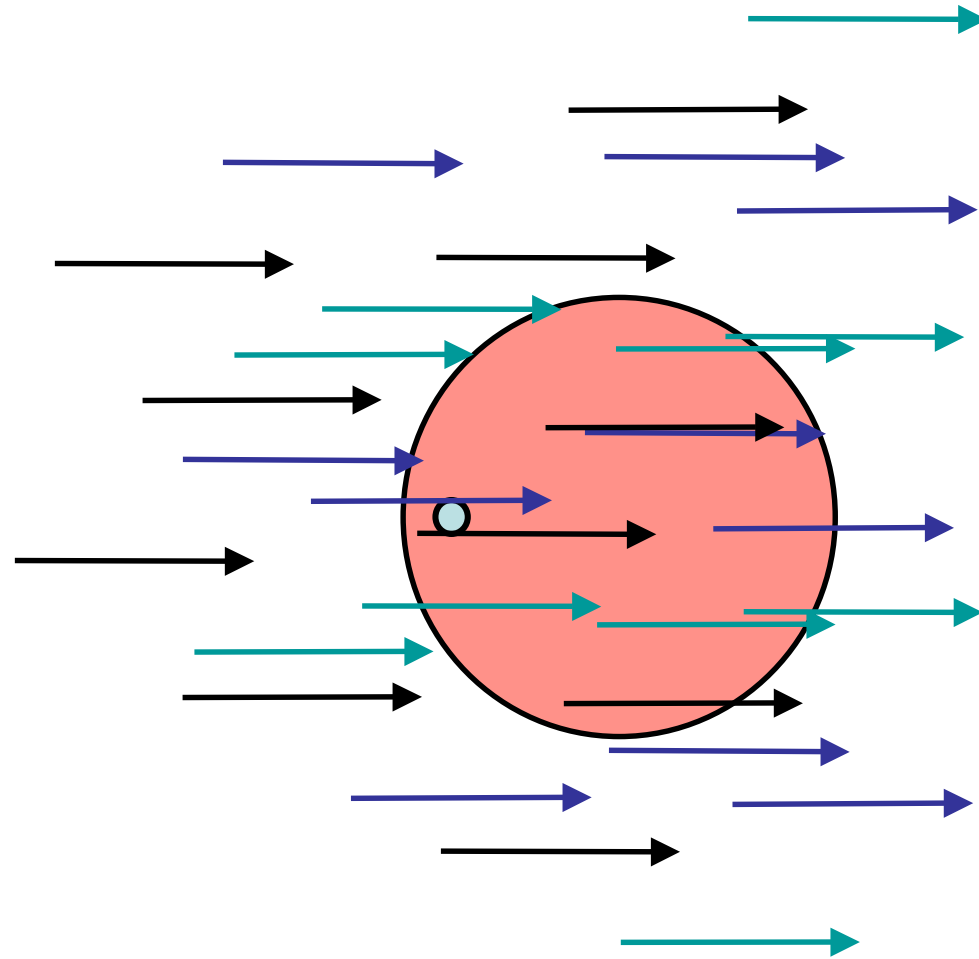
- Dosimeter
 - fantoom
 - ICRU-bol
 - “weefsel”
 - 30 cm diameter
 - meting op diepte d





Stralingsveld

- stralingsveld
 - uitgebreid
 - uitgericht
- in ieder punt
 - gelijke intensiteit
 - gelijke richtingen





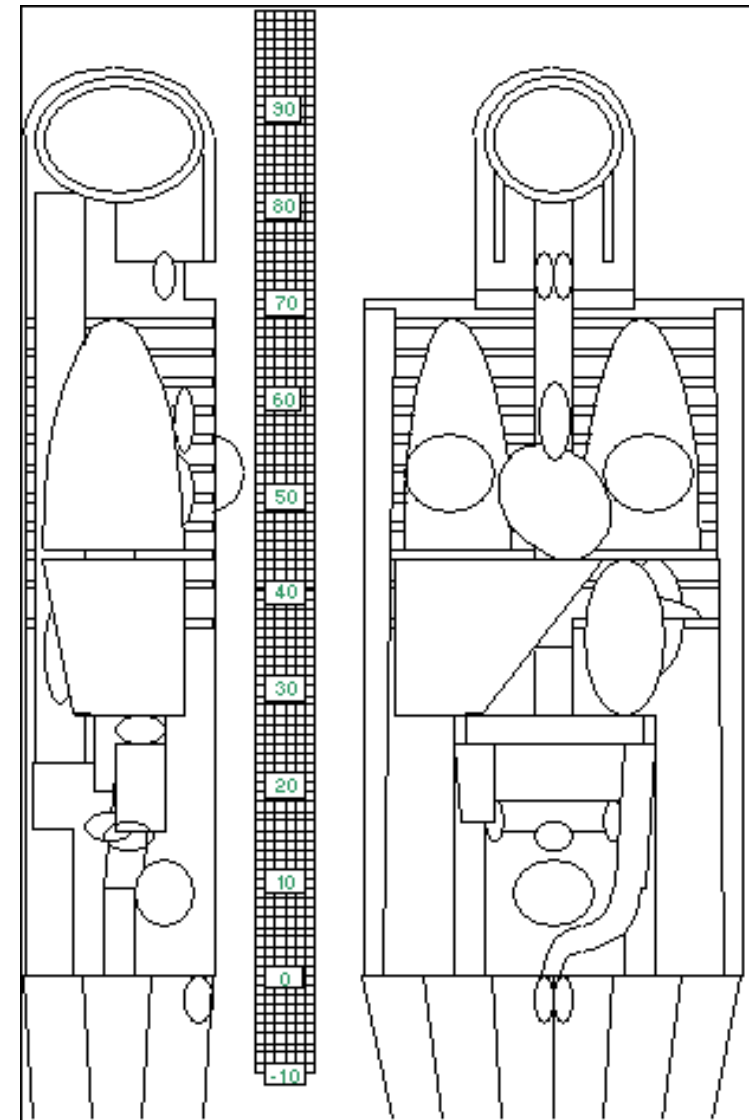
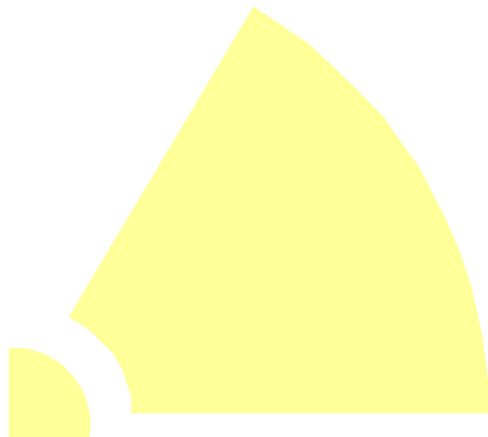
Mathematical phantom

Vergelijking

- E uit mathematisch fantoom

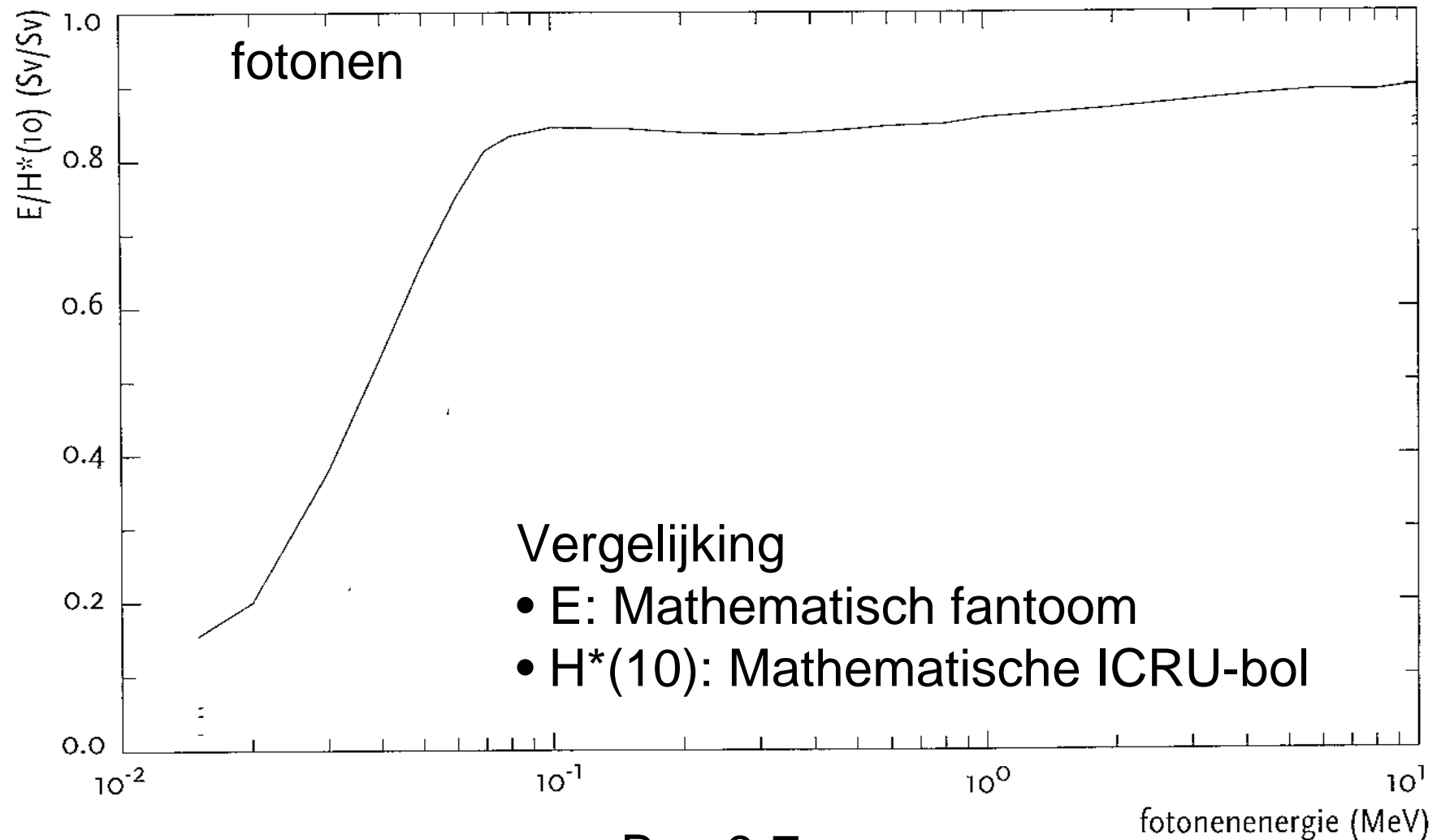
met

- $H^*(10)$ uit mathematische ICRU-bol





$H^*(10) \neq E$

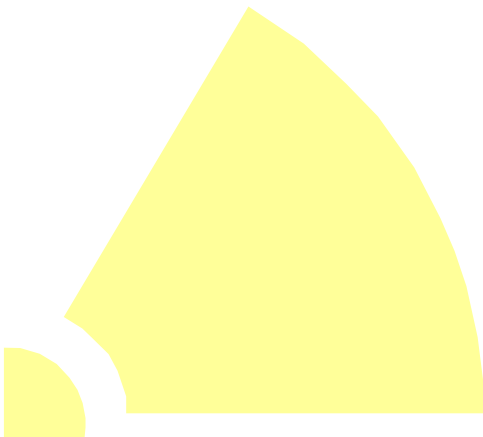


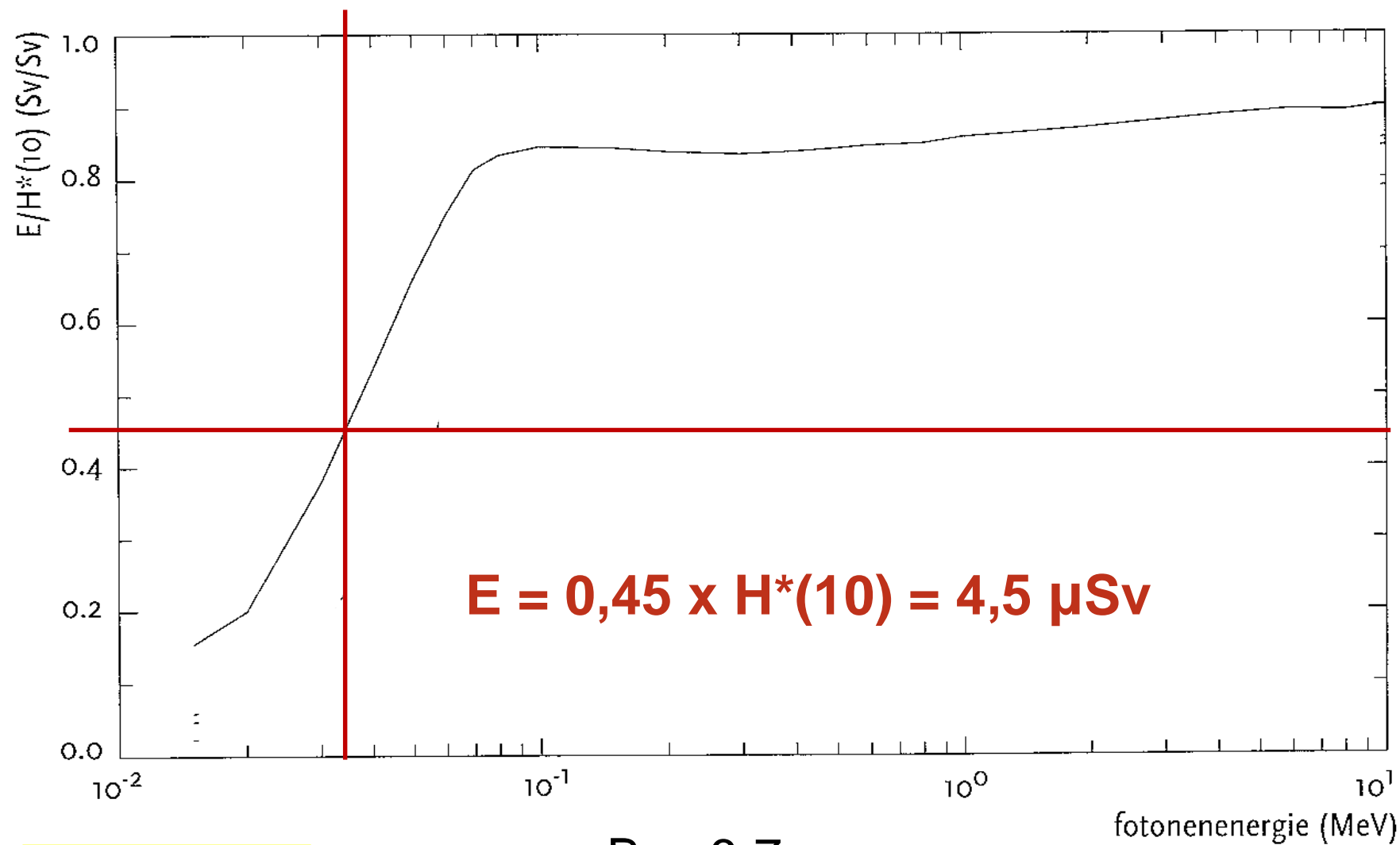
Bos 6-7



Berekening E

- $H^*(10) = 10 \mu\text{Sv}$
- $E_{\text{foton}} = 35 \text{ keV}$
- Bereken E





Bos 6-7



Richtingsafhankelijkheid

- Voorkant lichaam hogere w_T
- $H^*(10)$ van voren hogere E

- Achterkant lichaam lagere w_T
- $H^*(10)$ van achteren lagere E



Bestralingsgeometrie

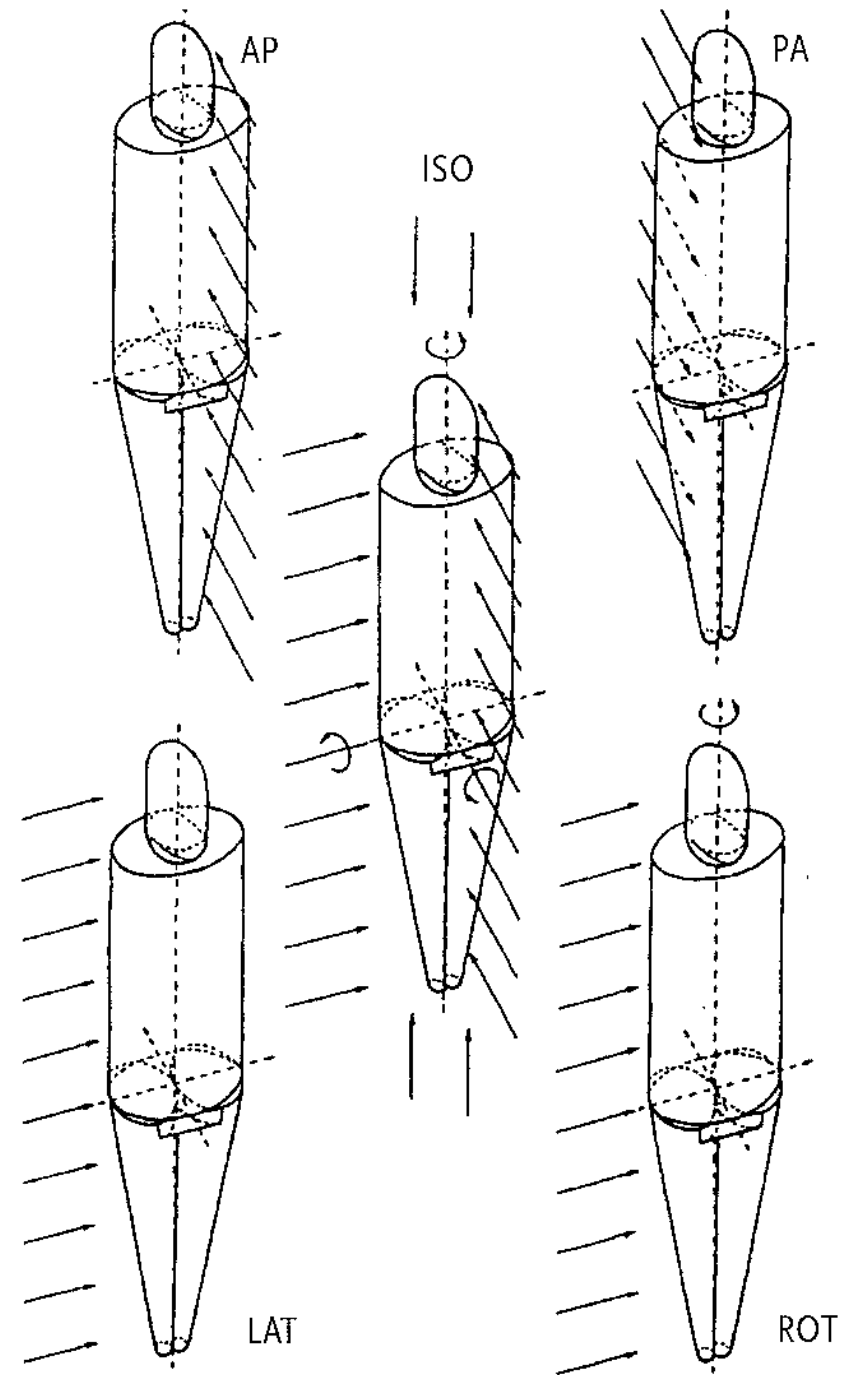
AP = antero-posterior
voor → achter

PA = postero-anterior
achter → voor

ISO = isotroop
alle richtingen

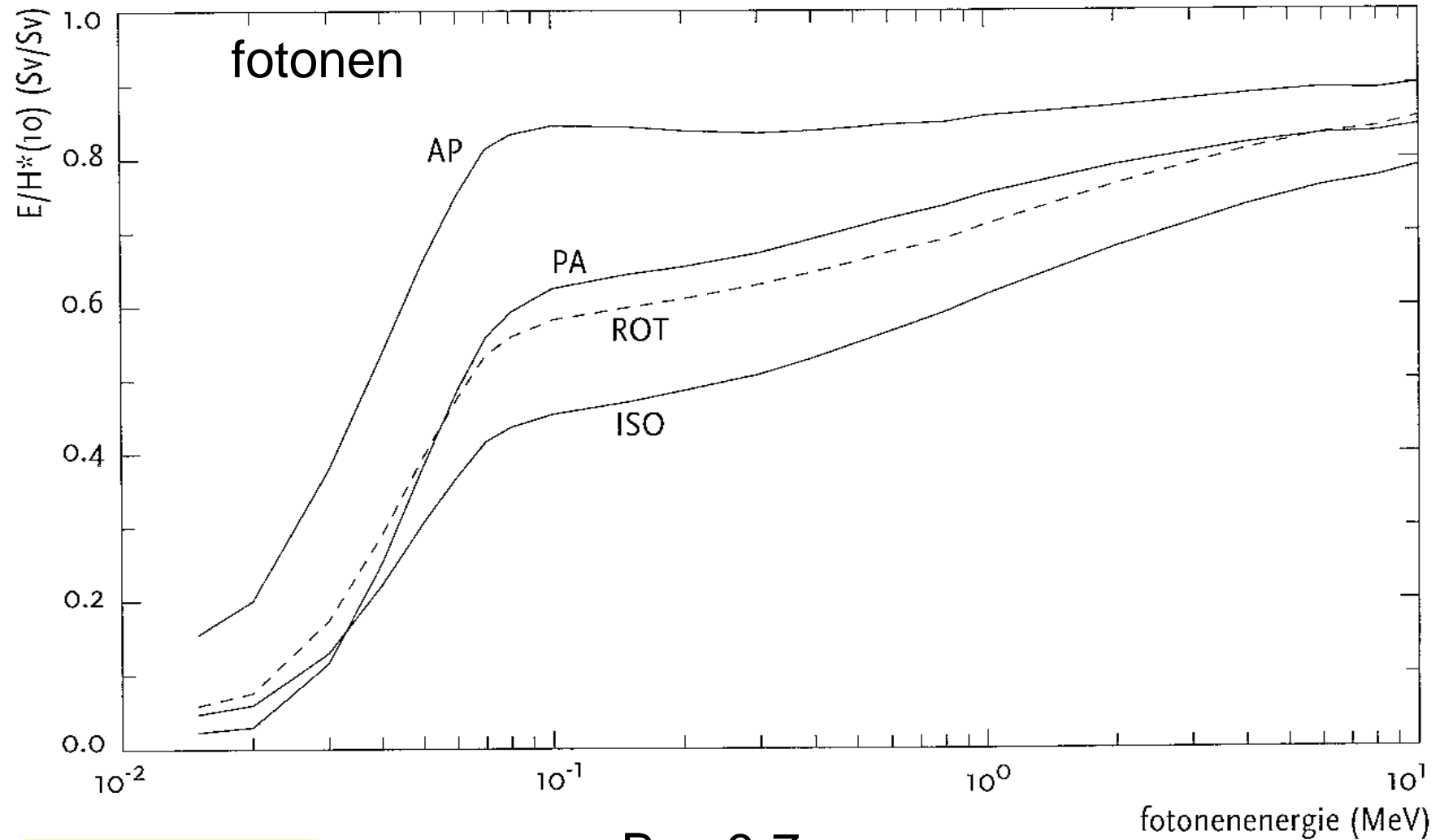
LAT = lateraal
van opzij

ROT = roterend





$H^*(10) \neq E$



Bos 6-7

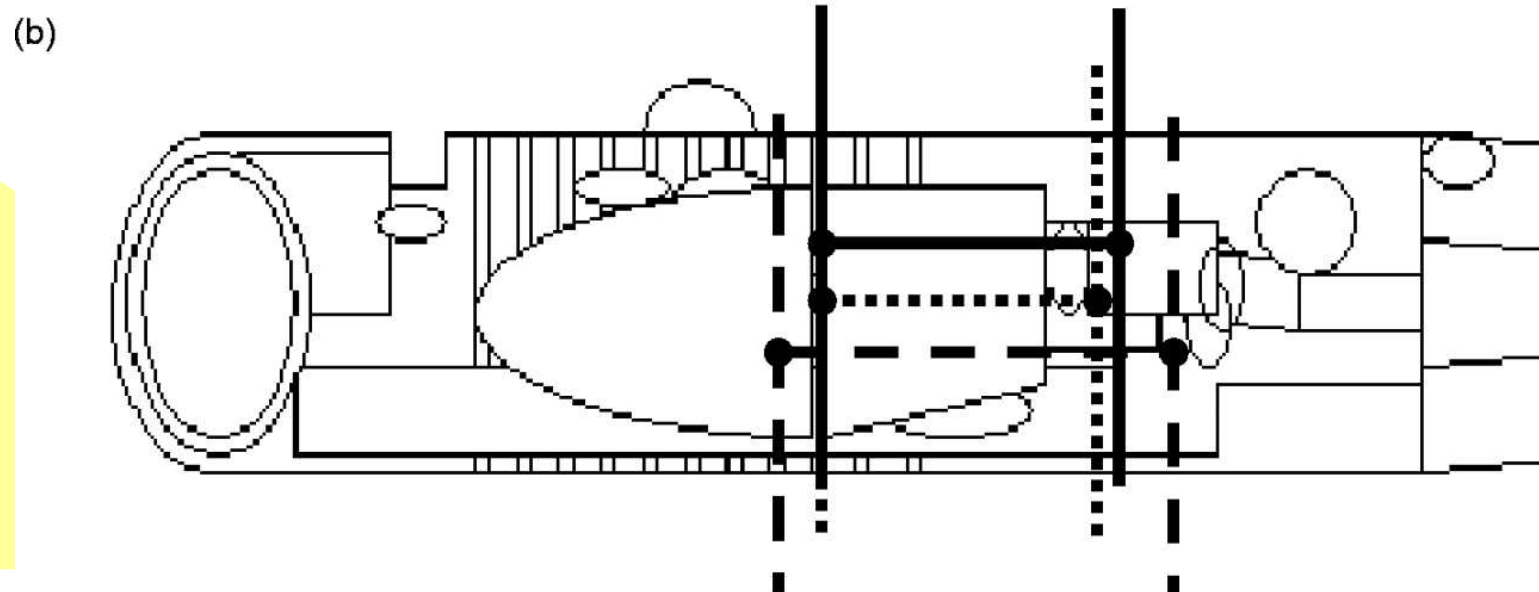
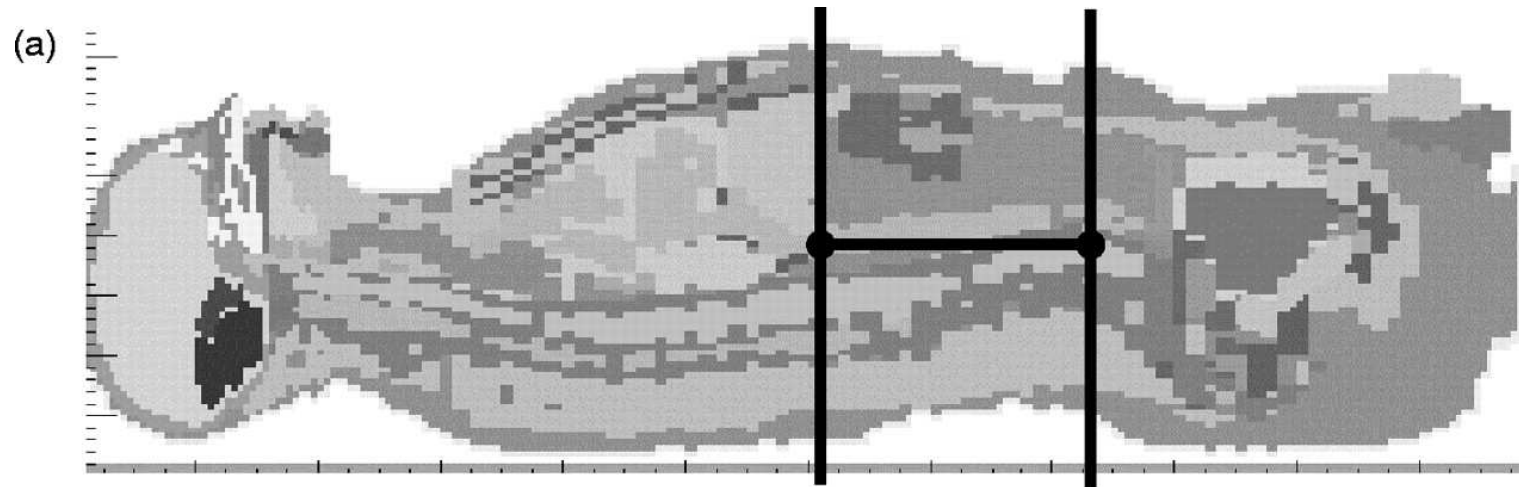


voorbeeld fantoom





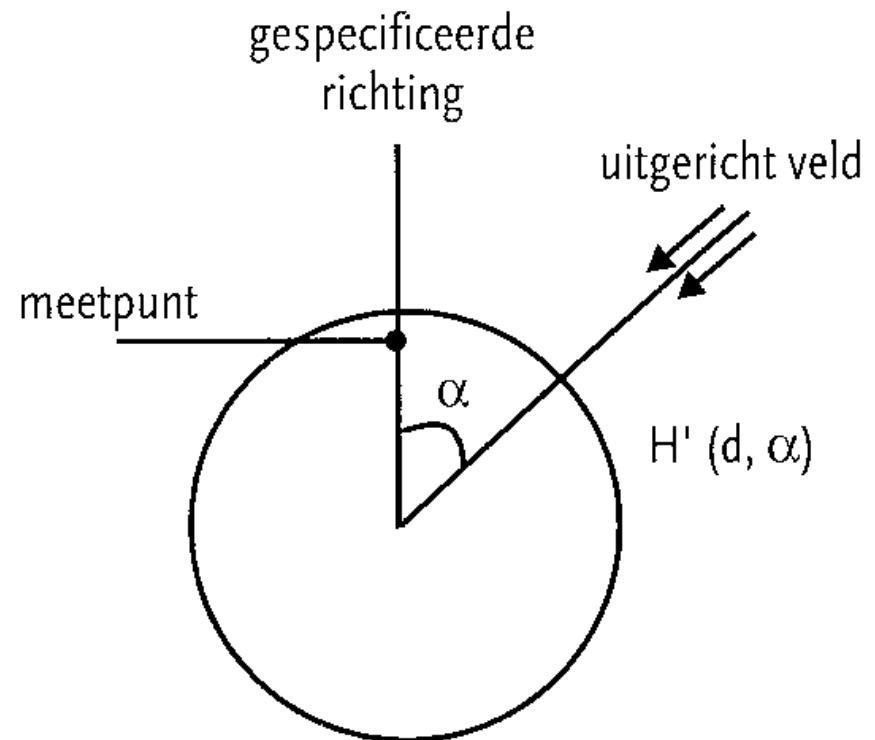
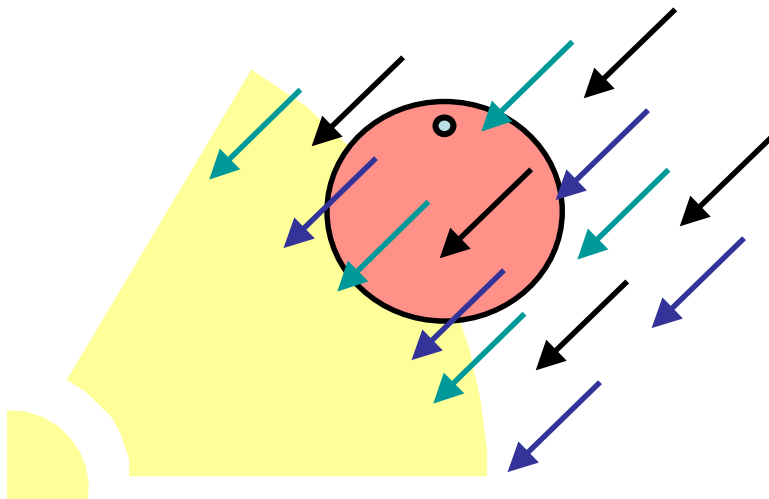
Mathematical phantom used in NRPB CT dose calculations





Richtingsdosisequivalent

- $H'(d, \Omega)$
- d = diepte in mm
- Ω = richting in graden
- veld
 - uitgericht
 - uitgebreid





$H'(d) \neq E$

Maar:

- $H'(10, 0^\circ) \approx E(AP)$
- $H'(10, 180^\circ) \approx E(PA)$
- $H'(10, 90^\circ) \approx E(LAT)$





Persoonsdosisequivalent

- $H_p(d)$
- Dosimeter op het lichaam
- lichaamsafhankelijk
- meten
 - antropomorf fantoom
 - ICRU-bol
 - ICRU-slab





figuur 6-9

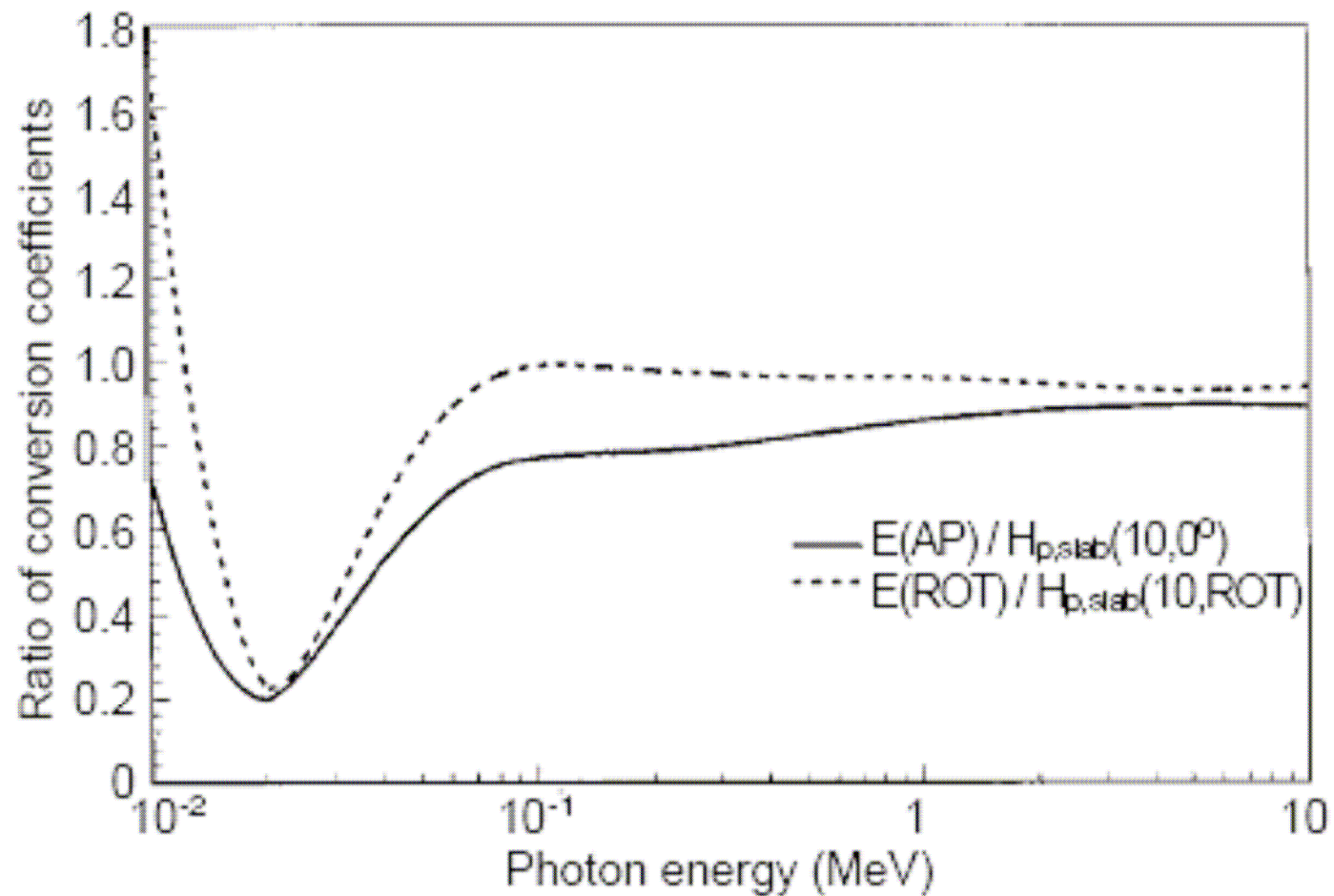
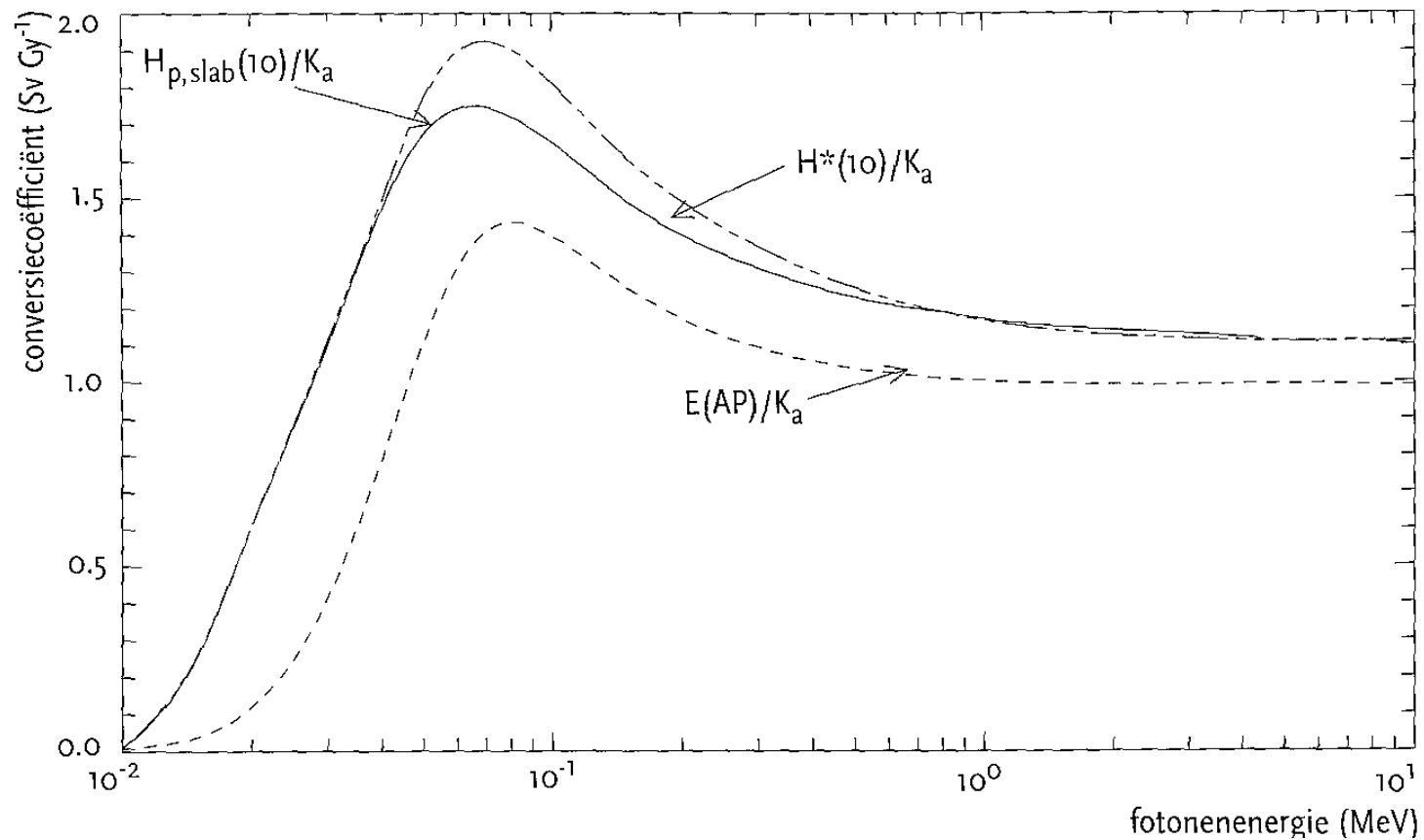


Figure 8. Ratio of conversion coefficients for E and $H_{p,slab}(10)$ for monoenergetic photons up to 10 MeV in AP and ROT geometries.



Berekenen van $H_p(10)$

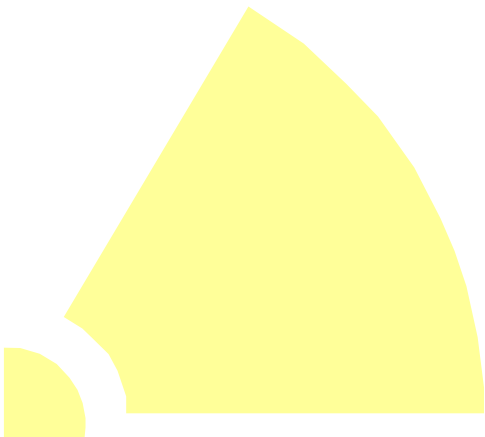
- Omrekening $K \rightarrow H_p(10)$
- lage E: 0 Sv/Gy
- dus $H_p(10) = 0$!





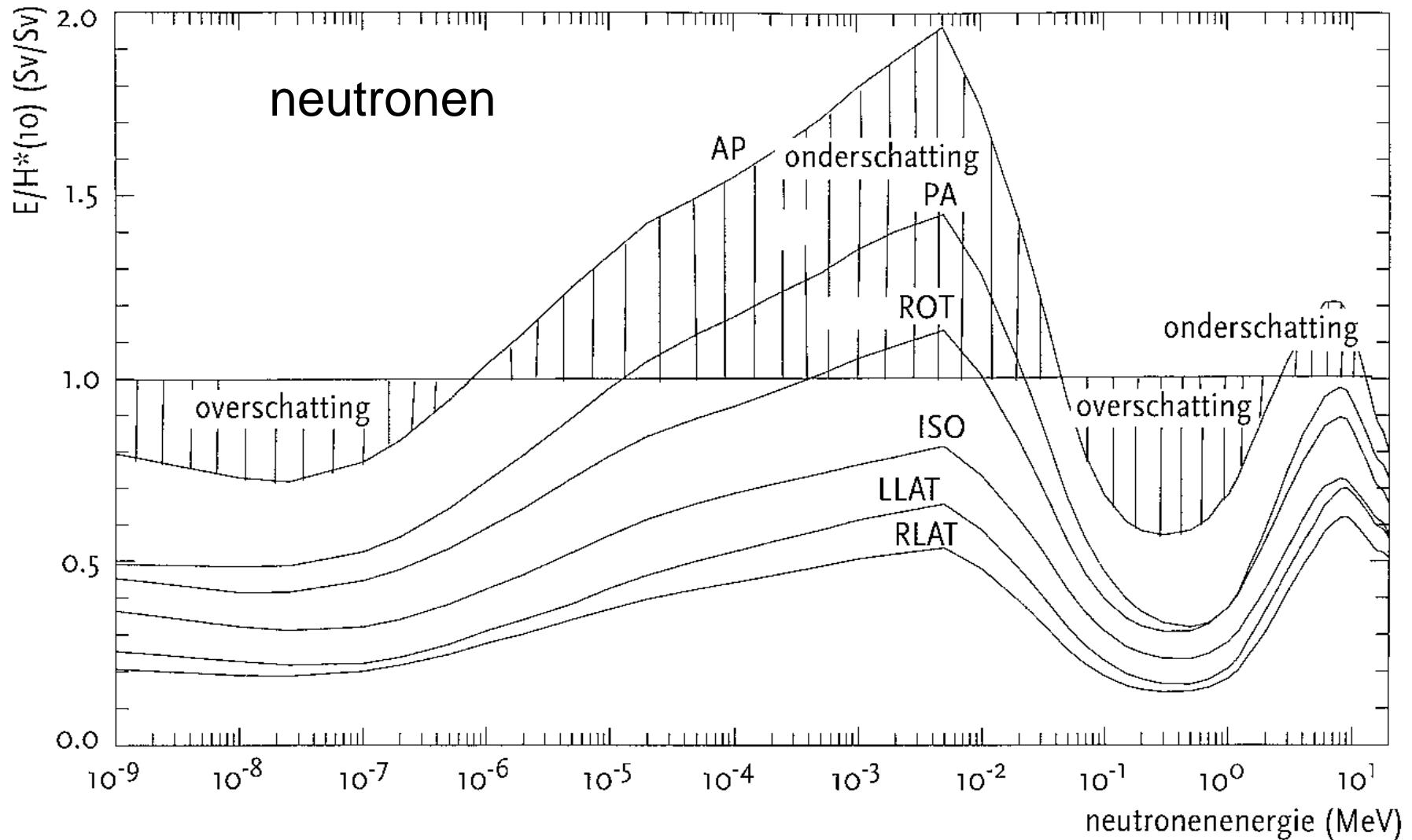
Neutronen

- meten $H^*(10)$ met ICRU-bol
- soms onderschatting !



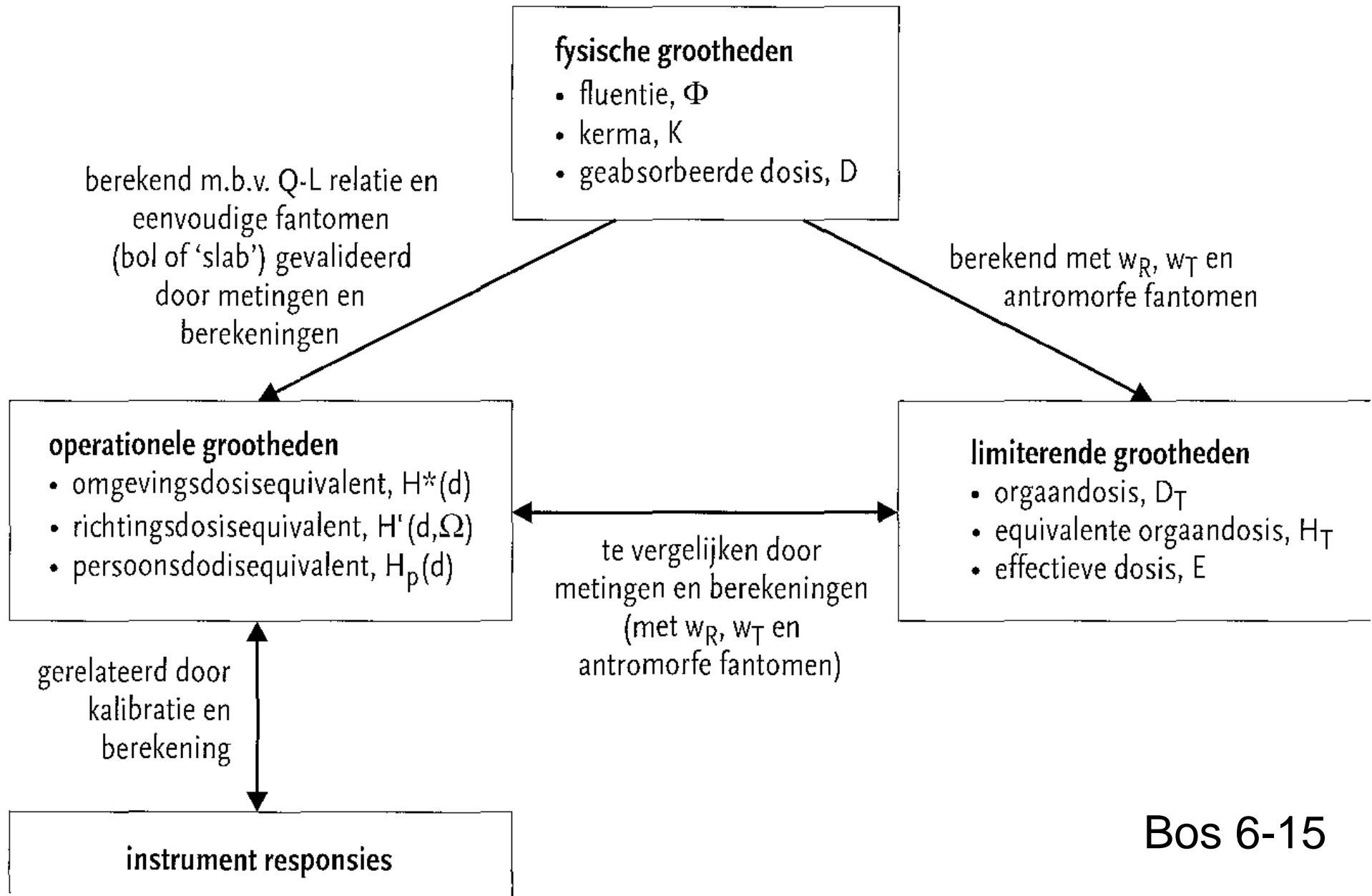


$H^*(10) \neq E$



Bos 6-8

Relaties tussen grootheden





Berekenen $H^*(d)$

- Omgevingsdosisequivalenttempoconstante $h(10)$

$$H^*(10) = h(10) \frac{A}{r^2}$$





limiterend of operationeel?

- b. het apparaat, waarin de ingekapselde bron zich bevindt, is zodanig opgesteld, dat op de plaats waar zich personen kunnen bevinden geen uitwendige bestraling van enig deel van het lichaam kan worden veroorzaakt, die een omgevingsdosisequivalenttempo van meer dan 7,5 microsievert per uur tot gevolg heeft;

V. Bergplaats

- a. de bergplaats is uitsluitend bestemd voor de opslag van radioactieve stoffen en voldoet aan de volgende eisen:
- de effectieve dosis aan de buitenzijde is zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. In ieder geval wordt op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van het oppervlak van de bergplaats een dosisequivalenttempo gemeten van meer dan 1 microsievert per uur;