

# Patientstrålskydd

Röntgenveckan 2013

Uppsala

Alexander Englund

Sjukhusfysiker



# Agenda - Patientsäkerhet

- Röntgenrör
- Röntgenspektrum
- Röntgenparametrar – kV, mAs
- Filtrering
- Inbländning
- Raster
- Genomlysning - Pulsad strålning
- Förstoringsteknik
- Kompression
- Externa strålskydd



# Röntgenrör – Hur röntgenstrålning produceras

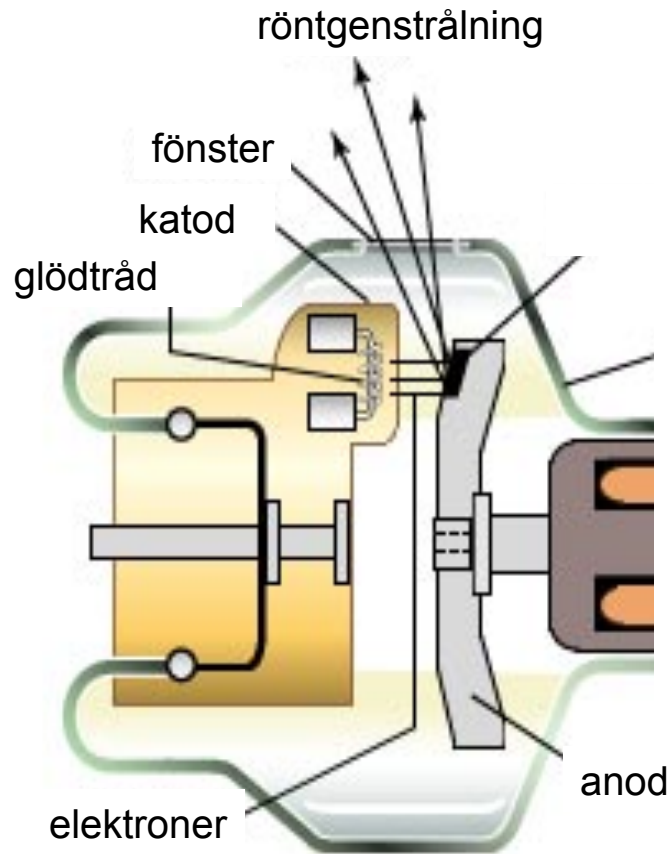


# Röntgenröret – artificiell strålkälla

Röntgenröret är en strålkälla som kräver elektrisk ström (mA) och spänning (kV) för att producera strålning!



# RÖNTGENRÖR



- Blykåpa

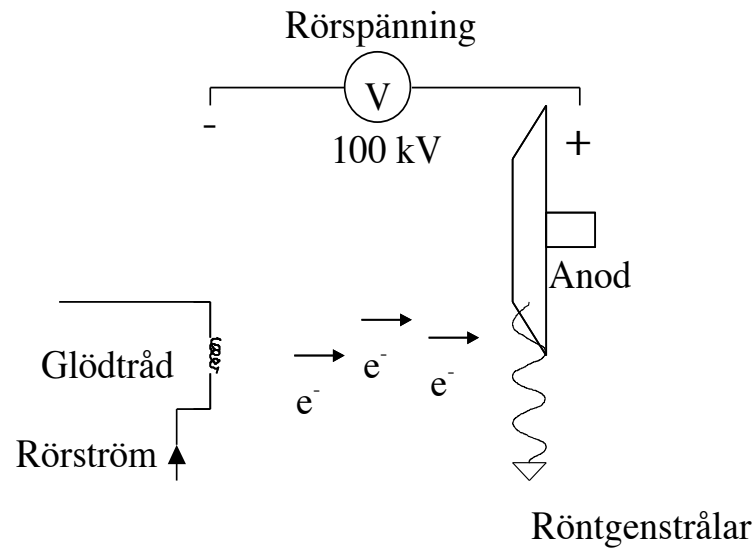
- Två elektroder: anod och katod

Katoden (glödtråden) är en tunn spiral (0.2 mm) och  
Anoden (anodtallriken) är en roterande platta

Båda vanligen av volfram (W) som har ett högt atomnummer och hög smältpunkt, 3370 °C



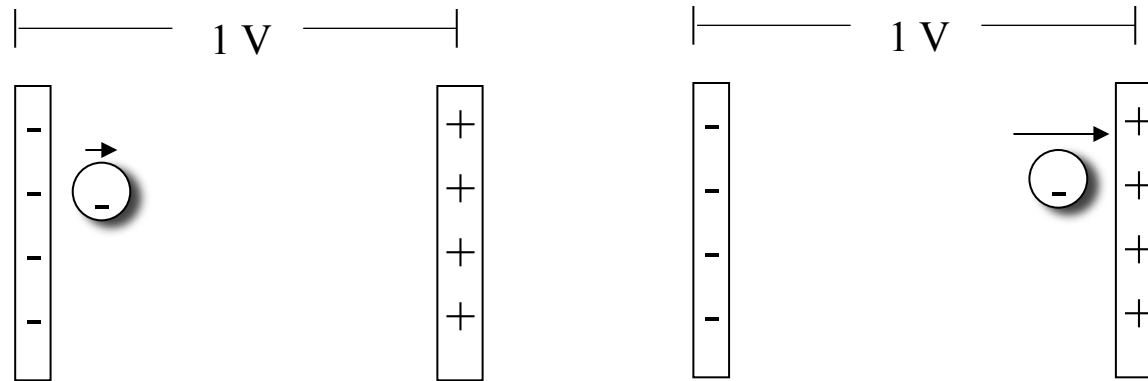
# RÖNTGENSTRÅLNING FRÅN ETT RÖNTGENRÖR



- Fria elektroner bildas vid katoden (glödtråden) då rörström är på
- Accelereras mot anoden av den pålagda rörspänningen (kV)
- Bromsas upp i anoden och omvandlar rörelseenergi till 99% värme och 1% röntgenstrålning.



# En elektronvolt (1 eV)

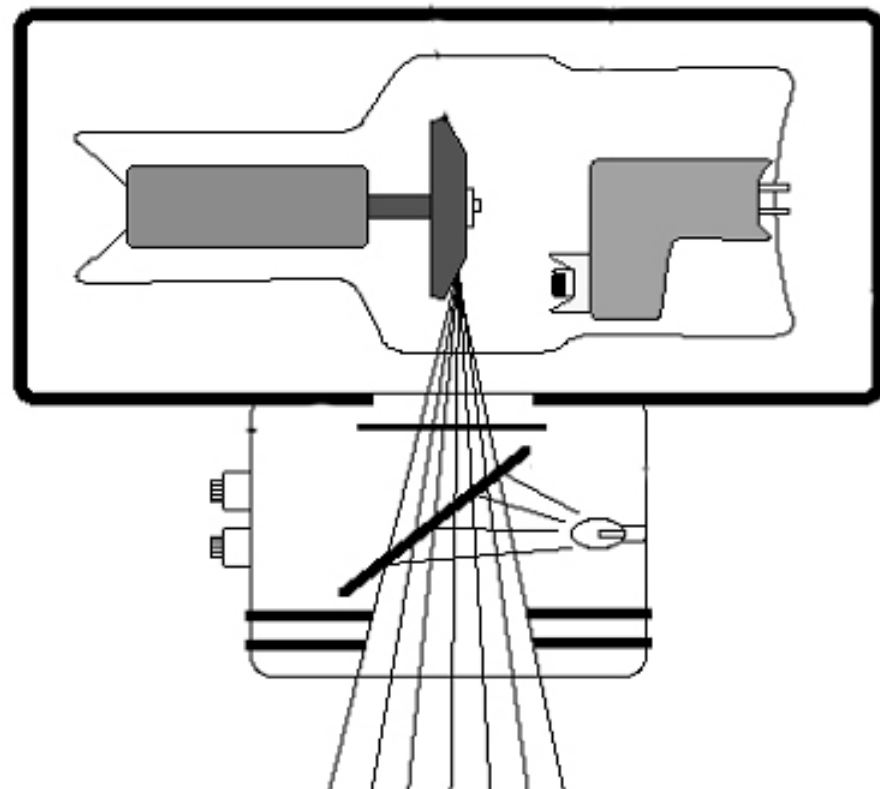


När elektronen når den positiva elektroden har den erhållit en rörelseenergi på 1 eV.

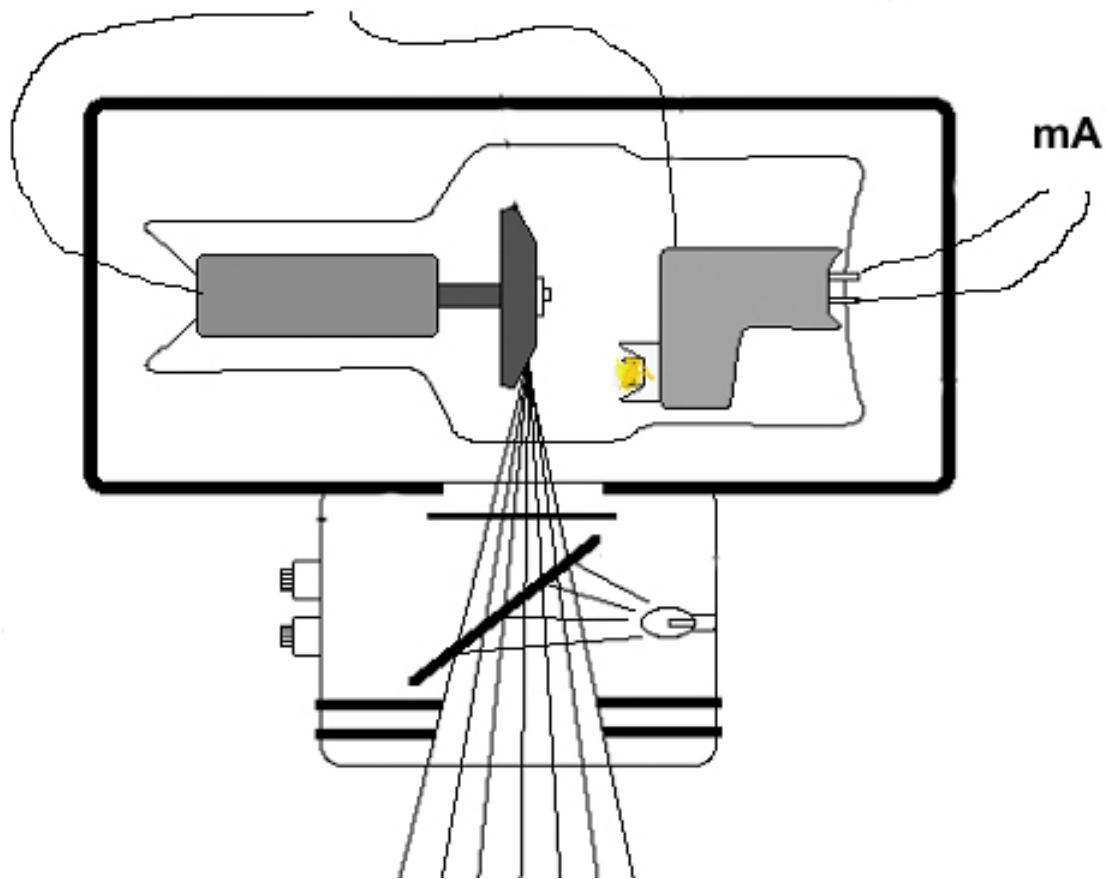
$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

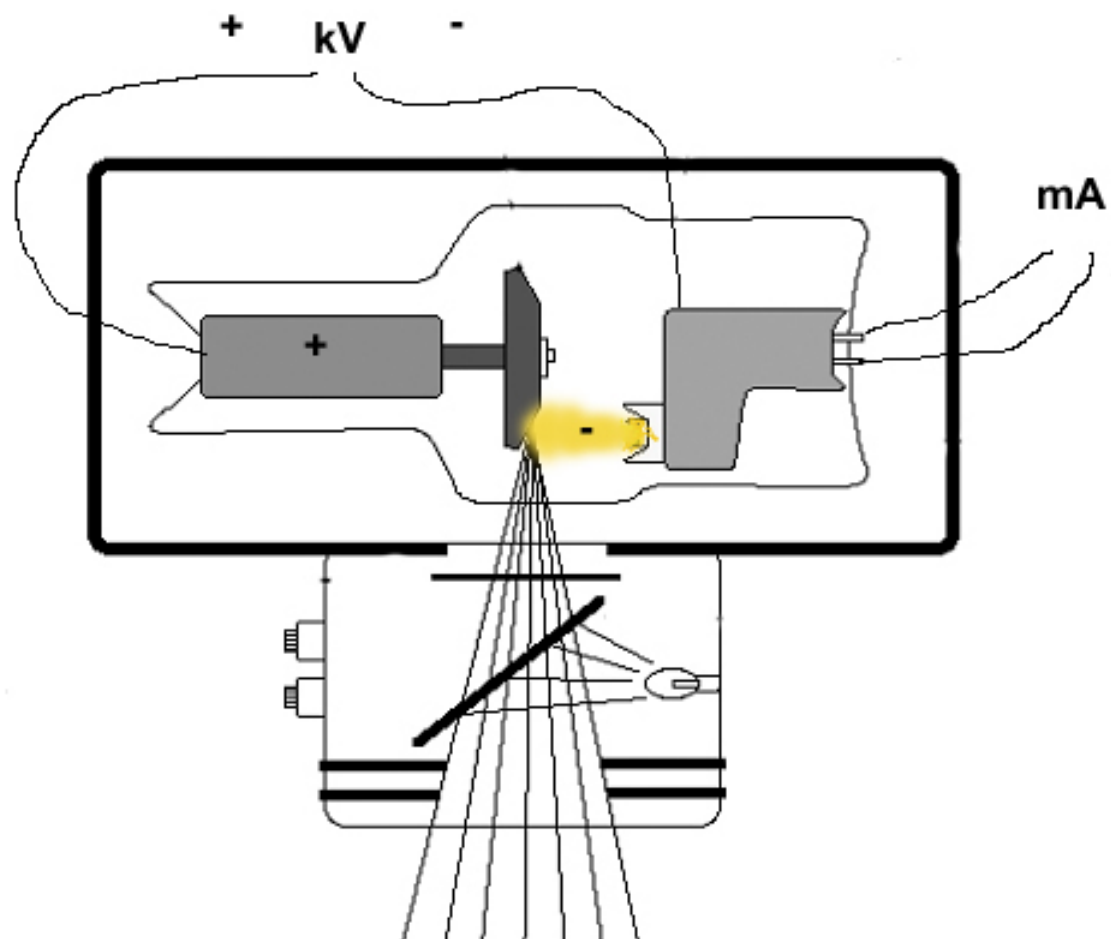
En 60 watts glödlampa förbrukar  
375 000 000 000 000 000 000 eV/sekund

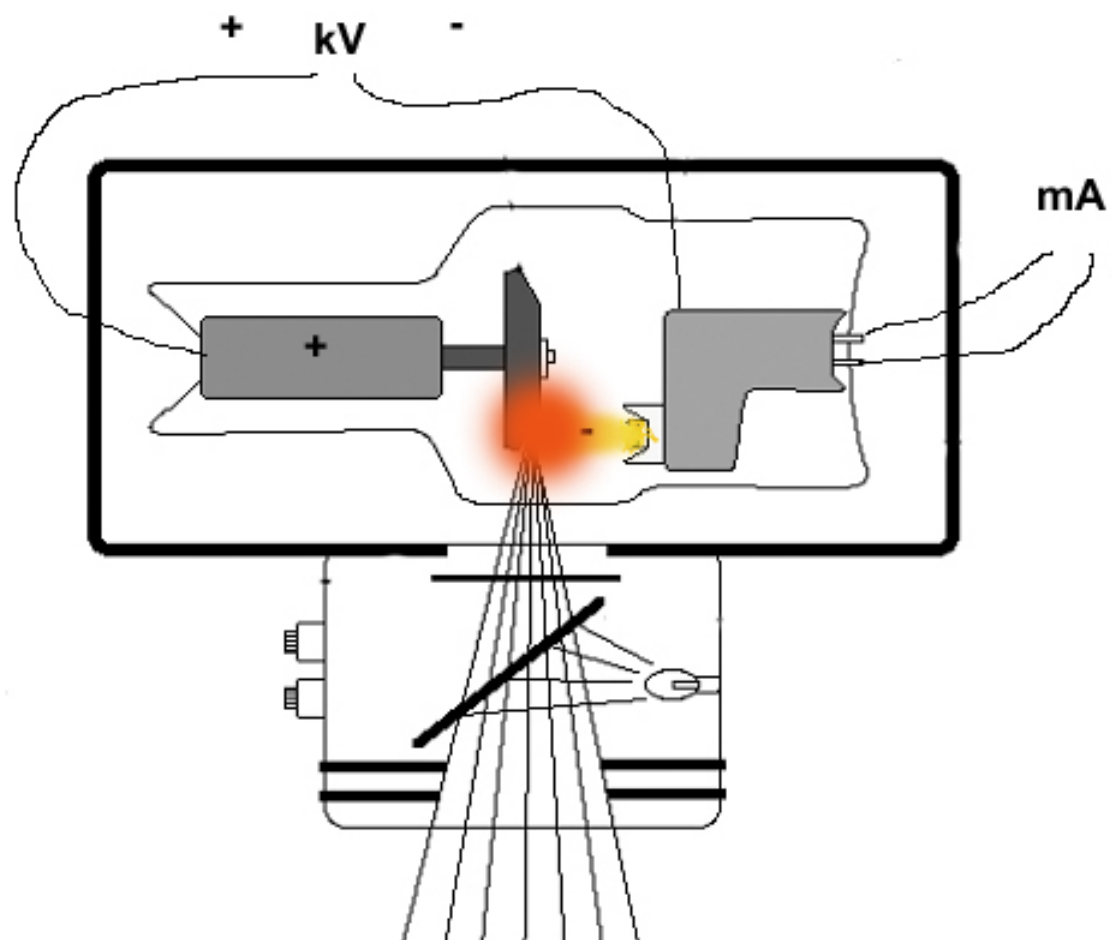


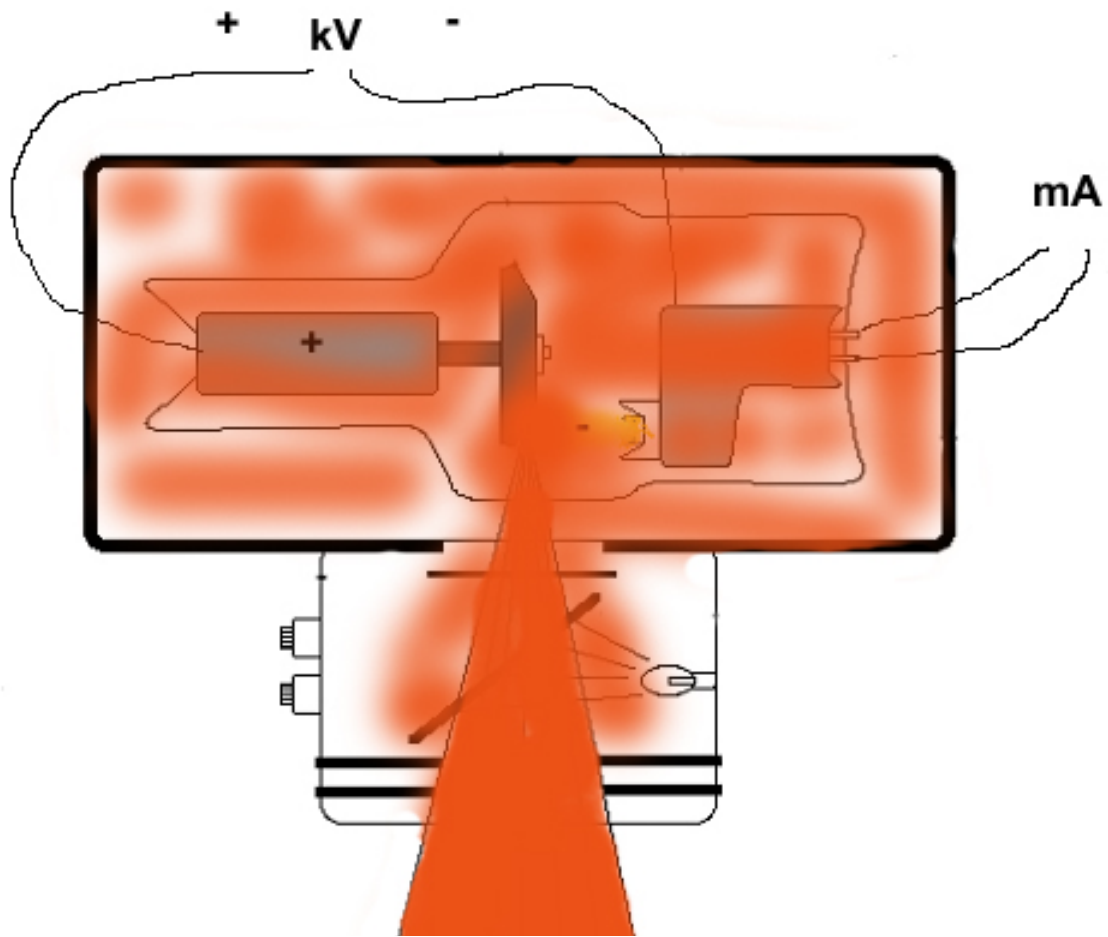




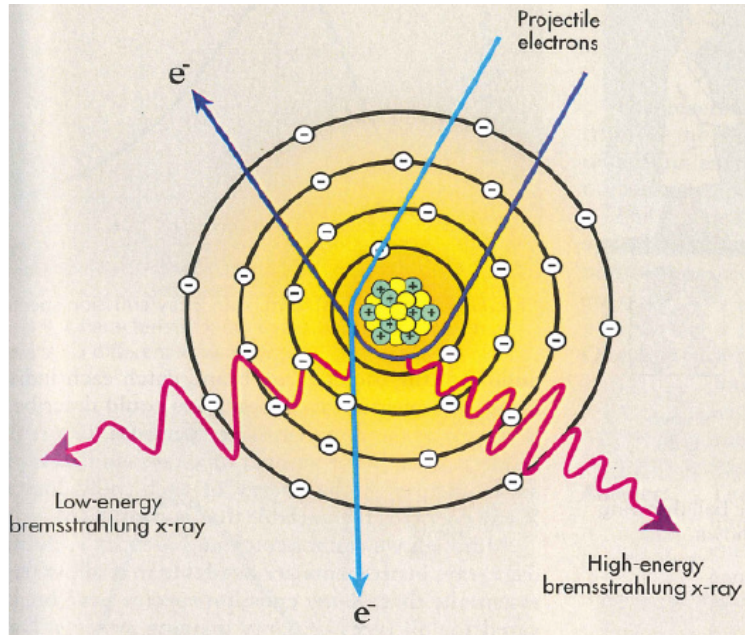






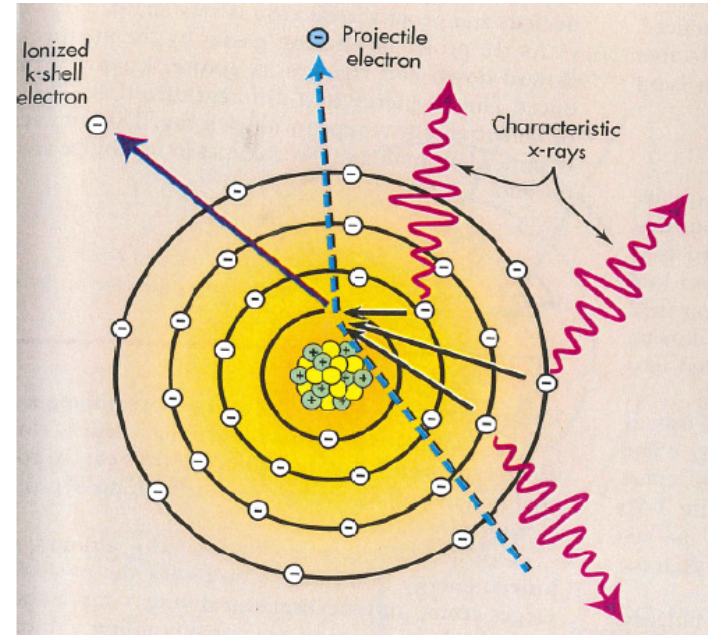


# Två slags röntgenstrålning



**Bromsstrålning** (elektronen avlänkas av kärnans magnetfält)

Spektrum av olika fotonenergier  
0-100% av elektronens rörelseenergi  
omvandlas till bråmsstrålning.



**Karakteristisk röntgenstrålning**

Specifika energier beroende på  
Anodmaterial  
Skillnad i skalens bindnings-  
energier



# ENHETER

**kilo-Volt, kV = rörspänningen**, bestämmer elektronernas rörelseenergi och alltså röntgenstrålningens högsta energi och därmed dess genomträngningsförmåga/penetrationsförmåga.

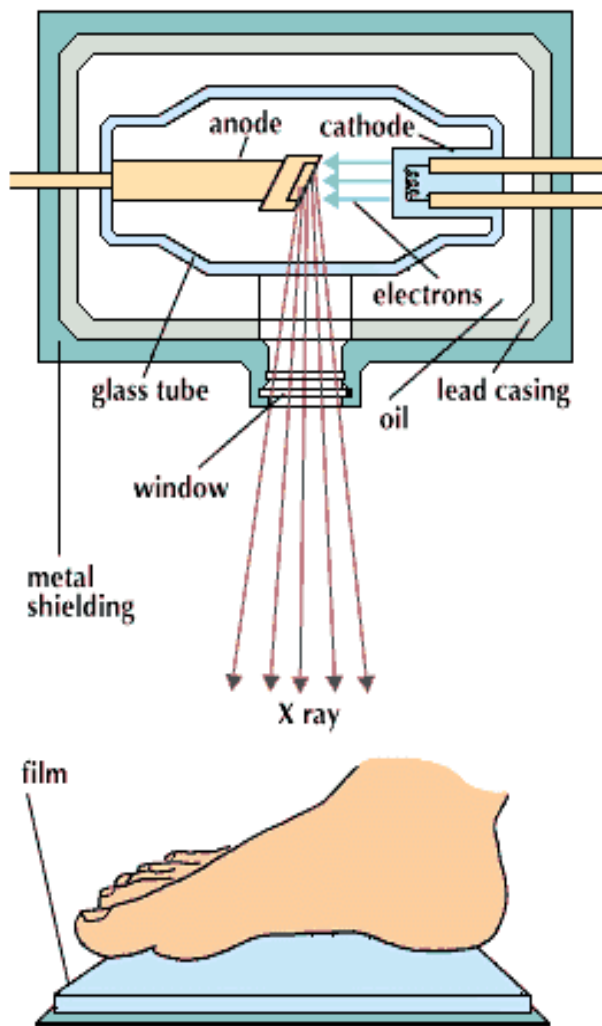
**milli-Ampere, mA = rörströmmen**, bestämmer antalet elektroner som frigörs från katoden. Påverkar röntgenstrålningens intensitet.

**s = exponeringstiden**, den tid som röntgenstrålning produceras och bestämmer därmed stråldosen till patienten givet en viss kV och mA

**Milli-Ampere-sekund, mAs-talet**, = rörströmmen multiplicerad med exponeringstiden (mA x s). mAs-talet bestämmer totala mängden strålning vid exponeringen.



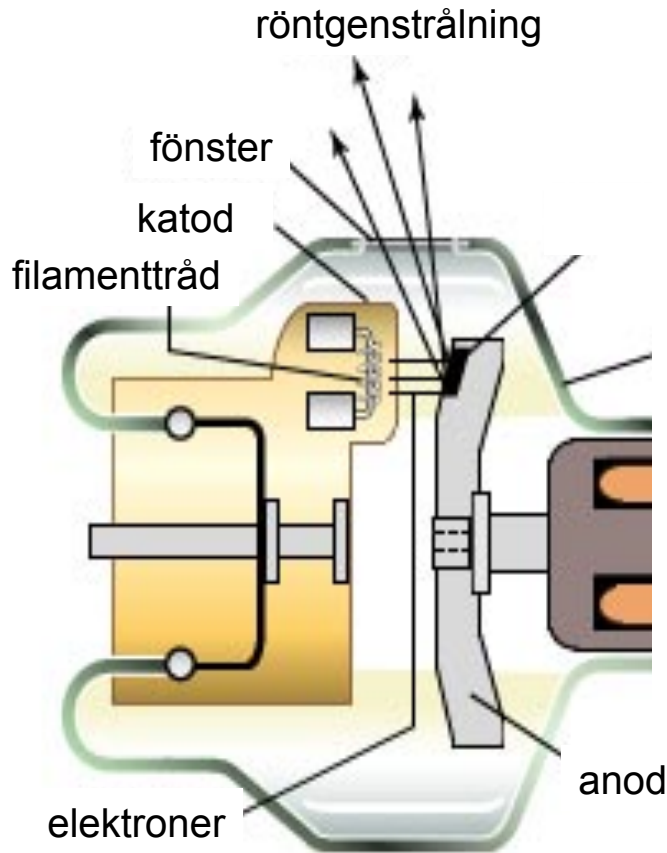
# SAMMANFATTNING röntgenröret



- Katod – frigör elektroner pga hög temperatur
- Elektronerna accelereras mot en metallyta – anod
- När elektronerna träffar anoden bromsas de upp, blir till värme och bromsstrålning.
- Röntgenstrålning 1% (bromsstrålning och karaktäristisk strålning)
- Röret måste konstrueras för att tåla värme
- Vakuum inuti röntgenröret
- Kylning (olja), roterande anod som gör att värmen fördelas på en större yta
- Anodmaterial – hög smältpunkt, t.ex. volfram som har en smältpunkt på 3370 grader



# Rörparametrar kV och mA



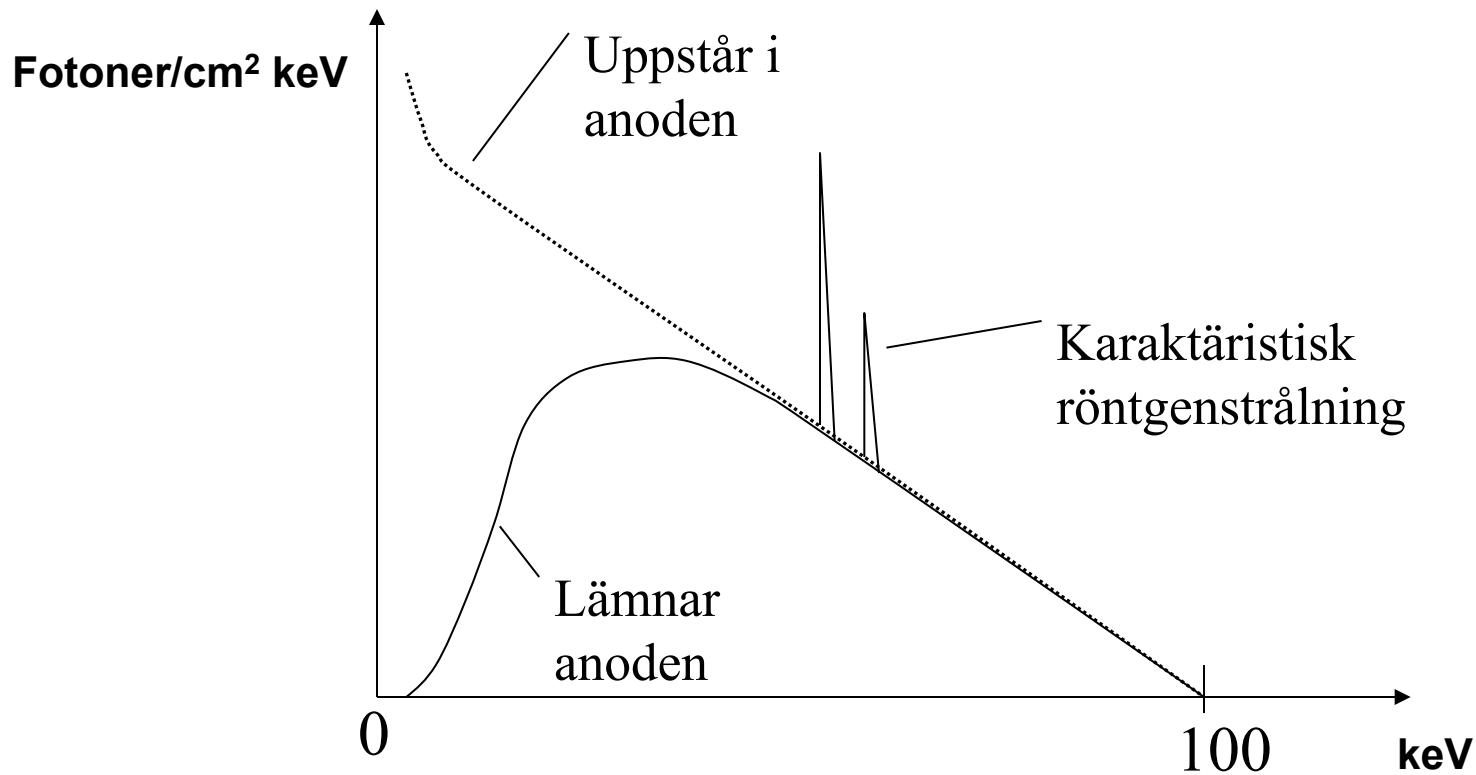
Rörspänningen, 50  
-150 kV, strålningens  
*kvalitet*

Rörströmmen,  
0,5-800 mA,  
strålningens  
*kvantitet*





# Röntgenspektrum



Vid en rörspänning på 100 kV skapas röntgenstrålning med energier upp till 100 keV

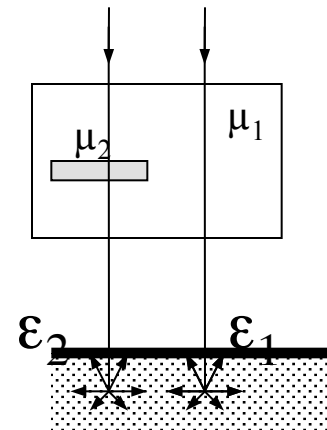
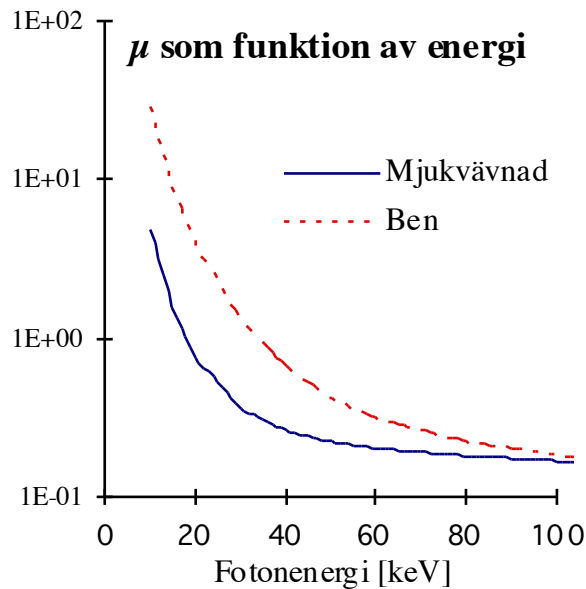
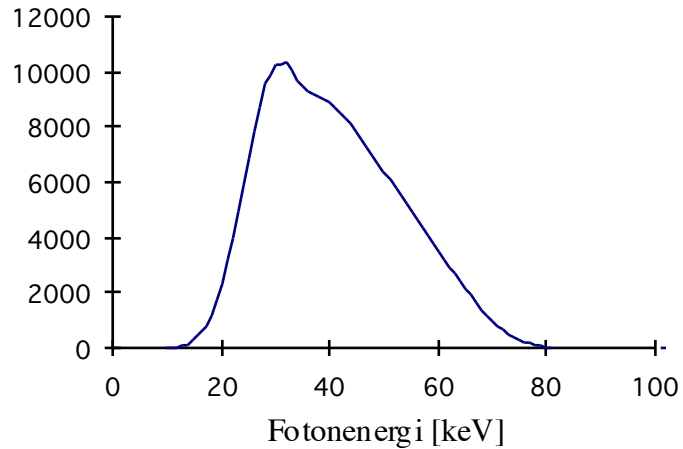
Vid en rörspänning på 80 kV skapas röntgenstrålning med energier upp till 80 keV

OSV.

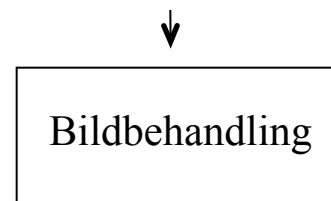


# Hur uppkommer en röntgenbild?

Spektrum 80 kVp

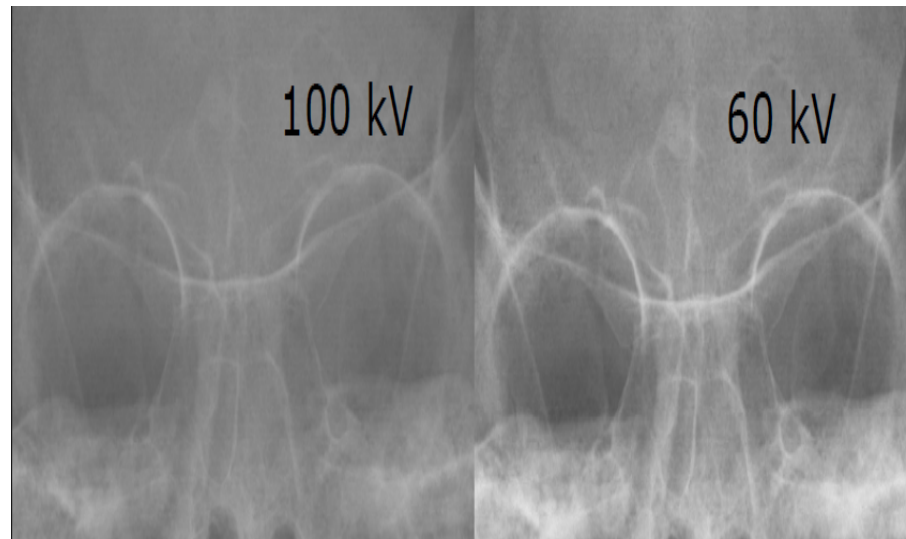


Detektor  
(1,0 % når detektorn)



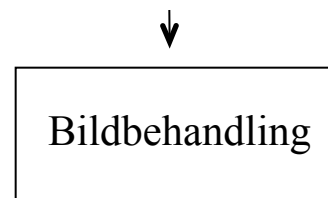
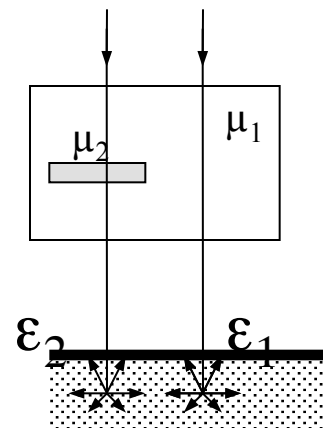
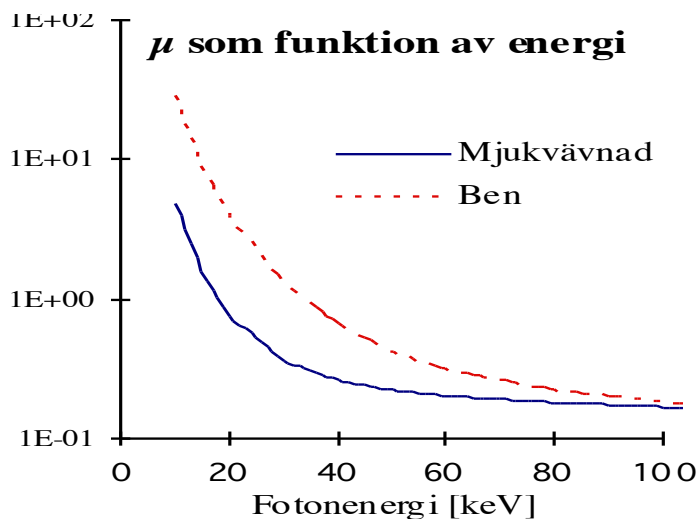
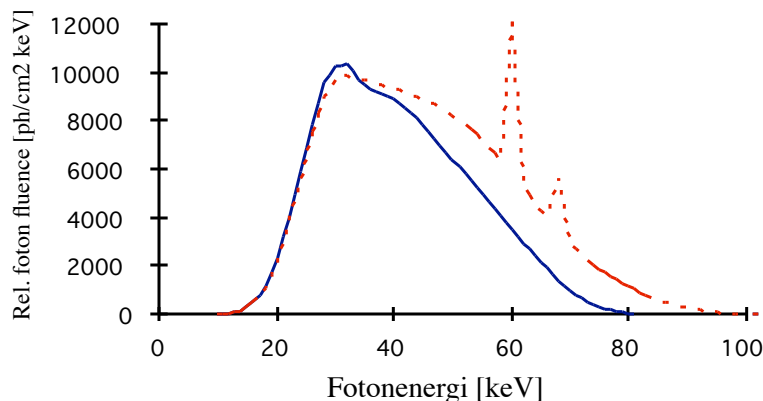
# Hur påverkar kV röntgenbilden?

- Genomslagsförmågan påverkas av energin på röntgenfotonerna.
- Energin styrs med spänningen (kV) som drar loss elektroner från glödtråden.
- Högre kV ger mindre kontrast, men också möjlighet att se detaljer i täta objekt (som tex ben).



# Vad händer om rörspänningen ökas?

Spektrum 80 & 100 kVp

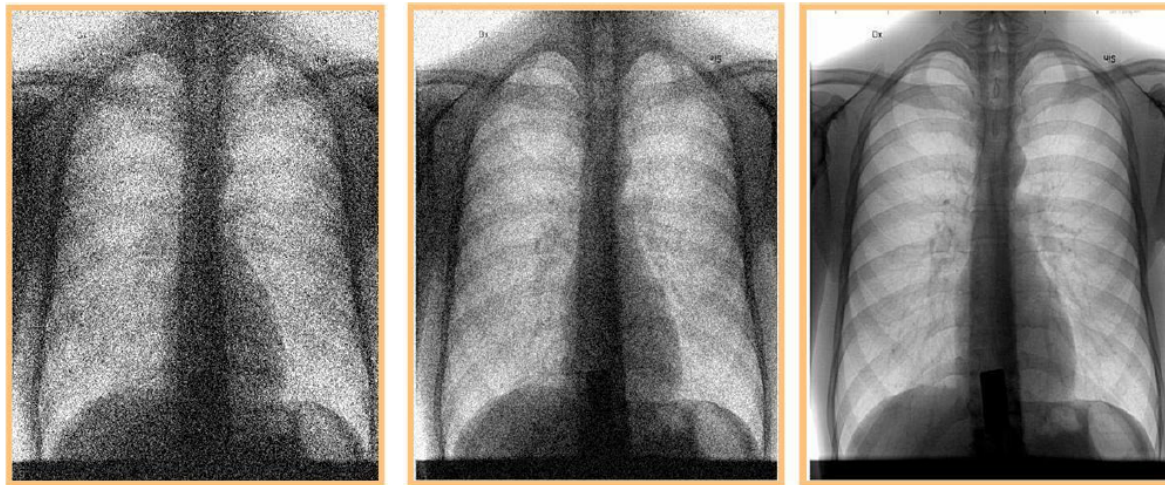


- Strålningens (fotonernas) medelenergi och intensitet (antal) ökar.
- En lägre andel av strålningen absorberas i patienten.
- Huddosen kan sänkas för samma dos till detektorn.
- Kontrasten minskar (skillnaden i dämpning mellan ben och mjukvävnad minskar).
- En liten förändring av rörspänningen ger en stor förändring i detektorsdos då både antalet fotoner och dess medelenergi ökar. **ANPASSA mAs!**

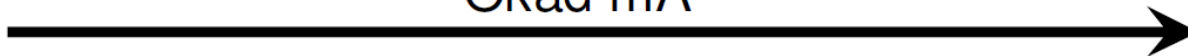


# Hur påverkar mAs röntgenbilden?

- Röntgenbildens brus påverkas av antalet röntgenfotoner som bygger upp bilden.
- Bruset styr man med laddningen (mAs). Genom att höja temperaturen i glödtråden får man tillgång till fler elektroner.
- Strömmen av elektroner från glödtråd till anodtallrik ökar.

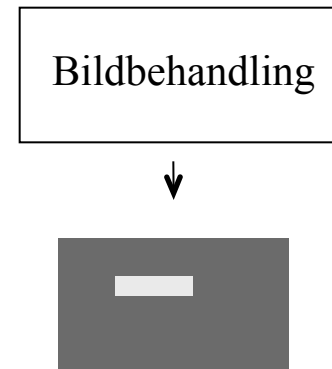
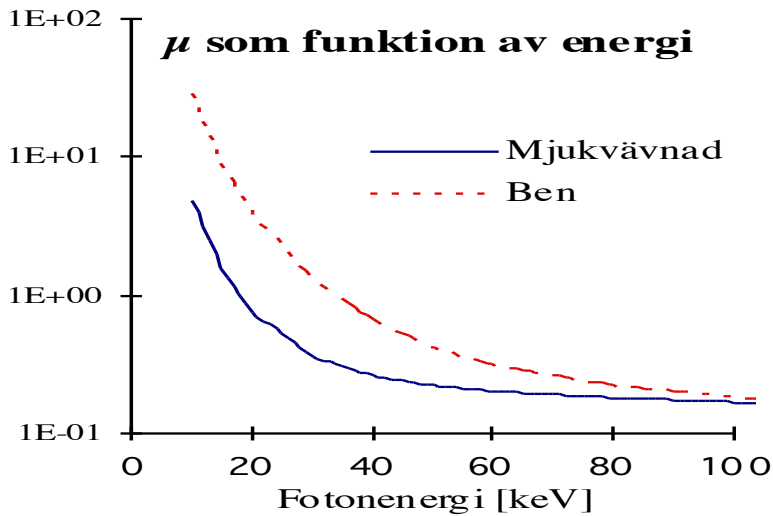
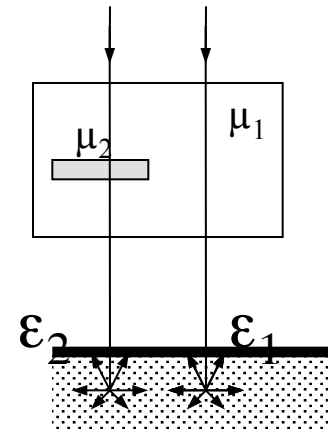
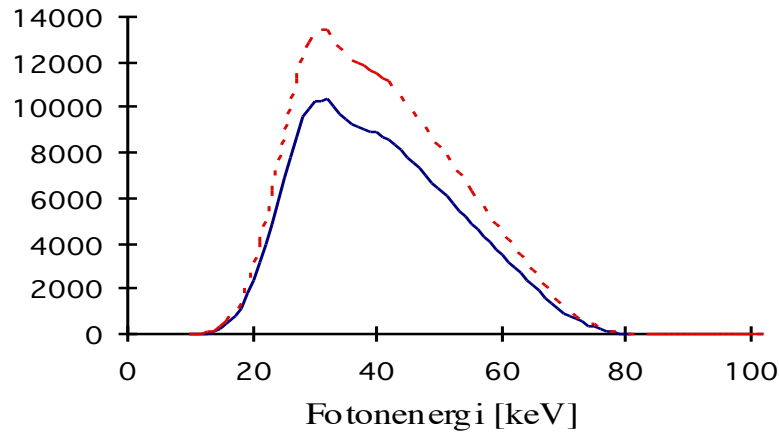


Ökad mAs

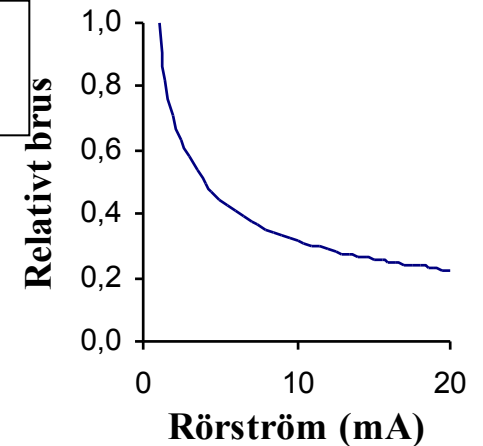


# Vad händer om rörströmmen ökas?

Spektrum med olika rörström



Brus vid ökad rörström



- Dosen till patienten och detektorn ökar linjärt med ökad rörström.
- När dosen till detektorn ökar minskar bruset i bilden.

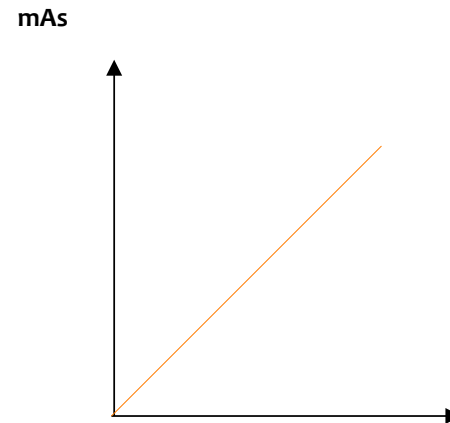


# Hur påverkar förändringar av kV och mAs patientdosen?

Dosen ökar linjärt med mAs-talet, d.v.s. dubbel mAs ger en dubbelt så hög stråldos.

Ökning av kV om mAs-talet är konstant medför att stråldosen ökar med (ökningen av kV)<sup>2</sup>.

En ökning av kV medför alltså att mAs-talet måste minskas för att få samma mängd strålning till bilden.

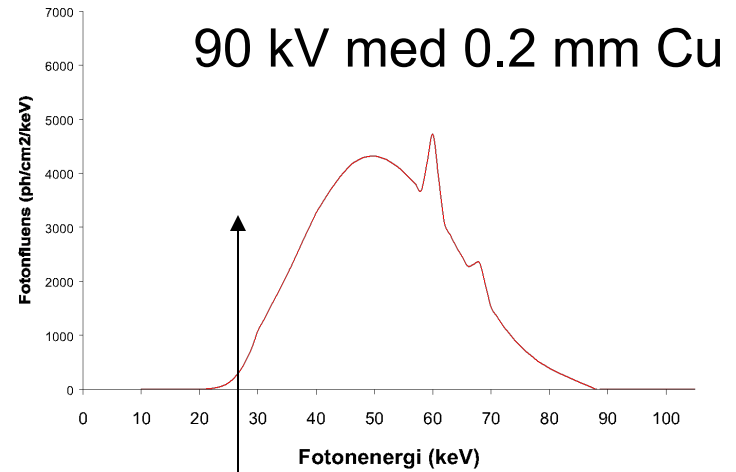
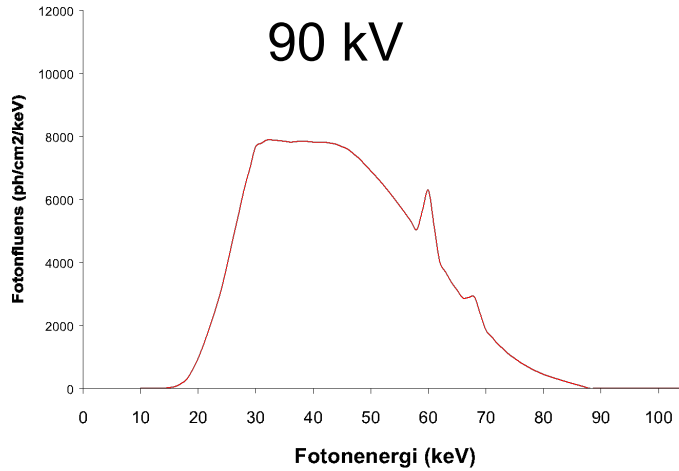


dos



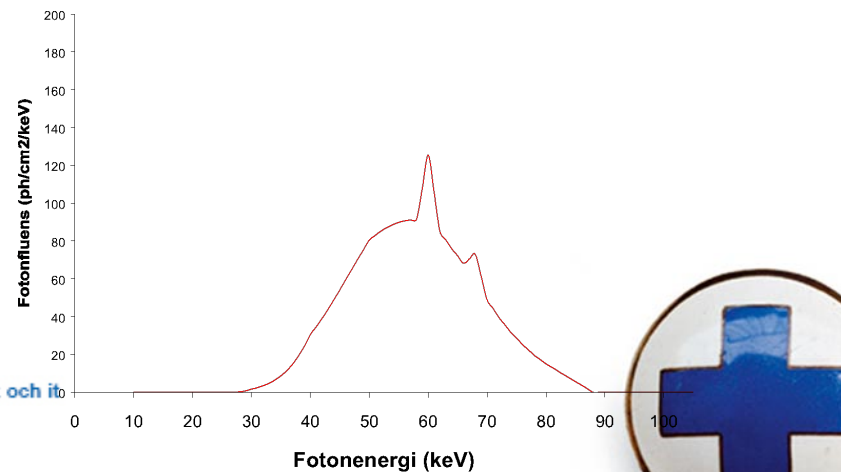
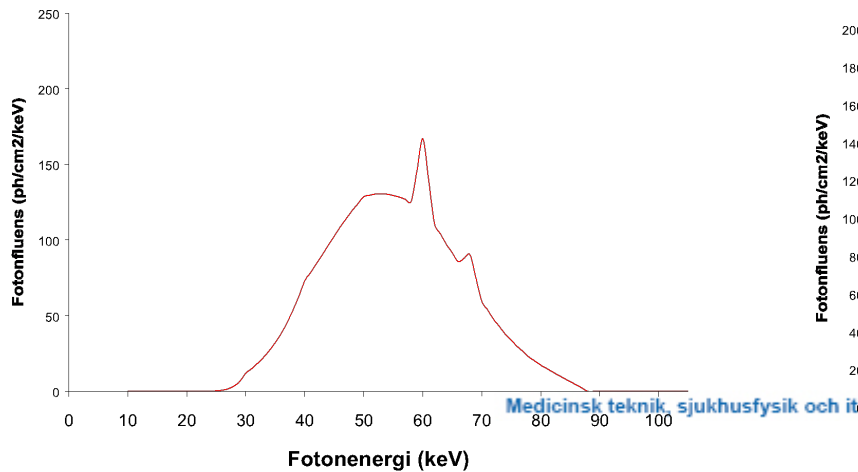
# Filtrering av röntgenspektrat

## Inkommande spektrum



Cu-filtret tar bort fotoner med låg energi

## Utgående spektrum



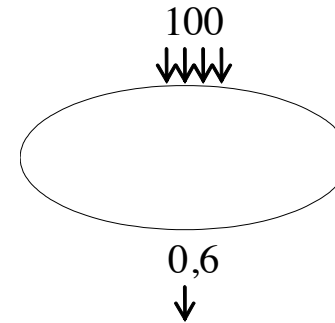


# Filtrering av röntgenspektat

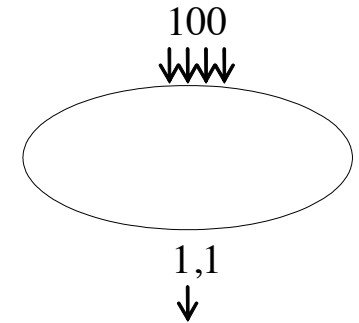
- Med ökad filtrering ökar % andelen strålning som går igenom kroppen.
- ⇒ Huddosen kan därmed minska med bibehållen dos till detektorn.
- Ökad filtrering försämrar kontrasten i bilden något.
- Ökad filtrering ökar belastningen på röret.

Vid samma huddos:

Låg filtrering

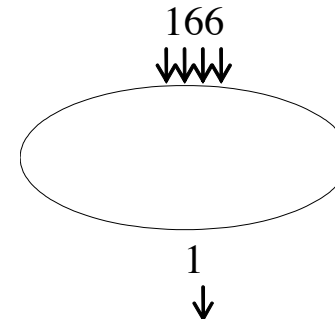


Hög filtrering

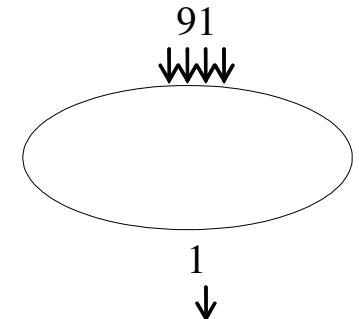


Vid samma dos till detektorn:

Låg filtrering

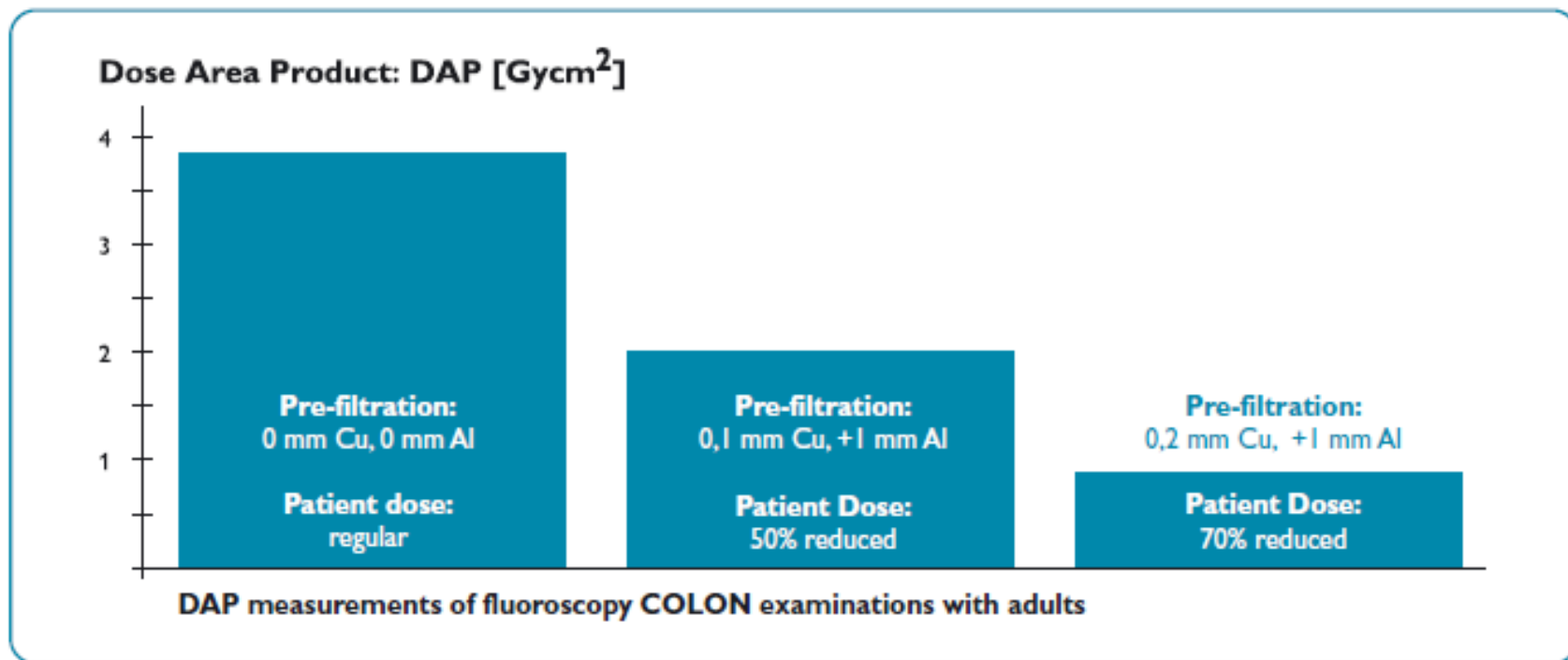


Hög filtrering



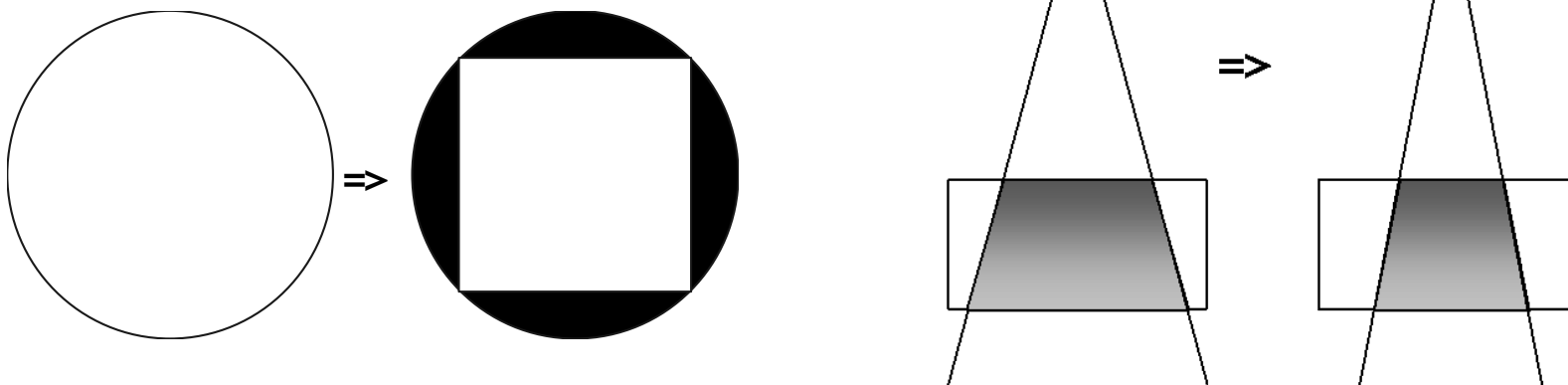
# Filtrering av röntgenstrålningen

- Exempel



# Strålfältets storlek - inbländning

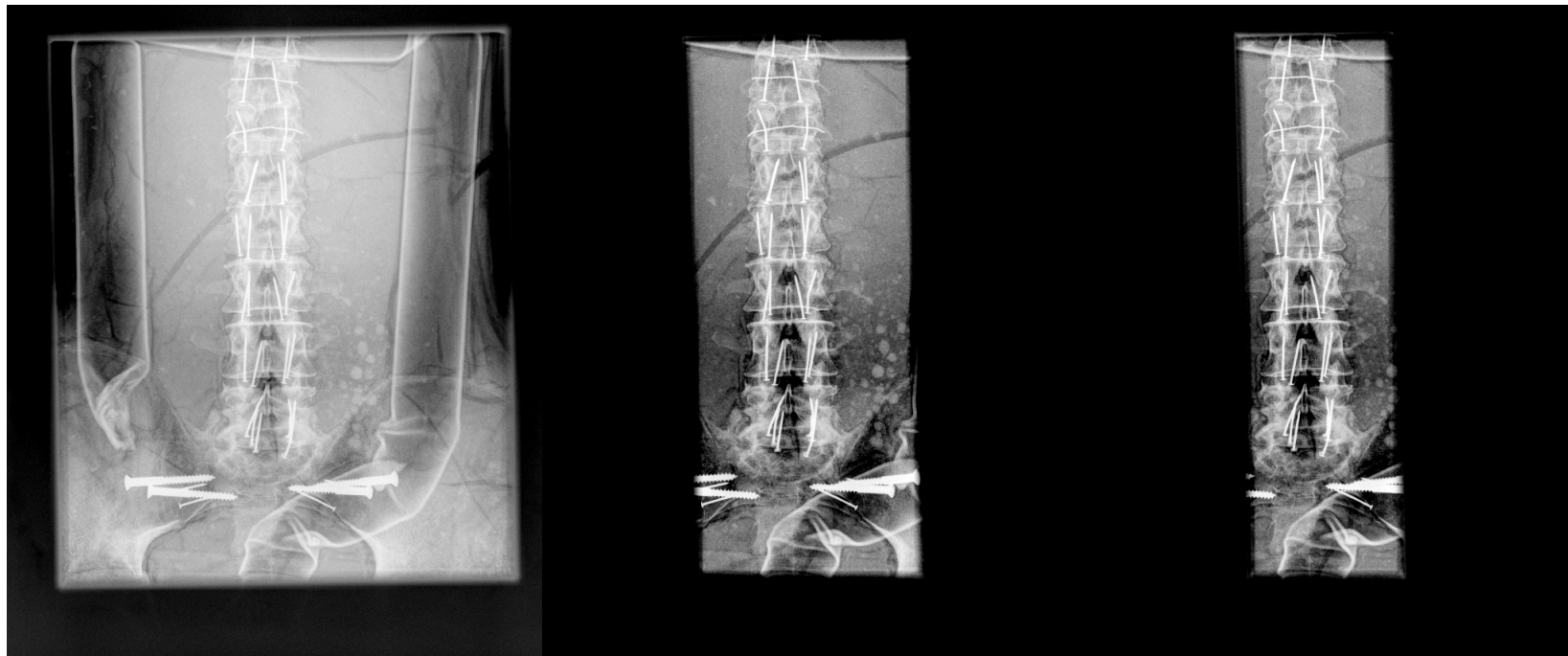
Exempel: Inbländning från cirkulärt till kvadratisk röntgenfält vid genomlysning.



Dosen minskar med minskad area på röntgenfältet (ca 40% i ex ovan).  
Minskas röntgenfältet minskas andelen spridd strålning varigenom  
bildkvaliteten förbättras.



# Inbländning – påverkar patientdosen



30x35  
Relativ stråldos 100 %

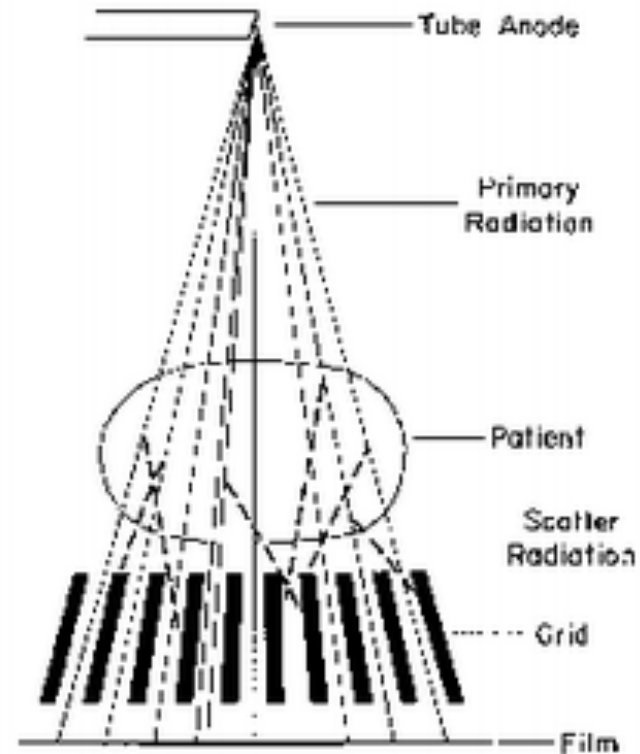
15x35  
Relativ stråldos 55 %

10x35  
Relativ stråldos 40 %



# Raster – spridd strålning

- Spridd strålning bidrar till ökat brus i bilden
- Tar bort spridd strålning som skapas i patienten
- Rörligt eller fast raster
- Fokuserande beroende på FDD
- Rasterfaktor 1,6 till 2
- Raster absorberar även primärstrålning



# Genomlysning

## - Olika sätt att ta bilder.

### **Kontinuerlig genomlysning:**

- Röntgenstrålning på under hela genomlysningssekvensen.
- Rörliga förlopp upplevs inte som ryckiga.

### **Pulsad genomlysning:**

- Röntgenstrålningen pulsas med en viss frekvens.
- God kvalitet för enskilda bilder.
- Rörliga förlopp upplevs som ryckiga.
- Lägre dos än kontinuerlig vid vissa inställningar (pulser/sekund & dos/puls).

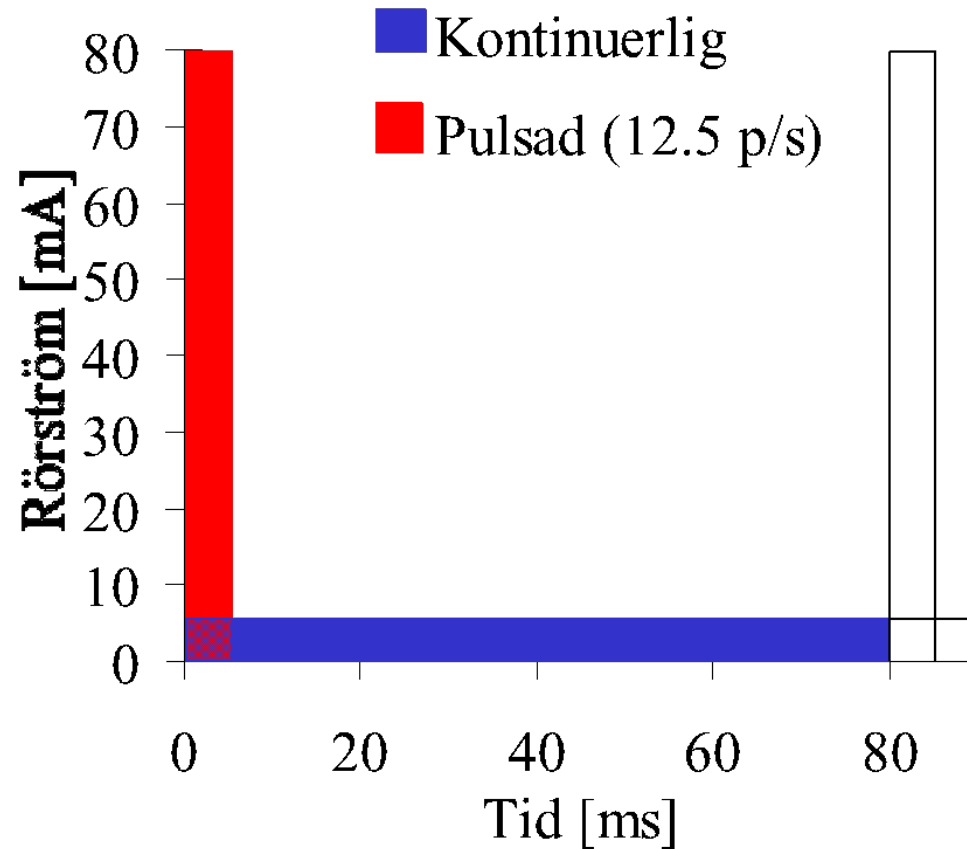
### **Förstoringsteknik:**

- Vid användning av zoom ökar huddosen.
- Ökar den spatiella upplösningen.

⇒ Viktigt att vara medveten om systemets kapacitet och funktion.



# Dos vid kontinuerlig & pulsad genomlysning

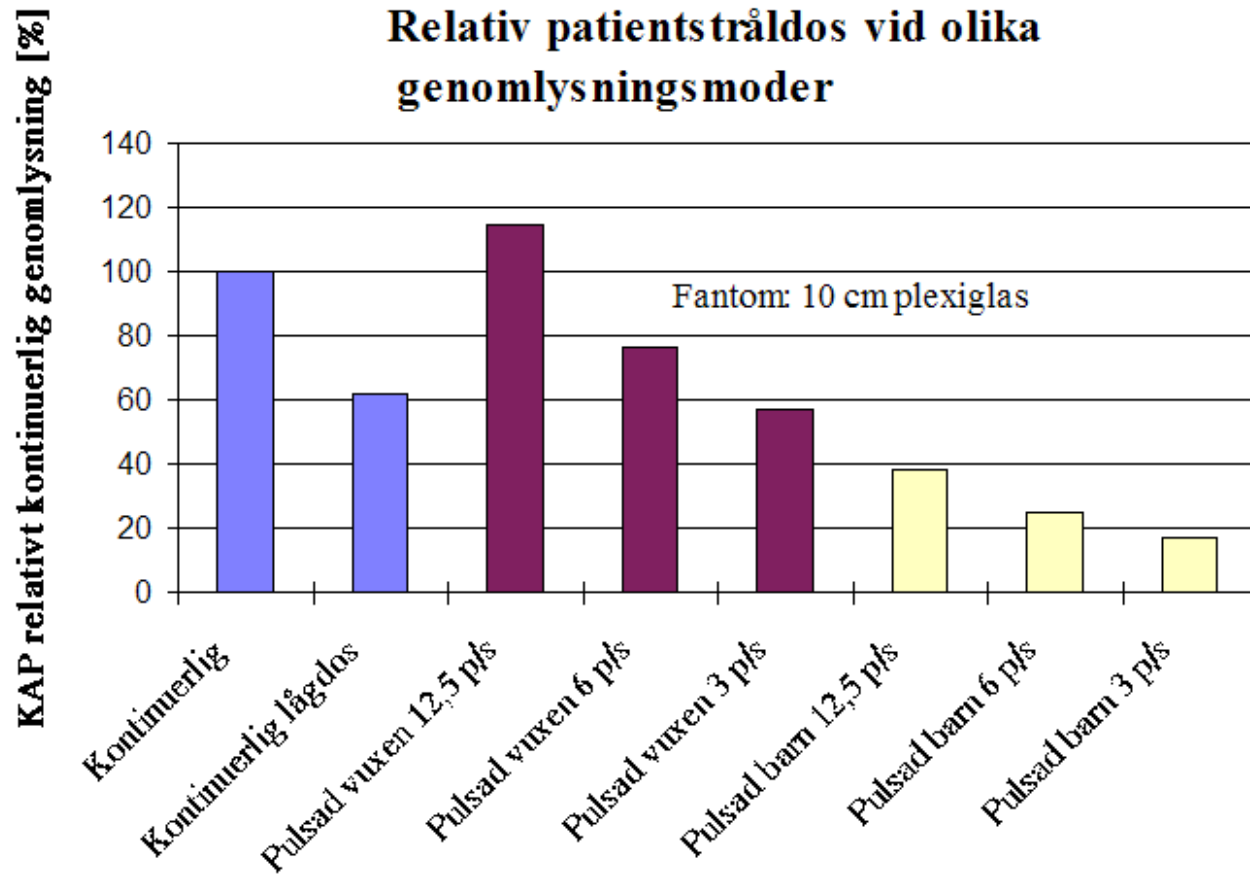


Dos från pulsad genomlysning =  $mA_{topp} \cdot \text{pulsvidd} \cdot \text{antal pulser}$

Dos från kont. genomlysning =  $mA \cdot \text{genomlysningstid}$   
(Rörspänningen antas vara den samma)

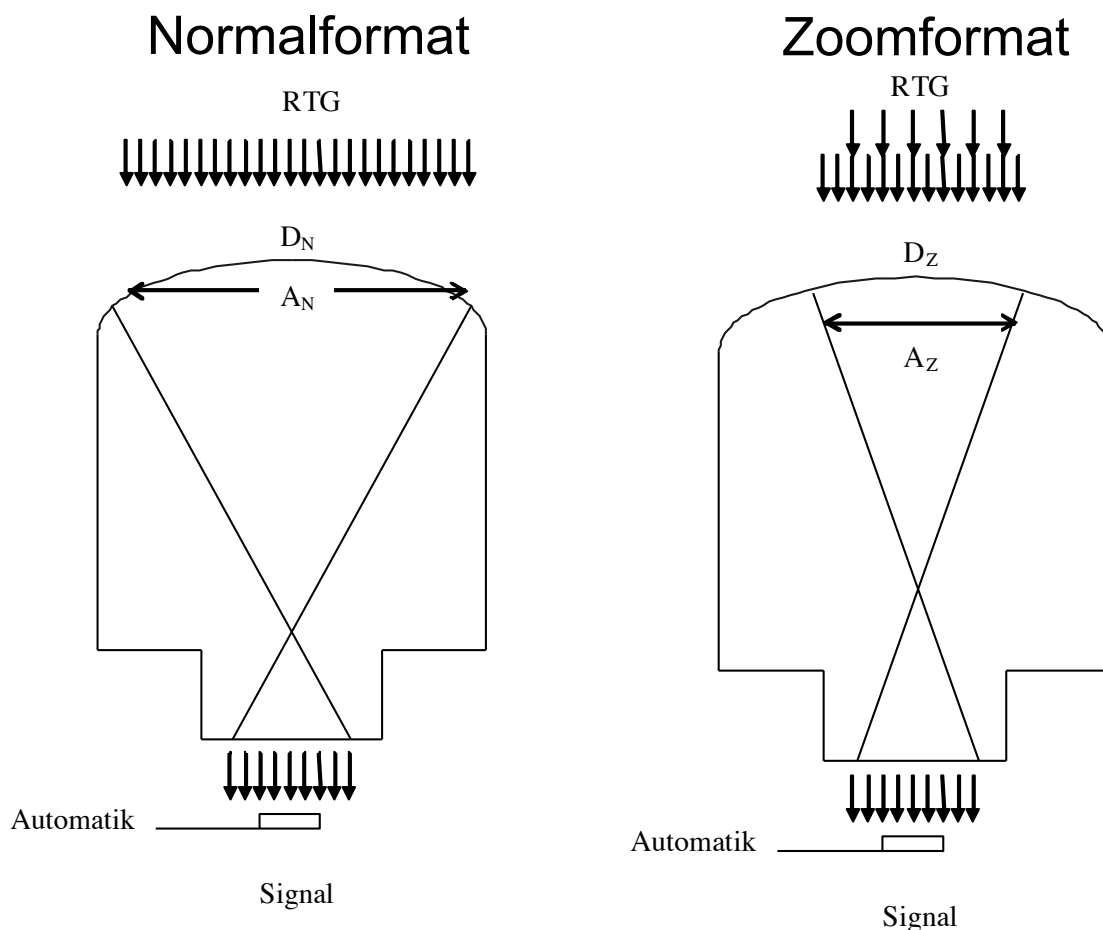


# Pulsad genomlysning – olika patientdoser





# Förstörningsteknik – ökar patientdosen



När röntgenfältet minskar minskar den ingående signalen till och automatiken som då ökar dosen (kV/mA) vilket ökar huddosen till patienten.



# Förstoringsteknik – ökar patientdos och spatiell upplösning

Format Bildmott.	23 cm	18 cm	13 cm
------------------	-------	-------	-------

---

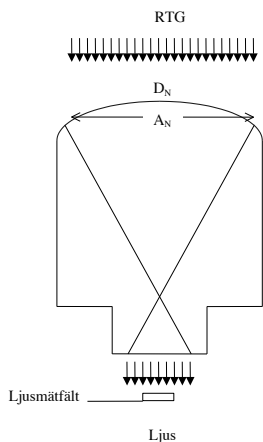
Dos till BM

Normal genomlysning	0,4 $\mu\text{Gy/s}$	0,6 $\mu\text{Gy/s}$	0,8 $\mu\text{Gy/s}$
---------------------	----------------------	----------------------	----------------------

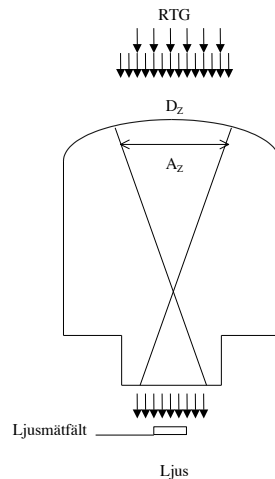
Geometrisk upplösning	2,2 lp/mm	3,1 lp/mm	3,7 lp/mm
-----------------------	-----------	-----------	-----------

---

Normalformat

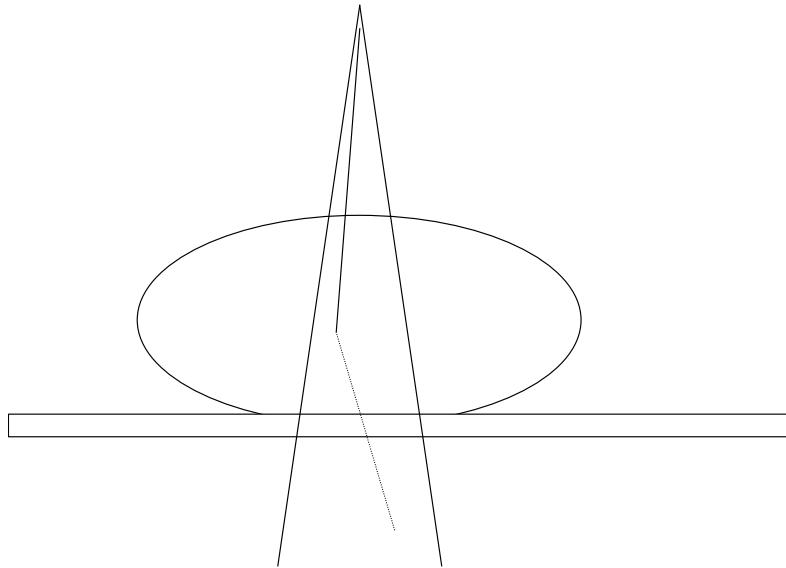


Zoomformat

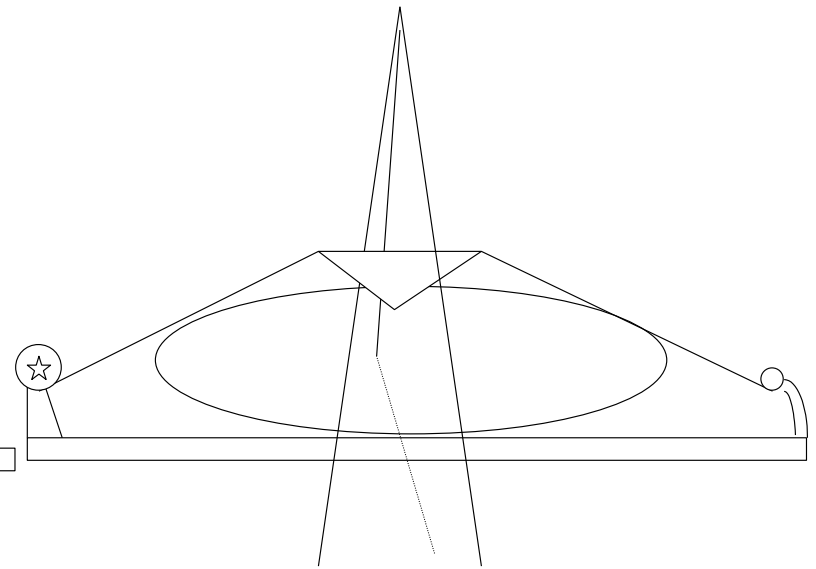


# Kompression

- Påverkar patientdos och bildkvalitet



Utan kompression



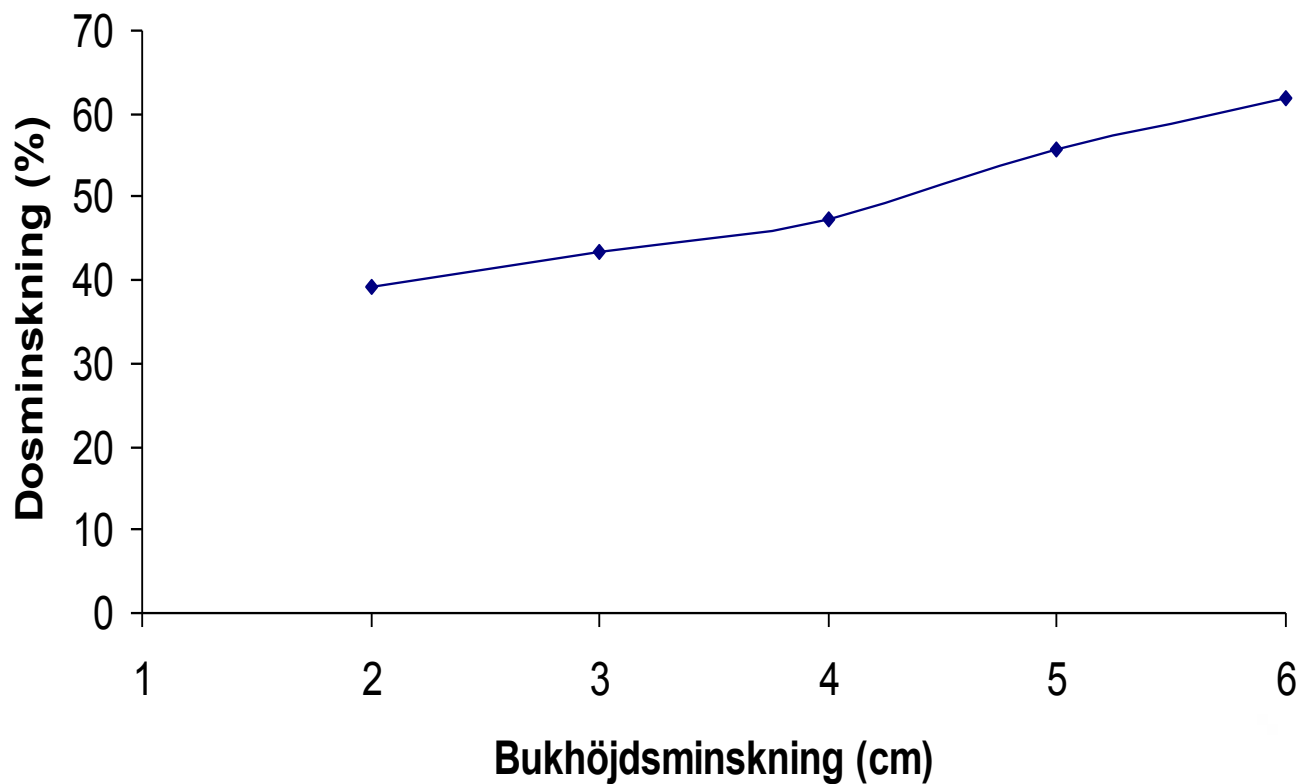
Med kompression

Bestrålad volym minskar  
=>Lägre andel spridd strålning  
=>Lägre dos



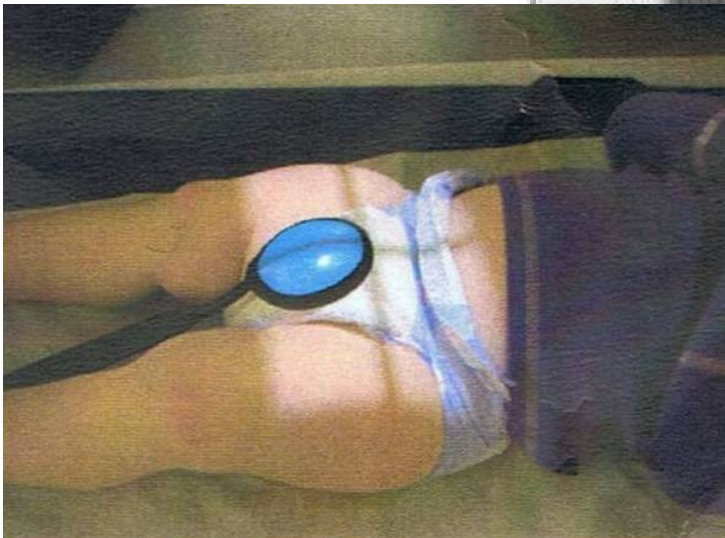
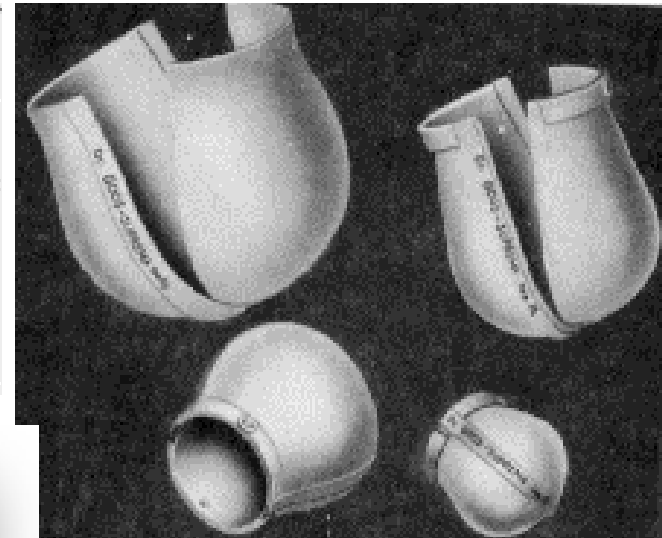
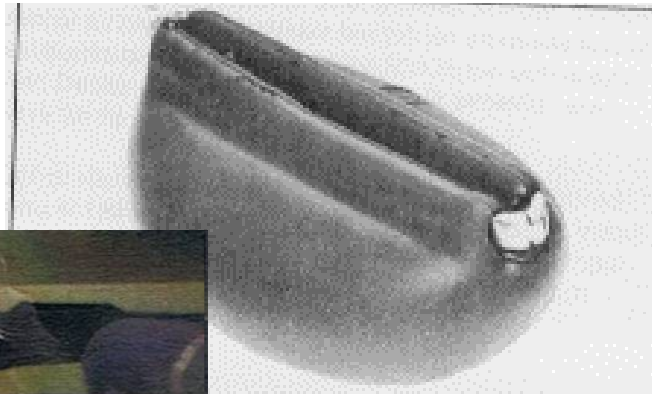
# Kompression

## Dosminskning vid kompression vid ländrygg



# AVSKÄRMNING AV ORGAN

Gonadskydd skall användas för män under 50 år om testes ligger i primärfältet  $\Rightarrow$  95 % dosreduktion.  
Blyskydd utanför primärfältet gör ingen nytta.

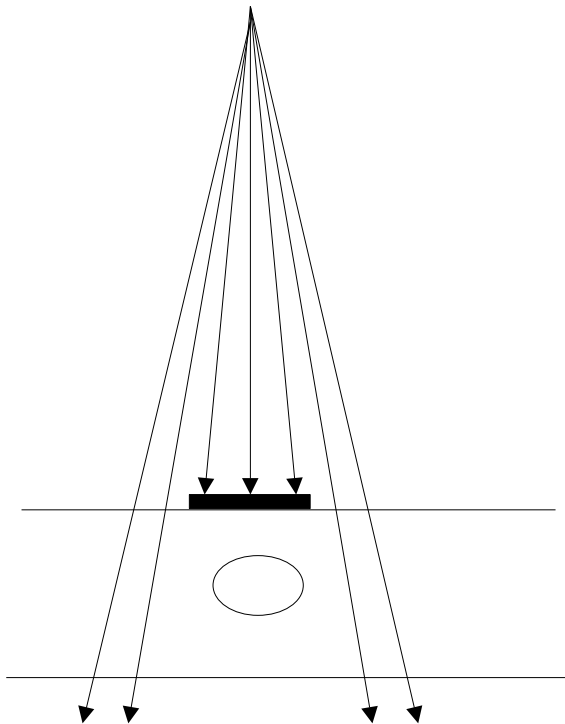


edici

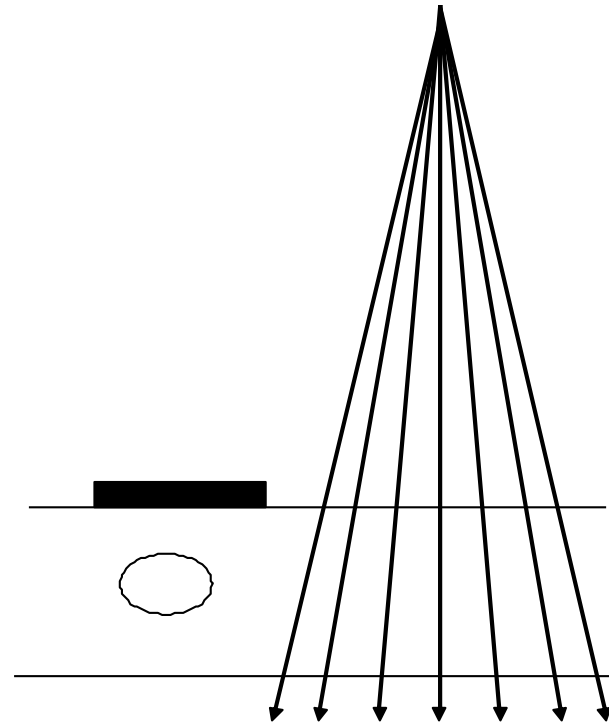


# Strålskärmning i och utanför primärfältet

Blyskydd i primärfältet



Blyskydd utanför primärfältet



*That's all Folks!*

