

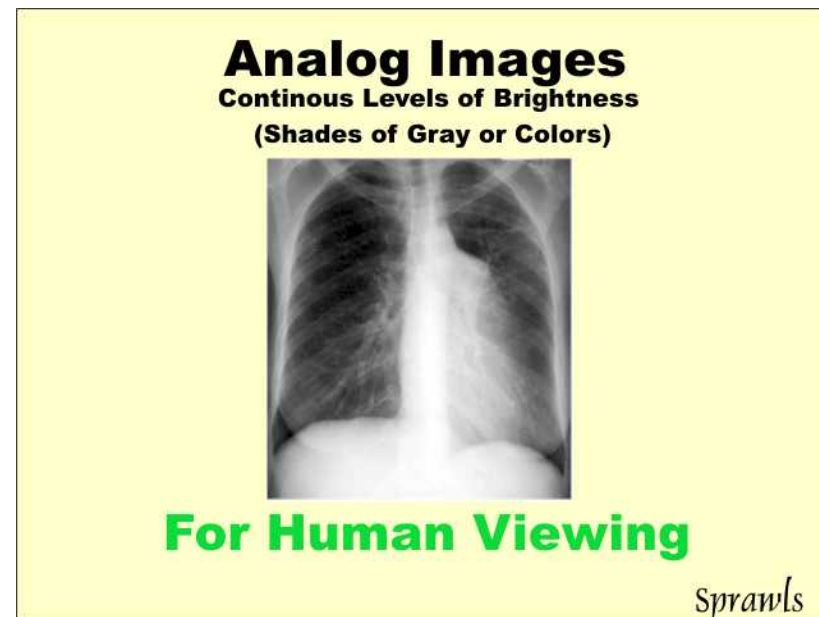
# Medicinsk billeddannelse

## Introduktion

- Billedtyper
  - Opgaver
- Billedegenskaber
- Billedbehandling

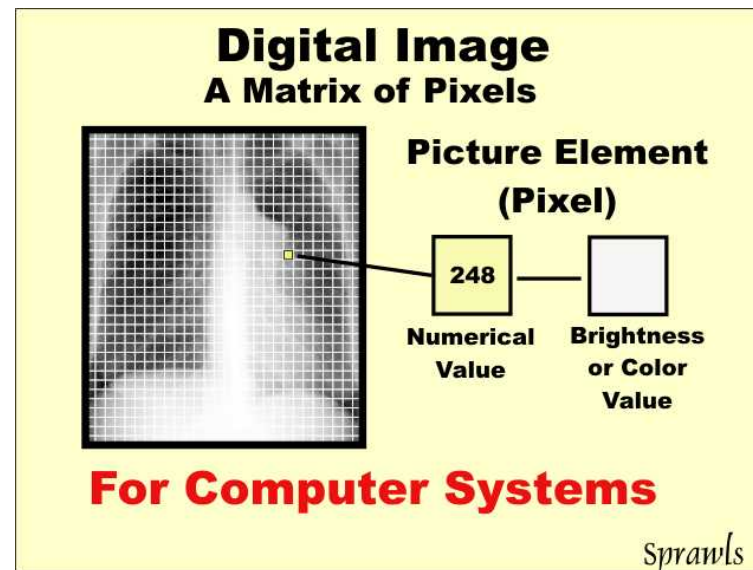
# Billedtyper

- Analog
  - f.eks. billeder, malerier, TV billeder
  - Vi ser farven og lysstyrken
  - Kontinuerlig billede
  - Kan ikke efterbehandles



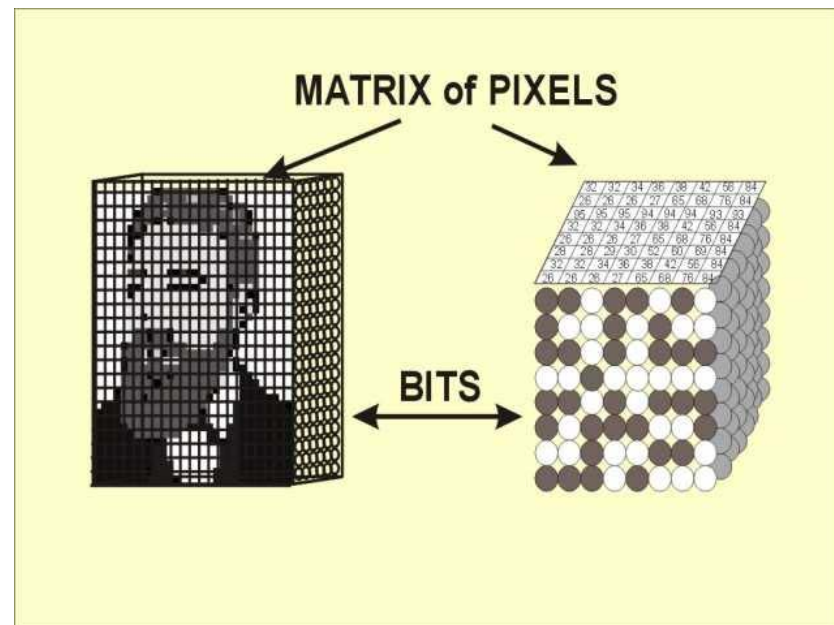
# Billedtyper

- Digital
  - Består af en række tal
  - Matrix af mange små elementer (pixels)
    - En pixel har en numerisk værdi
  - Kan efterbehandles



# Det digitale billede

- Præsenteres vha. binære tal – bits
- Matrix består af pixels
- Pixels består af bits



# Talsystemer

- Decimaltallene er bedst kendt og oftest benyttet
  - 10-tals systemet, der benytter værdier fra 0-9
  - Basen 10
  - 0 mindste værdi og 9 største værdi
  - Cifferplaceringen og menter

Eks.

$$\begin{aligned}4937_{(10)} &= 4 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 \\ &= 4000 + 900 + 30 + 7\end{aligned}$$

# Talsystemer

- Binære tal er computerens talsystem
  - 2-tals system, der benytter værdier fra 0-1
  - Basen 2

Eks.

$$\begin{aligned}1011_{(2)} &= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 \\ &= 8 + 0 + 2 + 1 \\ &= 11\end{aligned}$$

## Bit's og bytes

- 1 bit kan antage to værdier: 0 og 1
- De bruges sjældent alene, men samles i grupper på hver 8 bit.
- 8 bit i en gruppe kaldes 1 **byte**.
- 8 bit i 1 byte repræsenterer værdier fra 0-255.
- 16-, 32 eller 64 bit i en gruppe kaldes et word

0	=	0000 0000
1	=	0000 0001
.....	....	..... .....
254	=	1111 1110
255	=	1111 1111

# Bytes

- 1 byte er en meget lille enhed, så derfor samles de også i grupper.

Navn	Forkortelse	Størrelse
KiloByte	KB	1 KB = 1.024 Bytes
MegaByte	MB	1 MB = 1.048.576 Bytes
GigaByte	GB	1 GB = 1.073.741.824 Bytes
TeraByte	TB	1 TB = 1.099.511.627.776 Bytes
PetaByte	PB	1 PT = 1.125.899.906.842.624 Bytes

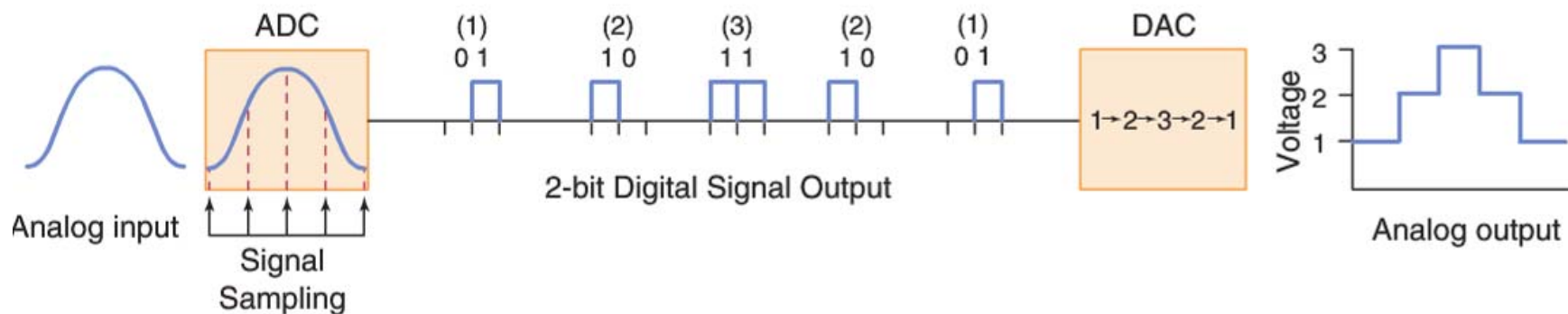


# Opgaver

- Omregn 01101001 til decimal tal.
- Skriv din egen alder i binære tal.
- Læg tallene 01110010 og 11101001 sammen

# Digitalisering af analog signal

- Transducere, sensorer eller detektorer producerer alle analog data.
- Analog til digital converter – ADC
- Sampling og digitalisering

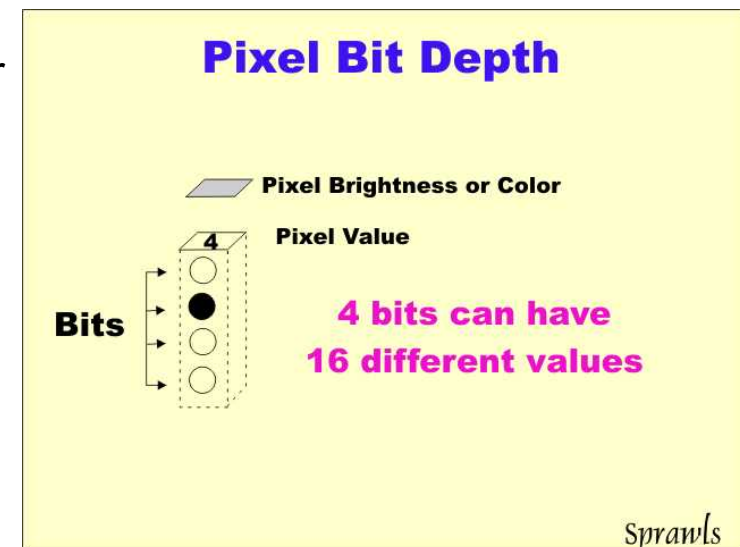
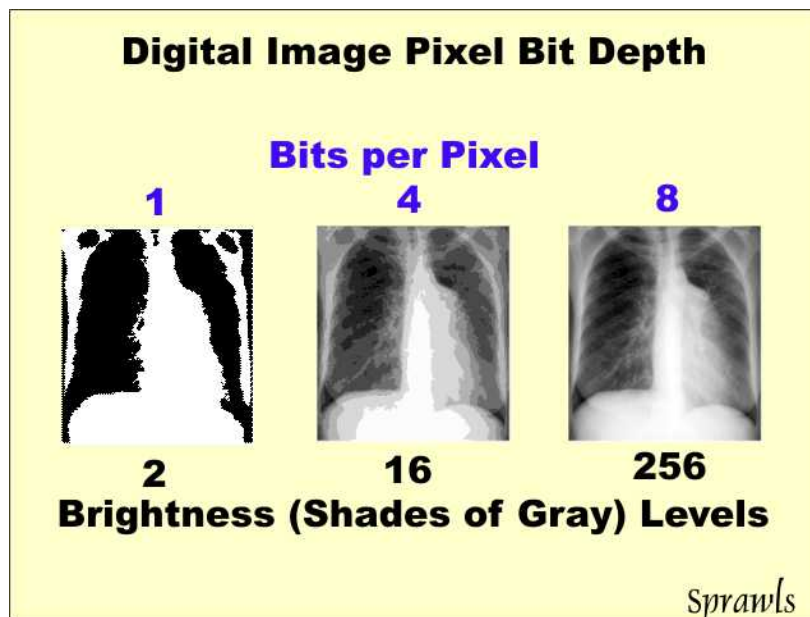


# Digitalisering af analog signal

- Digital signal er begrænset af det antal bits der bruges i konverteringen.
- Ulemper
  - Tab af information pga. sampling
  - Derfor er en minimum sample rate defineret. (Nyquist kriteriet – mindst to samplinger pr. periode for at genskabe kurven)

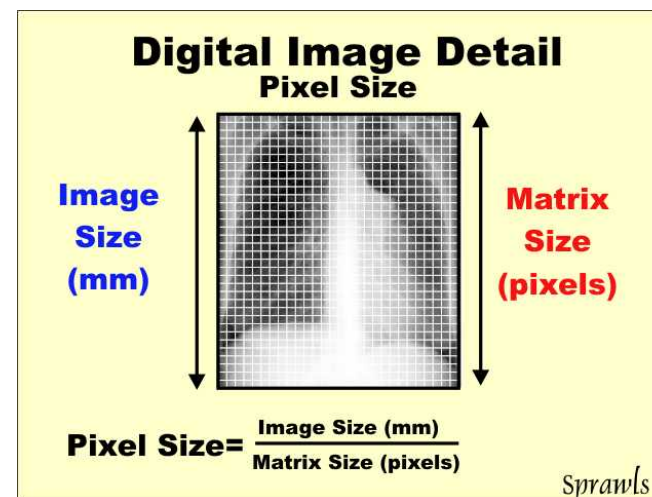
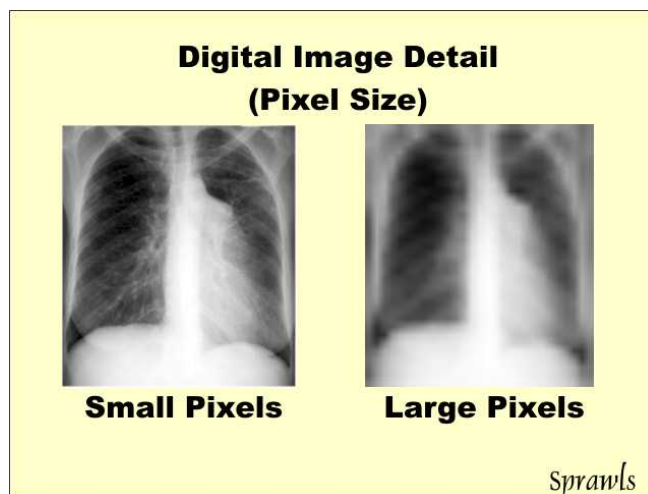
# Digitale billeder

- Pixel dybde – antal bits der repræsenterer hver pixel
- Effekt af pixel dybde på billedet
  - Øget pixel dybde, flere bits = flere gråtoner



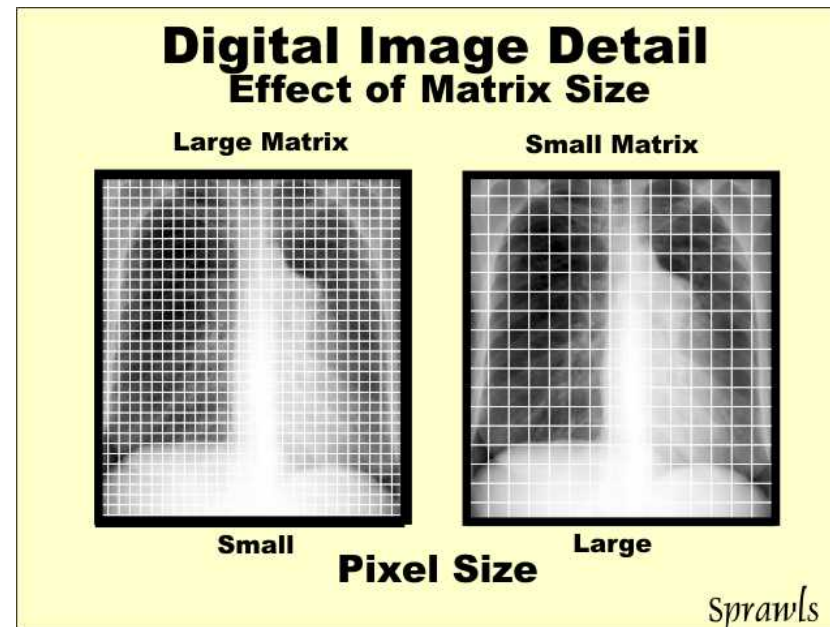
# Digitale billeder

- Pixel størrelse
  - Defineret som forholdet mellem billedstørrelsen og matrix størrelsen.



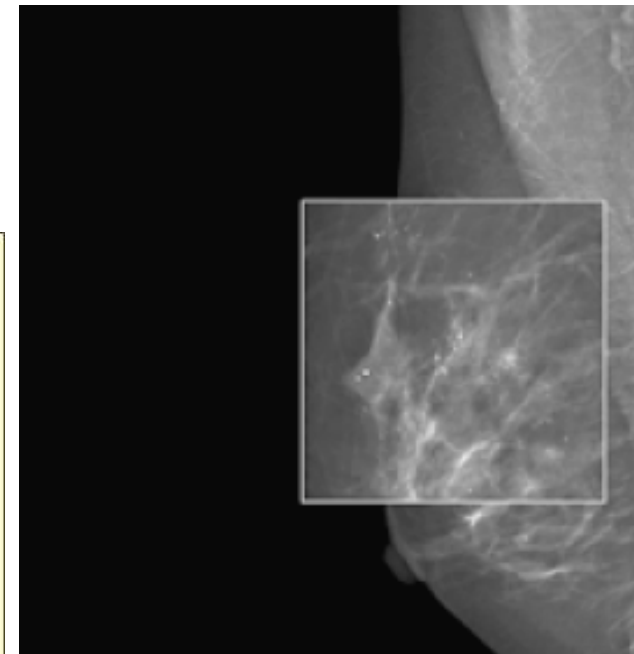
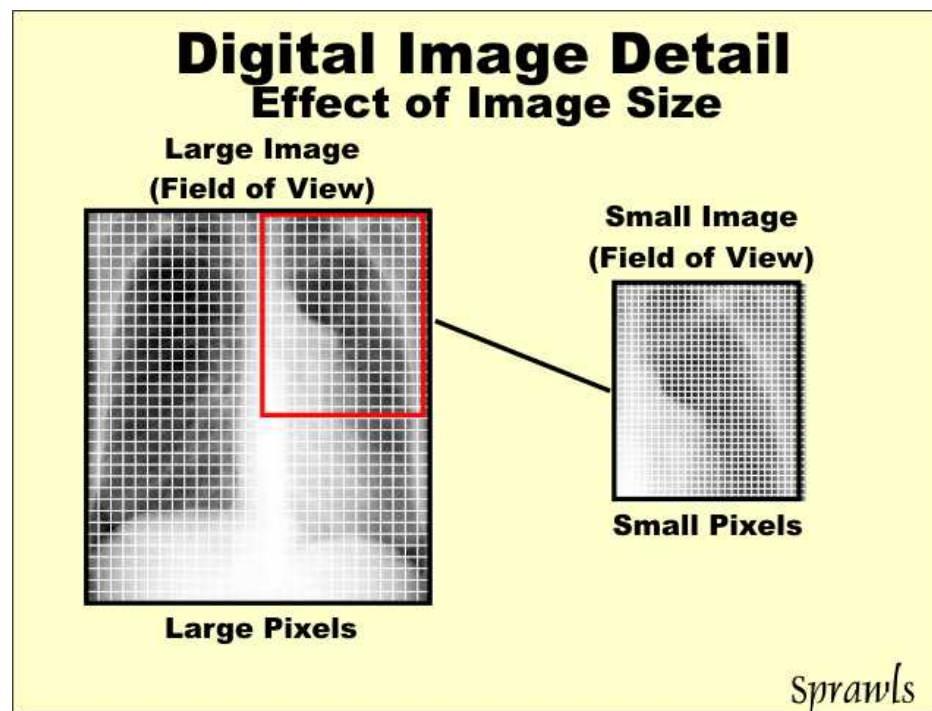
# Digitale billeder

- Matrix
  - Matrix størrelse  $\uparrow$  - Pixelstørrelse  $\downarrow$
  - Bedre billede



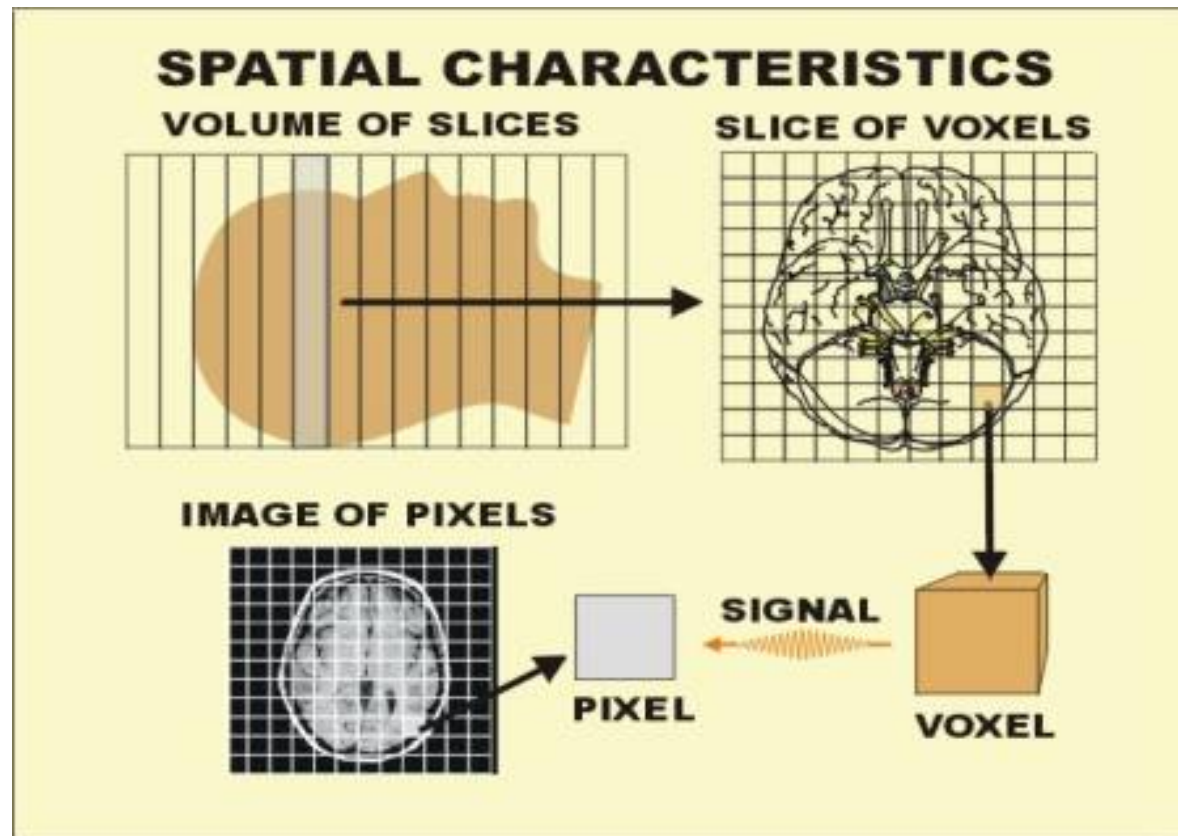
# Digitale billeder

- FOV – Field of view
  - FOV ↓ - Pixelstørrelsen ↓



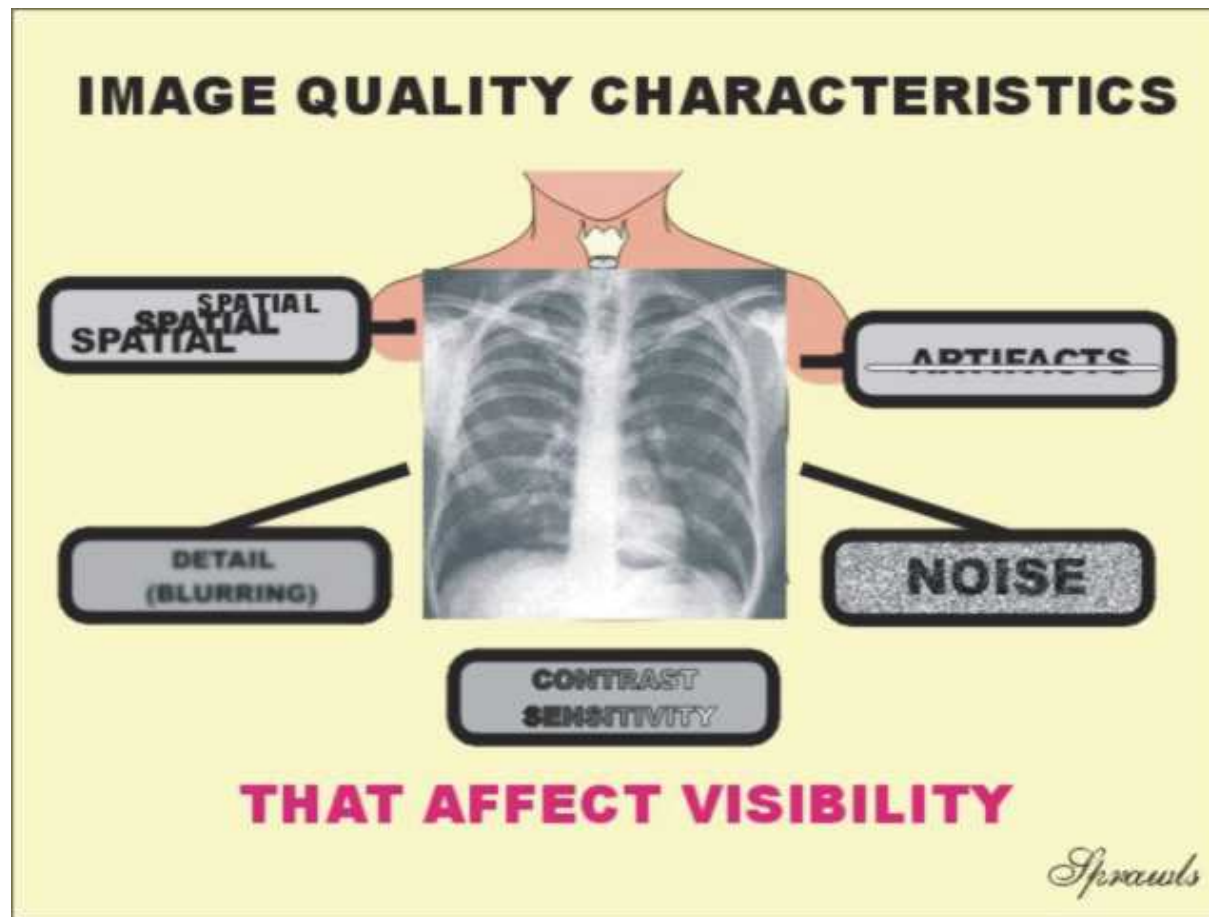
# Digitale billeder

- Voxel  
Et 3-dimensionelt billedelement



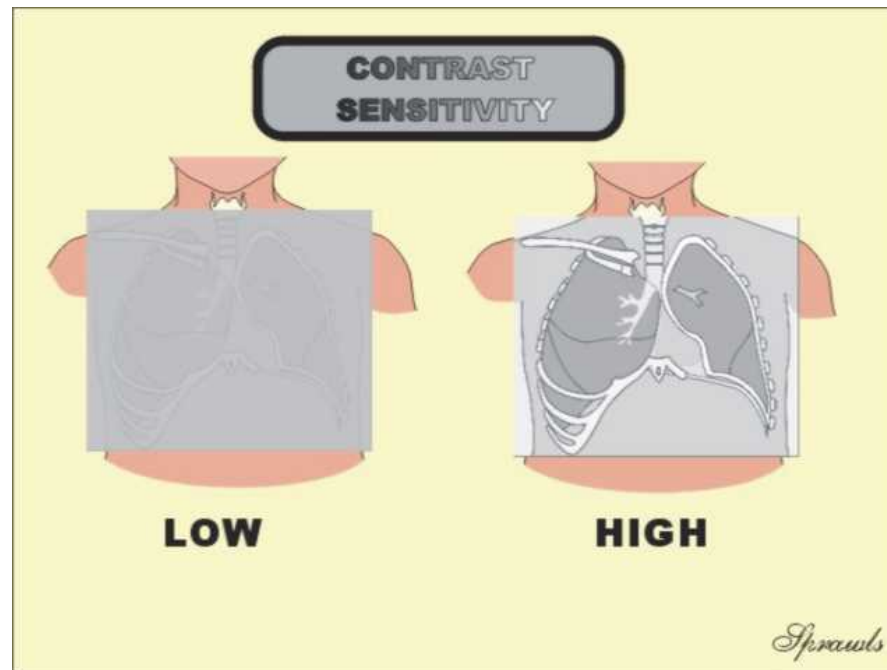


# Billedkvalitet

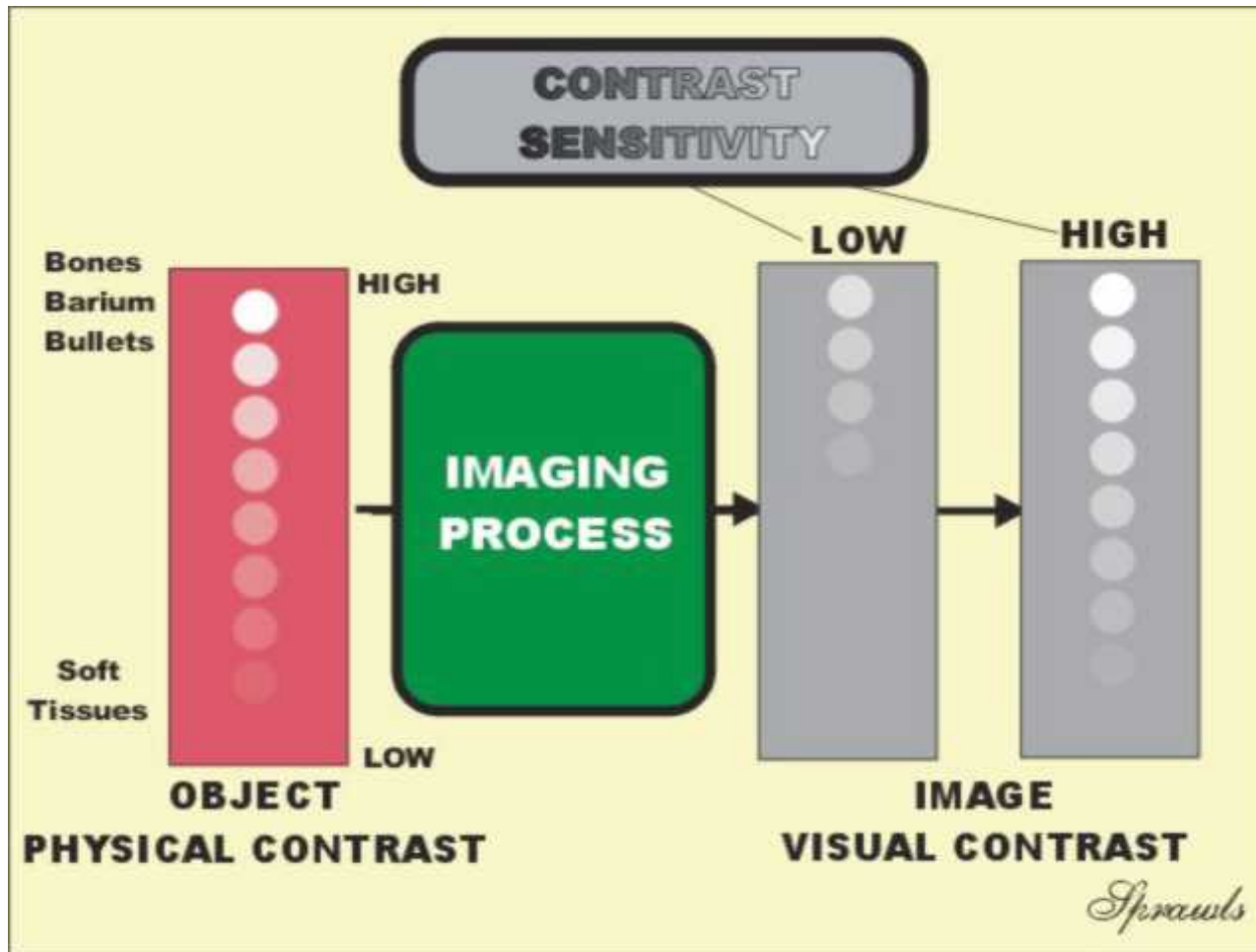


# Kontrast

- Forskellen i billedets gråværdier
- Kontrast sensitivitet
  - Systemets evne til at visualisere objekter med mindste lav kontrast. F.eks. blød væv omringet af blød væv.

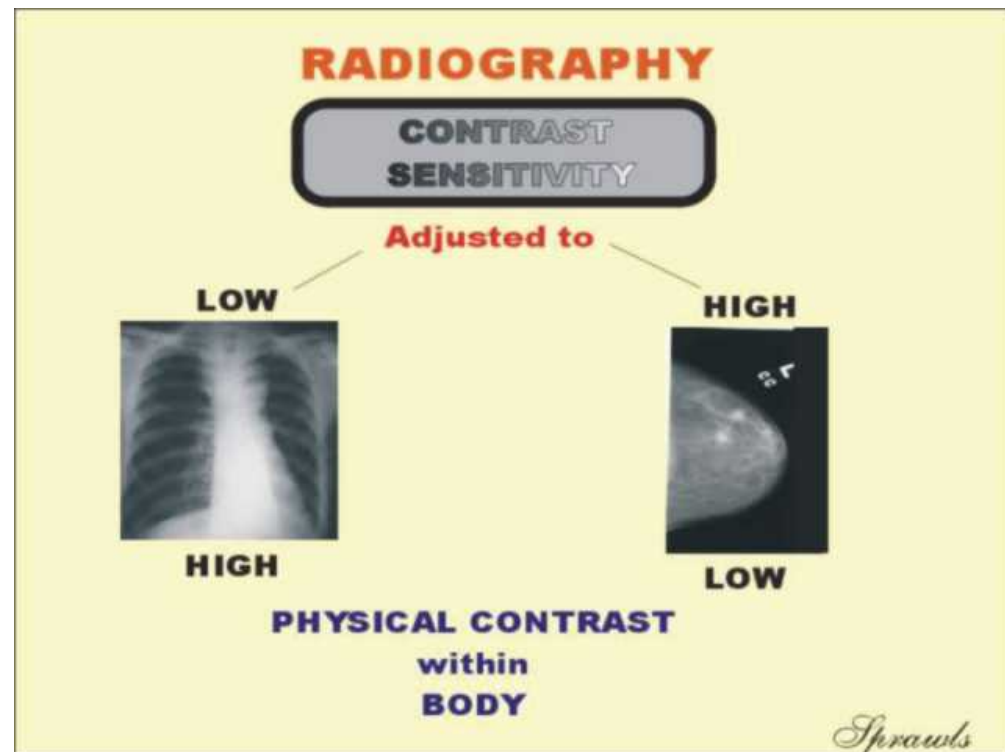


# Kontrast

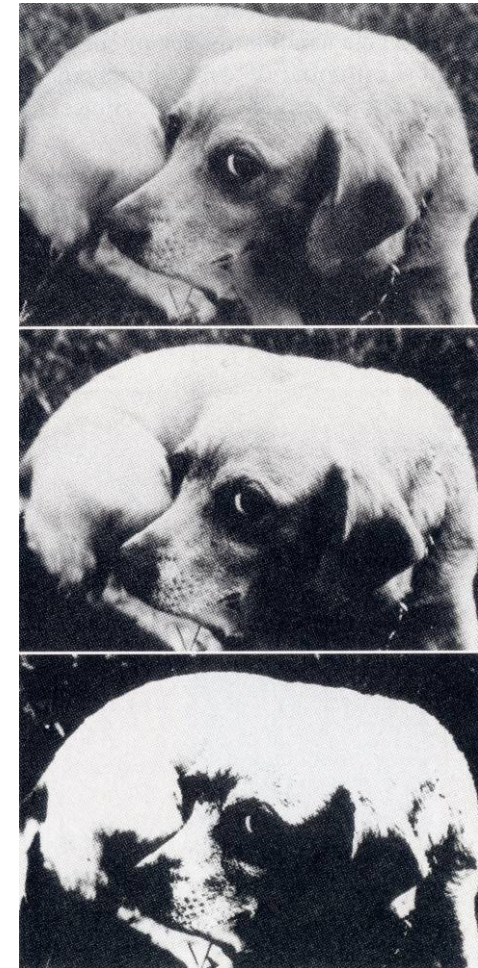
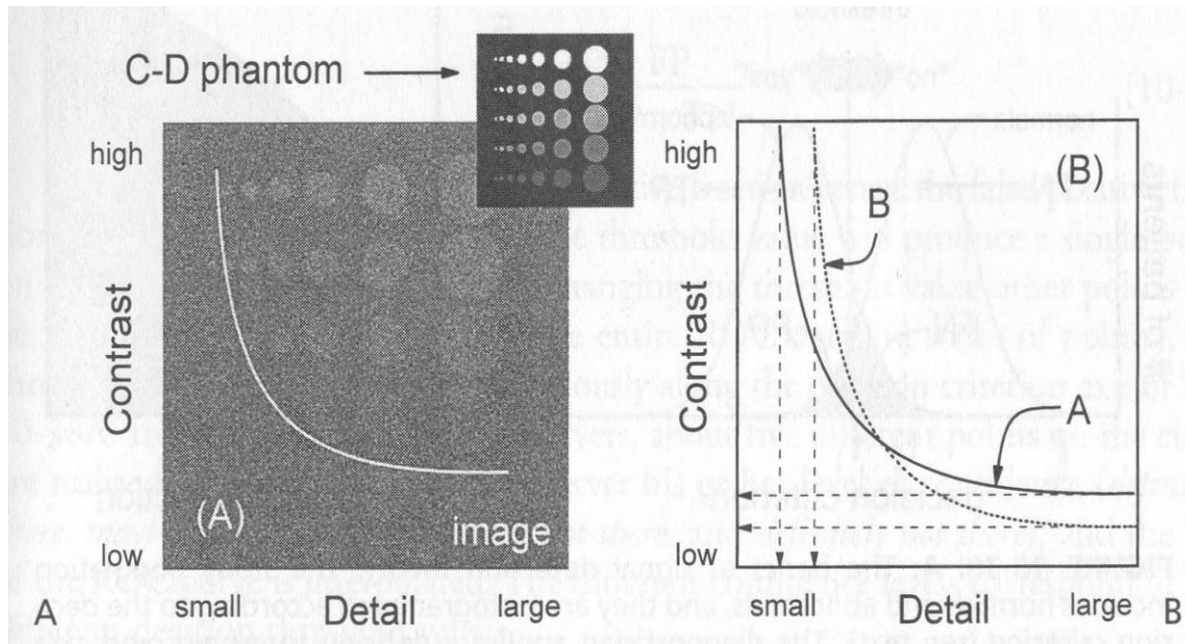


# Kontrast

- God kontrast – evnen til at skelne et objekt fra dens baggrund
- Kontrast stof
- Thorax us. – Lav kontrast teknikker
- Mammografi – høj kontrast teknikker
- kV værdier

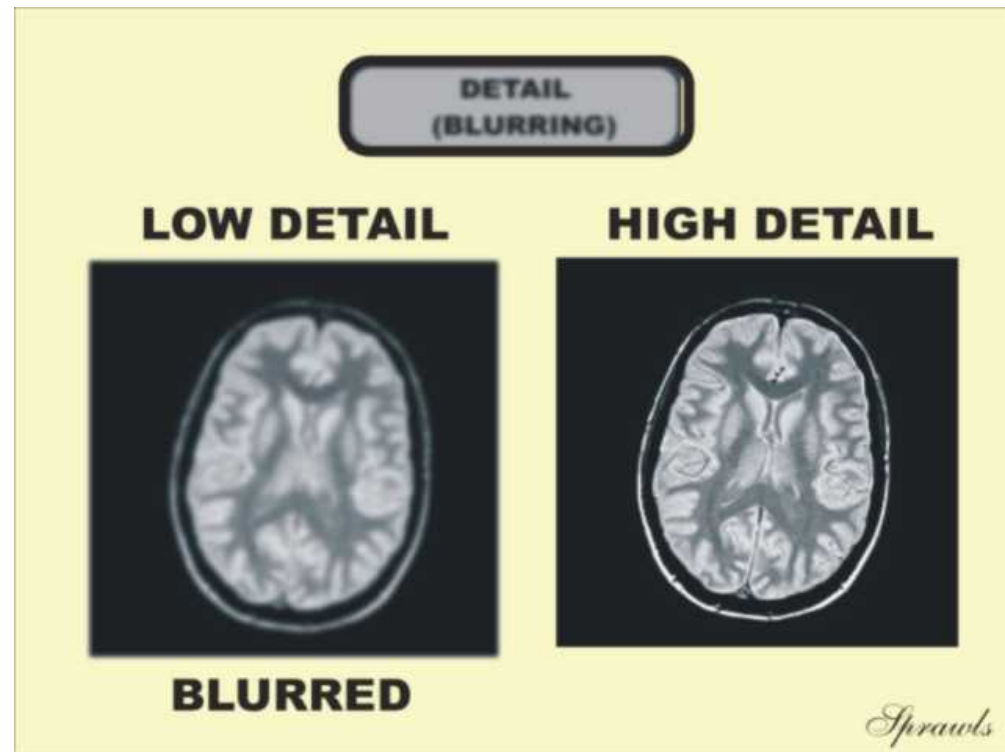


# Lavkontrast

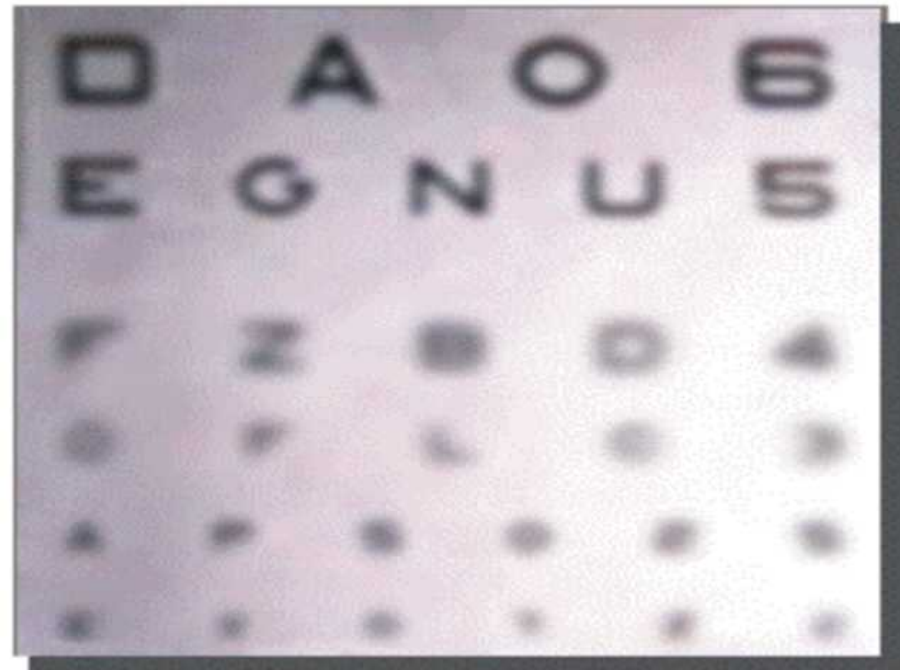
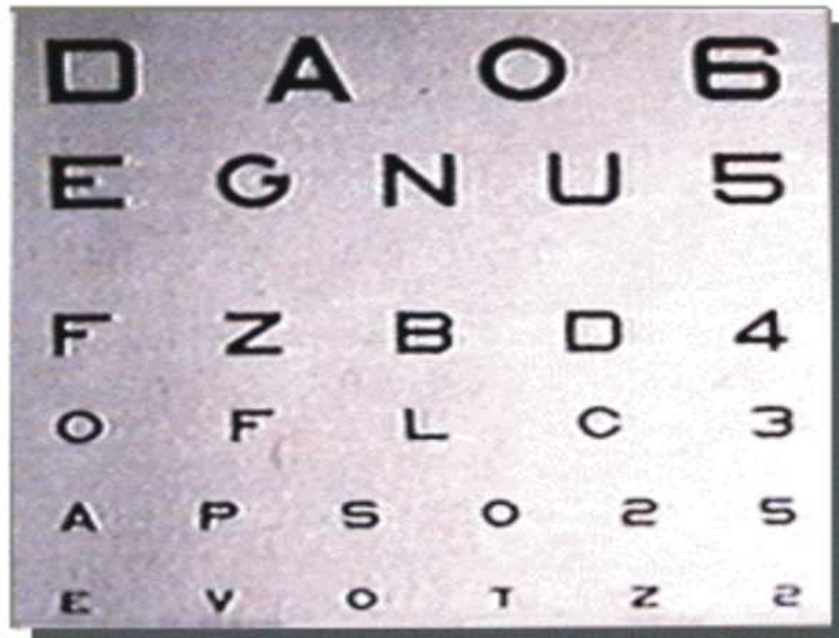


# Blur (sløring)

- Sløret billede reducerer detaljerne i billedet.
- Nedsat syn
- Et kikkert der ikke er indstillet korrekt.



# Blur (sløring)



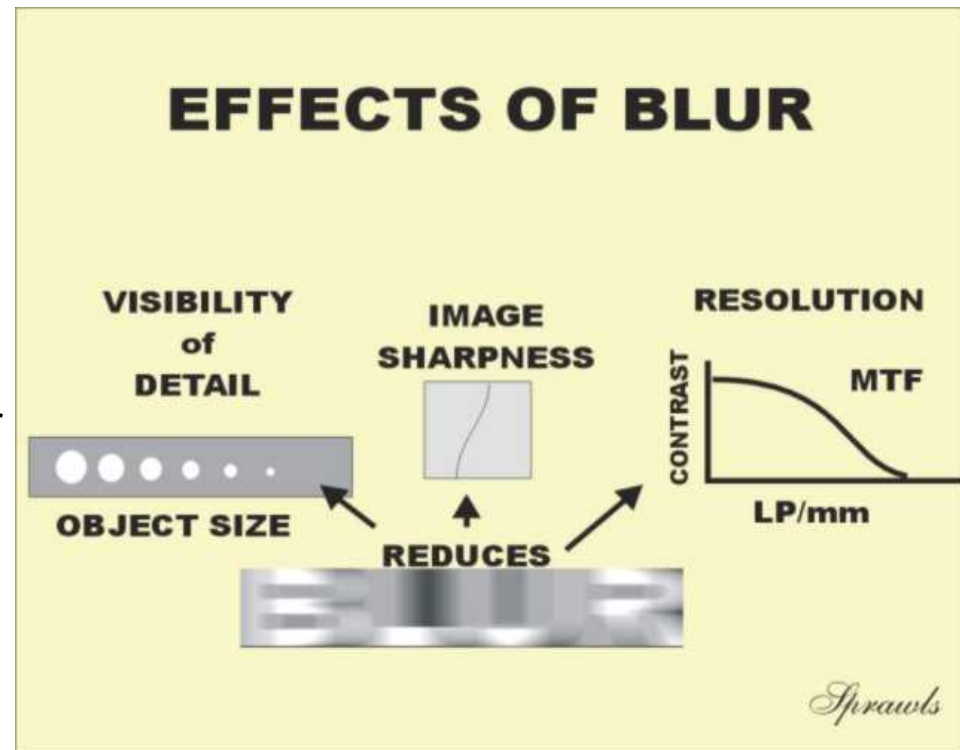
# Blur (sløring)





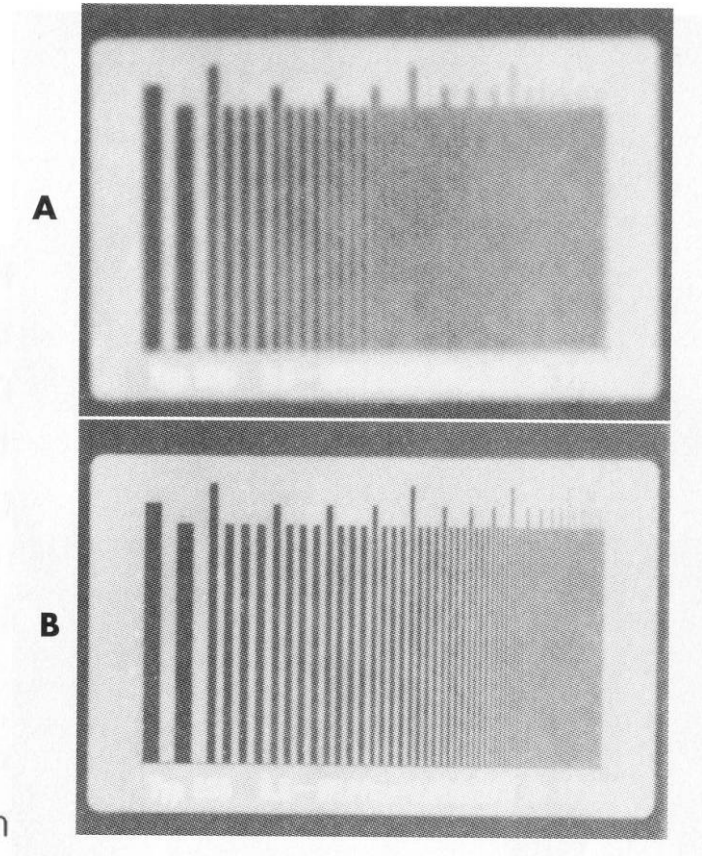
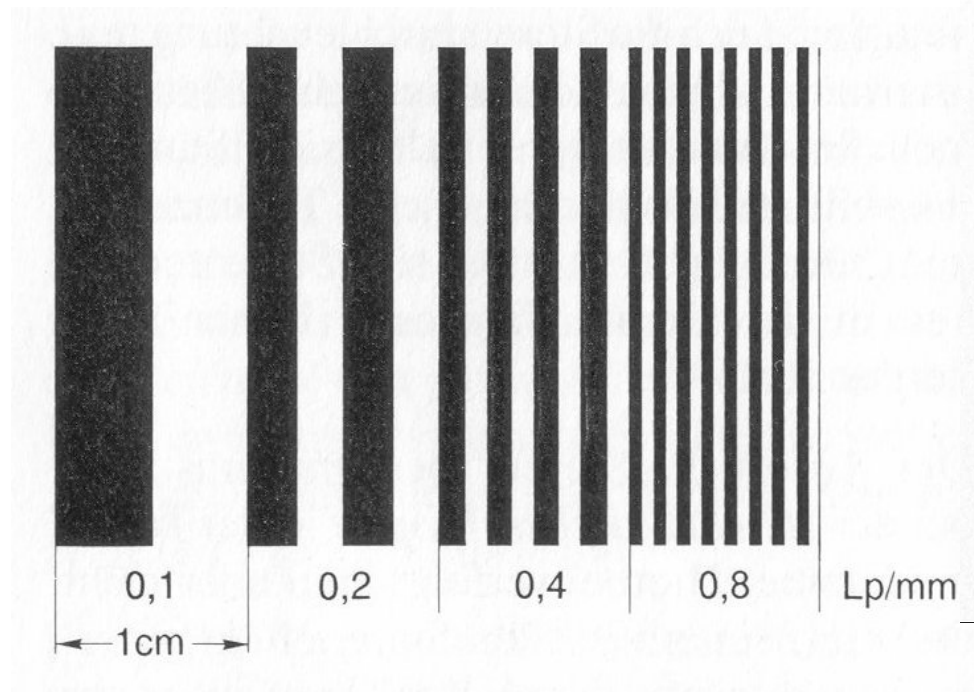
# Blur (sløring)

- Effekter af sløring
  - Detaljer i billedet forsvinder
  - Skarpheden af objekter reduceres (kanter)
  - Opløsningen i billedet forringes
    - Defineres som antal linie par pr mm, som er synlige.



# Definition af LP/mm

Til måling af opløsning, bruges et liniepar-fantom

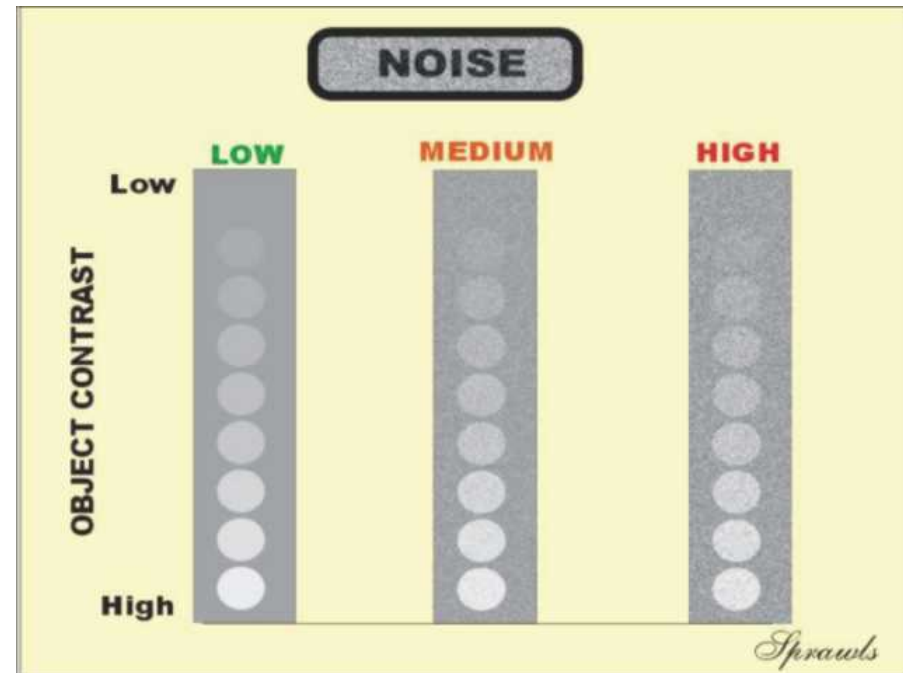
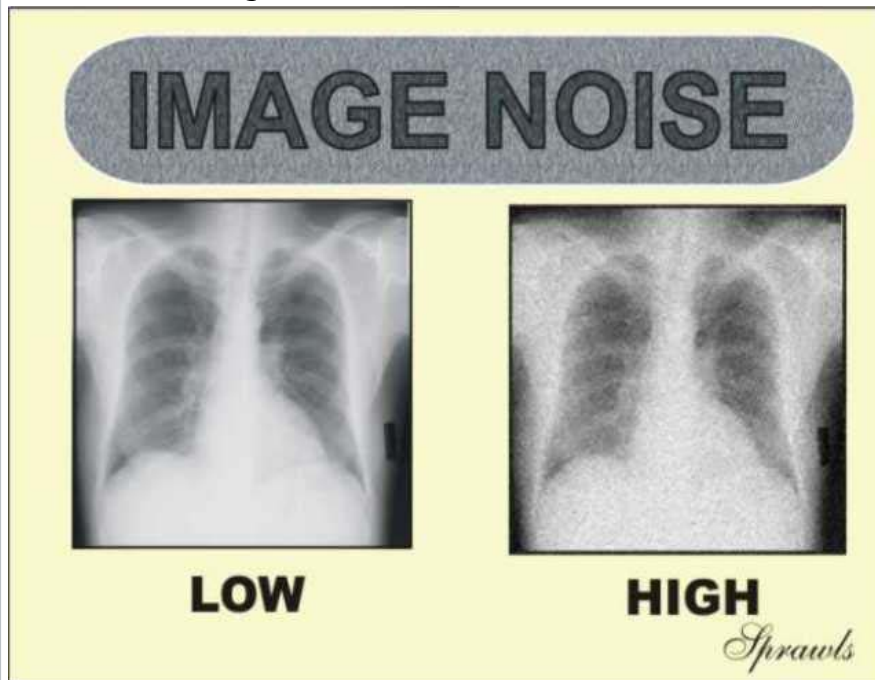


# Støj

- Støjen er ubehagelig, da den adderer sig til signalet og dermed ændrer dets informationsindhold.



# Støj



- Reducerer synligheden af lav kontrast objekter

# Kompromisser ved støj

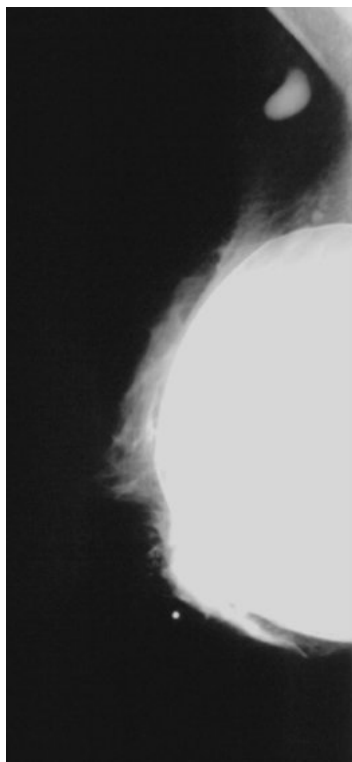
- Røntgen:  
Støj ↓ ⇒ Stråledosis ↑
- MR:  
Støj ↓ ⇒ Undersøgelsestid ↑
- Opløsning ↑ ⇒ Stråledosis ↑

# SNR (Signal to noise ratio)

- Støj er umulig at undgå, men det kan blive så ubetydelig i forhold til selve signalet, at det virker ikke-eksisterende.
- SNR angiver forholdet mellem det informationsbærende signal og støjsignalet.

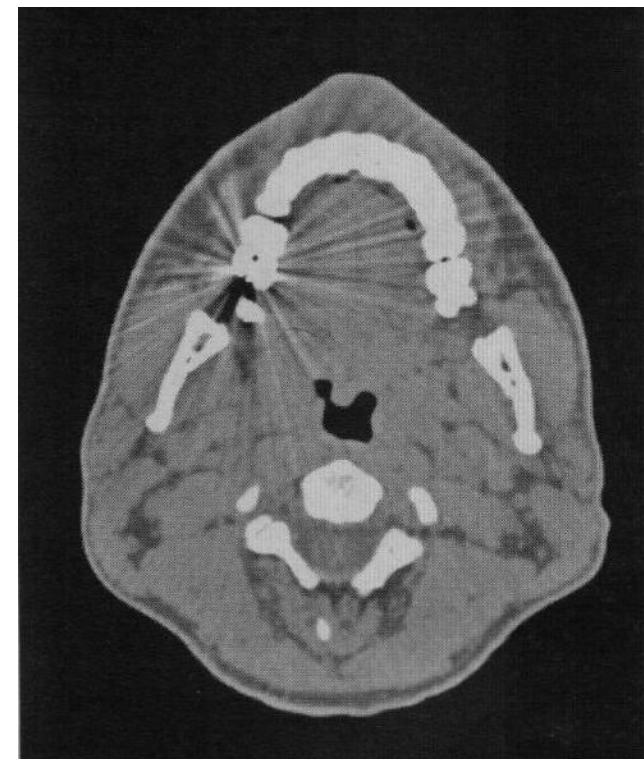
Hvis systemet har et højt SNR, vil der være meget lidt synlig støj i billedet.

# Artefakter



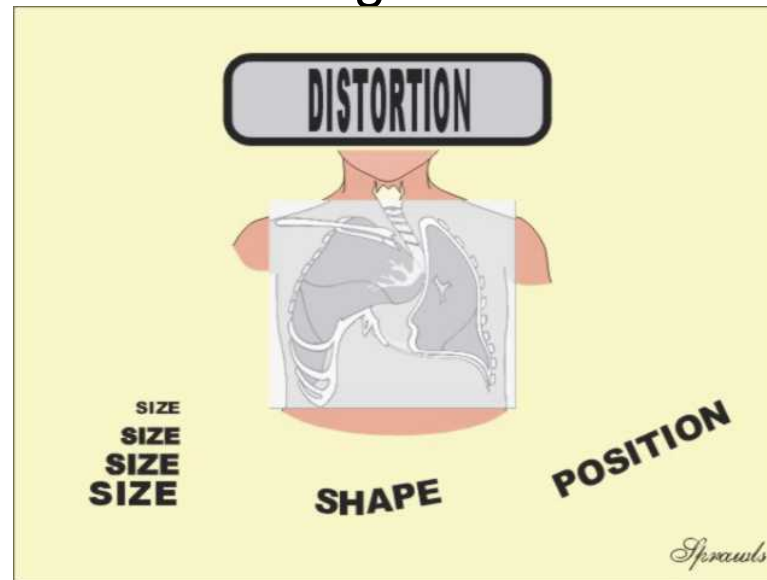
## Forstyrrelser i billedet

- Eks. Metal artefakt på CT billede
- Implantater



# Forvrængning

- Det er ikke altid at billedet viser objektets virkelige geometriske karakteristikker.
- Anatomiske strukturer, der kan forvrænges:
  - Den faktiske størrelse
  - Formen
  - Beliggenheden i kroppen





# Billedbehandling

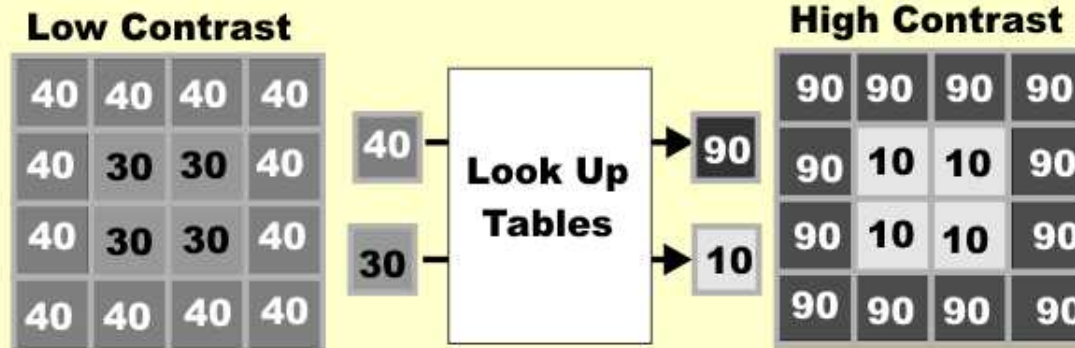
- Formål – at forbedre kvaliteten af billedet
- Tre muligheder:
  - Mindske støjen i billedet
  - Øge detaljen i billedet
  - Optimere billedkontrasten
    - LUT (Look up tables)
    - Windowing

# LUT

- LUT er en "oversættelses tabel" som video interfacet bruger til at modificere hver pixel værdi, før den sendes til D/A konverteren og bliver til et analogt signal til monitoren.
- Det er muligt at vælge en LUT, alt afhængig af hvilke kontrast karakteristikker man ønsker.

# LUT

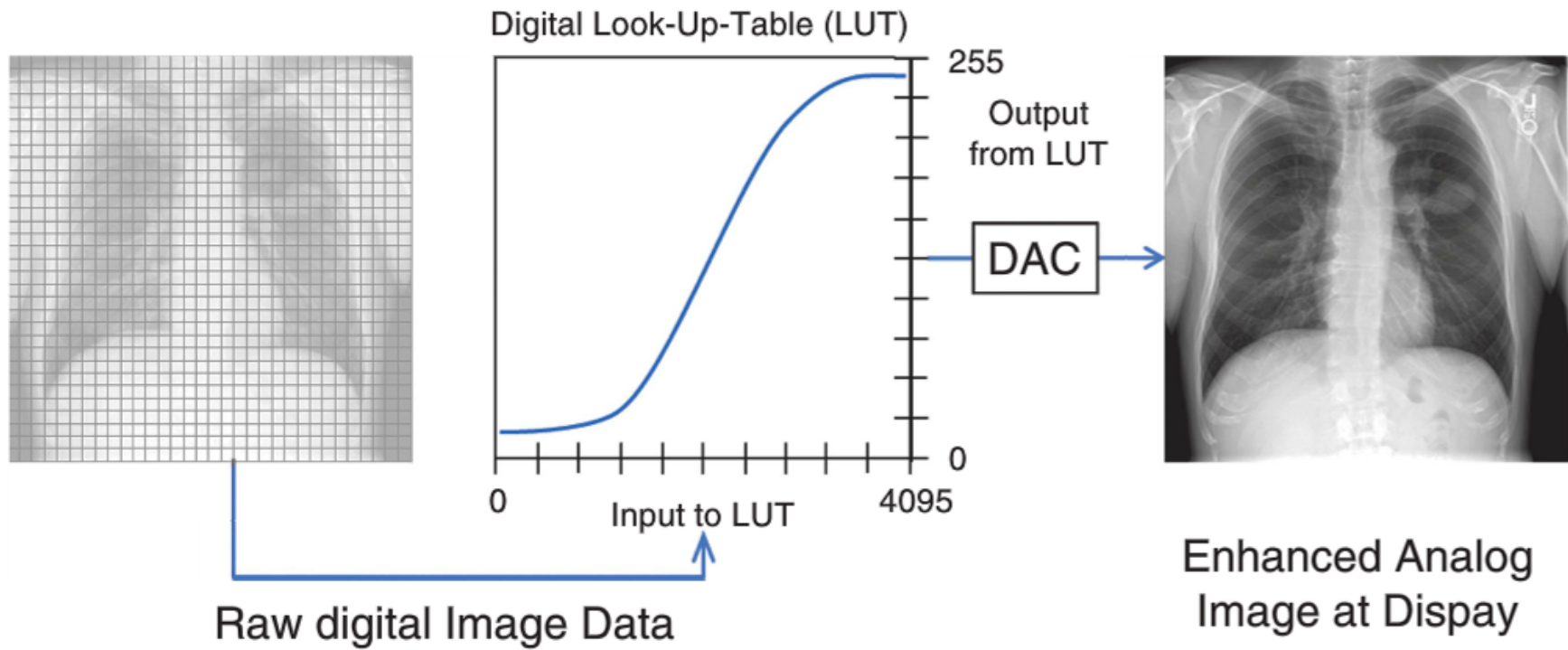
## Digital Image Processing To Change Contrast



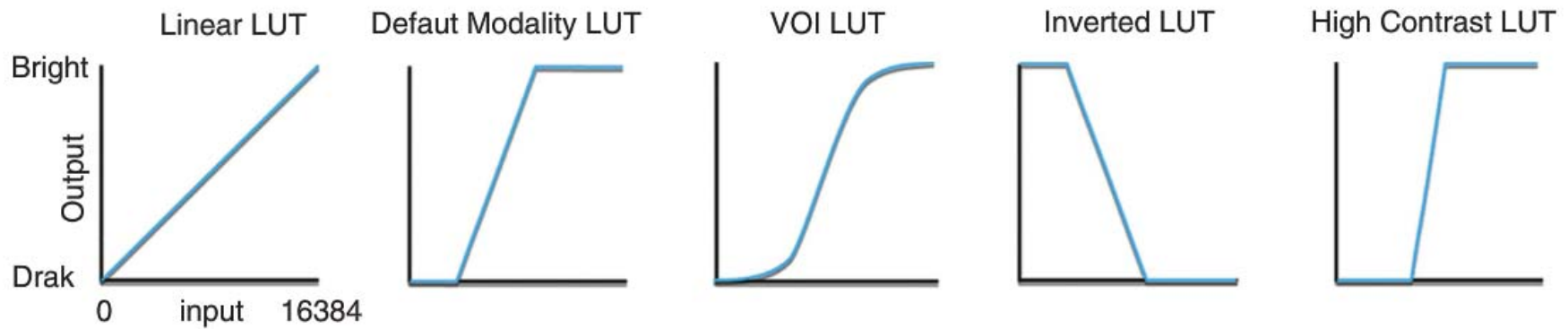
**Contrast is changed by changing pixel values.**

*Sprawls*

# LUT



# LUT



W=16384 L=8192



W=3674 L=4384



W=16384 L=8192



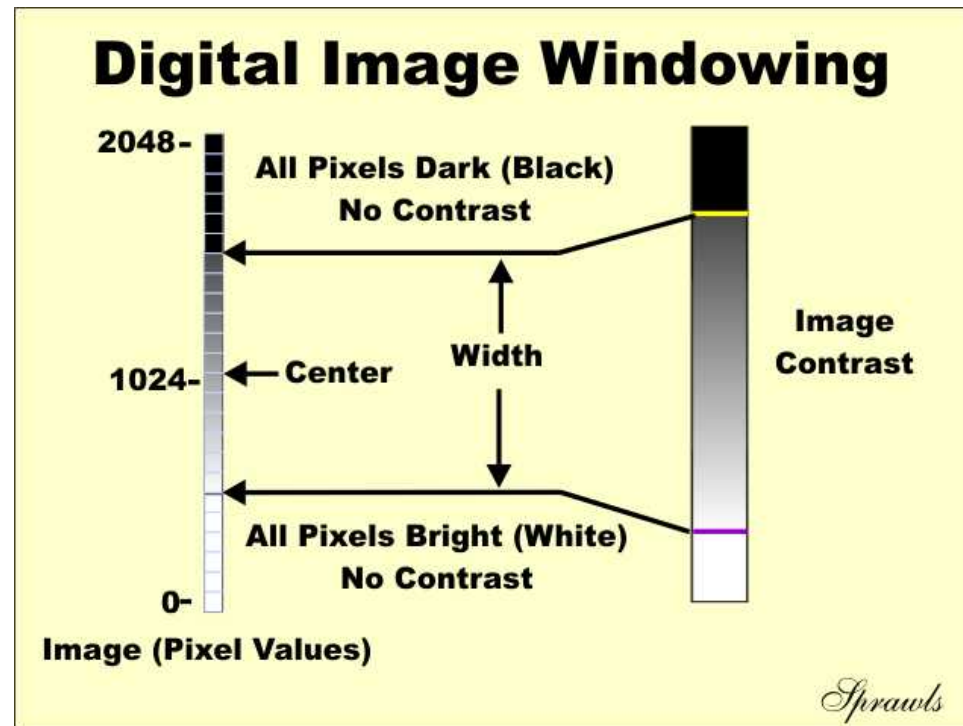
W=3674 L=4384



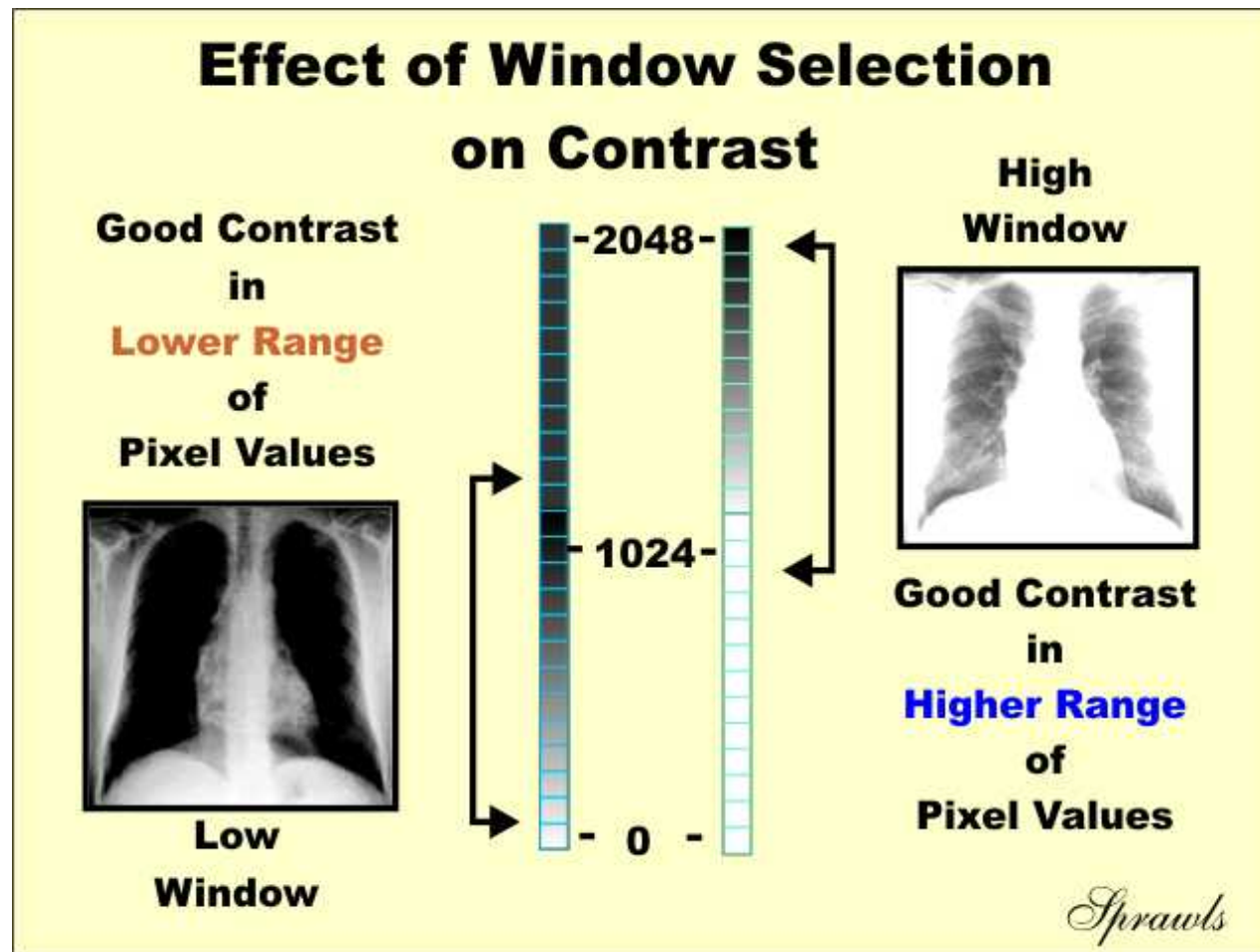
W=2048 L=5600

# Windowing

- Proces hvor man vælger en del af det totale pixel område i billedet og afbilder det over hele spektret, fra hvid til sort.



# Windowing



# Windowing

- Scannere har oftest "window width" og "window level" indstillinger.
- "Window width" bestemmer det spænd af pixel-værdier. Fortæller noget om kontrasten i billedet.
  - "Window width" ↓ ⇒ Kontrasten ↑
- "Window level" bestemmer medianen af de pixels der skal vises
  - "Window level" ↓ ⇒ Lysstyrken (brightness) ↑



# Billedfortolkning

- Objektkarakteristika, der påvirker synligheden
  - Størrelse
  - Kontrast
  - Kant-skarphed
  - Baggrund
- Betragtningforhold
  - Skærmens luminans (brightness)
  - Genskin
  - Rumbelysning
  - Afstand
- Erfaring

# Monitorer

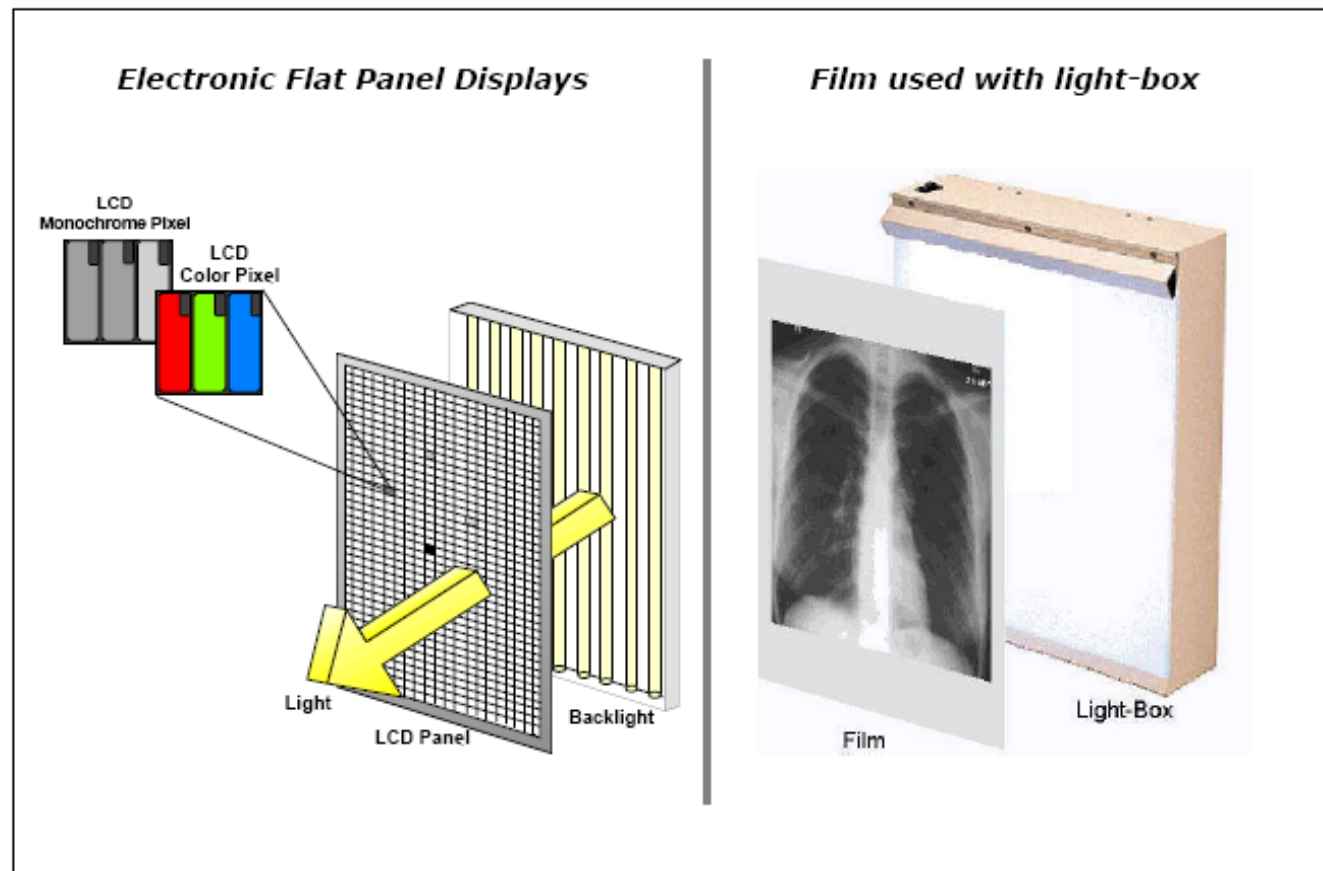


Fig. 1: The equivalence between electronic displays and film

# Monitorer

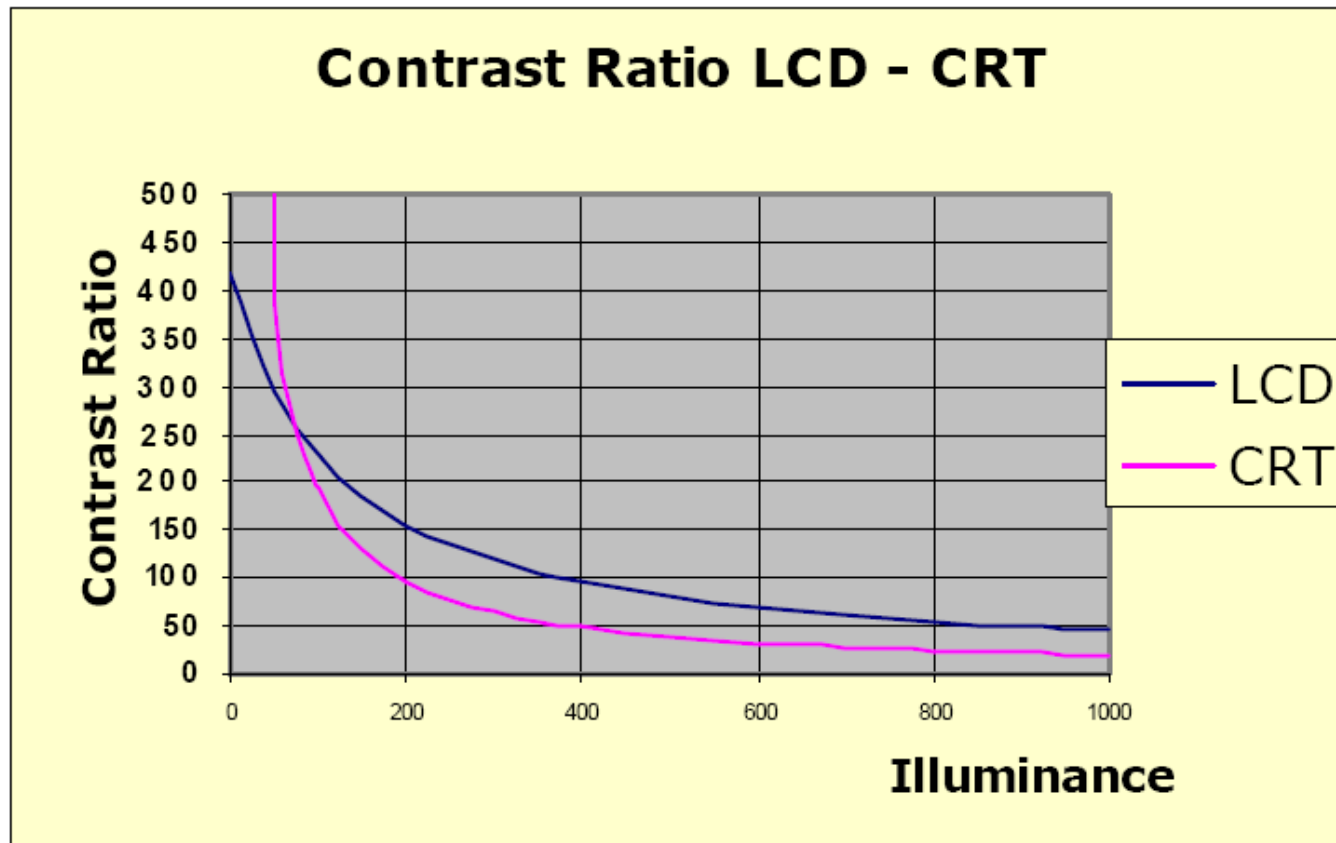


Fig 1: Influence of ambient light to the contrast ratio of medical displays

# SMPTE - testbillede

