Grundlegende Aspekte digitaler Mammographie Systeme

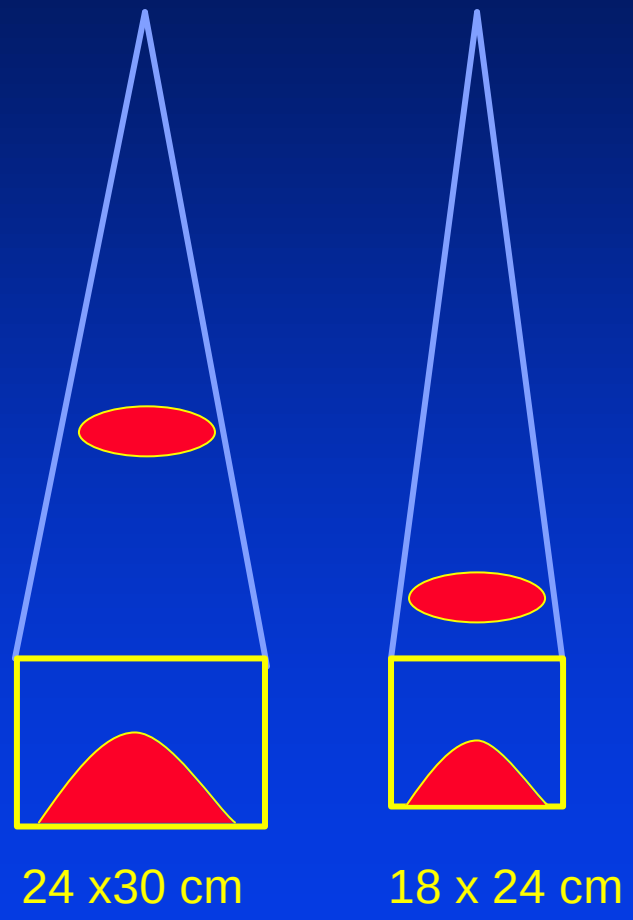
Karl - Friedrich Kamm

Philips Medizin Systeme, Hamburg

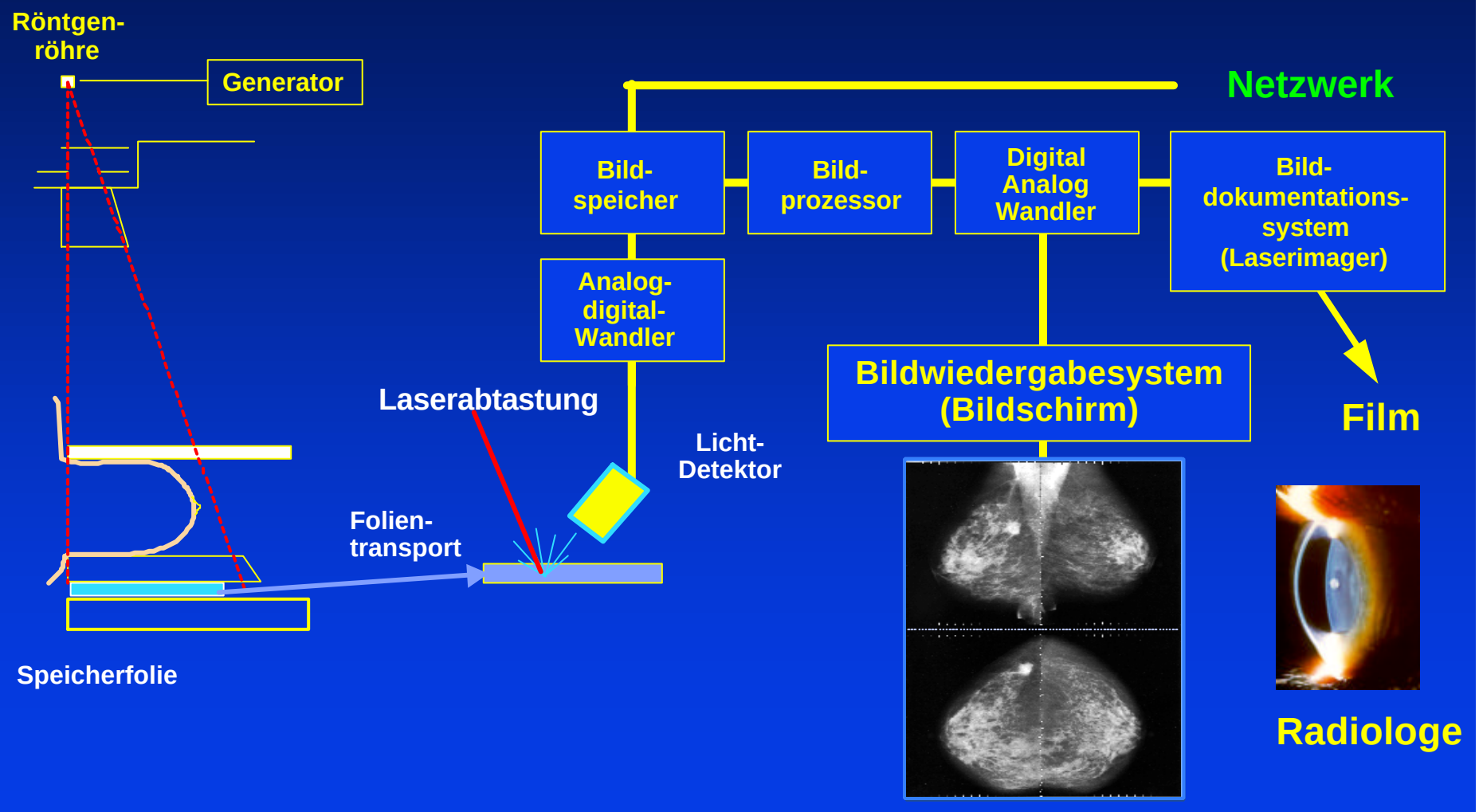
© PMS-DR-GMH01-50-2001

Grundlegende Anforderungen

- **Feldgröße** **18 cm x 24 cm, 24 cm x 30 cm**
- **Strahlenqualität** **25 - 35 kV**
- **Dosis/Bild** **< 100 µGy**
- **Auflösung** **> 8 (10) mm^{-1}**
- **Dynamikumfang** **1:50 - 1:100**



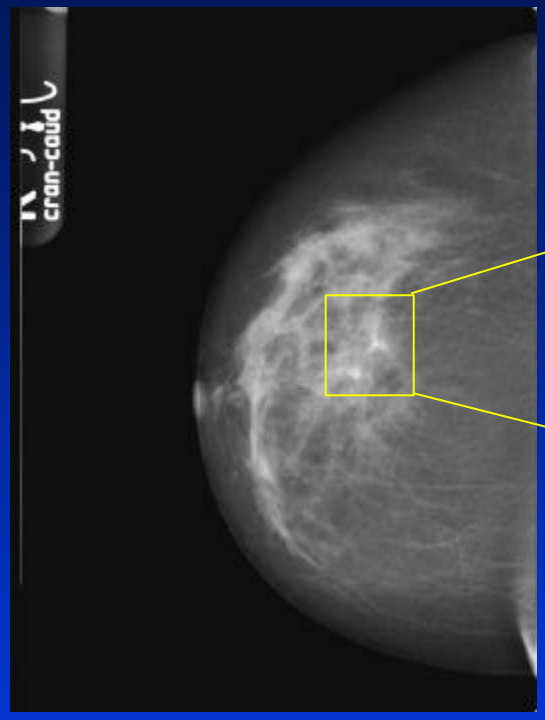
Schema eines digitalen Mammographiegraphiesystems

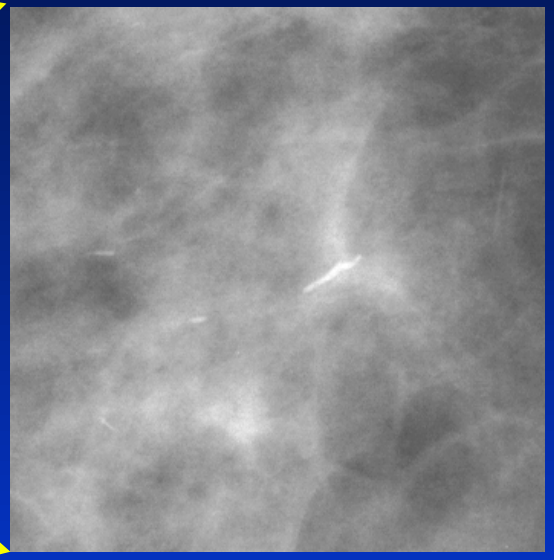


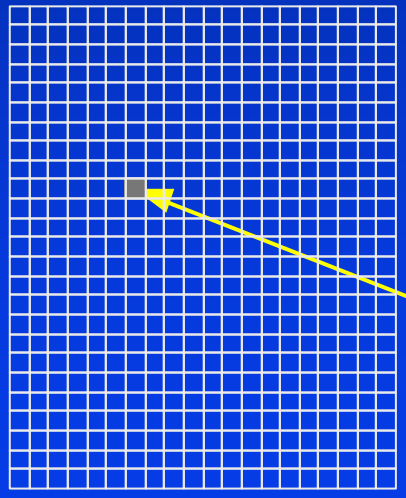
Digitalisierung eines Mammogramms

- **Schritte zum digitalen Bild**
  - **Detektion der Röntgenstrahlung z.B. Szintillor**
  - **Rasterung in Bildelemente; Pixel z.B. Abtastung**
  - **Aufteilung des Signals in Grauwerte, Pixelwerte**
  - **Codierung als bits**
- **Ergebnis: Bildmatrix**

Bildmatrix







000 001 010 011 100 101 110 111

Bildelement,
Picture Element, pixel
mit Pixelwert 011

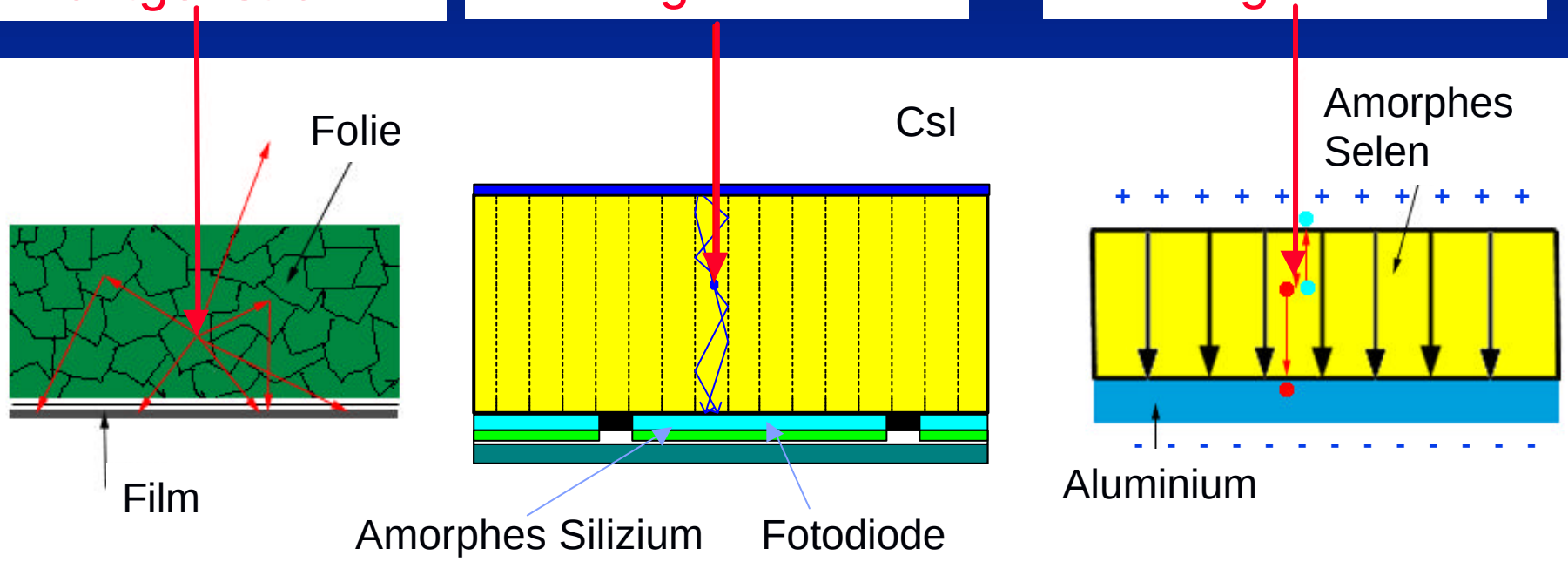
Beispiel:
Bildmatrix 20 x 25 Pixel,
8 Graustufen, entsprechend 3 bit

Bildmatrizen

Pixelgröße	Feldgröße	Matrixgröße
100 µm	18 cm x 24 cm	1800 x 2400
100 µm	24 cm x 30 cm	2400 x 3000
50 µm	18 cm x 24 cm	3600 x 4800
50 µm	24 cm x 30 cm	4800 x 6000
25 µm	6 cm x 6 cm	2400 x 2400

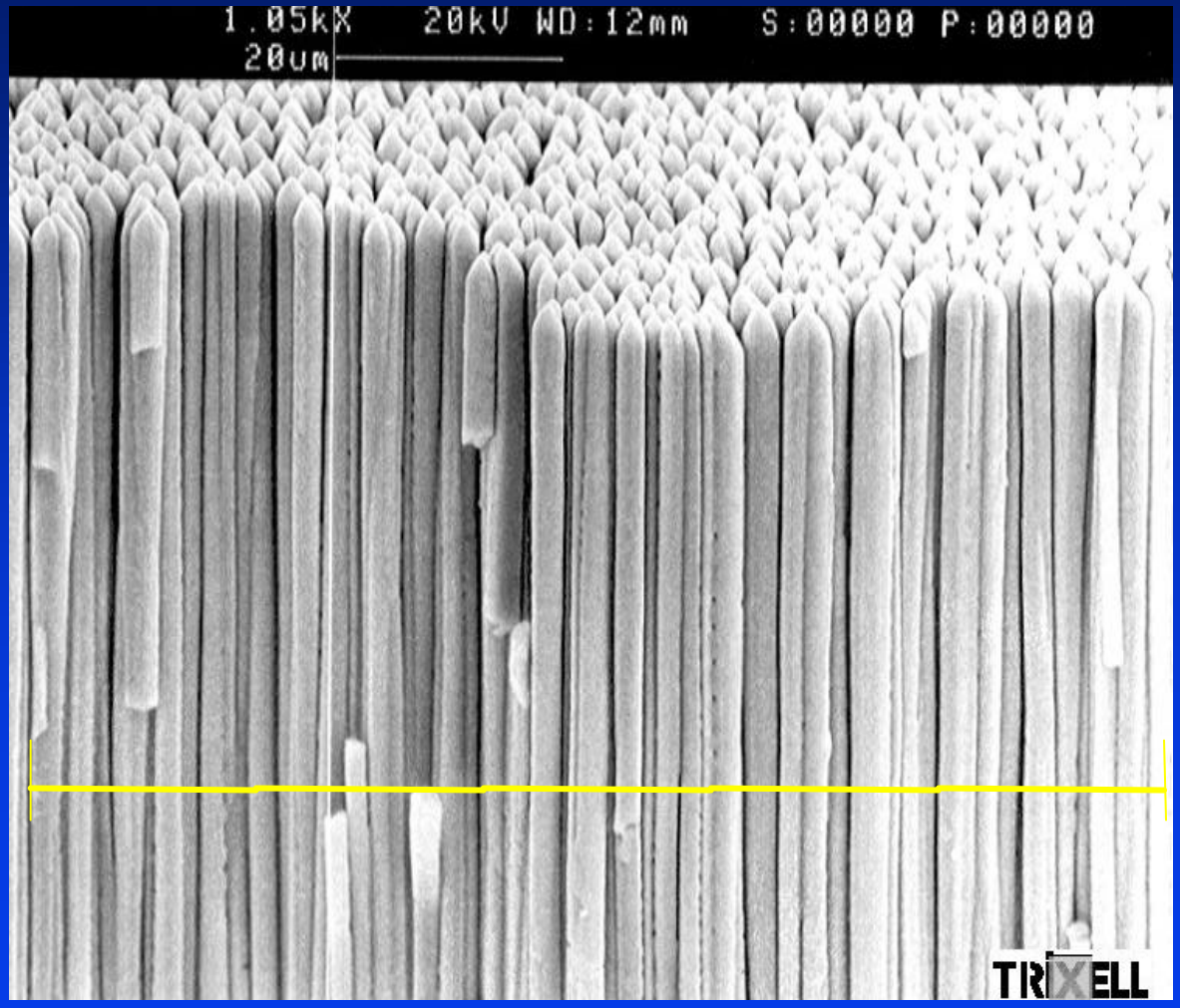
Detektorprinzipien Digitale Mammographie

Röntgenstrahl | Röntgenstrahl | Röntgenstrahl



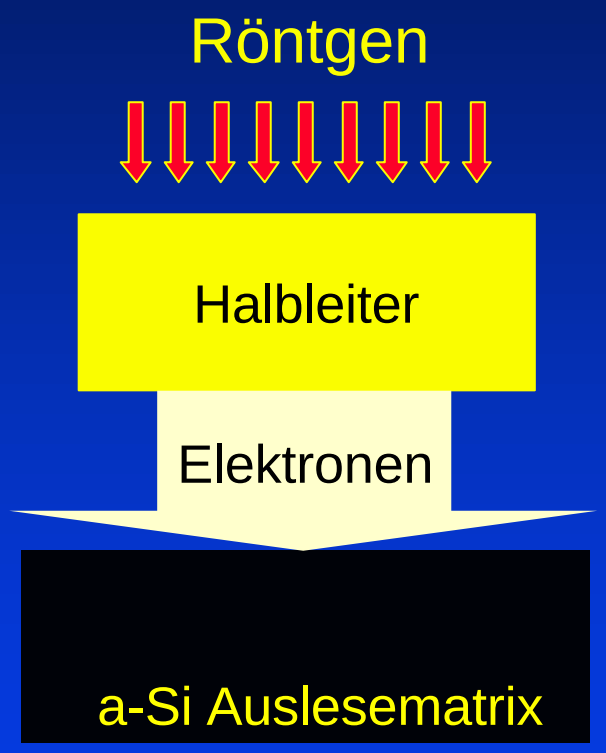
Verstärkerfolie/ Speicherfolie	Cäsium Jodid	Selen

Struktur der Cäsium Jodid Eingangsschicht

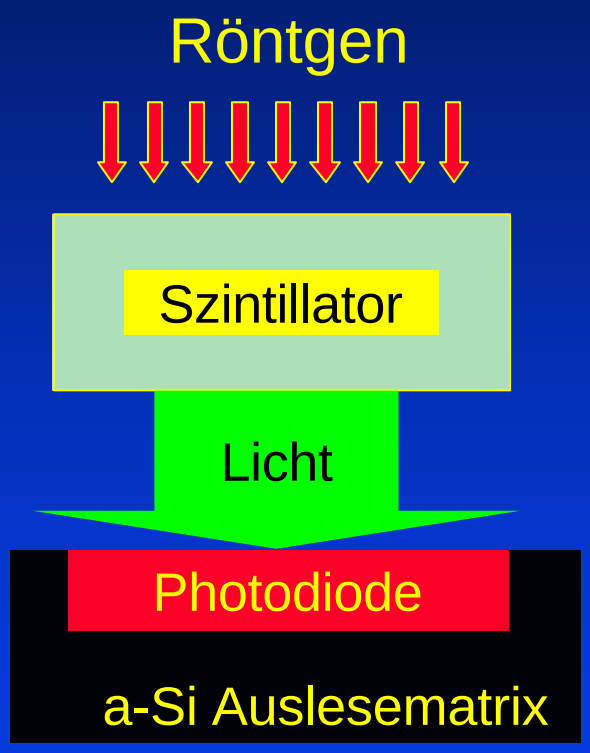


100 µm

„Direkt“ oder „Indirekt“ ?

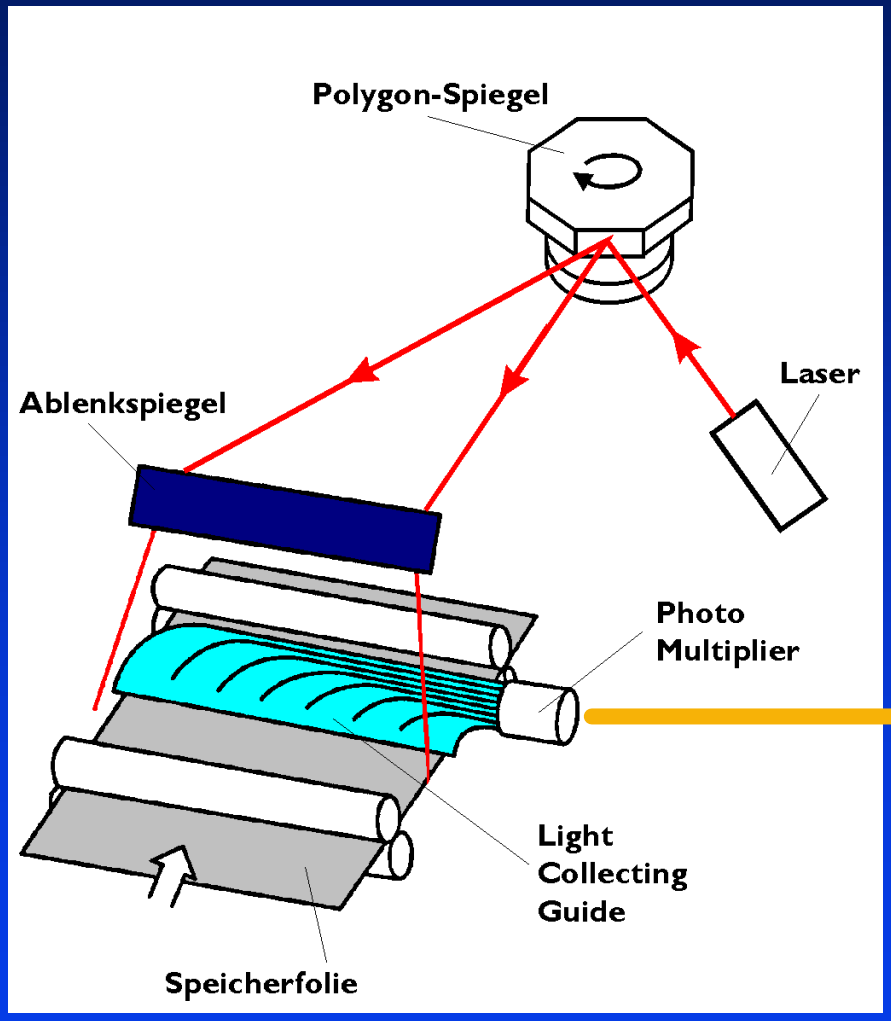


Direkt



Indirekt

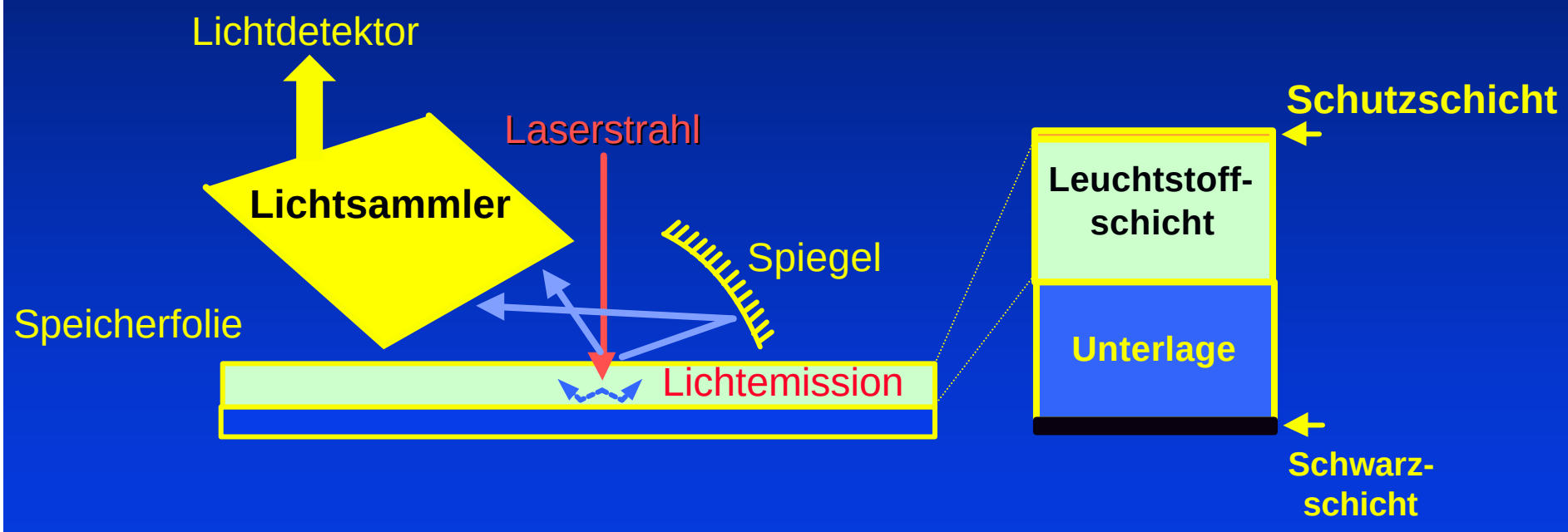
Abtastung einer Speicherfolie



Signal-
verstärker

Analog-
Digital-
Wandler

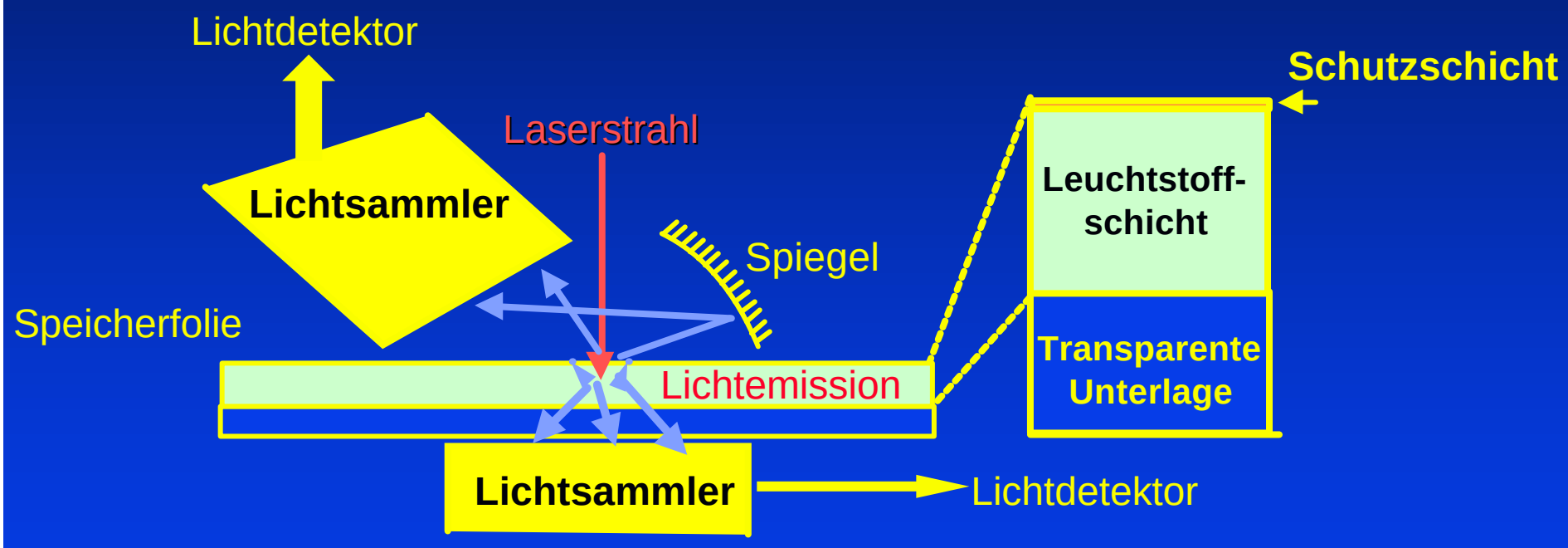
Abtastung einer Speicherfolie



Einseitige Auslesung

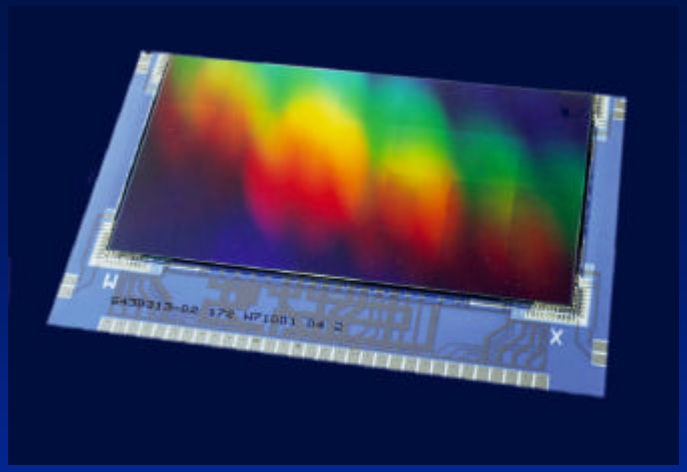
Quelle Fuji Medical Systems

Abtastung einer Speicherfolie

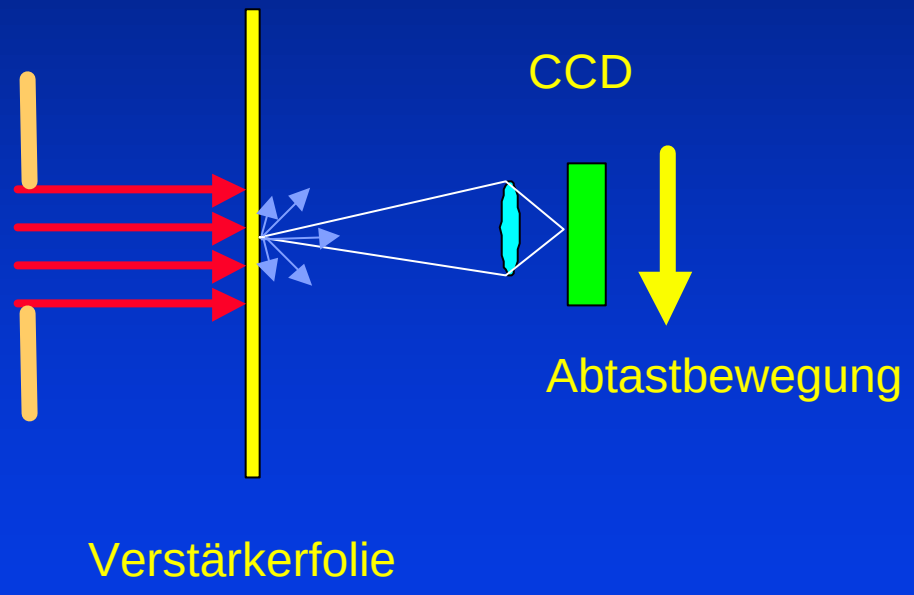


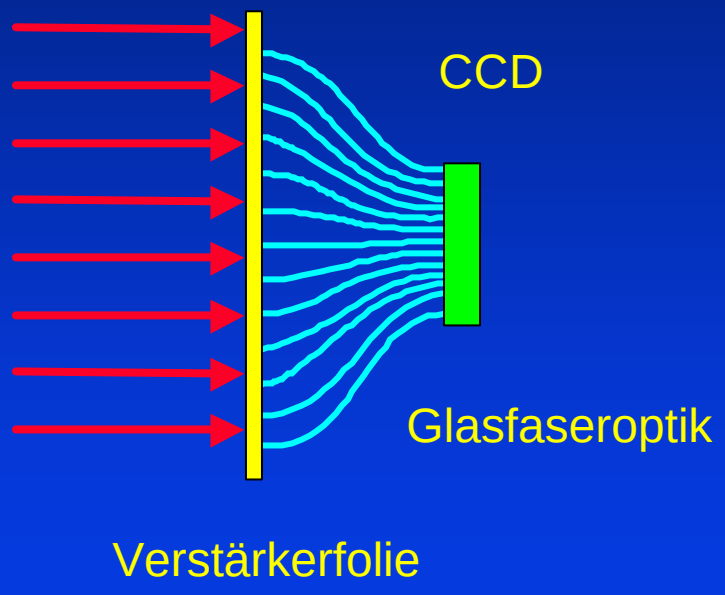
Doppelseitige Auslesung

Quelle Fuji Medical Systems

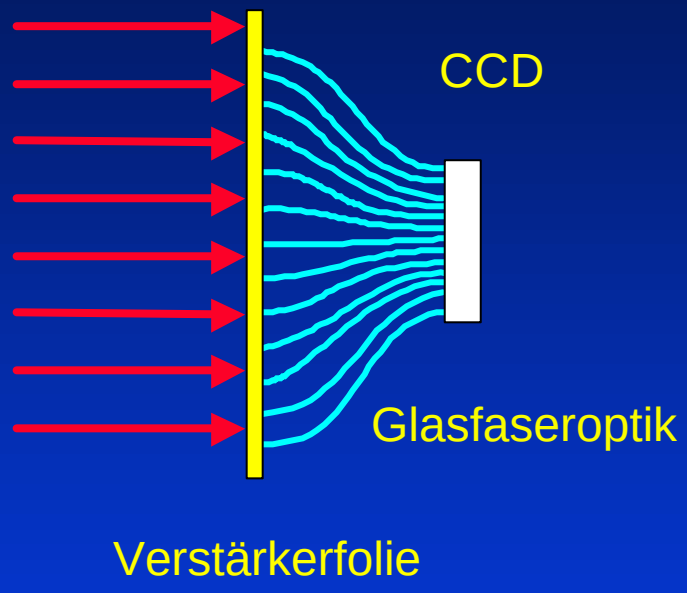


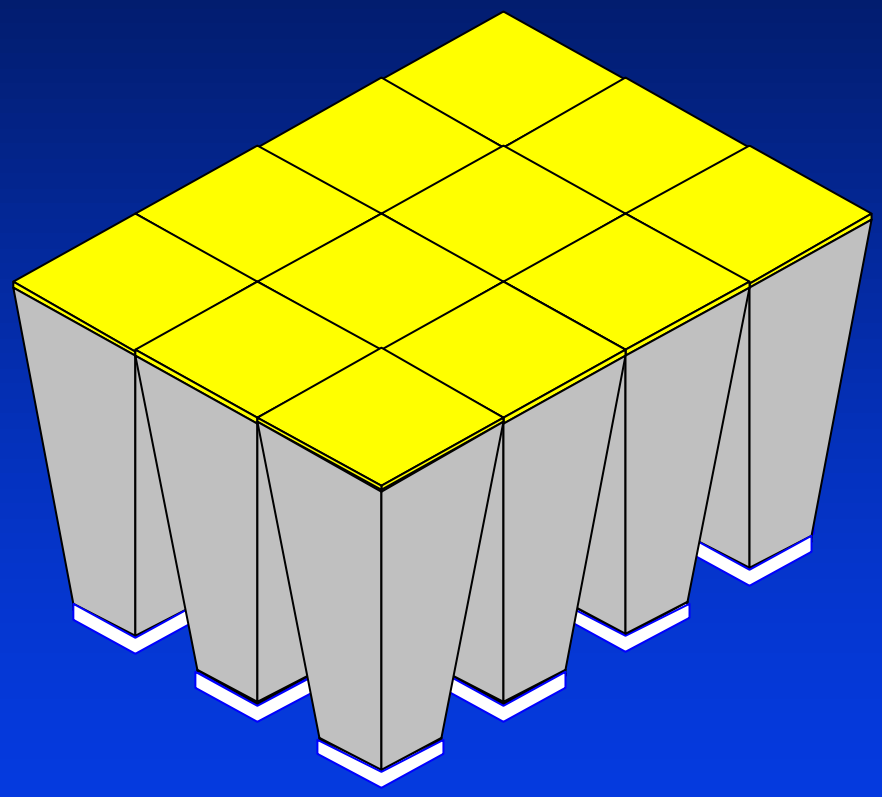
CCD Detektor



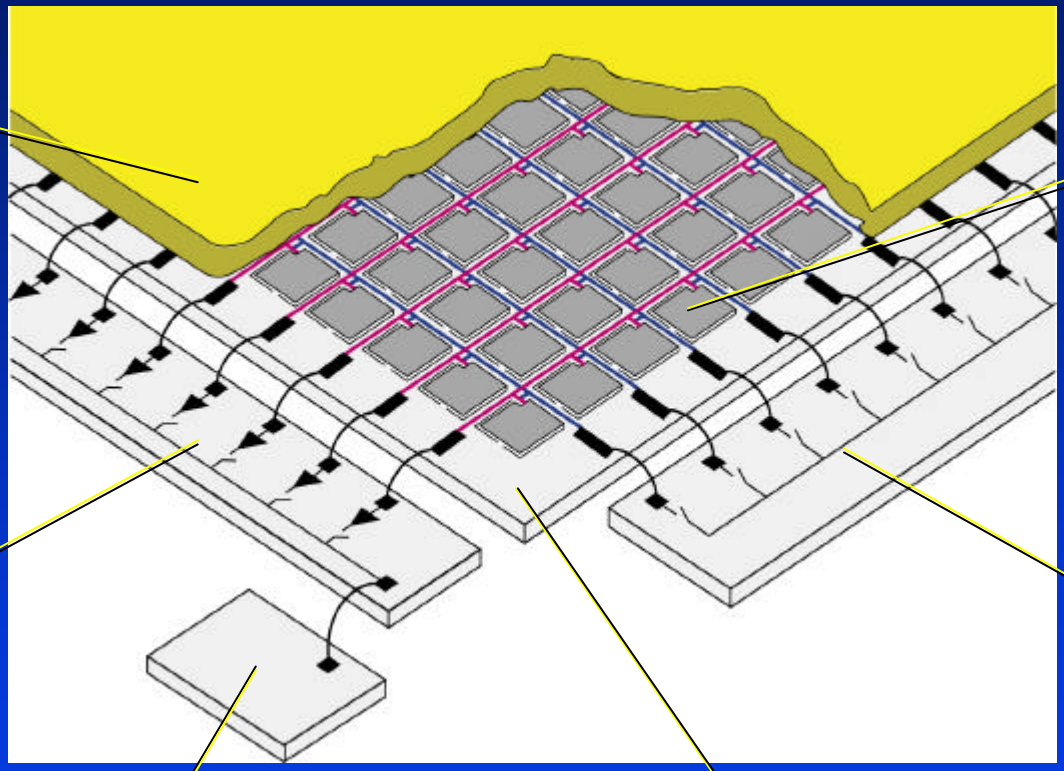


CCD Flächendetektor



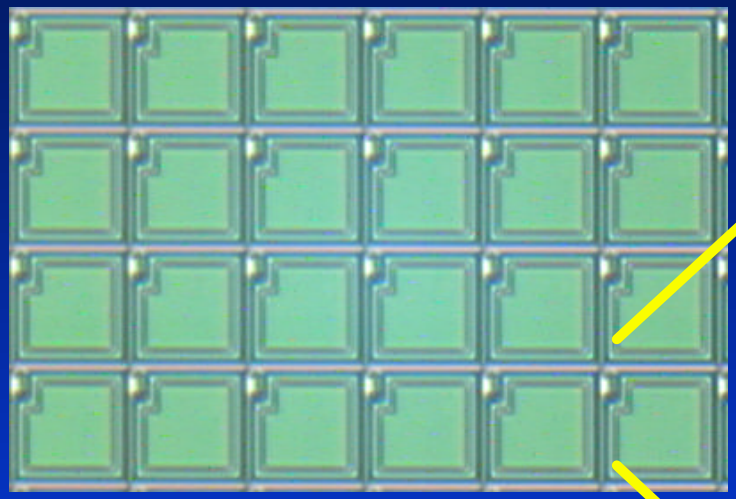


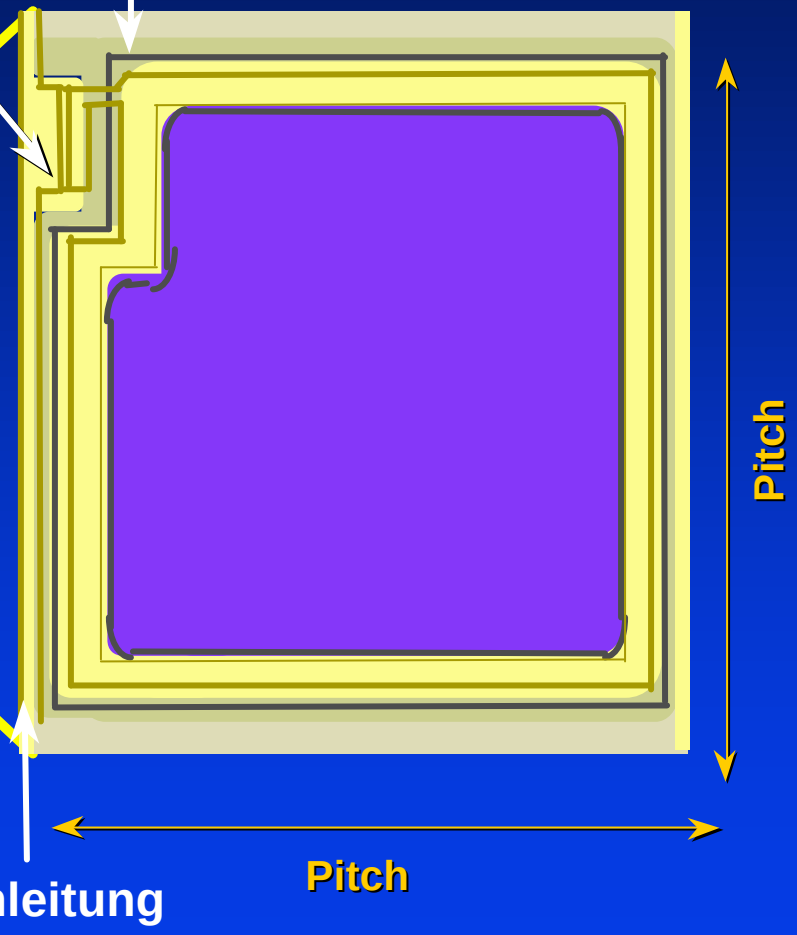
Aufbau Flachdetektor



Funktionsweise

“Flat Panel”- Licht Sensor





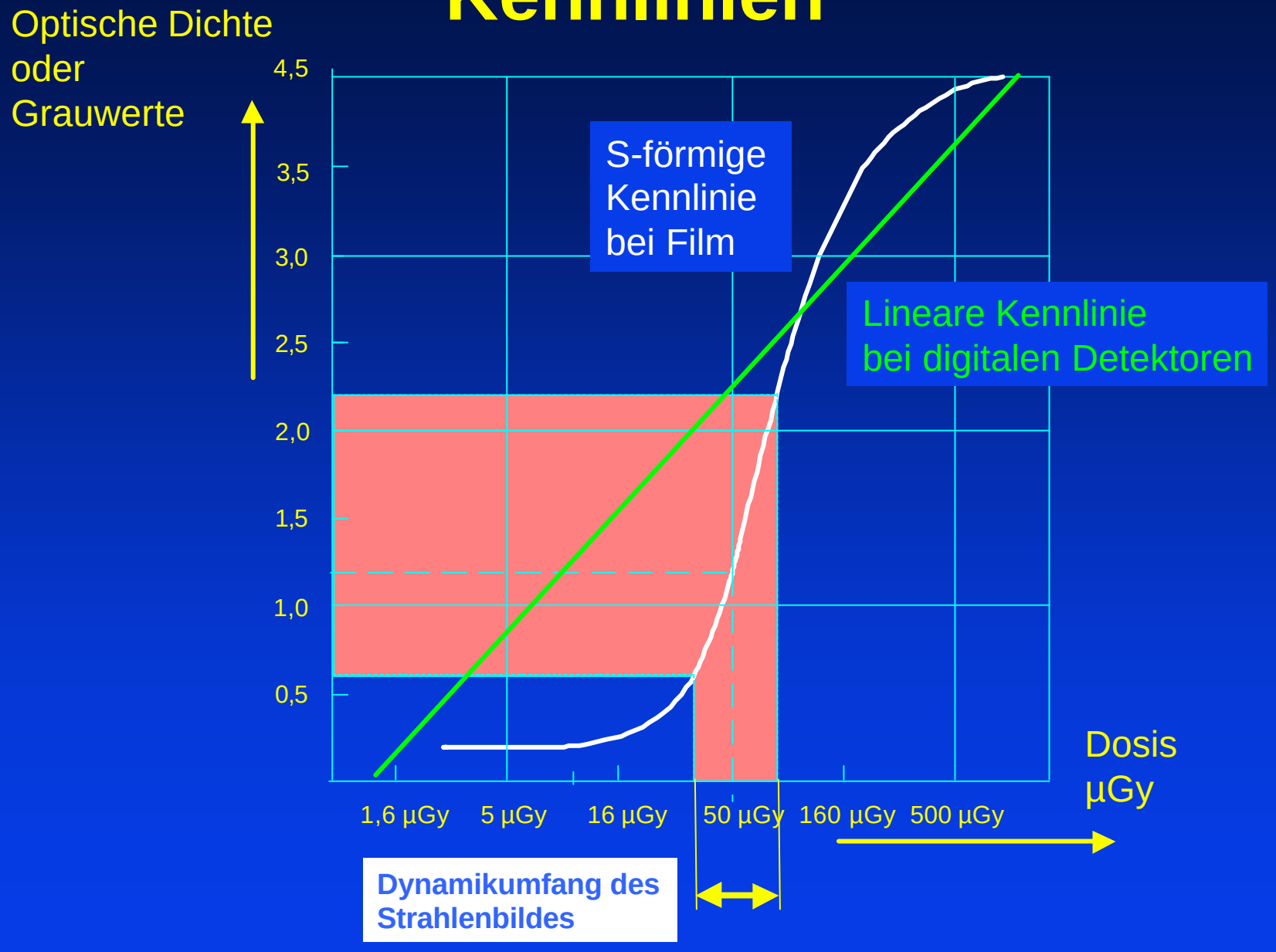
$$\text{Füllfaktor} = \frac{\text{Sensitive Fläche}}{\text{Pitch x Pitch}}$$

Quelle GE Medical Systems

Detektorprinzipien

• Speicherfolie, Kassette +	Abtastung mit Laser + Lichtmessung (Ersatz von Verstärkerfolie und Film)
• Leuchtstoffschicht +	Abtastung mit einer CCD Detektor Zeile CCD (Charged Coupled Device)
• Leuchtstoffschicht +	Glasfaseroptik zur Kopplung an CCD-Sensormatrix
• Halbleiterdetektor (Selen) +	Sensorschicht mit amorphem Silizium (Flachdetektor)
• Leuchtstoffschicht +	Sensorschicht mit amorphem Silizium, (Flachdetektor)

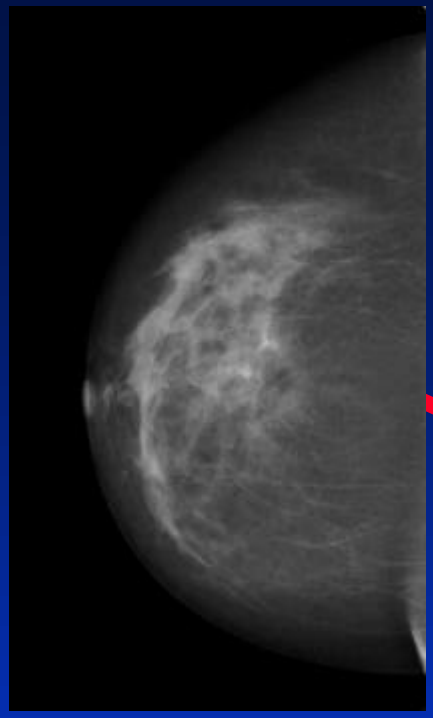
Kennlinien



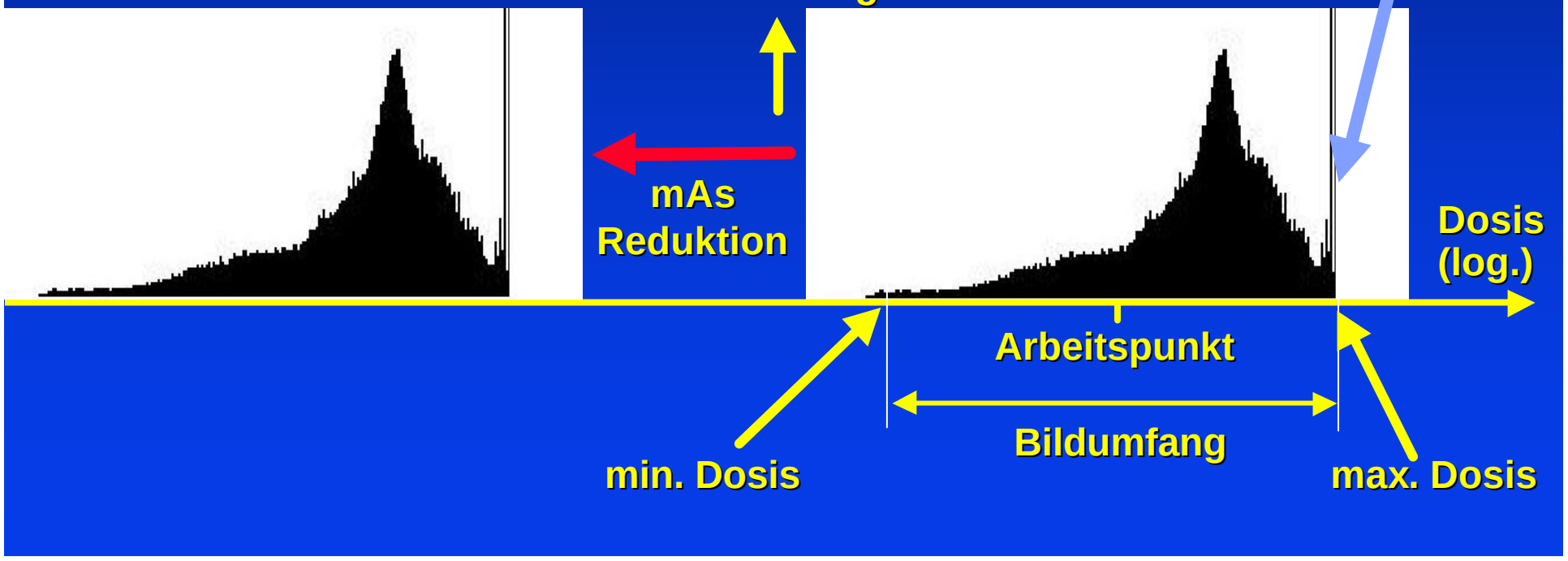
© PMS-DR-GMH01-102-2000

Signalnormierung

Anpassung an unterschiedliche Belichtungen



Bildanalyse



Dosisbedarf

- **Film-Folien Kombinationen:**

Empfindlichkeitsklasse SC	Dosis
12,5	80 µGy
25	40 µGy

- **Bei digitalen Detektorsystemen keine charakteristische Empfindlichkeit .**
- **Großer Belichtungsspielraum**
- **Festlegung Aufnahmedosis**
  - **Maximal: Leitlinien**
  - **Minimal: Rauschanteil im Bild**

Stufen der Bildverarbeitung

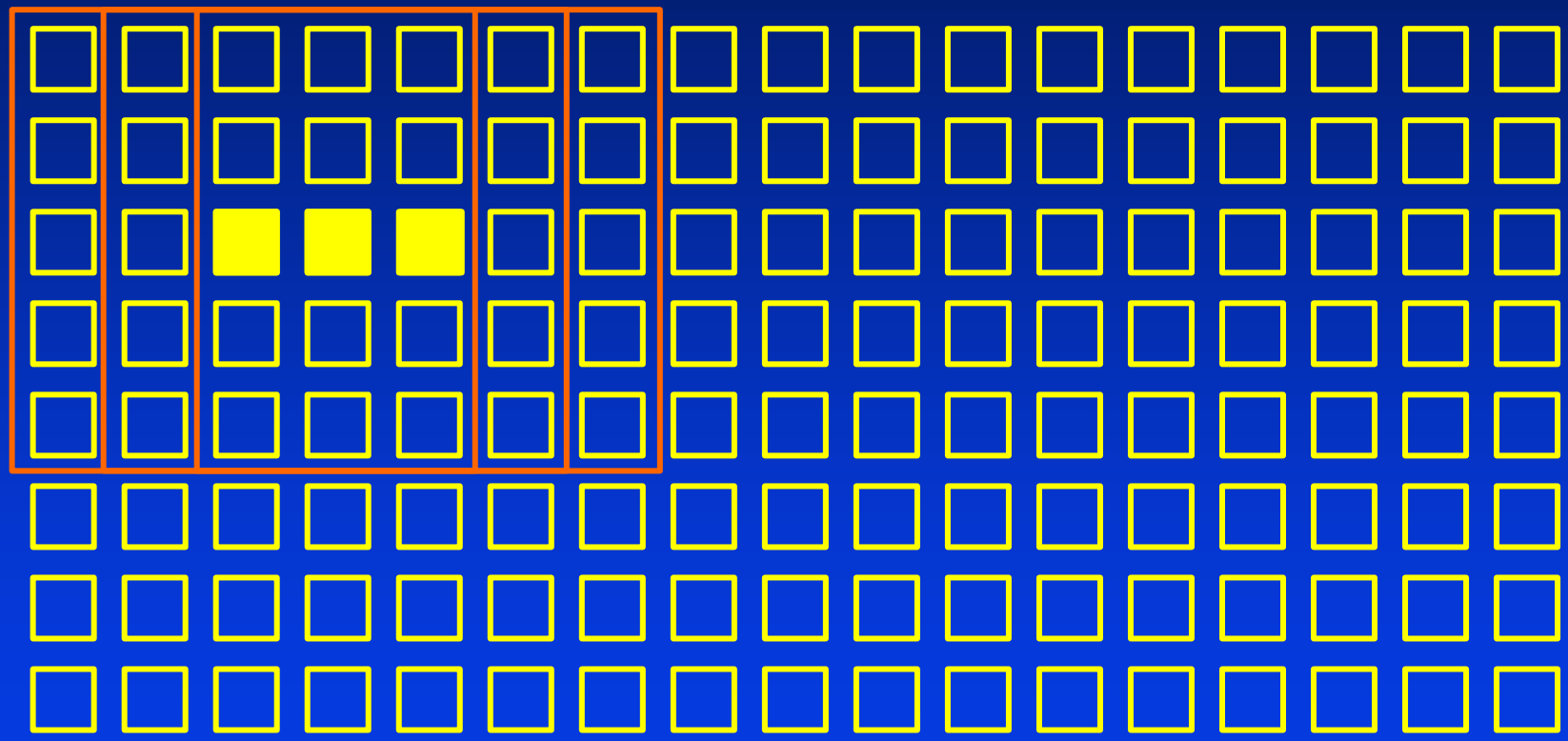
Signal-normierung	Modifikation des Ortsfrequenz spektrums	Veränderung von Kontrast und Helligkeit
Anpassen an Belichtungs-unterschiede	**Kompensation der Unschärfe bei der Abbildung,** **Hervorhebung von Strukturen einer bestimmten Größe**	**Hervorhebung von Bilddetails in einem bestimmten Dosisbereich,** **Auswahl eines Grauwertebereichs**

Methoden der Bildverarbeitung

- **Methode der unscharfen Maske (UM)**
  - **Kantenanhebung**
  - **Hervorhebung kleiner Objekte**
- **Bearbeitung des Dynamikumfangs**
  - **Dynamic Range Reconstruction (DRR)**
  - **Reduktion großer Helligkeitsunterschiede**
- **Kompensation des Rauschanteils**
- **Bearbeitung von Helligkeit und Kontrast**
  - **Grauwerte Tabellen (Look Up Tables LUT)**
  - **Einstellung des Grauwertefensters**

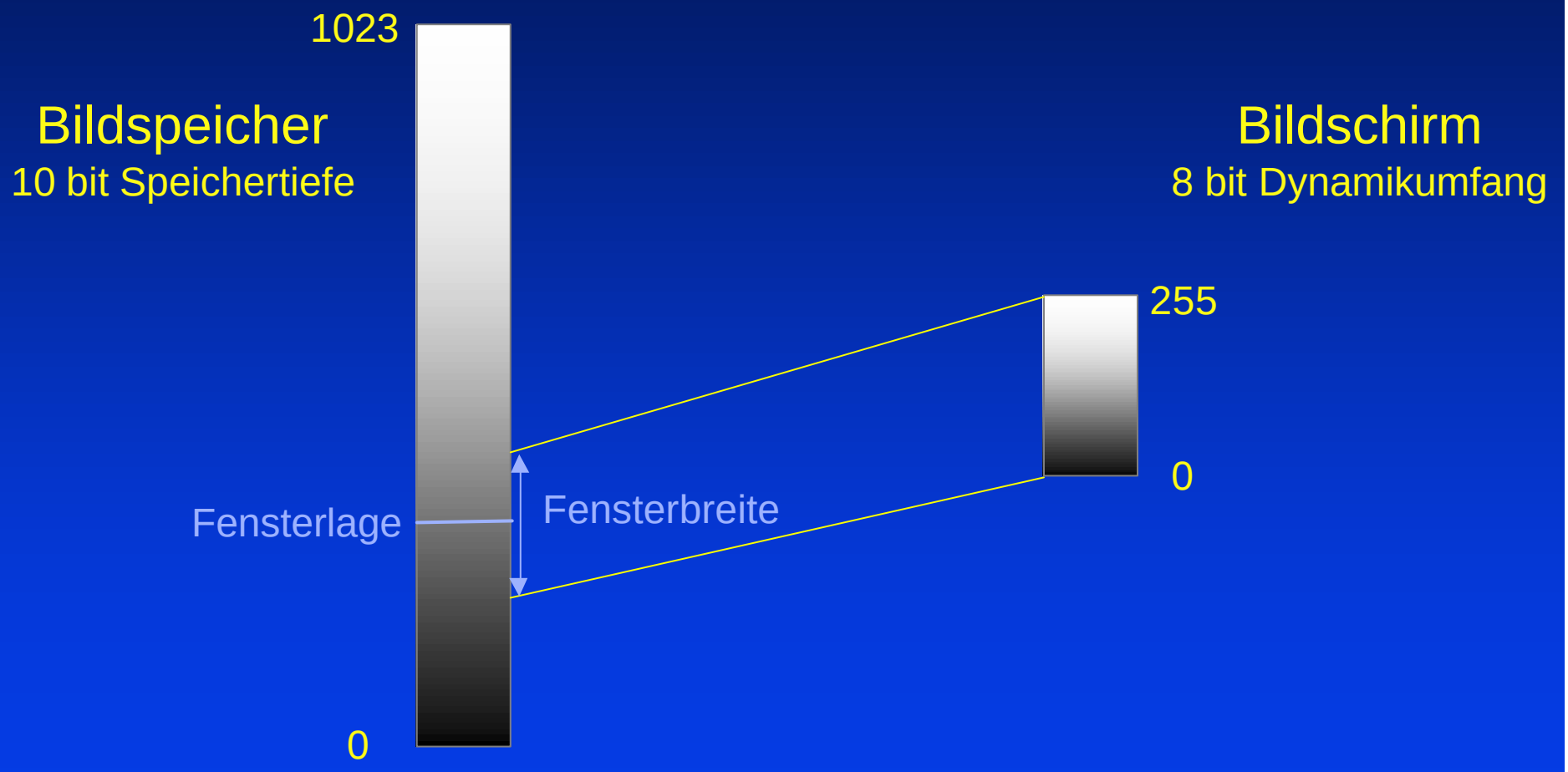
Bearbeitung eines Bildes

Anwendung des Filterkerns

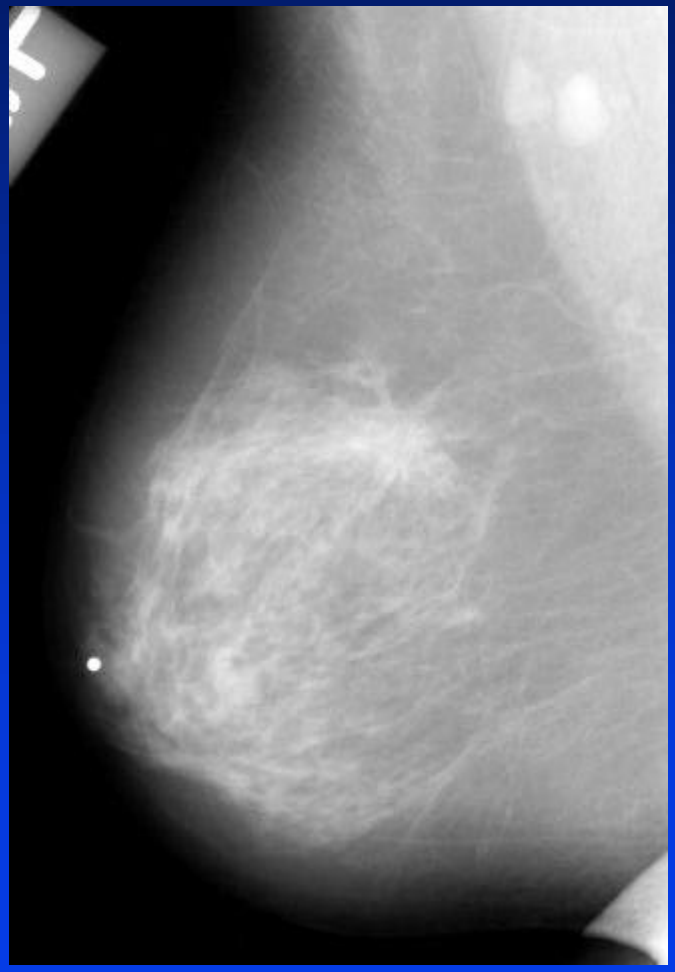


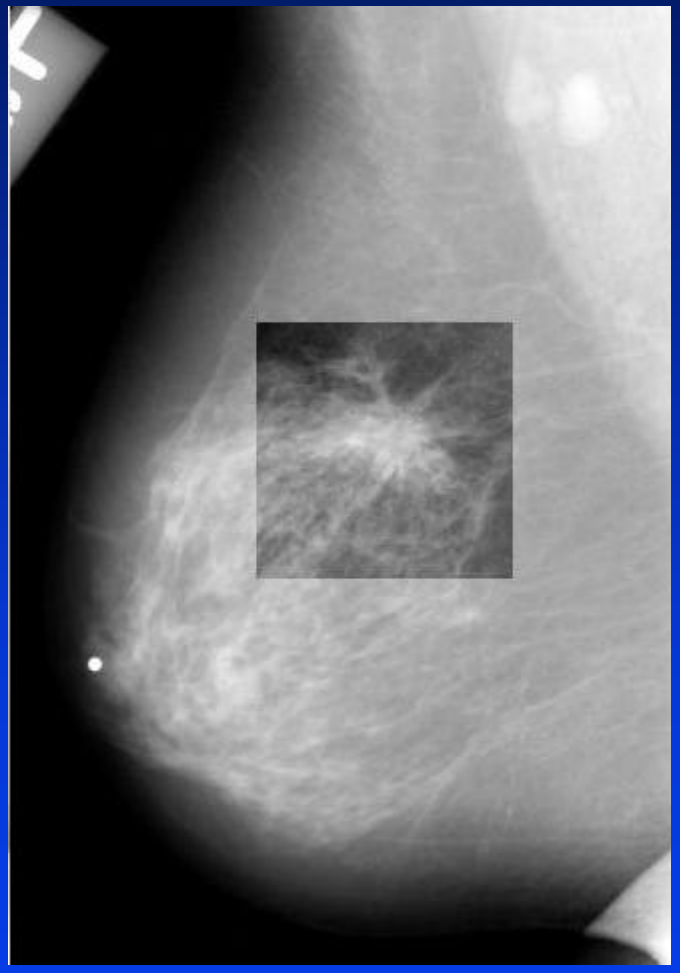
Grösse des Filterkerns : 5

Kontrastanhebung durch Fensterung der Grauwerte



Kontrastanhebung



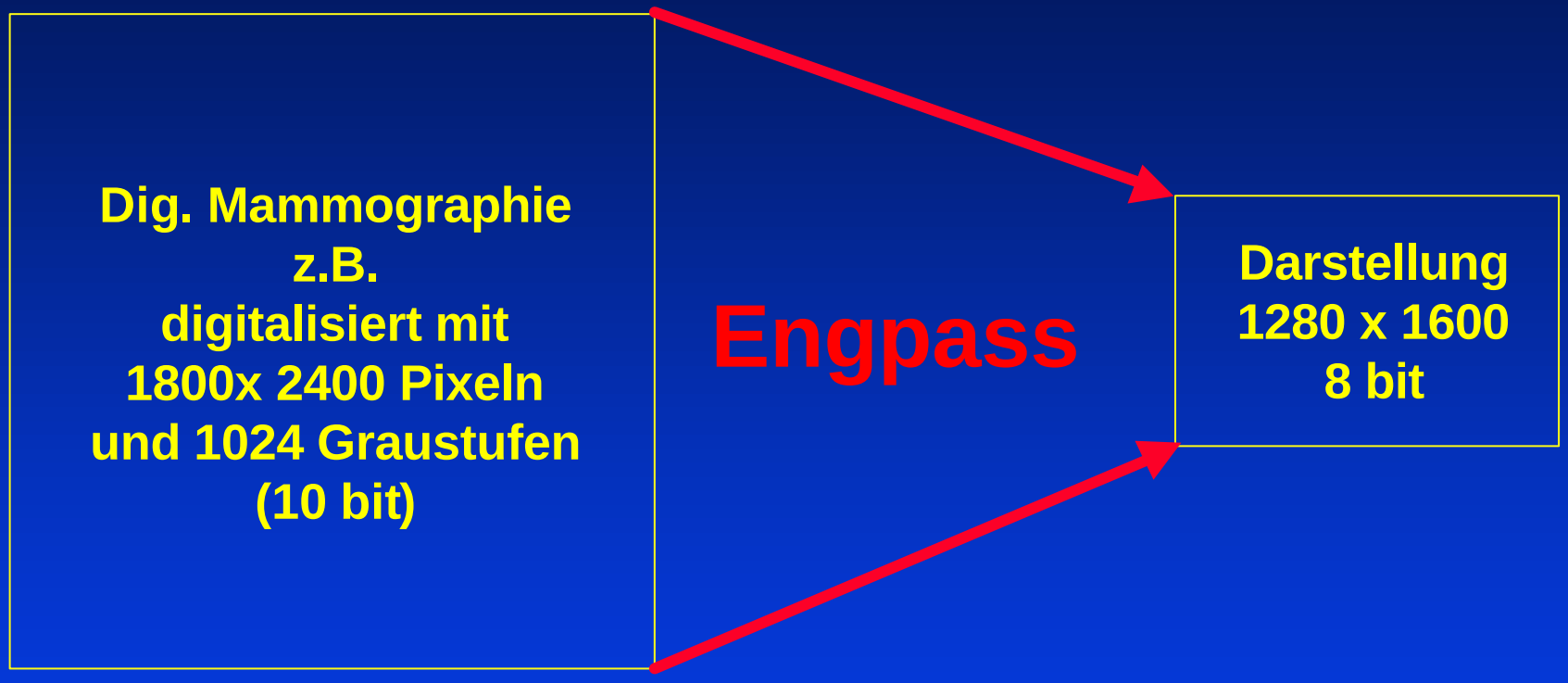


Quelle: Yaffe, Toronto

Qualität digitaler Mammographien

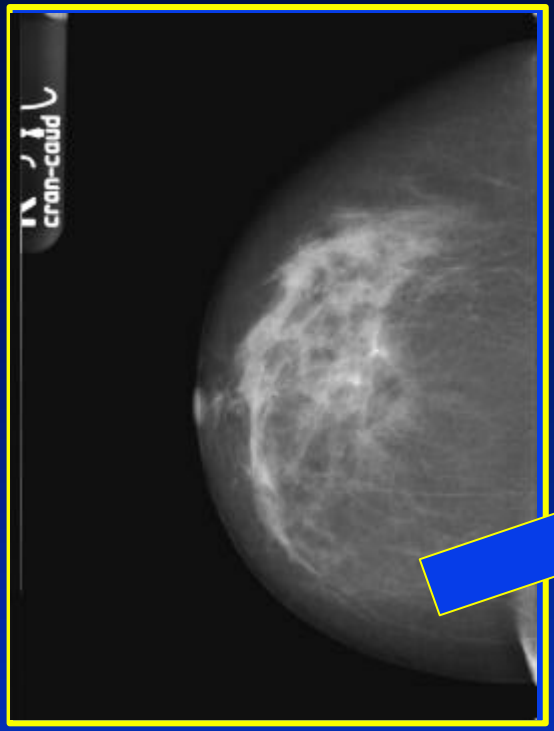
Schärfe (Ortsauflösung)	zeitliche Auflösung	Kontrast
Rasterung	Abtastung	Quantisierung
⇩	⇩	⇩
Pixelgröße	Belichtungszeit	Anzahl der Graustufen
⇩	⇩	⇧
Begrenztes Quantenangebot	⇨	Rauschen

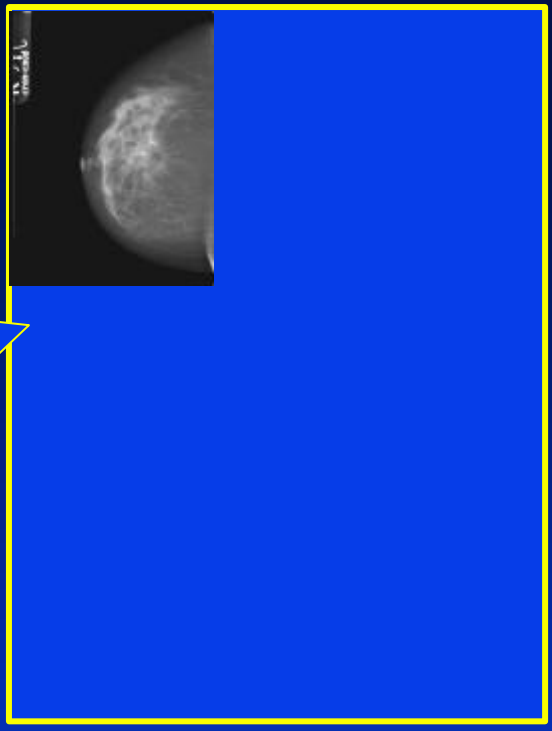
Engpass Darstellung



Große Bildmatrizen und großer Grauwerteumfang erschweren die Darstellung digitaler Mammographien

Maßstab





Bildaufnahme		Bilddokumentation
18 cm x 24 cm	Bildgröße	7 cm x 9,3 cm
18 cm x 24 cm	Folie bzw. Filmgröße	20 cm x 25 cm
1800 x 2400	Matrixgröße	5025 x 6200
100 µm	Pixelgröße	38,7 µm (13,4 mm^{-1})
4096 (12 bit)	Pixelwerte	1024 (10 bit)

Vorteile der Digitalen Mammographie

- **flexible Anpassung an unterschiedliche Belichtungsbedingungen**
- **Ausgleich großer Dichteunterschiede**
- **bessere Auflösung kleiner Kontraste.**
- **Nachträgliche Verarbeitung**
- **universelles Datenformat**
- **kompakte Speicherung der Bildinformation**
- **direkte Darstellbarkeit**
- **digitale Übertragung und Speicherung**

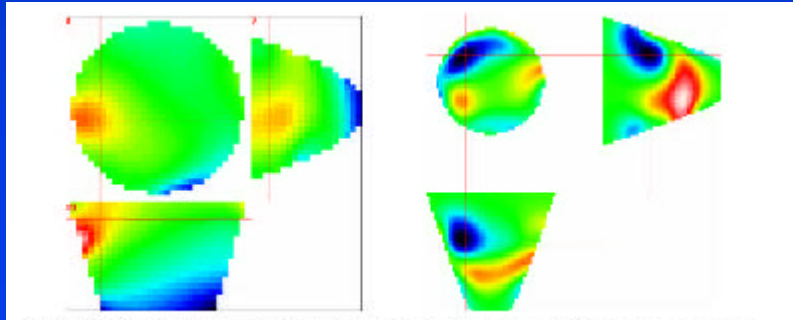
Ausblick

- **einige internationale und nationale Applikationsprojekte**
- **kontroverse Diskussion der notwendigen Ortsauflösung**
- **Standardisierung DQE**
- **Diskussion geeigneter Detektorprinzipien**
- **Festlegungen Qualitätssicherung**

Ausblick

- **Optische Mammographie**

Picture 2 : Detail of the cup



Picture 5 : Malign tumor (left) and cyst (right) imaged by Philips Mammoscope