



Digitale Mammographie – Erfüllen Bildqualität und Dosis die Erwartungen?

Maria Bernathova

**Abt. für Mammadiagnostik
Medizinische Universität Innsbruck**

Ideal wäre...

- Bei gleicher oder niedrigeren Dosis gleiche oder bessere Bildqualität zu erzielen.

Gliederung

- Begriffsbestimmung
- Unterschiede digital - analog
- Bildqualität
- Dosis
- Studien
- „Take home message“



Begriffsbestimmung

Digitale Mammographie

- Sind jene Mammographiegeräte die ein digitales Bild produzieren.

Digitale Mammographie

Direkte digitale Systeme

Speicherfolie Systeme

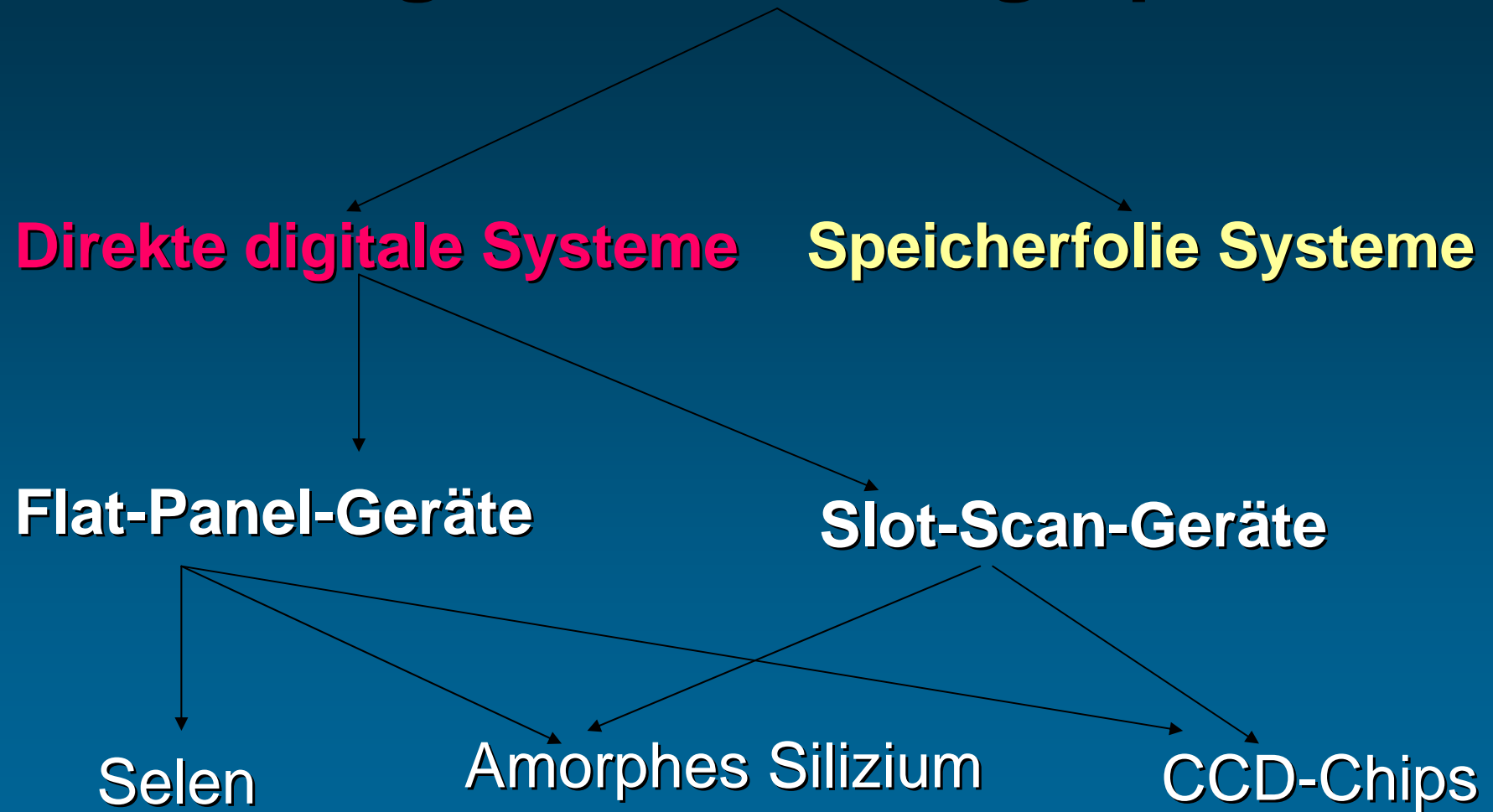
Flat-Panel-Geräte

Slot-Scan-Geräte

Selen

Amorphes Silizium

CCD-Chips



Erste digitale Mammographie

- Senographe 2000D
zugelassen von FDA am 28. 01. 2000

Derzeit verfügbare DM-Geräte

- GE Senographe (CsI)
 - Lorad Hologic (Se-detector)
 - DM 1000 Agfa (Se-detector)
 - Siemens Novation (Se- detector)
 - Giotto (Se- detector)
 - Planmed (Se-detector)
 - Fisher Senoscan (Slot-scanned CCD)
 - Sectra (slot-scanned photon-counting)
-
- Fuji CR
 - CR Agfa
 - CR Kodak DIRECT view 850
 - Konica Regius

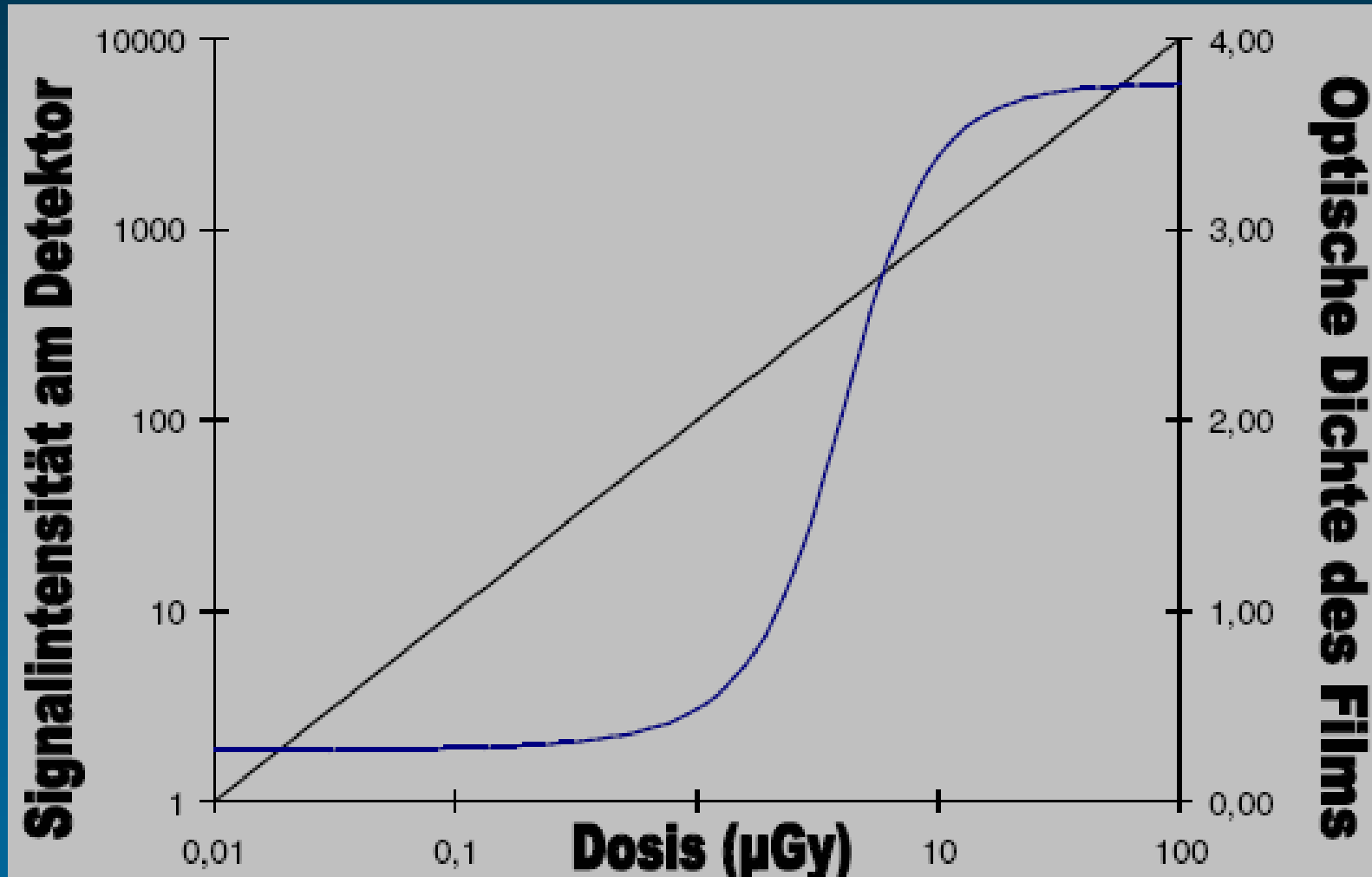
Unterschiede „analog-digital“

- Bildaquisition
- Bildbetrachtung
- Bild Archivierung
- Qualitätskontrolle
- Training für die Ärzte und RTA's
- Anschaffung und Betrieb

Bildaquisition

- Durch einfallende Röntgenstrahlen wird ein Film geschwärzt. Rezeptor ist ein Film-Folien System
- Die einfallende Röntgenstrahlen werden durch einen Detektor ausgelesen und in elektrische Signale umgewandelt. Rezeptor ist ein digitaler Detektor.

Bildaquisition



Bildentwicklung und Format

- konventionelles Film
- digitales Bild

Bildbetrachtung

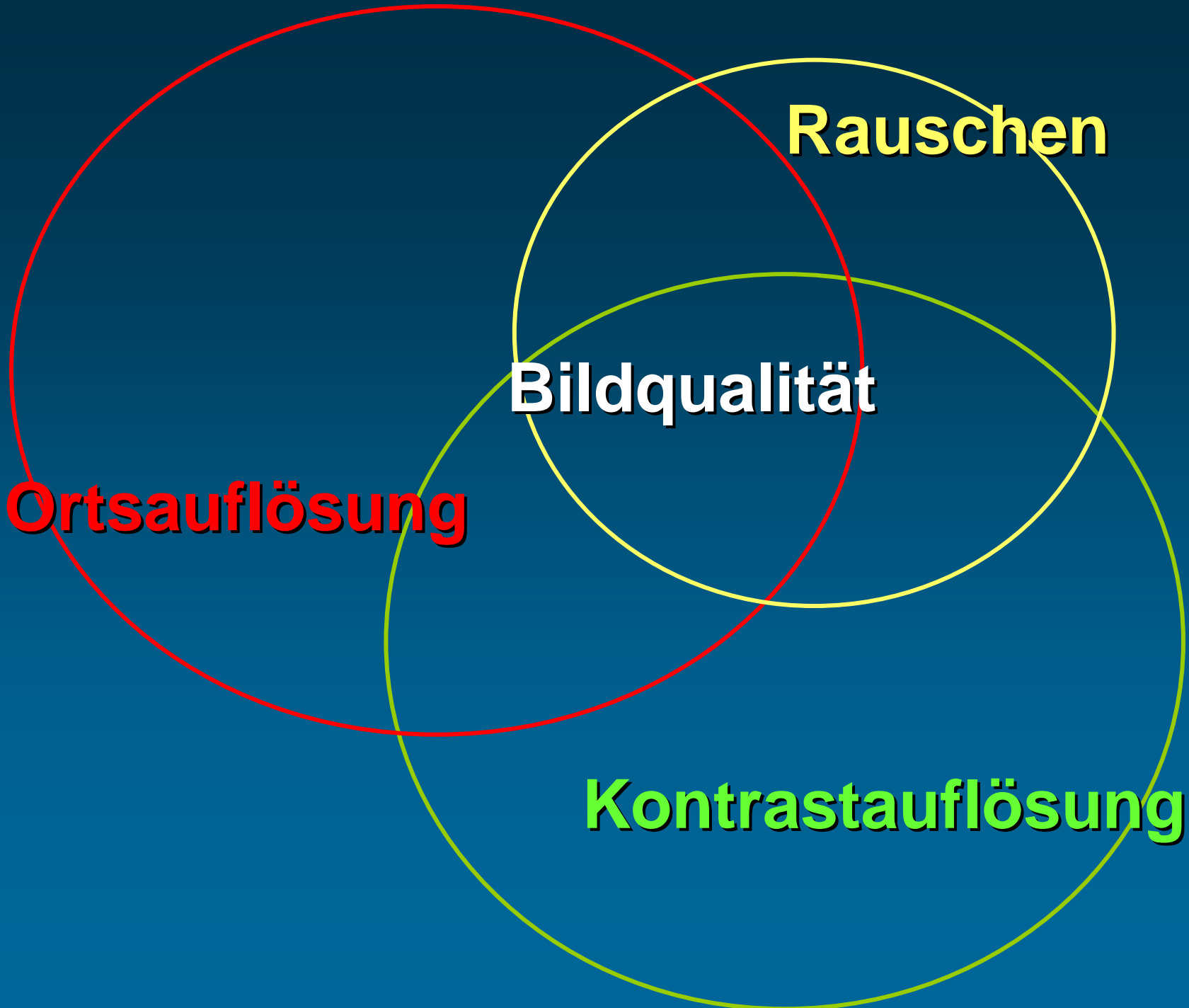
- Schaukasten mit manuell einstellbarer Lichtintensität und einer Lupe.
- Multimodale Workstation

Bild Archivierung

- Konventionelles Filmarchiv
- PACS
- ELGA (elektronische Gesundheitsakte)

Bildqualität

Wie gut das menschliche Auge ein Objekt wahrnehmen kann, hängt von der Größe des Objektes und seinem Kontrast zum Hintergrund ab. Beide Faktoren, **Kontrast und Ortsauflösung**, können deshalb zur Beurteilung eines bildgebenden Verfahrens nicht isoliert voneinander betrachtet werden.



Rauschen

Bildqualität

Ortsauflösung

Kontrastauflösung

Ortsauflösung

- Wird durch intrinsische (analoge) Auflösung des Detektors und digitale Abtastung bestimmt.
- Detektionsschritt : Umwandlung der Röntgenstrahlen in ein Signal

Digitaler Detektor

- so fein wie (diagnostisch) nötig, so grob wie möglich...
- Pixelgröße ist bestimmend
- Abtasttheorem sagt:

Die Abtastung muss mindestens das Doppelte der zu übertragenden Frequenz betragen, sonst wird ein Signal mit falscher Frequenz generiert (Aliasing).

Kontrastauflösung

- Unterschied der Dichte, bzw. Helligkeit zwischen dem Objekt und seiner Umgebung
- Bei digitaler Radiographie ist die Kontrastauflösung durch Postprocessing optimierbar.
- Bittiefe bestimmt die Kontrastauflösung, allerdings bestimmt auch das Rauschen
- So viel Bit wie nötig, so wenig wie möglich.

Rauschen

- Das Bildrauschen stellt prinzipiell die Grenze der Informationsübertragung in der digitalen Radiographie dar.
- Für Erkennbarkeit eines Details ist das SNR entscheidend.
- SNR ist quantitative Beschreibung der Qualität der Information in einem röntgen Bild.
- SNR hängt von der Größe des Details, von der Dosis, von der Eigenschaften des Detektors.

Detective quantum Efficiency

- **effektive Quantenausnutzung**
- beschreibt die Leistungsfähigkeit eines Detektor in Bezug auf das erreichbare SNR im Vergleich zum idealen quantenrauschbegrenzten Detektor mit 100 % Absorption.
- Perfekte DQF = 1
- Je höher DQF umso höhere Detektierbarkeit von Merkmalen und Objekten
- DQE ist gleich Bildqualität/ Dosis
- Analoge Mammographie hat 45 % DQF

Bildqualität in der digitalen Mammographie

- Physikalische Eigenschaften des Detektors (Gerät und Ausstattung)
- Bildverarbeitung - Processing
- Darstellung –Soft-copy Befundung

Processing

Processing

- Kann bis zum gewissen Grad die niedrigere Auflösung kompensieren.
- Ermöglicht sehr gute Darstellung der Haut und subcutaner Strukturen.

Processing Algorithmen

- Manual Intensity Windowing (MIW)
- Histogram-based Intensity Windowing
- Mixture-Model Intensity Windowing
- Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization
- MUSICA
- Trex Processing
- ...

Processing

- **CONCLUSION:** Specific image-processing algorithms may be necessary for optimal presentation for interpretation based on machine and lesion type.

Cole EB, The effects of gray scale image processing on digital mammography interpretation performance. *Acad Radiol.* 2005 May;12(5):585-95.

Soft-copy Befundung

Soft-copy Befundung

- 5K Monitore (CRT oder LCD)
- CRT Matrix mit Größe 2,048 x 2,560
- Digital Detektor A 1,800 x 2,304 (100 μ m)
B 3,072 x 4,800 (54 μ m)
C 4,800 x 6,400 (41 μ m)
- CRT 8 bit Tiefe , $2^8=256$ Graustufen
- LCD 10 bit Tiefe, $2^{10}=1024$ Graustufen

Soft-copy Befundung

- **CONCLUSION:** No statistically significant difference was shown in specificity achievable using soft-copy digital versus screen-film mammography in this study.

Kim HH, Comparison of calcification specificity in digital mammography using soft-copy display versus screen-film mammography. *AJR Am J Roentgenol.* 2006 Jul;187(1):47-50.

Soft-copy Befundung

- **CONCLUSION:** Interpretation with soft-copy display is likely to be useful with digital mammography and is unlikely to significantly change accuracy or speed.

Pisano ED, Interpretation of digital mammograms: comparison of speed and accuracy of soft-copy versus printed-film display. Radiology. 2002 May;223(2):483-8.

Messung der Bildqualität

- Subjektive Beurteilung* (Bild von Patienten oder ein Phantombild)
- Objektive Methoden**

*Martin CJ, Measurement of image quality in diagnostic radiology. Appl. Radiat. Isot..50,21-38(1999)

**International Commission on Radiation Units and Measurements. Medical imaging- the assessment of image quality. ICRU Report 4 (Bethesda, MD: ICRU) (1996)

Subjektive Methoden „Klinische Bildqualität“

- Diagnostische Qualität des Mammographiebildes
- 5 Radiologen= 5 Ergebnisse
- Sehr subjektive Methode

Subjektive Methoden

Test Phantombilder

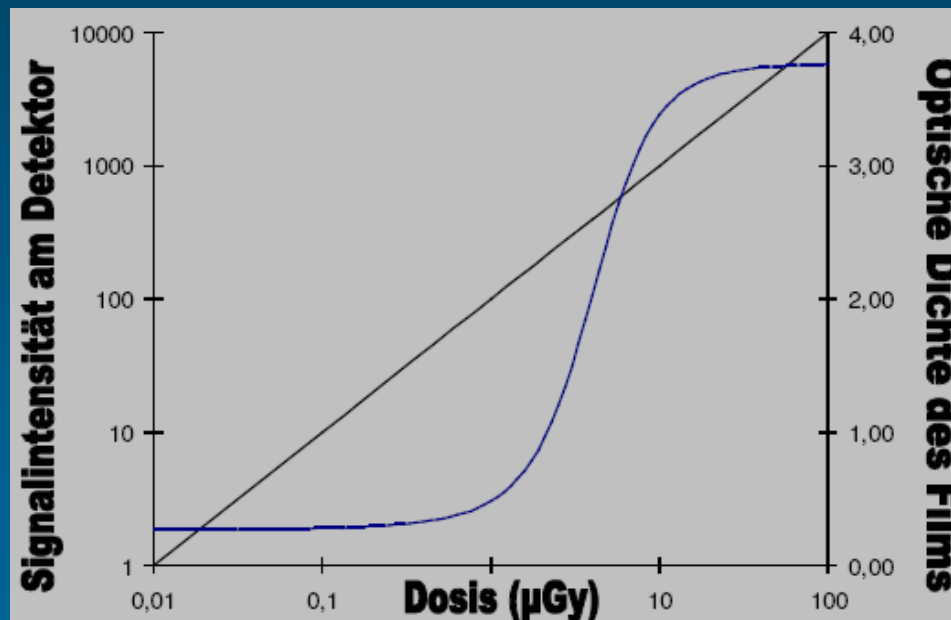
- **CDMAM 3.4 Phantom**
- is a result of the project: "Quality Assurance in Mammography, Department of Radiology, University Medical Centre Nijmegen, the Netherlands." By M.A.O. Thijssen, Ph.D., K.R. Bijkerk, M.Sc. and J.M. Lindeyer, B.Sc.
- Kontrast-Detail Analysen

Objektive Methoden

- Messung des Signaltransfers
- Bild Schärfe - MÜF
(Modulationsübertragungsfunktion)
- Ideale Beobachters SRV
- The related quantities noise equivalent quanta (NEQ)

Röntgen Dosis

Überexposition = “bessere Bildqualität”



Dosis ~ Bildqualität

- Qualitätssicherung
- Patientendosimetrie
- Evaluation der Bildqualität

Mittlere Parenchymdosis

- Ist eine mittlere Organ-Energiedosis des Brustdrüsengewebes, die sich als Produkt aus der Einfalldosis und dem Parenchymdosisiskonversionsfaktor ergibt.
- Kompression + Exposition + Glandularität

Diagnostischer Referenzwert

- A diagnostic reference level (DRL) is a dose level for a typical X-ray examination of a group of patients with standard body sizes and for broadly defined types of equipment.

International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21(1–201) (Oxford: Pergamon Press) (1991).

Diagnostischer Referenzwert

- Die Richtlinie 97/43/EURATOM des Rates der Europäischen Union, die so genannte Patientenschutzrichtlinie, fordert von den Mitgliedsstaaten die Erstellung und **Anwendung von diagnostischen Referenzwerten (DRW) für strahlendiagnostische Untersuchungen.**

Diagnostischer Referenzwert

- 1. phase: DRL calculation a for breast cancer screening in Belgium based on AGD measurements from patient data.
- 2. phase: Verification whether dose estimates from phantom measurements are a valid alternative for patient data.
- The average AGD for all patients was **1.67** mGy, the smallest AGD was **0.83** mGy and the largest was **2.64** mGy.

- **Schlussfolgerung:** Die Strahlenexposition bei Mammographieaufnahmen mit einem digitalen Selen-Flachdetektor ist vergleichbar mit der bei digitalen Vollfeldmammographieaufnahmen mit einem Detektor aus amorphen Silizium. Die mittlere Parenchymdosis liegt bei der digitalen Mammographie etwa **25% unter den Werten der konventionellen Film-Folien-Mammographie.**

D Gosch, Die Strahlenexposition bei der digitalen Vollfeldmammographie mit einem Selen-Flachdetektor, Fortschr Röntgenstr 2006; 178

Ergebnisse:

- Die mittlere Parenchymdosis pro Aufnahme ergab sich über alle Patientinnen gemittelt zu 1,4 mGy (0,8 - 4,9 mGy). Die mittlere Kompressionsschichtdicke der Brust betrug dabei 56,1 mm. Die im Rahmen der Patientenstudie ermittelten Dosiswerte entsprachen weitgehend den Ergebnissen einer vorangegangenen Phantomuntersuchung.

Automatische Erfassung der Strahlendosis

- Strahlenbelastung bislang nicht dokumentiert!
- Ziel: Die tatsächliche Strahlenbelastung für den Patienten pro Untersuchung zu dokumentieren.
- Integration in die elektronische Patientenakte

Online Qualitätsaudit

- Aus dem DICOM Header werden relevante Daten automatisch extrahiert und ausgewertet.
- Vergleich aktuelle Dosis mit Referenzwerten. (Alarmauslösung bei Überschreitung des Referenzwertes)

Studien - Detektionsrate

- 2001 by Lewin et al
- OSLO I
- OSLO II (the soft-copy reading was carried out in dedicated, darkened, and quiet environments)
- DMIST

Lewin JM, Hendrick RE, D'Orsi CJ, et al. Comparison of full-field digital mammography with screen-film mammography for cancer detection: results of 4,945 paired examinations. *Radiology* 2001; 218:873–880.

DMIST Purpose

- Compare diagnostic performance of FFDM & SFM in a prospectively enrolled screening population of asymptomatic women across all FFDM machine types
- 49 528 women enrolled
- GE, Fischer, Fuji, Trex/Hologic

DMIST (NEJM, 2005)

DMIST- Results

- DMIST showed that, for the entire population of women studied, digital and film mammography had very similar screening accuracy.

DMIST

- Digital mammography was significantly better than film mammography in screening women who were under age 50, or women of any age who had very dense breasts.
- Digital mammography allows improvement in image storage and transmission because images can be stored and sent electronically.

Vorteile DM

- On-line Dosis audit.
- Wiederholung von Aufnahmen aufgrund von Fehlbelichtungen und Verlust von Bildern selten.
- Nachbearbeitung von Aufnahmen verbessert die “niedrigere Auflösung”.

Take home message

- Kompromiss zwischen der Dosis und Bildqualität!
- Qualitätskontrolle!
- Patientendosimetrie!

- <http://www.dimond3.org/>

If only one type of equipment is available, women should recognize that most of the benefit of mammographic screening is derived from the quality of the test itself and not from the way the image is stored.*

*Dershaw, Film or Digital mammographic screening? N Engl J Med 353;17 2005