

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Subsysteme in dig. Einrichtungen

- **Detektorsystem**: Detektor, Einhausung, Bildverarbeitung Rohbild: (**DQE_{Detektor}**)
- **Detektionssystem**: Detektorsystem, Raster, Tisch, Fokus (Größe, Winkel, Anoden-/filter-Kombination), Generator (kV, mAs usw.) (**NEQ_{System}**)
- **Displaysystem**: Graphikkarte, Display, Beobachter, Umgebungsbeleuchtung, ggf. PACS (**PP_{Display}**, Perception Performance Wahrnehmungsbeschaffenheit)

Keine Prüfung des Gesamtsystems möglich

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

- **Detektorsystem:**

technische Prüfverfahren: Zugang zum Detektor i.d. R. eingeschränkt; Bestimmung der Eingangsfluenz (K_B), der MTF, des NPS und damit der **DQE**

- **Detektionssystem:**

A) technische und B) diagnostischen Prüfverfahren: Bestimmung der Eingangsfluenz (K_E), der MTF_{System} , des NPS_{System} und daraus das **NEQ_{System}**, bzw. Detektionsraten von Strukturen, positiv prediction value **PPV** etc.

- **Displaysystem:**

Leistungsanalyse nur mit **diagnost. Prüfverfahren**

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

- **Diagnostische Prüfverfahren**

Abbildung von Prüfmitteln wie Goldscheiben (allg. Kontrast-Detail-PK) zur Bestimmung der Bildqualität mit der Möglichkeit zur **automatischen und visuellen Beurteilung**

- **Technische Prüfverfahren**

Abbildung von Prüfmitteln wie W-Kanten, homogenen Feldern zur Bestimmung der Bildqualität mit Methoden der **Bildverarbeitung**; Abbildungsgeometrie usw.

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Beobachterexperimente nach ICRU 54:

- Eindeutige Spezifikation eines diagnostischen Verfahrens notwendig: Spezifität und Sensitivität umgekehrt proportional zueinander; bekannte Rauschsensitivität
- Randomisierte Darbietung von Mustern: strikte Vermeidung von Lerneffekten
- Abgriff des Dynamikumfangs des GW-Bereiches, Luminance-Umfanges des Bildes; Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen in der Detektionsrate

Konsequenz:

Automatische, randomisierte Bilddarbietung bei unterschiedlicher Hintergrundleuchtdichte und autom. Auswertung der Ergebnisse aus Zeitgründen erforderlich

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Visuelle Verfahren:

- 4AFC-Verfahren bei CDMAM 3.14
- Sensitivität und Spezifität des Verfahrens mit geschulten Beobachtern (EPQC) unklar: nur Bias oder hohe falsch positiv Rate (ich sehe was du nicht siehst)
- EUREF-Verfahren nicht ICRU konform
- Hohe Intra- und Inter-Oberservervariability: 35% bzw. 75% dosisäquivalente Unsicherheit (in 2σ) bei randomisierter Bildpräsentation



Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Automatische Verfahren:

- Spezifität und Sensitivität müssen bekannt sein
- Spezifität und Sensitivität müssen sich invers zueinander verhalten (**Beobachteräquivalenz**)
- Kenngrößen müssen **dosissensitiv** sein
- Verfahren der Detektion müssen transparent sein (nicht der Quellcode)
- Klare Verantwortlichkeiten (Medizinprodukt mit messender Funktion)
- Änderungen im Quellcode müssen mitgeteilt werden. Anschlussmessungen ggf. erforderlich

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Displays

Analog

analoge, ortsinvariante Displays (Film oder CRT) mit analogen Signalketten.

Beobachter mit Normalvisus zur Strichrasterauflösung (Lp/mm) gefordert: niedrige Anforderung, **fakt. Auschluß**
1) des Beobachters aus der Qualitätsprüfung 2) der Umgebungsbeleuchtung

Digital

elektr., diskrete (gepixelte) Displays (LCD) mit digitalen Schnittstellen angesteuert.

Beobachter in Detektion von Niedrigkontrastmustern **eingebunden**: hohe Anforderung an den Beobachter; Einschluss der Umgebungsbeleuchtung im Detektionsergebnis

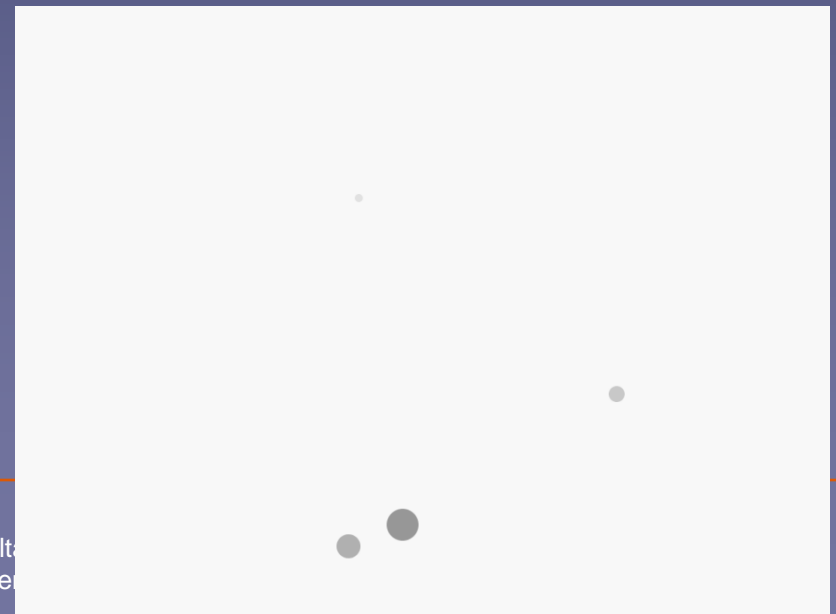
Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Displaysysteme

Einzig bekanntes automatisches Evaluationsverfahren für
Qualitätsprüfungen an Displays: **MoniQA**

<http://www.kuleuven.be/radiology/lucmfr/moniq/>

Markierung von 4 randomisiert auftretenden Niedrigkontrast-
details (Scheiben mit unterschiedlicher Größe und Kontrast)



Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Displaysysteme

- **5.1. Evaluation of the Low Contrast Circles pattern**
- **5.1.1. Fill-in forms**
- After clicking 'Next' the pattern will be drawn. It is a pattern with a complete black (pixel value=0) background and on top 4 randomly located circles with a pixel value slightly different from the background. These circles also have different diameters, whereas the circle with the smallest diameter has the pixel value with biggest difference with the background. The observer has to click the four positions where he/she believes the circles are located. Positive click will increase the pixel value of the background. The fifth time he/she clicks the background will be white (pixel value=255) and the pattern is evaluated in exactly the same way.

MoniQAv2 Reduced pattern (screen 1)

Daily Monitor Quality Control

Fill in your name and press Next to start evaluating this pattern.

Observer : Dr. Watson

Cancel copyright Next

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem

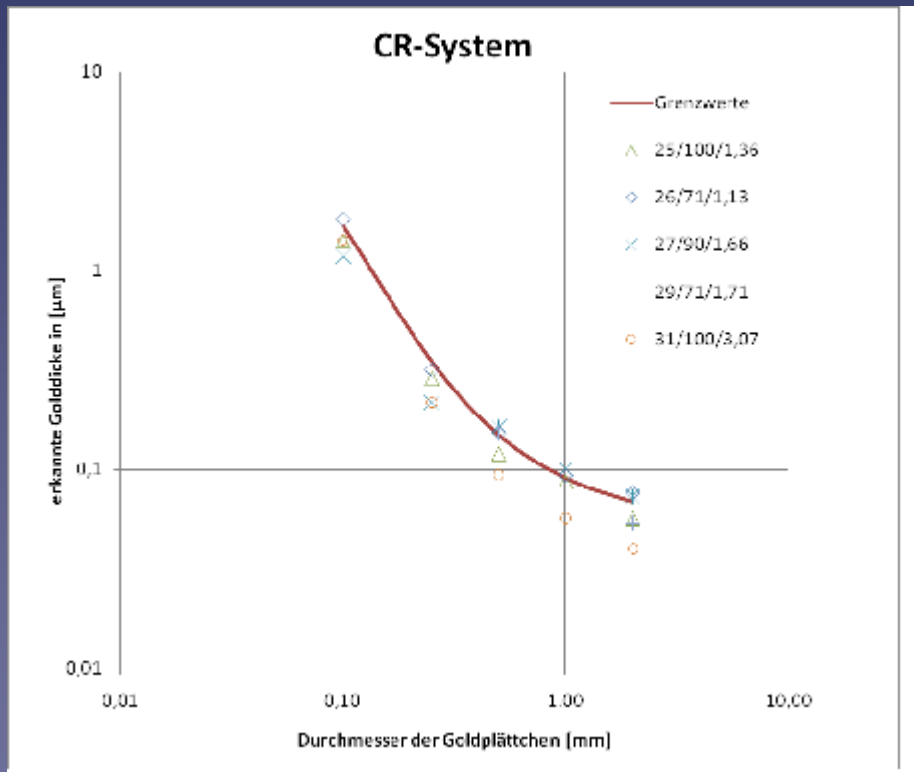
Diagnostisches Verfahren:

- **Detektionsrate:** Bestimmung strahlenqualitäts- und dosis-sensitiv; **mit** Berücksichtigung von Raster, Tisch, Brennfleck-MTF etc,
- Prüfmittelgenauigkeit CDMAM 3.14 nur **in Grenzen** beherrschbar
- Software allg. verfügbar (CDCOM /CDIC (CDMAM ImageChecker))



Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem



Beispiel einer **visuellen Auswertung** nach EUREF von CDMAM 3.14 Prüfkörperaufnahmen zur Bestimmung des Auflösungsvermögens (2 Obs./ je 6 Aufn.): **keine strenge Parallelität der Kurvenzüge** erkennbar

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem

Automatische Verfahren:

CDCOM (EUREF):

- Algorithmus nicht offen gelegt
- Sensitivität und Spezifität nicht offen gelegt
- Änderungsregelungen unklar

CDIC (Cologne University of Applied Sciences):

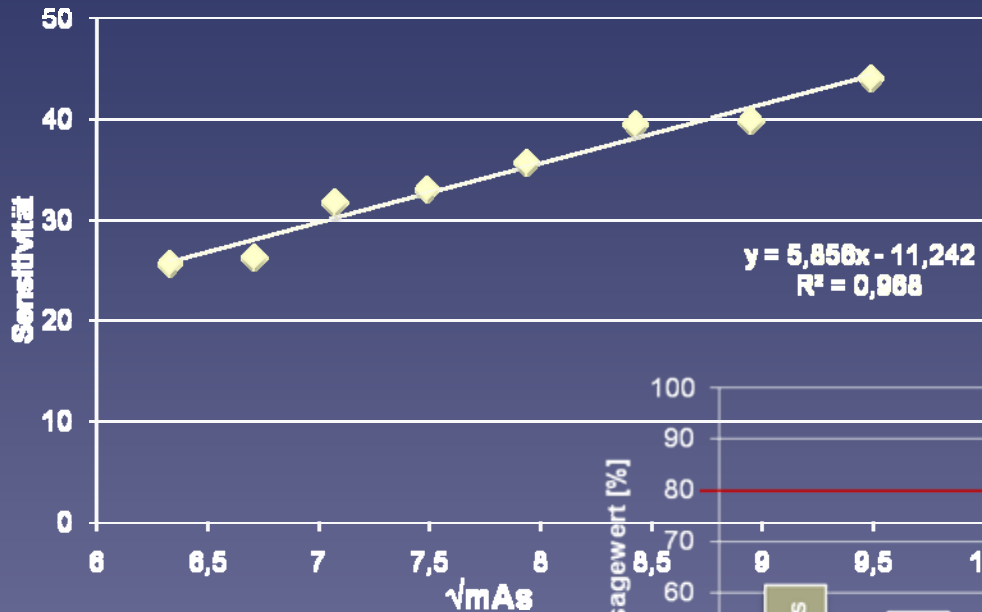
- Algorithmus offen gelegt
- Sensitivität und Spezifität offen gelegt, einstellbar
- Änderungsregelungen: kein kommerzielles Produkt

Kein Produkt erfüllt MPG-Anforderungen

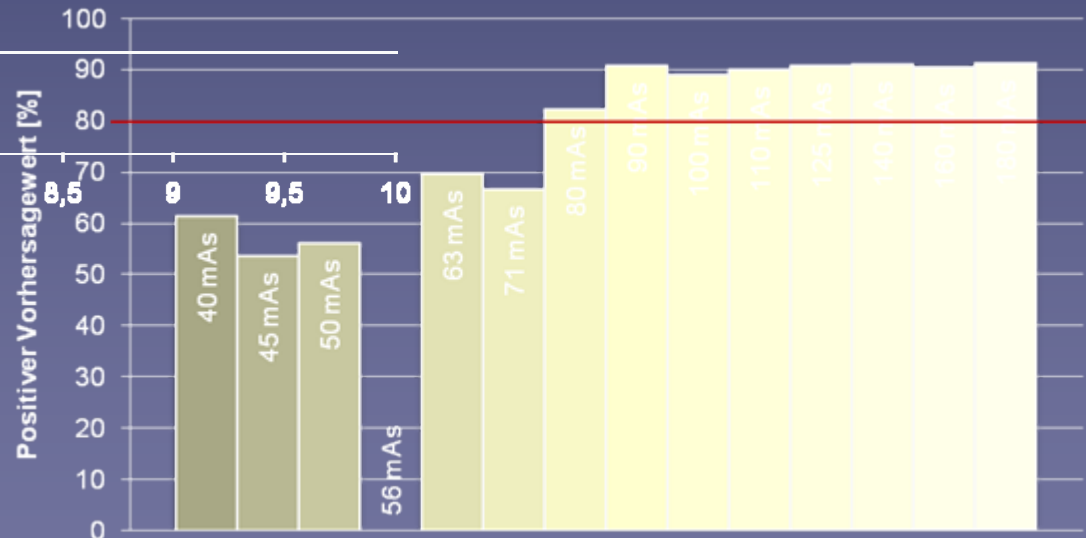


Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem



CDIC
 RöFo 2009,
 accepted for
 publication



Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem

Unsicherheitsbudgetierung

1. Dosismessung: Kalibrierung auf verwendete Strahlenqualität erforderlich, z.B. W/Rh: **++ (z.T. korrigierbar)**
2. Strahlenqualität: OECF und Reinheit Al: **+ (z.T. korrigierbar)**
3. Prüfkörperherstellung mit Niedrigkontrast-Strukturen und mit PMMA: **+++ (nicht korrigierbar)**
4. Anzahl der erforderlichen Aufnahmen: **(Zusammenhang bekannt $U_{\mu} = \sigma/\sqrt{n}$)** mindestens 9, besser 16 Aufnahmen
5. Software/Genauigkeit und Zeitdauer der Einzelauswertung: **(Zusammenhang bekannt)**
6. Intra- und Interobserver-Variabilität: **+++ (nicht korrigierbar)**

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

- Schätzung des Unsicherheitsbudgets

Einflussgröße	Schätzung Unsicherheitsbudget						
	max. (1)	technische Prüfverfahren			diagnostische Prüfverfahren		
		DQE	PAS1054 _{aut.}	AS1054 _{man.} (2)	CDCOM	CDIC	Visuell
Dosismessungen [mGy]	10	10	10	10	10	10	10
Strahlenqualität [AIHWD]	5	2	2	5	5	5	5
PK-Strukturen [Dicke/Form]	20	1	1	3	15	15	15
Anzahl Aufnahmen [n<8]	1	2	1	1	2	2	2
Genauigkeit der Software [ppv %]	1	1	1	entf.	1	1	1
Intraobservervariabilität [%Dosis]	35	entf.	entf.	entf.	entf.	entf.	35
Interobservervariabilität [%Dosis]	70	entf.	entf.	entf.	entf.	entf.	70
Gesamtunsicherheit		11	11	13	19	19	80

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

3 Kategorien von Prüfverfahren:

A Technische Prüfverfahren:

DQE für Detektorsystem

NEQ für Detektionssystem

(mit manuellen und visuellen Auswertungen im Ortsraum
keine Beschaffenheitsprüfung möglich)

B Diagnostische Prüfverfahren:

Treffsicherheit, z.B. **PPV** **maschinell** bestimmt

(Grenzwerte methodenspezifisch)

C Diagnostische Prüfverfahren:

Treffsicherheit, z.B. **PPV** **visuell** bestimmbar

(keine ausreichende Trennschärfe) zur Dosisoptimierung

Diagnostisch analytische Prüfverfahren



Diagnostisch analytische Prüfverfahren



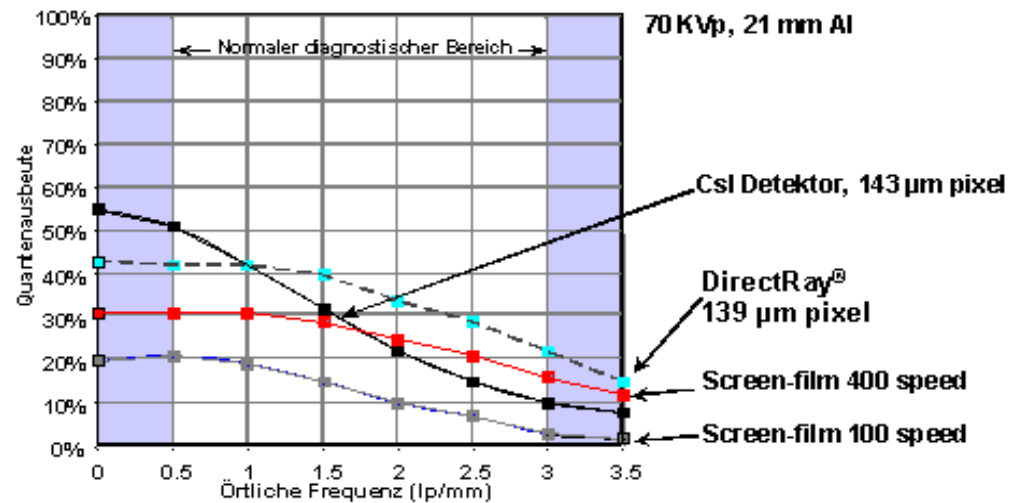
Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektorsystem

Technisches Verfahren:

- **DQE**-Bestimmung strahlenqualitäts- und dosissensitiv;
- Raster, Tisch, Brennflecknennwert etc, ohne Einfluss;
- Prüfmittelgenauigkeit sicher beherrschbar
- Software nicht allg. verfügbar

Quantenausbeute (DQE) verschiedener Aufnahmesysteme



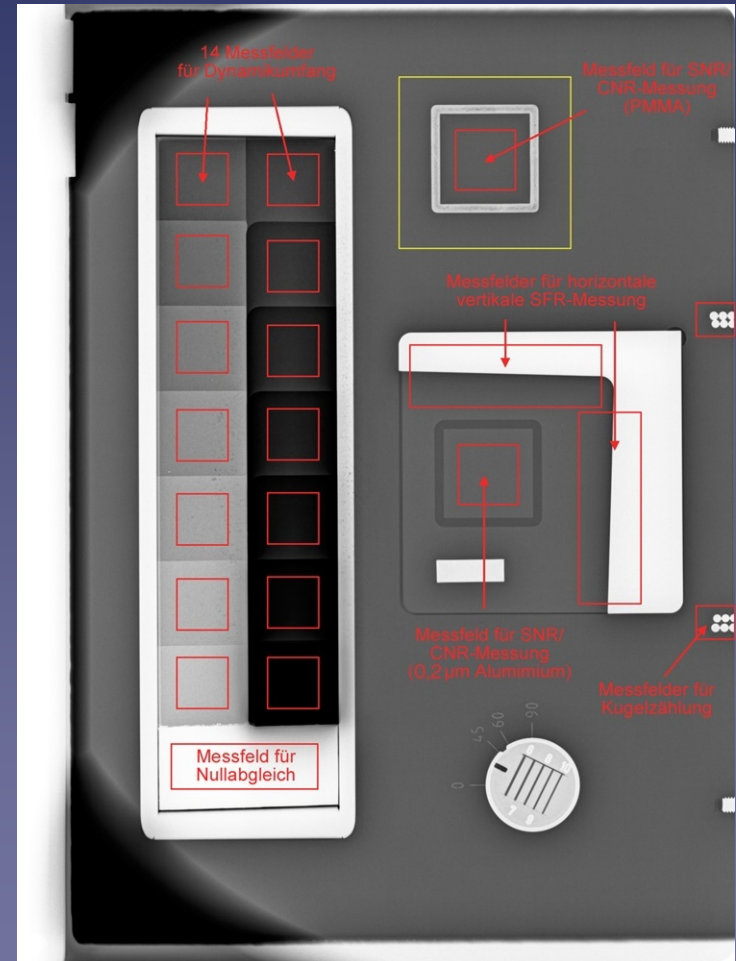
Quelle: [4]

Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem

Technisches Verfahren:

- **NEQ_{System}**-Bestimmung strahlenqualitäts- und dosis-sensitiv;
- Raster, Tisch, Brennfleckennennwert etc, **mit** Berücksichtigung;
- Prüfmittelgenauigkeit sicher beherrschbar
- Software noch nicht allg. verfügbar (Optimage/PAS1054 ImageChecker)



Diagnostisch analytische Prüfverfahren

Detektionssystem

Beispiel einer Auswertung von PAS1054 Prüfkörperaufnahmen zur Bestimmung des NEQ-Index verschiedener Mammographie-Systeme

