

Anforderungen an Bildschirme und an Qualitätssicherung bei Medical Imaging

Nicht jeder ist gut genug

Beim Einsatz von Bildschirmen zeigen sich in der Praxis noch zu viele Defizite. Sie betreffen die Monitorauswahl ebenso wie die Arbeitsplatzgestaltung. Welchen Anforderungen sie genügen sollen und wie sie Qualitätssicherungs-Richtlinien entsprechen, skizziert Dirk Cordt von der REIN EDV GmbH.

Im Zeitalter der Digitalisierung wird der Arbeitsplatz des Mediziners für die Diagnose immer mehr zu einem Bildschirmarbeitsplatz; weg vom Leuchtkasten und hin zur Diagnose am Bildschirm. Digitale Verfahren lösen die klassischen Dokumentations-

medien wie Papier und Film immer mehr ab. Die traditionelle filmgebundene Bildwiedergabe wird zunehmend durch die schnellere und effizientere Wiedergabe am Bildschirm abgelöst. Dieser Bildschirm muss die gleichen Wiedergabeeigenschaften besitzen wie ein Röntgenfilm auf einem Schaukasten. Somit wird der Bildschirm zum wichtigsten Mensch-Maschine-Interface in dieser Kette. Aber genau wie beim Leuchtkasten ist auch hier nicht jeder Bildschirm für die Befundung geeignet. Erstmalig mit der Konsensuskonferenz im Klinikum Bergmannstrost in Halle vom 30. März 2001 wurden Mindestanforderungen für die Qualität der Bildschirme festgeschrieben.

Mit Inkrafttreten der Novelle der Röntgenverordnung zum 1. Juli 2002 wurden die §§ 16 und 17 der Röntgenverordnung zur Qualitätssicherung bei Röntgeneinrichtungen zur Untersuchung (Diagnostikeinrichtungen) oder Behandlung (Therapieeinrichtungen) von Menschen weiter konkretisiert. Damit wurde festgelegt, dass vor der ersten Inbetriebnahme einer Di-

agnostik- oder Therapieeinrichtung der Strahlenschutzverantwortliche dafür Sorge zu tragen hat, dass eine Abnahmeprüfung durchgeführt wird. Diese Abnahmeprüfung soll sicherstellen, dass die Einrichtung den Anforderungen des Medizinproduktegesetzes genügt und alle technischen Voraussetzungen erfüllt, damit die erforderliche Bildqualität mit einer möglichst geringen Strahlenexposition erreicht wird und die diagnostischen Referenzwerte nach § 16 Abs. 1 der Röntgenverordnung eingehalten werden können. Bei jeder Abnahmeprüfung werden somit auch die Bezugswerte für nachfolgende Konstanzprüfungen bestimmt. Diese müssen in regelmäßigen, fest definierten Abständen, durchgeführt werden. Die Protokolle der Abnahme- und Konstanzprüfung sind der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

Mit der DIN 6868 Teil 57, welche im Februar 2002 veröffentlicht wurde, sowie der Qualitätssicherungs (QS)-Richtlinie aus dem November 2003, wurden Testbilder, Testintervalle, Testprozeduren und die zu verwendenden Messmittel eindeutig definiert und vorgeschrieben. Für die Anwendungskategorie A, wie für das klassische Röntgen, ist ein Kontrast von mindes-

Zusammenstellung der Anforderungen an Bildwiedergabegeräte (Monitore) für die Befundung und Betrachtung für die digitale Projektionsradiographie, Durchleuchtung, MRT und CT

I. Befundung und Beurteilung

Ärztregion/Methoden	Anwendungs- kategorie	BW oder Scale	Fort- oder Ländek- Code	Nachw. Diagn. Platz	MinimaleLeuchtdichte (cd/m ²)?	Minimal- Kontrast	Min. acc. erreichbarer Blickw. Blickw.	Diagonaledecksche Länge (in cm) (Blickw. 10%)
Thorax (außer Brustkorb)?	A	BW	P	2	> 200	> 100	> 2000x2000	> 62
Erdbecken, Schädel (Übersicht)	A	BW	PIL	2	> 200	> 100	> 1000x1000	> 43
Lebermilien, Schwach? unvollständig?	A	BW	PIL	2	= 200	= 100	= 2000x2000	= 43
HRWS, BRWS, LHRWS, Brusttum.	A	BW	PIL	2	= 200	= 100	= 1000x1000	= 43
Abdomen (Übersicht)	A	EW	PIL	2	= 200	= 100	= 1000x1000	= 43
Mammographie	A	EW	PIL	2	= 200	= 100	= 2000x2000	= 43
Kardiographie	B	C	PIL	2	> 120	> 40	> 500x500	> 34
Angiographie	B	C	PIL	2	> 120	> 40	> 500x500	> 34
Magen, Darm	B	C	PIL	2	> 120	> 40	> 1000x1000	> 43
Durchleuchtung (Übersicht)	B	C	PIL	2	= 120	= 40	= 1000x1000	= 43
CT (Belagerung)	B	C	PIL	2	= 120	= 40	= 1000x1000	= 43
MRT (Belagerung)	B	C	PIL	2	= 120	= 40	= 1000x1000	= 43
Zahnklinik	B	C	PIL	1	> 120	> 40	= 1000x700	= 34

tens 100 : 1 erforderlich. In der Kategorie B, z. B. MR und CT ist immerhin noch ein Kontrast von 40 : 1 vorgeschrieben. Alle einzuhaltenden Mindestwerte sind im Betrachtungsabstand (nach Bildschirmarbeitsplatz-

verordnung BildScharbV vom Dezember 1996 mindestens 0,4m je nach Bildschirmgröße) zu messen und nicht auf der Bildschirmoberfläche. Daher sind die von Bildschirmherstellern in der Regel auf Datenblättern angegebene

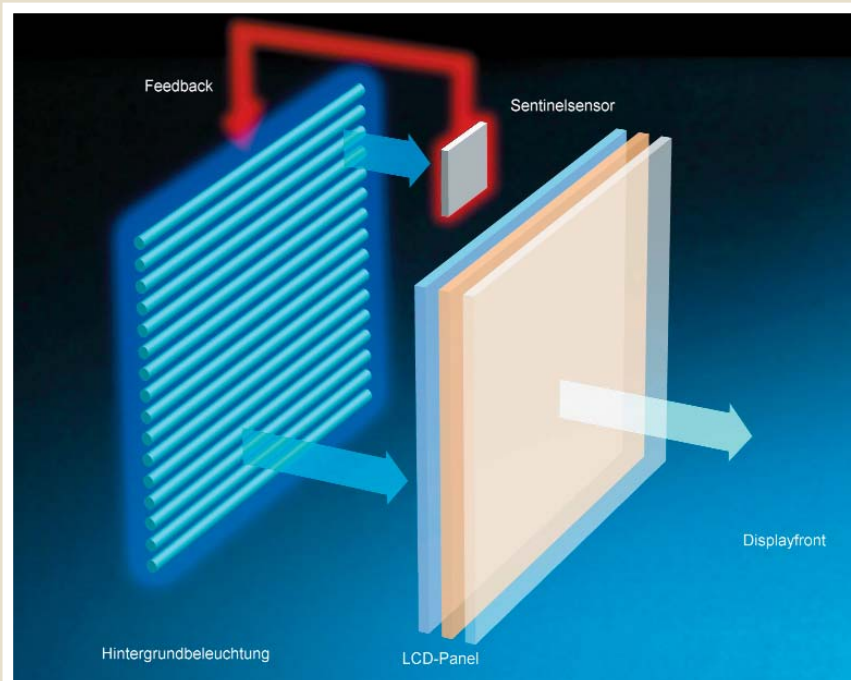
nen Werte, die durch eine Aufsatzmessung ohne Fremdlicht ermittelt werden, nicht relevant.

Ziel ist es, die Prüfungen in den Ländern zu harmonisieren und ein möglichst hohes Niveau bundesweit im Sinne des Patienten zu erreichen. In erster Linie werden hier die für den Vollzug der RöV (Röntgenverordnung) zuständigen Landesbehörden angesprochen, aber auch Anwender und Hersteller, die für den Nachweis der Anforderungen in der Praxis verantwortlich sind.

Die QS-Richtlinie ist bei allen Neuschaffungen von Monitoren in der Radiologie verbindlich umzusetzen. Weiterhin muss für alle im Betrieb befindlichen Altgeräte eine Abnahmeprüfung und Vorlage der Prüfprotokolle im Rahmen der turnusmäßigen Sachverständigenprüfung bis spätestens Dezember 2005 erfolgt sein.

1 für die Befundung von Thorax und Schädel kann auch ein BWG mit einer im Vergleich zu den Werten in Spalte 8 kleineren Matrix (> 1000 x 1000) eingesetzt werden, unter der Bedingung dass die Funktion Zoom 1:1 (pixeltreu) genutzt wird.

2 der tatsächliche Wert der maximalen Leuchtdichte muss bei optimal vorgegebener Umgebungsleuchtstärke so eingestellt sein, dass der geforderte Minimalkontrast im Betrachtungsabstand gemessen werden kann (Konsensuskonferenz „Monitorbefundung“, BG Kliniken Bergmannstrost, Klinik für bildgebende Diagnostik und Interventionsradiologie, März 2001, R. Braunschweig, Halle; H.-P. Busch, Trier; K. F. Kamm, K. J. Klose, Arbeitsgemeinschaften der DRG)



Helligkeitsstabilisierung durch integrierten Sensor (Werkbild Totoku Ltd.)

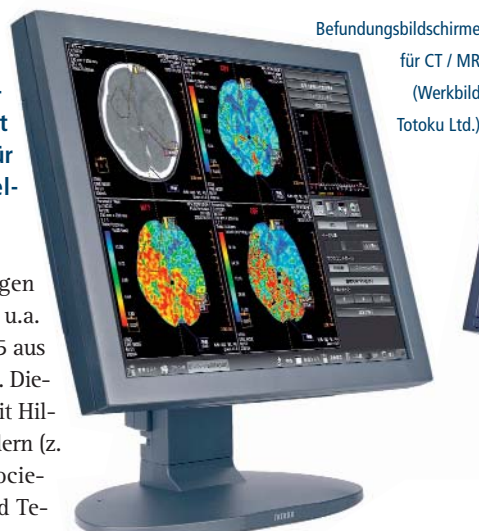
Mit der QS-Richtlinie wird unter anderem gefordert:

- **Abnahmeprüfung bei Erstinbetriebnahme, Gerätetausch oder Standortwechsel**
- **regelmäßige Konstanzprüfungen für Monitore in der diagnostischen Befundung**
- **die Fähigkeit der Bildschirme, Röntgenbilder in einer DICOM-konformen Graustufen-Charakteristik nach DIN 6868-57 wiederzugeben**
- **Bei Mammographien ist auf einem BWG eine Matrix von mindestens 2000 x 2000 darzustellen. Die Alternative, auf kleineren Bildschirmen mithilfe der Zoomfunktion nur Teilbereiche 1 : 1 wiederzugeben, gestattet die QS-RL nur noch für Thorax- und Schädel-Befundungen.**

Die Konstanzprüfungen bzw. deren Umfang sind u.a. auch mit der IEC1223-2-5 aus dem Jahr 1994 festgelegt. Diese Prüfungen erfolgen mit Hilfe von speziellen Testbildern (z. B. SMPTE-Testbilder, Society of Motion Picture and Te-

levision Engineers). Bildgeometrie, Bildschärfe, Grauwertwiedergabe, Kontrastumfang, räumliches Auflösungsvermögen, Artefakte sowie bei Farbmonitoren farbbezogene Gesichtspunkte sollen regelmäßig überprüft werden.

Beim Monitor sollen die visuellen Prüfungen durch Kontrolle der korrekten Anzeige des SMPTE-Testbildes täglich wiederholt werden. Für den Einsatz in der Primärdiagnostik sind bestimmte Anforderungen an die Helligkeit und Wiedergabe von Grautönen definiert, die auf Untersuchungen des American College of Radiology (ACR) und der National Electrical Manufactu-



urers Association (NEMA) beruhen. Diese Organisationen untersuchten im Rahmen des DICOM-Standards die visuelle Wahrnehmung von Grautönen. Dabei wurde festgelegt, dass das nichtlineare Wahrnehmungsvermögen des menschlichen Sehapparates, d.h. eine höhere Empfindlichkeit bei dunklen Tönen als bei hellen, durch die Anpassung des Bildschirms an die so genannte DICOM-Kurve ausgeglichen werden muss. Aber nicht nur die sichtbaren Eigenschaften, sondern auch Leistungsmerkmale und Features im Innern des Bildschirms sind für den Einsatz in der Diagnose wichtig. Jeder im Bereich der Primärdiagnostik eingesetzte Bildschirm sollte demnach den folgenden Anforderungen genügen:

- **Hohes Kontrastverhältnis entsprechend den jeweiligen Anwendungsbereichen**
- **Hohe Helligkeitswerte entsprechend den jeweiligen Anwendungsbereichen**
- **Sehr gute Bildschärfe**
- **Gleichmäßige Ausleuchtung ***
- **Einsatz im Portraitformat und Landscapeformat möglich**
- **Interne Stabilisierung der eingestellten Werte**
- **Anpassung an die DICOM-Kurve möglich**
- **Verriegelung und Schutz gegen versehentliches Verstellen der kalibrierten Werte**

* Die Leuchtdichteverteilung der erhellten Fläche eines Betrachtungsgerätes darf innerhalb eines Randes von 10 cm um nicht mehr als 15% schwanken

Aber nicht nur diese Parameter, sondern auch die Betrachtungsbedingungen am Aufstellort beeinflussen die Bildqualität. Dabei geht es vor allem um die Umgebungsleuchtdichte, welche die Leuchtdichte der Bildwiedergabe deutlich beeinflusst, denn ein Teil davon wird von der Bildschirmoberfläche reflektiert. Blendende Bereiche um die zu betrachtende Bildfläche

sollten abgedunkelt werden bzw. Fremdlichteinfluss ausgeschlossen werden können (siehe etwa Leitlinien der Bundesärztekammer). In der Diagnostik wird nie in völliger Dunkelheit gearbeitet, sodass Monitore mit 100 cd/m² hinsichtlich des erforderlichen Kontrastes nicht ausreichen. Auch wenn typische Bürobildschirme für die Kategorie B bezüglich ihres Kontrastes noch geeignet sein können, reichen sie jedoch keinesfalls aus, um die Grautwiedergabe eines Schaukastens zu erreichen. Es empfiehlt sich, für die diagnostische Radiologie BWGs zu verwenden, die dauerhaft mindestens 400 bis 450 cd/m² Weißleuchtdichte (Helligkeit) und in der Spitzenhelligkeit min. 600 cd/m² erreichen. Immer mehr rückt auch das Thema Ergonomie in den Vordergrund. Während im Bürobereich der „ergonomische Arbeitsplatz“ schon längst klar definiert ist, sollte der Befundungsarbeitsplatz mindestens denselben Anforderungen genügen. Im Normalfall wird an diesem Platz über Stunden konzentriert gearbeitet und es werden wichtige Entscheidungen im Sinne des Patienten getroffen. Daher sollten die Anforderungen aus der BildScharbV (Bildschirmarbeitsplatzverordnung) auch hier angewandt werden. Da die Position des Bildschirms gemäß QS-Richtlinie nach der Abnahme nicht mehr verstellt werden kann, ohne die festgelegten Werte zu beeinträchtigen, ist hier die Höhenverstellung des Stuhles erforderlich. Der Ausschluss von Reflexionen und Fremdlicht ist ebenso sicherzustellen wie eine genügend große Fläche des Arbeitstisches.

Befundarbeitsplatz

Im Zuge der immer weiter voranschreitenden Internationalisierung bestehender Vorschriften wird unter anderem schon an folgenden Projekten gearbeitet:

1. IEC 62316 (WG 36 Acceptance / Constancy Test for medical Imaging)

- Für CT, MR, DR, DAS, US, NM, PACS, CR, Fluoroscopie...
- Pixel defekt Spezifikationen

- Graustufen, Kontrast, Geometrie, Farbaspekte, Helligkeitsabweichung, Referenzbilder
- Bildschirmartefakte, Reflexionen...
- Konstanzprüfung

2. EUREF (European Guideline for QA in Mammography Screening)

- Umgebungshelligkeit kleiner 10 Lux
- Helligkeitsgleichförmigkeit besser 10 %
- Auflösung, Geometrie, Kontrast, Bildschirmartefakte
- Helligkeits-Response, GSDF / DICOM
- Testbilder gemäß TG (Taskgroup) 18 der AAPM (American Association of Physicians in Medicine)

Die Umsetzung der seit Dezember 2003 gültigen Qualitätssicherungs-Richtlinie bereitet in der Praxis anfänglich noch einige Probleme. Die Durchführung der Abnahme- und Konstanzprüfungen erfordert keine spezielle Ausbildung, obwohl eine gewisse Sachkenntnis vorhanden sein sollte. Fehler in der Handhabung der Messmittel können hier zu Messergebnissen führen, die falsch und nicht reproduzierbar sind. Da aber in der Abnahmeprüfung die Werte für die später durchzuführenden Konstanzprüfungen ermittelt werden, sind vielfach

Probleme vorprogrammiert. In der Diskussion sind Einweisungen oder auch Kurzseminare und Schulungen, um einen bundeseinheitlichen Standard in der Durchführung dieser Prüfungen zu erreichen. Hier ist teilweise auch die Industrie gefordert in Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen für eine Verbesserung der Sachkenntnis und einer Optimierung der Abläufe der Prüfungen zu sorgen. Somit ist auch sichergestellt, dass weiterhin dieses sehr wichtige Thema nicht vergessen wird und der Patient mit optimaler Technik versorgt werden kann.

Quellen:

DIN V 6868-57, Ausgabe:2001-02
Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 57: Abnahmeprüfung an Bildwiedergabegeräten
Pärtan, G.K Mayrhofer, R.; Bräuer, R.; Hruby, W.; LCD-Monitore in der diagnostischen Bildgebung, *electro-medica* 70 (2002), S. 181–184
Qualitätssicherung an Bildwiedergabegeräten; ZVEI Fachverband Elektromedizinische Technik, Frankfurt, 2. Auflage Januar 2004
Konsensuskonferenz „Monitorbefundung“ in Halle 29/30 März 2001, R. Braunschweig et. al., *Fortschr. Röntgenstr.* 2001; 173 M221
www.bmu.de/de/txtdownload/qualitaets_rl/ - Qualitätssicherungsrichtlinie

www.medisol.org



Dirk Cordt:
„Somit wird der Bildschirm zum wichtigsten Mensch-Maschine-Interface in dieser Kette.“



Befundarbeitsplatz
(Werkbild Rein EDV GmbH)