

Anleitung zur Konstanzprüfung

1. Zielsetzung der Abnahme- und Konstanzprüfung nach §§ 115 und 116 StrlSchV

Die 2003 neu geschaffene und am 23.06.2014 letztmalig aktualisierte Qualitätssicherungs-Richtlinie (QS-RL) konkretisiert die Voraussetzungen für die Durchführung der Abnahme- und Konstanzprüfung.

Die technischen Anforderungen an dentale Röntgengeräte sind in folgenden Normen entsprechend dem Stand der Technik geregelt.

Norm	Bezeichnung	Version
DIN 6868-151	Abnahmeprüfung an zahnärztlichen Röntgeneinrichtungen (Tubusgerät, OPG und FR)	Mai 2020
DIN 6868-5	Konstanzprüfung an zahnärztlichen Röntgeneinrichtungen (Tubusgerät, OPG und FR)	Mai 2020
DIN 6868-161	Abnahmeprüfung an zahnmedizinischen Röntgeneinrichtungen zur digitalen Volumentomographie (DVT)	Januar 2013
DIN 6868-15	Konstanzprüfung an zahnmedizinischen Röntgeneinrichtungen zur digitalen Volumentomographie (DVT)	Januar 2015
DIN 6868-157	Abnahme- und Konstanzprüfung an Bildwiedergabesystemen in ihrer Umgebung	November 2014

Alle Dentalröntgengeräte sind vor der Inbetriebnahme einer Abnahmeprüfung nach der zugehörigen Norm zu unterziehen. Neben der Einstellung der Geräteparameter für den optimalen Patientenbetrieb werden die Ausgangswerte für die Konstanzprüfung festgelegt und für jedes Röntgengerät ein Referenzfilm (mit der optischen Dichte der mittleren Stufe von $1,2 \pm 0,2$) erstellt. Weiterhin wird kontrolliert, ob die Begrenzung der Äquivalentdosis auf 360 μGy (analoge Tubusgeräte); 200 μGy (digitale Tubusgeräte) in der Filmebene/Bildempfängerebene im Praxisbetrieb eingehalten wird.

Durch die regelmäßige Konstanzprüfung der Filmverarbeitung und Röntgengeräte kann festgestellt werden, ob die Bildqualität Ihrer Röntgenaufnahmen im Vergleich zu dem Ergebnis der Abnahmeprüfung konstant geblieben ist. Die Durchführung der Konstanzprüfung ist die einzige Möglichkeit der Kontrolle der Parameter der gesamten Bildkette von der Röntgenröhre bis hin zum Filmbetrachtungsgerät bzw.

Befundmonitor auf die Einhaltung der zulässigen Toleranzen. Eine Aufnahme der Konstanzprüfung in Ihrer Praxis ist erst dann vorgeschrieben und sinnvoll, wenn die Abnahmeprüfung erfolgt ist.

2. Verantwortlicher für die Konstanzprüfung

Verantwortlich für die Durchführung der regelmäßigen Konstanzprüfung ist der Strahlenschutzverantwortliche. In der zahnärztlichen Praxis ist dieses in der Regel der Praxisinhaber, der diese Aufgabe jedoch an eine Praxismitarbeiterin übertragen kann, sofern diese im Besitz der Urkunde „Kenntnisse im Strahlenschutz“ ist. Dies entbindet den Strahlenschutzverantwortlichen jedoch nicht davon, die Ergebnisse der Konstanzprüfung in regelmäßigen Zeitabständen zu überwachen.

3. Konstanzprüfung der Filmverarbeitung sowie analoger Tubusgeräte

Entwicklungszeit und Temperatur beeinflussen die optische Dichte der Patienten- bzw. der Prüfkörperaufnahmen wesentlich. Deshalb ist die Einhaltung der Konstanz der Entwicklertemperatur von $\pm 0,5$ °C eine Basis für die Erzielung einer gleich bleibenden Bildqualität.

Die Konstanzprüfung der Filmverarbeitung erfolgt arbeitswöchentlich. Bei Entwicklungsmaschinen mit automatischer Regenerierung sollte die Konstanzprüfung am Beginn einer Woche vor der Anfertigung von Patientenaufnahmen erfolgen, während es bei manuellem Entwickleransatz günstig ist, die Konstanzprüfung der Filmverarbeitung ca. 48 bis 60 Stunden nach dem Neuansatz des Entwicklers vorzunehmen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, den Entwickler z.B. am Freitag neu anzusetzen und am Montag vor Beginn des Patientenbetriebes die Konstanzprüfung durchzuführen.

Die Überprüfung der Filmverarbeitung erfolgt mit einem im Prüfkörper belichteten Zahnfilm, wobei die Vorgaben im Abnahmeprotokoll genau zu befolgen sind. Die Angaben zum Röntgengerät, des verwendeten Films, als auch zur Art der Filmentwicklung sollten in das Formular 3-1 übertragen werden. Nach der Ent-

Anleitung zur Konstanzprüfung

wicklung zeigt das Prüfkörperbild drei Graustufen mit unterschiedlicher Dichte, wobei zwischen jedem Feld die auf den Film auftreffende Dosis jeweils um 25% ansteigt (Abb. 1). Die mittlere Graustufe stellt die anzustrebende Dichte dar. Zulässig ist eine Abweichung der Dichte um eine Stufe des Referenzfilmes (Abb. 2). Treten größere Abweichungen auf, so sind die Ursachen hierfür umgehend zu beseitigen.

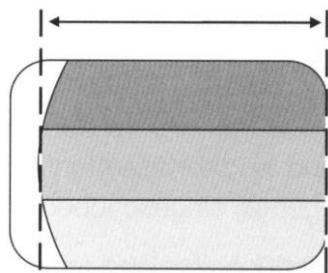


Abb. 1 Referenzfilm

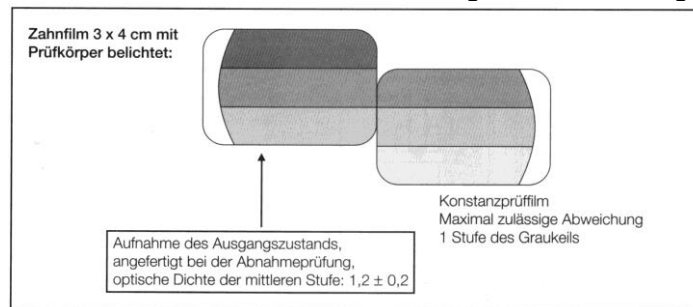


Abb. 2 Vergleich Referenz- Konstanzfilm

Die Ergebnisse sind zu protokollieren und auf dem vorgesehenen Formular 3-1 einzutragen, wobei auch die Temperatur des Entwicklerbades manuell mittels Handthermometer gemessen und eingetragen werden soll.

Treten Überschreitungen der Toleranz (+/- eine Graustufe) im Vergleich zum Referenzbild der Abnahmeprüfung auf, so sind deren Ursachen zu beseitigen. Die Prüfung des Nutzstrahlungsfeldes muss beim Tubusgerät nicht separat dokumentiert werden. Zusätzlich sind der Strahler und der Tubus auf äußere Beschädigungen zu überprüfen.

Durch die Konstanzprüfung der Filmverarbeitung soll vor allem der Zeitpunkt für einen erforderlichen Neuanfang der Filmchemie ermittelt werden. Ist die Abnutzung des Entwicklers so weit fortgeschritten, dass keine ausreichende Bildschwärzung mehr erreicht wird (mehr als eine Stufe des Graukeiles heller), ist der Neuanfang der Filmchemie durchzuführen (Eintrag in Formular 3-1).

Mit der Durchführung der Konstanzprüfung der Filmverarbeitung erfolgt automatisch die geforderte monatliche Konstanzprüfung des ersten Röntgengerätes. Steht Ihnen in der Praxis noch ein weiteres Tubusgerät zur Verfügung, muss mit diesem ebenfalls eine monatliche Konstanzaufnahme mit den Angaben aus der zugehörigen Abnahmeprüfung durchgeführt werden. Die Auswertung (Abb. 2) sowie die Dokumentation der Ergebnisse ist mit dem Formular 4-1 durchzuführen.

4. Konstanzprüfung des analogen Panoramaschichtgerätes / Fernröntgenseitenbildes

Die monatliche Konstanzprüfung des Panoramaschichtgerätes umfasst die Prüfung des Nutzstrahlungsfeldes (Abb. 3) sowie nach Anbringen des Prüfkörpers in der Schlitzblende die Qualität der Verstärkerfolien und Filmkassetten. Das Nutzstrahlungsfeld muss allseitig von einem nicht belichteten Rand umgeben sein. Sollte dies nicht der Fall sein, ist die Zentrierung des Röntgenstrahlers verändert worden und muss korrigiert werden.

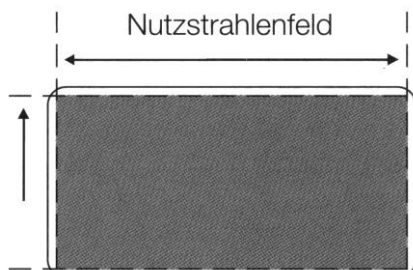


Abb. 3 Nutzstrahlungsfeld OPG

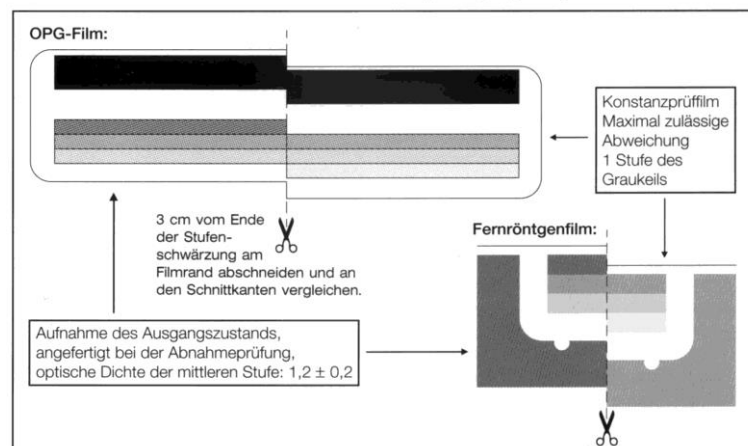


Abb. 4 Auswertung Dichte OPG und Fernröntgen

Anleitung zur Konstanzprüfung

Das Prüfkörperbild zeigt entsprechend den Aufnahmen der Konstanzprüfung der Filmverarbeitung ein Streifenbild mit drei (bei einigen Prüfkörpern fünf) Graukeilen (Abb. 4). Um die monatlichen Konstanzprüfungsaufnahmen besser mit dem Referenzbild der Abnahmeprüfung vergleichen zu können, ist die Aufnahme ca. 30 mm vom Strahlenfeldrand einzuschneiden. Auch beim Panoramaschichtbild dürfen die Graukeile maximal eine Stufe abweichen (Abb. 4). Sollten größere Abweichungen auftreten, muss die Ursache hierfür ermittelt und beseitigt werden.

Falls es an Ihrem Gerät möglich sein sollte, kann die Überprüfung des Nutzstrahlungsfeldes sowie der Verstärkerfolien auch durch eine Aufnahme alleine erfolgen. Hierfür muss der Prüfkörper in der Schlitzblende etwas angehoben werden (z.B. durch Watterollen), so dass auch am unteren Bildrand die Begrenzung des Nutzstrahlungsfeldes sichtbar wird.

Die angefertigten Aufnahmen werden im Röntgen-Anlagenbuch archiviert. Hierfür können sie in eine Plastikhülle eingelegt oder an der Längsseite gelocht werden. Die Beschriftung der Konstanzprüfungsaufnahmen kann mit einem wasserfesten Filzstift oder durch einen Aufkleber erfolgen. Sollten mehrere Filmkassetten in der Praxis vorhanden sein, sind diese bei der Abnahmeprüfung auf der Rückfolie mit einer Nummer zu kennzeichnen und im Wechsel der Konstanzprüfung zu unterziehen. Die Ergebnisse sind auf dem vorgesehenen Formular 7-1 einzutragen.

Sollten mit Ihrem Panoramaschichtgerät auch Fernröntgenseitenbilder angefertigt werden, so muss auch dieser Geräteteil einer separaten monatlichen Konstanzprüfung unterzogen werden. Hierfür wird der Prüfkörper auf der Filmkassette befestigt und die Aufnahme wird entsprechend dem Abnahmeprotokoll belichtet. Das entstandene Fernröntgenseitenbild ermöglicht sowohl eine Beurteilung des Nutzstrahlungsfeldes als auch im Bereich des Prüfkörpers eine Beurteilung der Dichte (Abb. 4) und damit der Film-Folien-Kombination. Die Ergebnisse der Konstanzprüfung werden in das entsprechende Formular 7-1 eingetragen. Stehen mehrere Filmkassetten für das Fernröntgenseitenbild zur Verfügung, ist entsprechend den Hinweisen beim OPG zu verfahren.

Befindet sich in der Praxis kein analoges Tubusgerät (z.B. KFO) dann muss die wöchentliche Konstanzprüfung der Filmverarbeitung mit dem OPG durchgeführt werden (zusätzlich Formular 3-1 verwenden).

5. Überprüfung der Dunkelkammer

Die Dunkelkammerbeleuchtung ist einmal jährlich zu überprüfen. Hierfür ist jeweils der empfindlichste Film zu verwenden. Nachdem der Film im Prüfkörper entsprechend den Angaben für die wöchentliche Konstanzprüfung belichtet worden ist, wird er in der Dunkelkammer (**Tubusgeräte für eine Minute**) zur Hälfte abgedeckt (Abb. 5) und dann entwickelt. Sollte es auf der nicht abgedeckten Hälfte des Filmes zu einer zusätzlichen Belichtung (Abb. 6) des Filmes („Grauschleier“) gekommen sein, muss die Ursache hierfür beseitigt werden. Mögliche Ursachen sind ein Fremdlichteinfall, eine nicht auf das Filmmaterial abgestimmte Dunkelkammerbeleuchtung, zu helle Betriebslampen einer Entwicklungsmaschine oder Leuchtstoffröhren in der Dunkelkammer, die nach dem Ausschalten noch UV-Licht aussenden. Die Prüfkörperaufnahmen werden zusammen mit den Konstanzprüfungsaufnahmen der Filmverarbeitung archiviert.

Sollten in Ihrer Praxis OPG's oder FRS angefertigt werden, müssen Sie damit ebenfalls diese Prüfung (**OPG/FR-Prüfkörperaufnahmen für 3 Minuten abdecken**) durchführen.

Die Aufnahmen werden zusammen mit den Konstanzprüfungsaufnahmen der Filmverarbeitung oder des Panoramaschichtgerätes archiviert.

Bei Verwendung eines Tageslichtaufsatzes muss entsprechend verfahren werden.

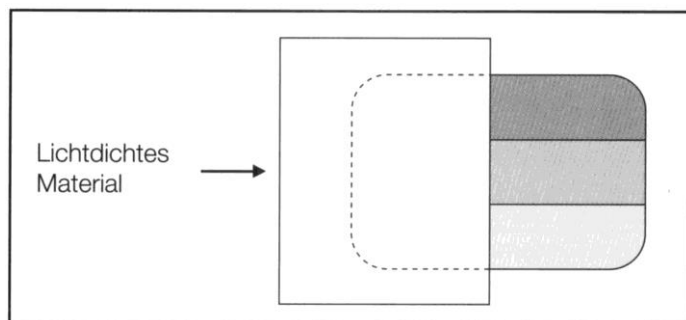


Abb. 5 Überprüfung der Dunkelkammer

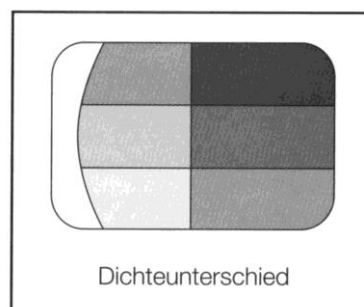


Abb. 6 Auswertung

Anleitung zur Konstanzprüfung

6. Fehleranalyse der Konstanzprüfung und der Filmverarbeitung

Durch die Konstanzprüfung der Filmverarbeitung soll vor allem ermittelt werden, ob der Filmentwickler in seiner Wirksamkeit noch eine ausreichende Bildschwärzung ermöglicht. Weicht das Prüfkörperbild im Vergleich zum Referenzbild der Abnahmeprüfung um mehr als eine Stufe ab, sollte der Entwickler neu angesetzt werden oder eine andere Ursache für das veränderte Prüfkörperbild beseitigt werden.

Weitere mögliche Fehler sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Möchten Sie eine andere Filmsorte verwenden, dann führen Sie eine überlappende Konstanzprüfung entsprechend der Anleitung im Praxishandbuch der Landes Zahnärztekammer Sachsen, Kapitel Röntgen durch.

Bei der Begutachtung durch die Zahnärztliche Stelle Sachsen haben sich in der Vergangenheit bei den Konstanzaufnahmen folgende Fehlerschwerpunkte herauskristallisiert und sind damit besonders zu beachten:

- durchgeführter Filmsortenwechsel ohne überlappende Konstanzprüfung und Dokumentation
- Aufnahmen zu hell bzw. zu dunkel durch Mängel in der Filmverarbeitung (Temperaturschwankungen Entwicklerbad, verbrauchtes Entwickler- bzw. Fixierbad, unzureichende Wässerung, verschmutzte Transportrollen der Entwicklungsmaschine) oder durch falsche Einstellung der Bezugswerte
- Verwendung falscher Referenzaufnahme (es ist die Referenz der letzten Abnahme (Depot) bzw. nach Filmwechsel zum Vergleich zu verwenden)
- speziell beim OPG und Fernröntgen kein umlaufender unbelichteter Rand erkennbar

Ursachen für ein helleres Röntgenbild :	Ursachen für ein dunkleres Röntgenbild :
<ul style="list-style-type: none">• Entwickler verbraucht• Entwickler zu kalt• Spannungsschwankung im Stromnetz• falsche Bezugswerte (kV, mA, ms, Filmgleichsstufe)• Verwendung eines unempfindlicheren Zahnfilms (z.B. Kodak Ultraspeed anstelle eines Agfa Dentus M2)• Verwendung einer neuen Filmcharge (Zahnfilme aus unterschiedlichen Filmpackungen können Abweichungen der Filmempfindlichkeit aufweisen)• Seitenverkehrte Positionierung des Zahnfilms im Prüfkörper (Bleiraster)• Prüfkörper defekt bzw. nach Eingriff falsch montiert	<ul style="list-style-type: none">• Entwickler zu konzentriert angesetzt• Entwickler zu warm• Spannungsschwankung im Stromnetz• falsche Bezugswerte (kV, mA, ms)• Verwendung eines empfindlicheren Zahnfilms (z.B. Agfa Dentus M2 anstelle eines Kodak Ultraspeed)• Verwendung einer neuen Filmcharge• Prüfkörper defekt• Verunreinigung Filmentwicklung (Transportrollen, unzureichende Wässerung)• Vorbelichtung, Falschlichteinfall• Film zu alt bzw. falsch gelagert

Anleitung zur Konstanzprüfung

7. Konstanzprüfung digitaler Röntgeneinrichtungen sowie des Befundmonitors

Digitale Röntgeneinrichtungen

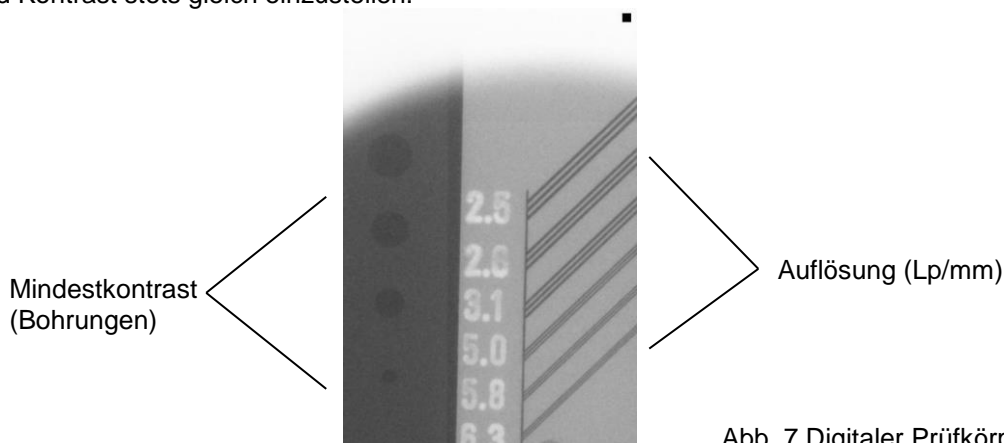
Für alle digitalen Röntgengeräte ist die Konstanzprüfung monatlich durchzuführen. Den dazu erforderlichen speziellen Prüfkörper beziehen Sie über Ihr Depot bei der Abnahme für das digitale Röntgen.

Da die Durchführung der Konstanzprüfung bei digitalen Systemen von der verwendeten Software abhängig ist, lassen Sie sich bitte von Ihrem Depot in die notwendigen Abläufe einweisen bzw. informieren Sie sich in den Unterlagen des Röntgengerätes.

In Abhängigkeit der Geräteart müssen folgende Parameter (Abb. 7) durch die Konstanzprüfung nachgewiesen werden (Zoom dabei zulässig):

Geräteart	Auflösung in Linienpaare/mm	Mindestkontrast (sichtbare Bohrungen)
Tubusgerät	≥ 5 Lp/mm	4 Bohrungen
OPG	$\geq 2,5$ Lp/mm	2 Bohrungen
Fernröntgen	$\geq 2,5$ Lp/mm	1 Bohrung

Neben den Parametern Auflösung und Mindestkontrast ist eine Kontrolle des mechanischen Zustandes des Tubus (Tubusgerät) sowie eine Auswertung des Nutzstrahlenfeldes (umlaufender unbelichteter Rand bei OPG und FR) durchzuführen. Zusätzlich sind die erstellten Aufnahmen auf Artefakte (Bildstörungen) zu kontrollieren. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen sind die Bildbearbeitungsparameter wie Helligkeit und Kontrast stets gleich einzustellen.



Die Durchführung der Konstanzprüfung an Digitalen dentalen Volumentomographen (DVT) wird hier nicht näher beschrieben. Verwenden Sie dazu die Anweisungen des jeweiligen Herstellers.

Befundmonitor

Bei digitalen Systemen bildet der Befundmonitor das letzte Glied der Bildkette und unterliegt somit ebenfalls der Qualitätssicherung. In der Praxis ist ein Monitor zum Befundmonitor zu erklären, zu kennzeichnen und einer Abnahme- und Konstanzprüfung zu unterziehen.

Die Dokumentation der Ergebnisse der Konstanzprüfung sollte dabei vorzugsweise in elektronischer Form am PC erfolgen.

Im November 2014 wurde die entsprechende Norm (DIN 6868-157), in der die Anforderungen an die Abnahme- und Konstanzprüfung der Befundmonitore geregelt sind, aktualisiert. Die Umsetzung der neuen Anforderungen ist wie folgt geregelt:

Fall 1: Bildwiedergabesysteme die vor dem 01.05.2015 in Betrieb genommen wurden, können weiter nach den bisherigen Modalitäten geprüft und betrieben werden (Bestandsschutz bis 01.01.2025)

Fall 2: Bildwiedergabesysteme die nach dem 01.05.2015 in Betrieb genommen werden, unterliegen sofort den Anforderungen der neuen Norm

Anleitung zur Konstanzprüfung

Fall 1 – Inbetriebnahme vor dem 01.05.2015:

Für die Überprüfung der Wiedergabeverhältnisse von Graustufenbildern des Befundmonitors einschließlich der Umgebungsbedingungen wurde ein SMPTE -Testbild (Abb. 8) entwickelt.

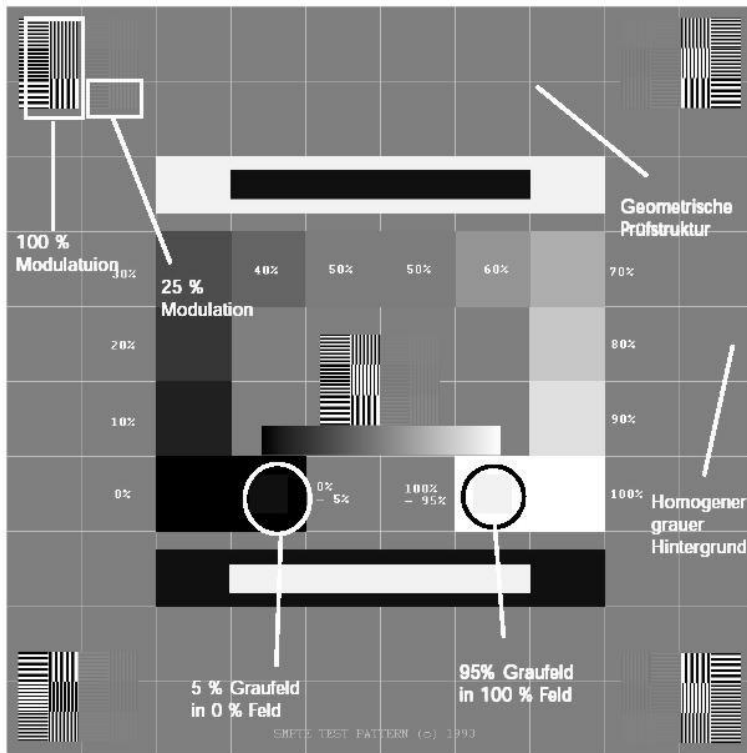


Abb. 8 SMPTE - Testbild

Es enthält verschiedene Strukturen zur Beurteilung von Kontrast, Graustufenumfang, Auflösung und der Bildgeometrie.

Nach erfolgter Abnahmeprüfung des Befundmonitors ist die Konstanzprüfung nach folgender Tabelle durchzuführen:

Zeitpunkt	erforderliche Prüfung
arbeitstäglich	<ul style="list-style-type: none"> Es ist festzustellen, ob das 5% Graufeld innerhalb des 0% Feldes sowie das 95% Feld innerhalb des 100% Feldes erkennbar ist
monatlich	<ul style="list-style-type: none"> Strichraster in den 4 Ecken sowie in der Mitte des Bildes müssen in der Modulation 100% sowie 25% visuell ohne Lupe erkennbar sein. die aus den weißen horizontalen und vertikalen gebildeten Vierecke müssen verzerrungsfrei abgebildet sein der homogene graue Hintergrund des Testbildes darf keine Farbartefakte aufweisen

Anleitung zur Konstanzprüfung

Fall 2 – Inbetriebnahme nach dem 01.05.2015:

Für die Überprüfung der Wiedergabeverhältnisse von Graustufenbildern des Befundmonitors einschließlich der Umgebungsbedingungen wurde für neue Bildwiedergabesysteme ein neues Testbild – TG18-OIQ (Abb. 9) entwickelt.

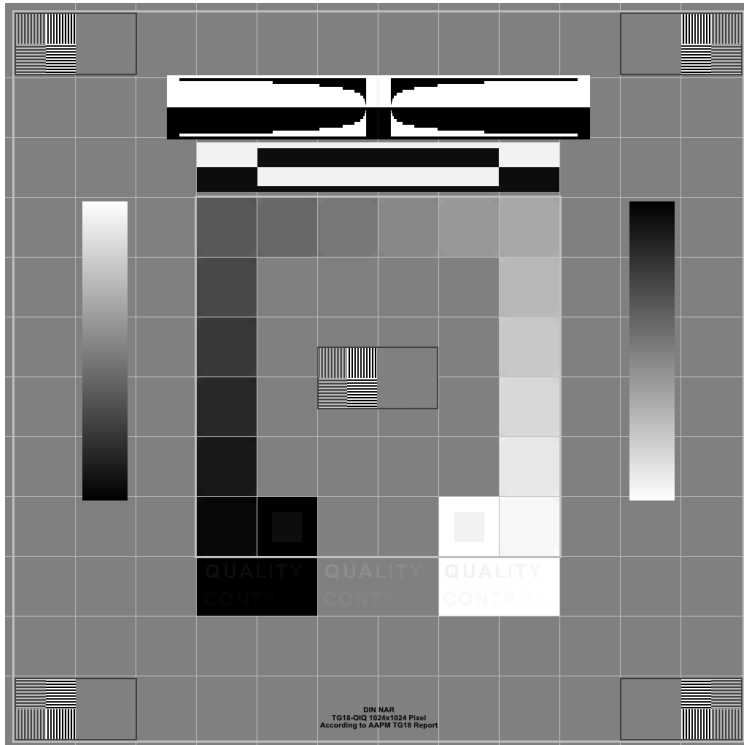


Abb. 9 TG18-OIQ - Testbild

Es enthält verschiedene Strukturen zur Beurteilung von Kontrast, Graustufenumfang, Auflösung und der Bildgeometrie. Neben der arbeitstäglichen Kontrolle der Grauwertwiedergabe und Geometrie ist bei den Bildwiedergabesystemen ab dem Inbetriebnahme-Datum 01.05.2015 jährlich die Minimal- und Maximalleuchtdichte messtechnisch zu ermitteln.

Nach erfolgter Abnahmeprüfung ist für diese Befundmonitore die Konstanzprüfung nach folgender Tabelle durchzuführen:

Zeitpunkt	erforderliche Prüfung
arbeitstäglich Grauwertwiedergabe und Geometrie	<ul style="list-style-type: none"> • Unverfälschte Sichtbarkeit der Linienpaar-Raster in der Mitte und in den vier Ecken • Sichtbarkeit der 5%- und 95%-Felder • Erkennbarkeit des Schriftzuges „QUALITY CONTROL“ im grauen Testfeld • Kontinuität des Verlaufsbalkens • Sichtbarkeit der Grenzen und Linien des Rasters und der Zentrierung des Rasters im gesamten Bild
jährlich Minimal- und Maximalleuchtdichte	<ul style="list-style-type: none"> • Messtechnische Ermittlung der Minimalleuchtdichte sowie der Maximalleuchtdichte • Vergleich der Messwerte mit den Mindestanforderungen sowie mit den Messwerten der Abnahmeprüfung • Bei Abweichung der Messwerte um mehr als 30% von den Bezugswerten muss Fehlerbehebung eingeleitet werden

Eine detaillierte Erläuterung der einzelnen Prüfstrukturen finden Sie auch im Kapitel Konstanzprüfung der Bildwiedergabegeräte im Selbstlernpaket Strahlenschutz.

Beachten Sie die Sonderregelung der messtechnischen Ermittlung der Minimalleuchtdichte für dentale Bildwiedergabegeräte → Verlängerung der Frist auf 5 Jahre bei Raumklasse 5!