

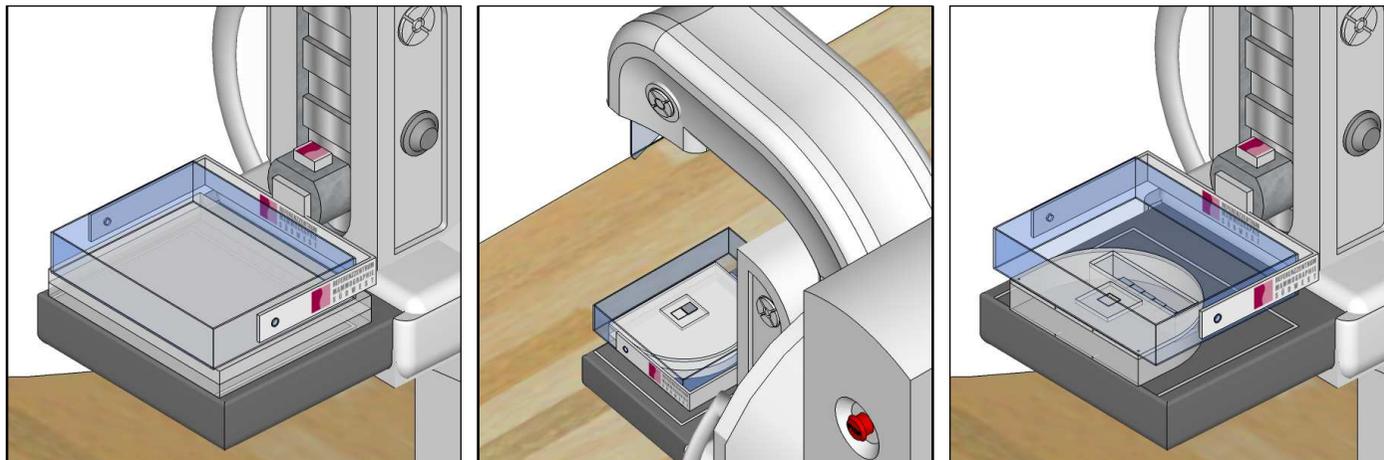
# Praktische Durchführungshilfe

für die arbeitstägliche und monatliche

## Konstanzprüfung nach RÖV an Röntgeneinrichtungen für digitale Mammographie

gemäß

DIN 6868-14:2015-06



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	1
Kurzanleitung.....	2
Arbeitstägliche Konstanzprüfung.....	2
Monatliche Konstanzprüfung.....	3
Teil 1 von 2: Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis (SDNR) bei Variation der Belichtungsautomatik .....	3
Teil 2 von 2: Dynamikumfang des Detektorsystems und thoraxwandseitige Bildbegrenzung .....	4
Ergänzende Informationen zu einzelnen Prüfpunkten.....	5
Arbeitstägliche Konstanzprüfung.....	5
6.1 Bedingungen <sup>1</sup> .....	5
6.2 Belichtungsautomatik .....	5
6.3 Störstrukturen .....	6
Monatliche Konstanzprüfung.....	8
7.1 Bedingungen <sup>1</sup> .....	8
7.2 Sicht- und Funktionsprüfungen <sup>1</sup> .....	8
7.3 Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis bei Variation der Belichtungsautomatik..	8
7.4 Dynamikumfang des Detektorsystems.....	11
7.5 Thoraxwandseitige Bildbegrenzung .....	12
7.6 Homogenität der Speicherfolien und Röntgenkassetten <sup>1</sup> .....	13
Benötigte Prüfkörper .....	14

<sup>1</sup> Keine Visualisierung des Prüfaufbaus erforderlich bzw. enthalten.

## Abkürzungsverzeichnis

BA	Belichtungsautomatik von Röntgeneinrichtungen (en.: AEC = automatic exposure control)
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine (gebräuchliche Kurzschreibweise der Dateiendung: DCM)
DIN	Deutsches Institut für Normung
k. A.	Keine Angabe
MKP	Monatliche Konstanzprüfung
PAS	Public Available Specification
PMMA	Polymethylmethacrylat (umgangssprachlich: Plexiglas)
RöV	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung) [6]
SDNR	Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis (en.: signal difference-to-noise ratio)
TE	Testeinsatz nach DIN 6868-162:2013-06 - Anhang A
TKP	Arbeitstägliche Konstanzprüfung

## Vorwort

Mit Veröffentlichung der Deutschen Norm DIN 6868-14 für die „Konstanzprüfung nach RÖV an Röntgeneinrichtungen für digitale Mammographie“ im Juni 2015 [1] ergeben sich gegenüber den zuvor in Deutschland geltenden Prüfvorgaben für digitale Mammographiegeräte nach PAS 1054 [2] einige wesentliche Änderungen für die praktische Durchführung der arbeitstäglichen und monatlichen Konstanzprüfungen.

Neben Änderungen des Prüfumfanges werden für die monatliche Konstanzprüfung keine Dosimeter mehr benötigt.

Die zuvor nach PAS 1054 erforderlichen und damit bereits vorhandenen Prüfkörper können überwiegend für die Durchführung der arbeitstäglichen und monatlichen Konstanzprüfungen gemäß neuen Prüfvorgaben weiter verwendet werden. Zusätzlich werden bisher nicht erforderliche Prüfkörper benötigt. Detaillierte Informationen zu den einzelnen für die Konstanzprüfung nach DIN 6868-14 erforderlichen Prüfkörpern sind der Aufstellung auf Seite 14 zu entnehmen.

Die hier vorgelegte Durchführungshilfe beinhaltet eine praxisorientierte Kurzanleitung, insbesondere exemplarische Darstellungen der einzelnen Prüfaufbauten, um den Ablauf der jeweiligen Prüfpunkte zu veranschaulichen und damit insgesamt inhaltlich sowie zeitlich effizienter zu gestalten.

Weiterhin beinhaltet die Durchführungshilfe über die Kurzanleitung hinaus wichtige ergänzende und detailliertere Informationen zu den einzelnen Prüfpunkten.

Die Durchführungshilfe kann verständlicherweise nicht vollständig alle Aspekte für die Sicherstellung sämtlicher Anforderung dieser Konstanzprüfung erfassen. Das Vorliegen und die detaillierte Kenntnis des vollständigen Normungstextes [1] sind unabdingbar für die Erfüllung aller Anforderungen.

Je Aufnahme in der Kurzanleitung und je Prüfpunkt in den ergänzenden Informationen ist in dieser Durchführungshilfe ein verallgemeinerter Prüfaufbau dargestellt. Grundsätzlich wird auf Hersteller- und Modell-spezifische Eigenheiten nicht eingegangen, welche ggf. abweichende Prüfaufbauten und Aufnahmebedingungen erfordern können.

Prüfaufbau und Aufnahmebedingungen der jeweiligen Prüfpunkte sind zur verbesserten Übersicht in einheitlicher tabellarischer Form aufgeführt und in einheitlicher graphischer Form dargestellt.

Sofern keine Angaben zu einzelnen Aufnahmeparametern in der oben genannten Norm [1] aufgeführt sind, ist dies im Kapitel „Ergänzende Informationen zu einzelnen Prüfpunkten“ durch das Kürzel k. A. (für „keine Angabe“) vermerkt. Vorschläge auf Basis von übertragbaren, nicht verbindlichen Erfahrungswerten mit der bisherigen Konstanzprüfung nach PAS 1054 [2] sind in runden Klammern angegeben.

Anmerkungen sowie Fußnoten, gekennzeichnet durch z. B. „\*“ etc., beziehen sich immer auf die jeweilige Seite.

Prüfpunkte ohne speziellen Prüfaufbau sind vollständigshalber aufgeführt und mit dem Hinweis „Keine Visualisierung des Prüfaufbaus erforderlich“ gekennzeichnet.

Wortwörtliche Zitate der Anforderungen und Grenzwerte, übernommen aus DIN 6868-14 [1] sind in *kursiver Schreibweise* hervorgehoben und entsprechend gekennzeichnet.

Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für den Inhalt dieser Durchführungshilfe durch den Autor oder den Herausgeber bzw. die veröffentliche Stelle übernommen werden.

Die Weiterverwendung oder Publikation dieser Durchführungshilfe als Ganzes oder in Teilen, insbesondere der Tabellen und Abbildungen, ist nur nach Rücksprache mit dem Autor (siehe Seite 16), dessen ausdrücklicher Genehmigung und mit entsprechender Quellenangabe gestattet.

## Kurzanleitung

### Arbeitstägliche Konstanzprüfung

Die arbeitstägliche Konstanzprüfung erfolgt anhand einer <sup>1)</sup> Aufnahme eines 40 mm dicken homogenen Schwächungskörper aus PMMA. Dieser muss die gesamte Detektorfläche abdecken. Üblicherweise werden für diesen Zweck zwei übereinandergestapelte 20 mm Platten verwendet.

Die Aufnahme wird mit Belichtungsautomatik (BA, en.: AEC) erstellt, wobei diese im gleichen Modus wie für Übersichtsaufnahmen im klinischen Betrieb betrieben werden muss.

<sup>1)</sup> Sofern das Mammographiegerät über zwei Aufnahmetische mit jeweils separater BA verfügt, sind beide zu prüfen (z. B. Modellreihe „Siemens - Mammomat 3000“, umgangssprachlich „Flying-Wing“).

Aufn. Nr.	Prüfaufbau	Aufnahmebedingungen	Prüfpunkt	Auswertung
1	40 mm PMMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>BA-Modus wie im klinischen Betrieb</li> </ul>	6.2 Belichtungsautomatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dokumentation der Aufnahmebedingungen*</li> </ul>
			6.3 Störstrukturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visuelle Untersuchung auf Störstrukturen**</li> </ul>

\* Primär relevant: Format, Target-Filter-Kombination, Spannung und mAs (+AGD).

\*\* Es wird empfohlen, die Bilddaten in pixelgetreuer 1:1-Darstellung unter Verwendung der Fensterung (Window/Level), vorzugsweise an einem Bildwiedergabegerät für die mammographischen Befundung, auf Störstrukturen zu untersuchen.

### Anforderungen und Grenzwerte

- Target-Filter-Kombination und Röntgenröhrenspannung müssen den in der Abnahmeprüfung festgelegten Bezugswerten entsprechen.
- Der angezeigte mAs-Wert darf um höchstens 15% vom Bezugswert abweichen.
- Im Röntgenbild dürfen keine Störstrukturen enthalten sein, die für medizinische Diagnostik nachteilig sein können.

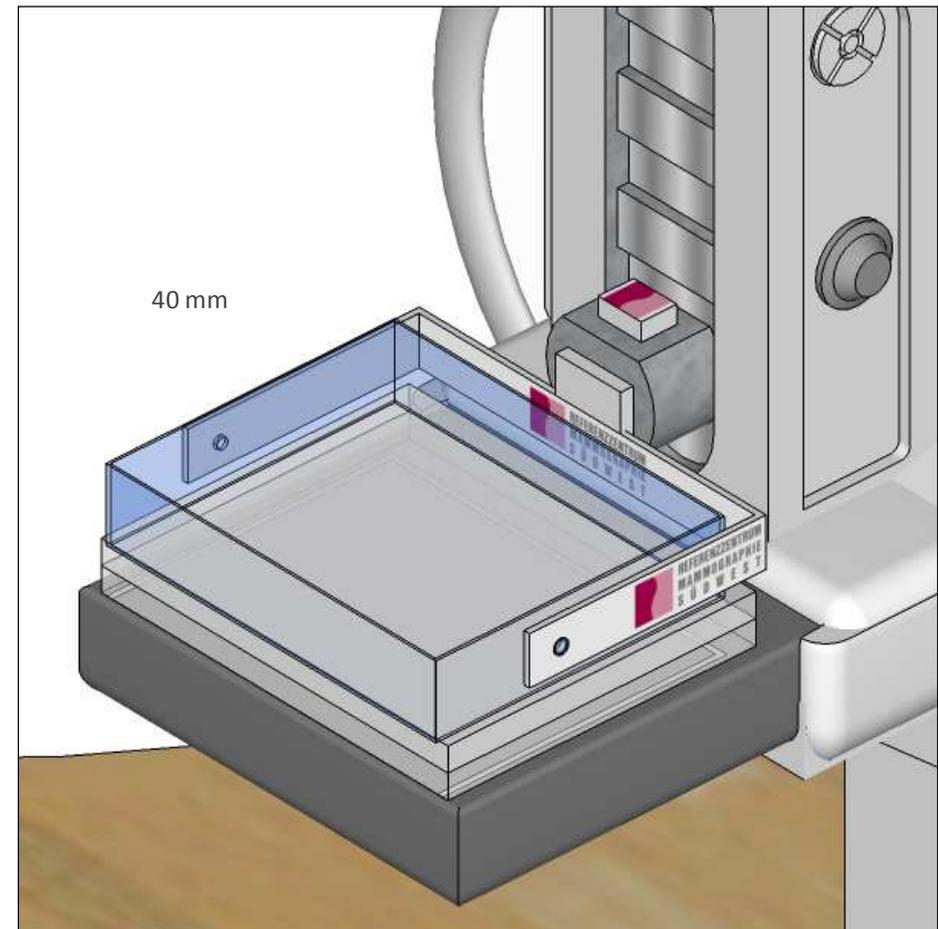


Abbildung 1: Prüfaufbau - 6.2 Belichtungsautomatik und 6.3 Störstrukturen  
 40 mm PMMA; Aufnahme mit Belichtungsautomatik  
**(TKP-Aufnahme Nr. 1 von 1)**

## Monatliche Konstanzprüfung

Die monatliche Konstanzprüfung umfasst regulär fünf<sup>1)</sup> Aufnahmen, davon drei Aufnahmen für die Bestimmung des Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis (SDNR) für unterschiedliche Objektdicken, eine Aufnahme für die Bestimmung des Dynamikumfangs des Detektorsystems sowie der thoraxwandseitigen Bildbegrenzung eines Formates und eine weitere Aufnahme für die Bestimmung der thoraxwandseitigen Bildbegrenzung des zweiten Formates das für Übersichtsaufnahmen der Brust eingesetzt wird. Die Aufnahmebedingungen sind jeweils so zu wählen, dass sie Übersichtsaufnahmen der jeweiligen Objektdicken im Patientenbetrieb repräsentieren.

<sup>1)</sup> Sofern das Mammographiegerät über zwei Aufnahmetische mit jeweils separater BA verfügt, ist das SDNR für beide zu bestimmen (= insges. 8 Aufnahmen).

### Teil 1 von 2: Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis (SDNR) bei Variation der Belichtungsautomatik

Aufn. Nr.	Prüfaufbau	Aufnahmebedingungen	Prüfpunkt	Auswertung
1	20 mm PMMA + 6 mm PMMA inkl. TE SDNR	<ul style="list-style-type: none"> <li>BA-Modus, wie im klinischen Betrieb</li> </ul>	7.3 SDNR bei Variation der Belichtungs- automatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dokumentation der Aufnahmebedingungen*</li> <li>Messung der mittleren Pixelwerte und der Standard-Abweichungen**</li> <li>Berechnung des SDNR***</li> </ul>
2	40 mm PMMA + 6 mm PMMA inkl. TE SDNR	<ul style="list-style-type: none"> <li>„Lineare“ Nachverarbeitung, vorzugsweise Originaldaten („DICOM for processing“)</li> </ul>		
3	60 mm PMMA + 6 mm PMMA inkl. TE SDNR			

\* Primär relevant: Format, Target-Filter-Kombination, Spannung und mAs (+AGD).

\*\* Messung im Alu- sowie PMMA-Feld des Testeinsetzes SDNR.

\*\*\* Berechnung mittels geeigneter Hilfsmittel (Zugang über Screening: Mammo Control; freier Zugang: z. B. <https://referenzzentrum-suedwest.de/sdnr>).

### Anforderungen und Grenzwerte

- Die angezeigten mAs- Werte und die berechneten SDNR-Werte dürfen höchstens 15% vom jeweiligen Bezugswert abweichen.

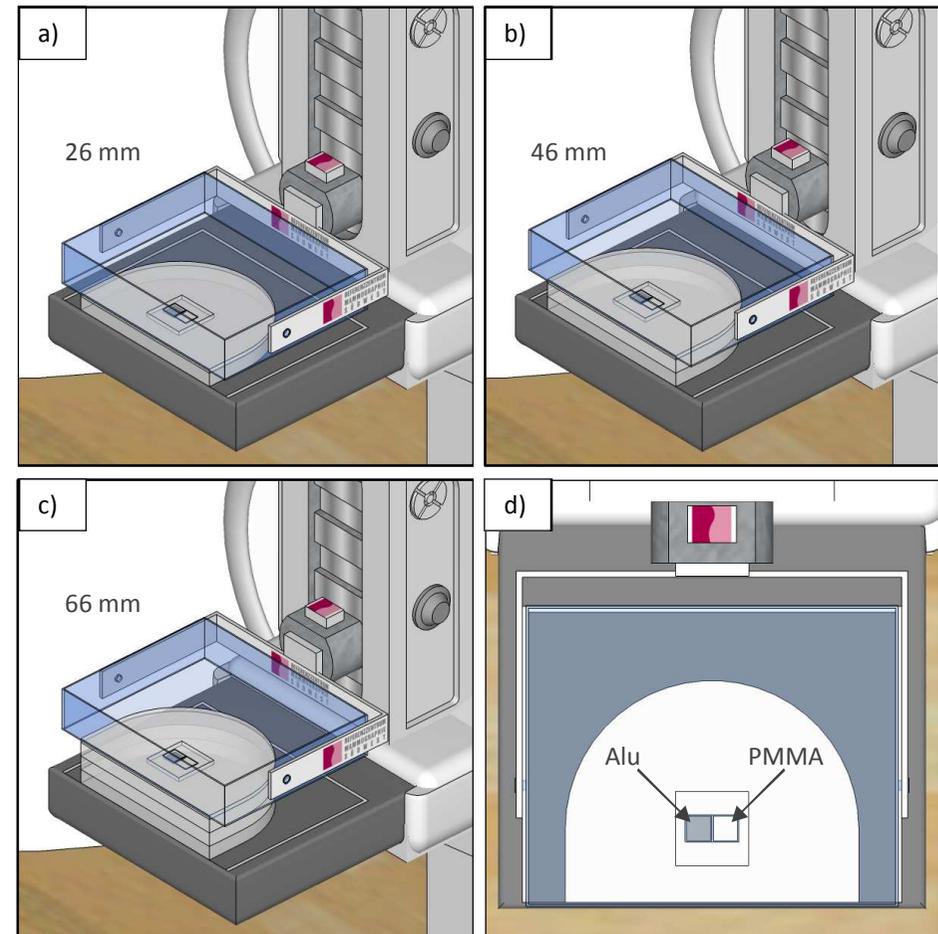


Abbildung 2: Prüfaufbau - 7.3 Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis

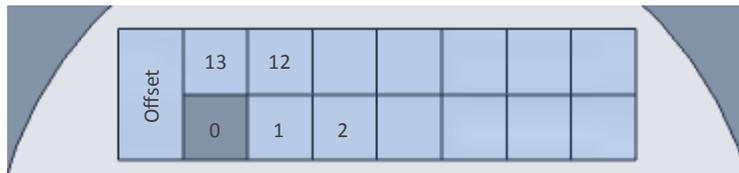
**(MKP-Aufnahme Nr. 1 bis 3 von 5)**

a) 26 mm; b) 46 mm; c) 66 mm PMMA inkl. Testeinsetzes SDNR  
 d) Aufsicht

**Teil 2 von 2: Dynamikumfang des Detektorsystems und thoraxwandseitige Bildbegrenzung**

Aufn. Nr.	Prüfaufbau	Aufnahmebedingungen	Prüfpunkt	Auswertung
4	40 mm Grundkörper + 6 mm Strukturplatte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsprechend klinischem Betrieb</li> <li>• „Lineare“ Nachverarbeitung, vorzugsweise Originaldaten („DICOM for processing“)</li> </ul>	7.4 Dynamikumfang des Detektorsystems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung der mittleren Pixelwerte der Stufen: 0 - 2, 12 -13, Offset*</li> <li>• Berechnung der Differenzen der Stufen**</li> </ul>
4 u. 5			7.5 Thoraxwandseitige Bildbegrenzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuelle Auswertung sichtbarer Kugeln (für beide Formate)</li> </ul>

\* Stufe 0: Stufe mit Primärstrahlung („Loch“),  
 Stufe 13: dickste Stufe der Dynamiktreppe,  
 Offset: weitestgehend strahlenundurchlässiger Bereich der Dynamiktreppe.



\*\* Berechnung der Differenz der mittleren Pixelwerte (m) benachbarter Stufen: Stufe 0 zu Stufe 1 ( $\Delta 1$ ), Stufe 1 zu Stufe 2 ( $\Delta 2$ ), Stufe 12 zu 13 ( $\Delta 3$ ) sowie Stufe 13 zu Offset ( $\Delta 4$ ). z. B.  $\Delta 2 = |m_{\text{Stufe 2}} - m_{\text{Stufe 1}}|$

**Anforderungen und Grenzwerte**

- Die berechnete Differenz der mittleren Pixelwerte o.g. Stufen darf um höchstens 15% vom jeweiligen Bezugswert abweichen.
- Die Anzahl sichtbarer Kugeln in allen 4 Reihen (2x Strukturplatte, 2 x Grundkörper) muss bei beiden Formaten mindestens 2½ Kugeln betragen.

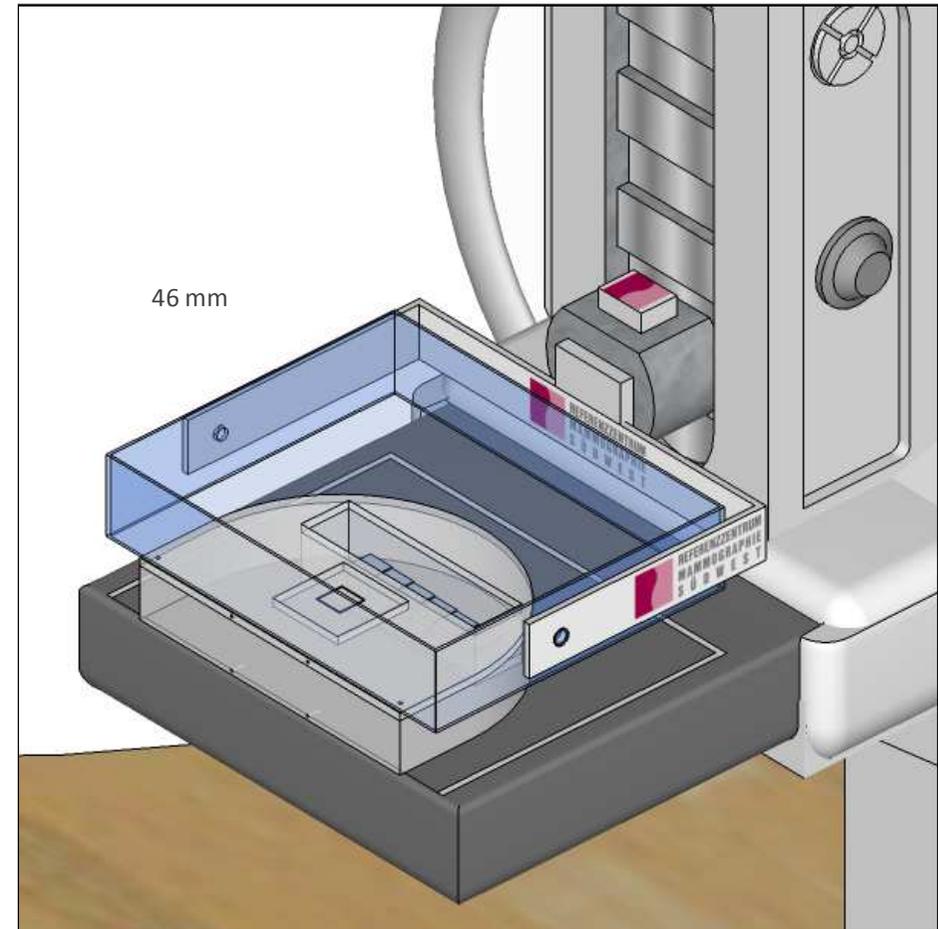


Abbildung 3: Prüfaufbau - 7.4 Dynamikumfang und 7.5 Thoraxwandseitiger Bildverlust (MKP-Aufnahme Nr. 4 von 5)  
 40 mm Grundkörper mit 6 mm Strukturplatte  
 Hinweis: Identischer Prüfaufbau für MKP-Aufnahme Nr. 5 von 5 für thoraxwandseitigen Bildverlust des kleinen Formats

## Ergänzende Informationen zu einzelnen Prüfpunkten

### Arbeitstäglige Konstanzprüfung

**6.1 Bedingungen**<sup>1</sup> Alle Herstellervorgaben für den Betrieb müssen eingehalten werden.

### 6.2 Belichtungsautomatik

Die Belichtungsautomatik (BA, en.: AEC) dient der Anpassung des Spektrums der Röntgenstrahlung an die individuelle Beschaffenheit der Brust im klinischen Betrieb, um eine konstant ausreichende Bildqualität bei vertretbarer Strahlenexposition zu erreichen.

Ziel des nachfolgenden Prüfpunktes ist, eine ordnungsgemäße Funktion und Konstanz der Belichtungsautomatik sicherzustellen.

#### Anforderungen und Grenzwerte

Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 6.2.1:

RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG und Target-Filter-Kombination müssen den in der ABNAHMEPRÜFUNG festgelegten Werten entsprechen. Das angezeigte STROM-ZEIT-PRODUKT darf um nicht mehr als 15 % vom festgelegten Bezugswert abweichen.

#### Prüfaufbau

Prüfkörper	Schwächungskörper 40 mm PMMA, großformatig
------------	--

#### Aufnahmebedingungen

BA-Modus	Belichtungsautomatik*	BA-Messfeld	k. A. (6 cm v. Thoraxw)
Target-Filter-K.	durch BA geschaltet*	Format	(24 cm x 30 cm)* **
Spannung	durch BA geschaltet*	Kompression	k. A. (~ 10 daN)
Strom-Zeit-Pr.	durch BA geschaltet*	Korrektursch.	k. A. (Normalstellung)*
Anmerkung	* Einstellung der Belichtungsautomatik (BA), wie für Übersichtsaufnahmen im Patientenbetrieb vorgesehen. ** Jede verfügbare eigenständige BA ist separat zu prüfen.		

<sup>1</sup> Keine Visualisierung der Prüfaufbauten erforderlich.

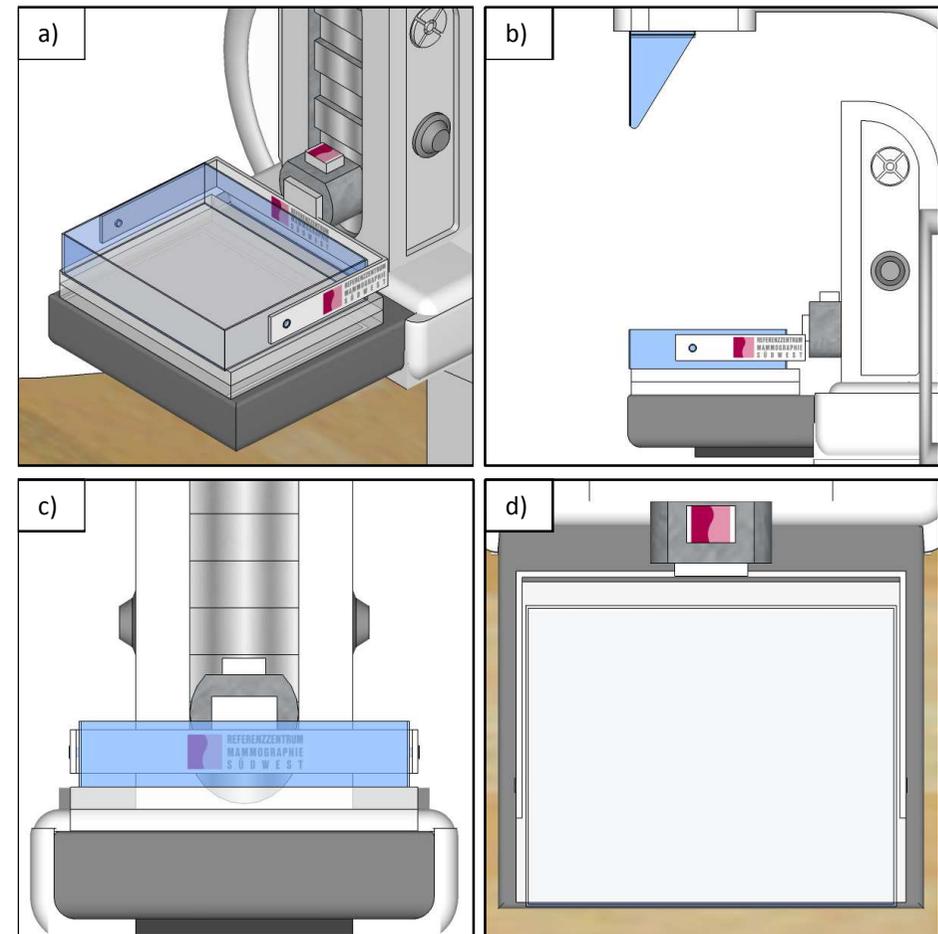


Abbildung 4: Prüfaufbau - 6.2 Belichtungsautomatik  
**(TKP-Aufnahme Nr. 1 von 1)**

40 mm PMMA

a) Schrägsicht; b) Seitenansicht; c) Frontalansicht; d) Aufsicht

### 6.3 Störstrukturen

Störstrukturen können die diagnostische Bildqualität der erstellten Aufnahmen relevant einschränken. Je nach Ausprägung kann dies zu Ablenkungen, Fehlinterpretationen oder übersehenen Strukturen in der Befundung führen. Daher müssen sich Störstrukturen in Anzahl und Größenordnung auf ein Maß begrenzen, welche die diagnostische Bildqualität nicht relevant einschränken.

#### Anforderungen und Grenzwerte

**Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 6.3.1:**

*Bei CR-MAMMOGRAPHIESYSTEMEN dürfen sowohl Komponenten zwischen dem OPTISCHEN BRENNFLECK der RÖNTGENRÖHRE und der RÖNTGENKASSETTE als auch der Auslesevorgang keine Strukturen im Röntgenbild erzeugen, die für die medizinische Diagnostik nachteilig sein können.*

*Bei DR-MAMMOGRAPHIESYSTEMEN dürfen sowohl Komponenten, die sich im STRAHLENBÜNDEL zwischen dem Brennfleck der RÖNTGENRÖHRE und dem RÖNTGENBILDEMPFÄNGER befinden, als auch die Detektoreinheit selbst keine Strukturen im Röntgenbild erzeugen, die für die medizinische Diagnostik nachteilig sein können.*

#### Prüfaufbau (Aufnahme identisch mit Prüfpunkt 6.2)

Prüfkörper	Schwächungskörper 40 mm PMMA, großformatig
------------	--

#### Aufnahmebedingungen (Aufnahme identisch mit Prüfpunkt 6.2)

BA-Modus	Belichtungsautomatik*	BA-Messfeld	k. A. (6 cm v. Thoraxw)
Target-Filter-K.	durch BA geschaltet*	Format	(24 cm x 30 cm)* **
Spannung	durch BA geschaltet*	Kompression	k. A. (~ 10 daN)
Strom-Zeit-Pr.	durch BA geschaltet*	Korrektursch.	k. A. (Normalstellung)*
Anmerkung	* Einstellung der Belichtungsautomatik (BA), wie für Übersichtsaufnahmen im Patientenbetrieb vorgesehen. ** Jede verfügbare eigenständige BA ist separat zu prüfen.		

#### Ergänzende praktische Hinweise

Es sind die Bilddaten des vorherigen Prüfpunktes 6.2 (Belichtungsautomatik) zu verwenden.

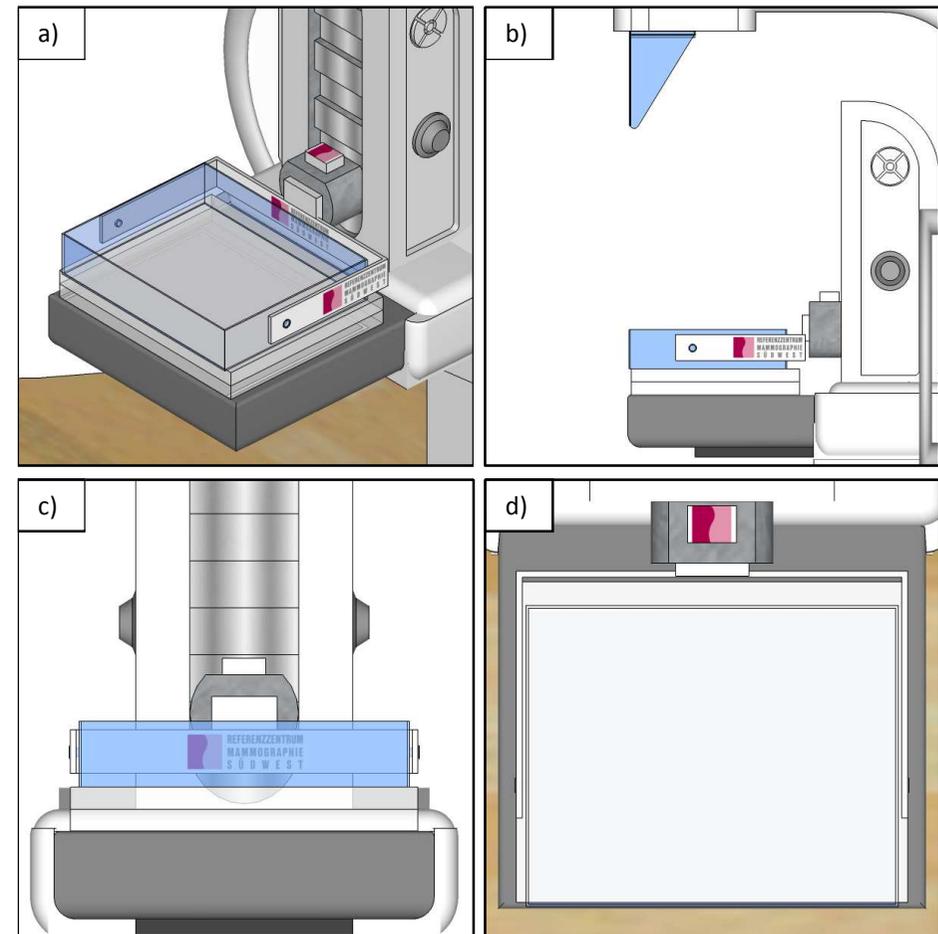


Abbildung 5: Prüfaufbau - 6.3 Störstrukturen  
**(TKP-Aufnahme Nr. 1 von 1)**

40 mm PMMA

a) Schrägsicht; b) Seitenansicht; c) Frontalansicht; d) Aufsicht

### **Ergänzende praktische Hinweise zur visuellen Untersuchung auf Störstrukturen**

Laut zugrunde liegendem Normungstext [1] ist die Untersuchung auf Störstrukturen zum einen unter den gleichen Bedingungen und zum anderen mit den gleichen Hilfsmitteln wie in der medizinischen Praxis durchzuführen. Konkret bedeutet dies, dass die Bilddaten in pixelgetreuer 1:1-Darstellung und z. B. unter Verwendung der Fensterung (Window/Level) auf Störstrukturen zu untersuchen sind.

Vorzugsweise ist dafür ein Bildwiedergabegerät für die mammographischen Befundung zu verwenden.

Die Untersuchung auf Störstrukturen ist grundsätzlich an einem Bildwiedergabegerät durchzuführen, das der Konstanzprüfung nach DIN 6868-157 [5] unterliegt und mindestens die Anforderungen für die mammographische Stereotaxie erfüllt.

## Monatliche Konstanzprüfung

### 7.1 Bedingungen<sup>1</sup>

#### Anforderungen und Grenzwerte

Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 7.1:

Voraussetzung für die Durchführung ist, dass alle Anforderungen nach Abschnitt 6 (Arbeitstägliche Konstanzprüfung) erfüllt wurden.

### 7.2 Sicht- und Funktionsprüfungen<sup>1</sup>

#### Anforderungen und Grenzwerte

Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 7.2.1:

Die geprüften mechanischen Teile sowie die optischen und akustischen Anzeigen müssen voll funktionsfähig sein. Die mechanischen Teile müssen frei von Beschädigungen sein, die einen Einfluss auf die Bildqualität haben können.

### 7.3 Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis bei Variation der Belichtungsautomatik

Das Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis (SDNR) beschreibt den Kontrast in Abhängigkeit des Bildrauschens unter definierten messtechnischen Bedingungen und dient als eine Kenngröße der Bildqualität für den gesamten Arbeitsbereich in Relation zum mittleren Arbeitspunkt.

#### Anforderungen und Grenzwerte

Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 7.3.1:

Das SIGNALDIFFERENZ-RAUSCH-VERHÄLTNIS und das angezeigte STROM-ZEIT-PRODUKT dürfen bei den festgelegten Variationen der Objektdicke und der Aufnahmebedingungen von den Bezugswerten um nicht mehr als 15 % abweichen.

Die Anforderungen beziehen sich auf diejenige Einstellung der BELICHTUNGSAUTOMATIK, die der Betreiber für den Patientenbetrieb vorsieht.

<sup>1</sup> Keine Visualisierung der Prüfaufbauten erforderlich.

#### Ergänzende praktische Hinweise

Jede verfügbare eigenständige Belichtungsautomatik ist separat zu prüfen.

Für drei verschiedene PMMA-Objektdicken mit mindestens 20 mm, 40 mm sowie 60 mm und einem Unterschied der Objektdicke von 20 mm ist das SDNR zu bestimmen.

Aus praktischen Gründen, hinsichtlich eines möglichst einfachen Prüfaufbaus, werden regulär die Objektdicken 26 mm, 46 mm und 66 mm geprüft. Hintergrund ist, dass so nur der 6 mm PMMA-Schwächungskörper mit Aussparung und eingelegtem Testeinsatz SDNR (TE SDNR) auf die ein bis drei 20 mm PMMA-Schwächungskörper zuoberst aufgelegt werden muss und keine weiteren Schwächungskörper z.B. mit 4 mm oder 10 mm Objektdicke erforderlich sind.

Bei einigen Modellreihen ist es allerdings empfehlenswert die Prüfung bei davon abweichenden Objektdicken durchzuführen, da bei diesen Geräten die Umschaltpunkte der Belichtungsautomatik im Bereich dieser Höhen liegen, z. B. bei 46 mm, und damit minimale Änderungen des Prüfaufbaus zu unterschiedlichen geschalteten Strahlenqualitäten führen können, wodurch die Beurteilung des SDNR und damit der Konstanz eingeschränkt ist.

Für jede Aufnahme sind die durch die Belichtungsautomatik geschalteten Aufnahmebedingungen, u. a. Strahlenqualität und Strom-Zeit-Produkt (mAs), zu notieren.

Für die Messung des mittleren Pixelwertes und der Standardabweichung 1. im Feld mit 200 µm eingebettetem Aluminium und 2. im Feld mit reinem PMMA (Hintergrund) des Testeinsatzes SDNR muss das Messfeld etwa 40.000 Pixel betragen.

Für die Berechnung des SDNR sind geeignete Hilfsmittel zu verwenden. Für Geräte die im Screening eingesetzt werden und daher in der Physikalisch-Technischen Qualitätssicherung (TQS) des Mammographie-Screening-Programms erfasst sind erfolgt die Berechnung des SDNR automatisch in der TQS-Software Mammo Control. Alternativ können für die Berechnungen frei verfügbare Excel-Tabellen oder Online-Rechner wie z. B. unter nachfolgendem Link verwendet werden:

<https://referenzzentrum-suedwest.de/sdnr>

Die empfohlenen Reihenfolgen der einzelnen Schwächungskörper je Objektdicke sind in Abbildung 7 aufgeführt und dargestellt.

**Prüfaufbau**

Prüfkörper	Schwächungskörper, kleinformatig + TE SDNR (siehe nachf. Tabelle)		
Aufnahme Nr.	Gesamt-Objektdicke PMMA	6 mm PMMA-Platte Inkl. TE-SDNR	20 mm PMMA-Platte
1	26 mm	1 x	1 x
2	46 mm	1 x	2 x
3	66 mm	1 x	3 x

**Aufnahmebedingungen**

BA-Modus	Belichtungsautomatik <sup>+</sup>	BA-Messfeld	<sup>+</sup>
Target-Filter-K.	durch BA geschaltet*	Format	(24 cm x 30 cm)* **
Spannung	durch BA geschaltet*	Kompression	k. A. (~ 10 daN)
Strom-Zeit-Pr.	durch BA geschaltet*	Korrektursch.	Normalstellung
Bildnachverarb.	Linear; Empfohlen: Originaldaten (DICOM for processing) ***		
Anmerkung	<p><sup>+</sup> Bei manuell wählbarem BA-Messfeld muss dieses vollständig unter dem Schwächungskörper liegen und bei allen 3 Aufnahmen in derselben Position bleiben.</p> <p>* Einstellung der Belichtungsautomatik (BA), wie für Übersichtsaufnahmen im Patientenbetrieb vorgesehen.</p> <p>** Jede verfügbare eigenständige BA ist separat zu prüfen.</p> <p>*** Nur Verarbeitungen zur Kalibrierung und Skalierung, keine Algorithmen für die diagnostische Bilddarstellung.</p>		

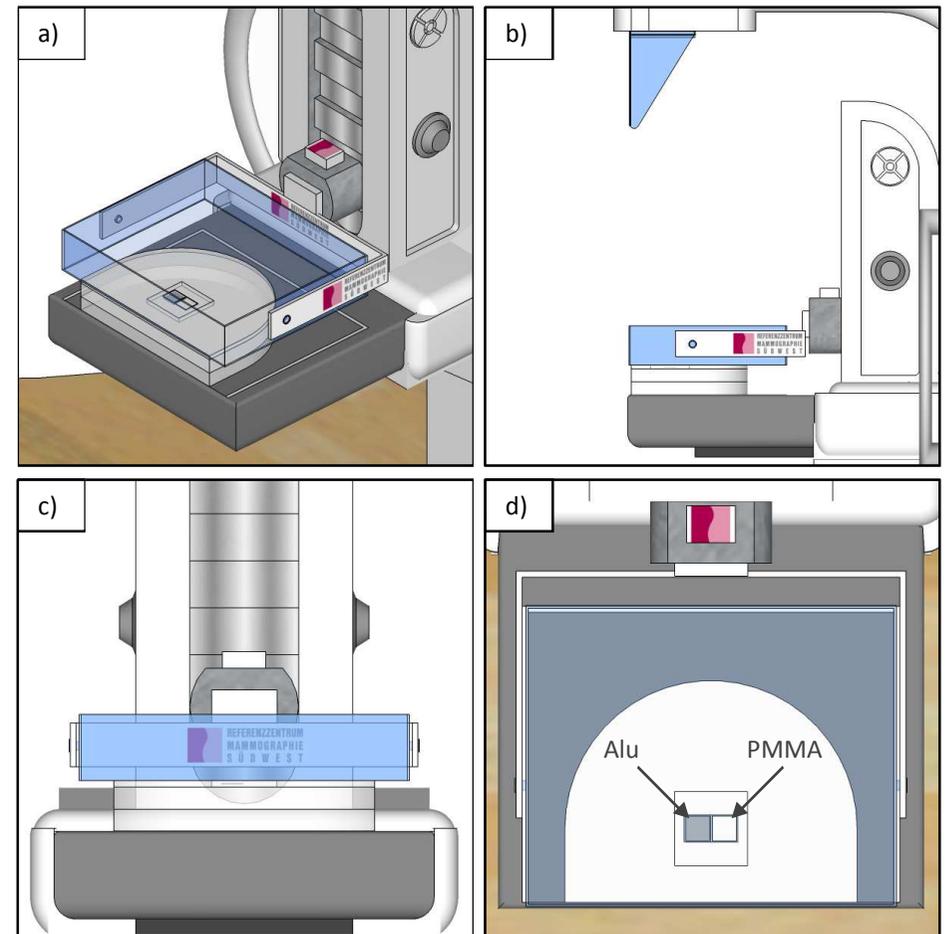
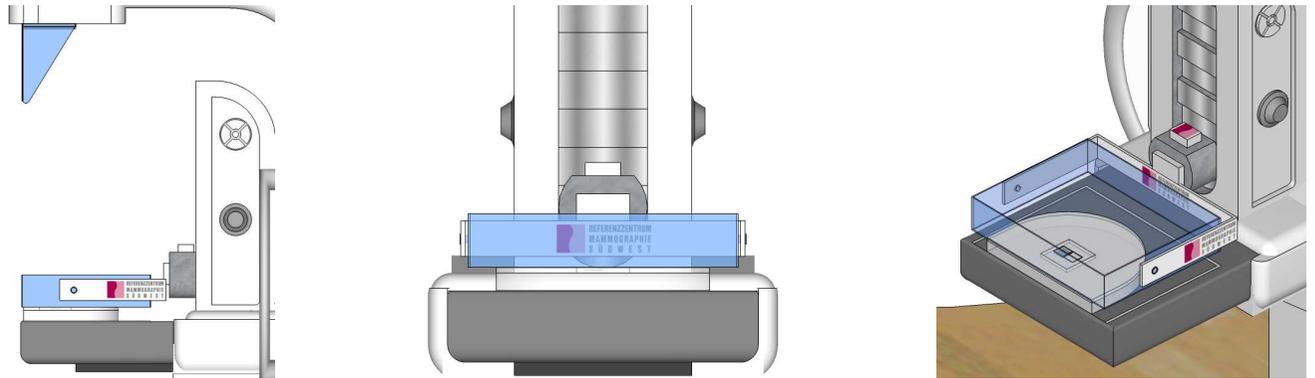


Abbildung 6: Prüfaufbau - 7.3 Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis, hier exemplarisch für 46 mm PMMA  
**(MKP-Aufnahme Nr. 2 von 5)**  
 a) Schrägsicht; b) Seitenansicht; c) Frontalansicht; d) Aufsicht

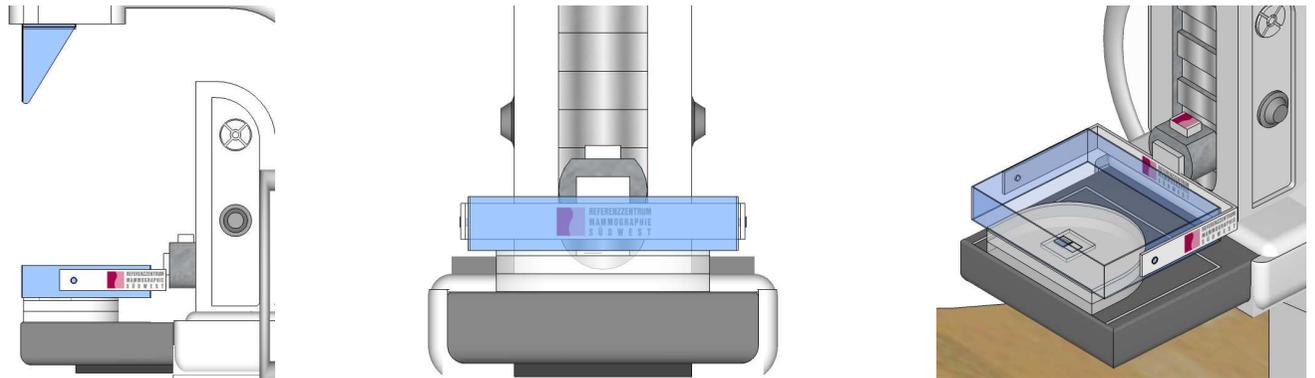
**MKP-Aufnahme Nr. 1 von 5: 26 mm PMMA**

↓ 6 mm PMMA (inkl. Testeinsatz SDNR)  
 20 mm PMMA



**MKP-Aufnahme Nr. 2 von 5: 46 mm PMMA**

↓ 6 mm PMMA (inkl. Testeinsatz SDNR)  
 20 mm PMMA  
 20 mm PMMA



**MKP-Aufnahme Nr. 3 von 5: 66 mm PMMA**

↓ 6 mm PMMA (inkl. Testeinsatz SDNR)  
 20 mm PMMA  
 20 mm PMMA  
 20 mm PMMA

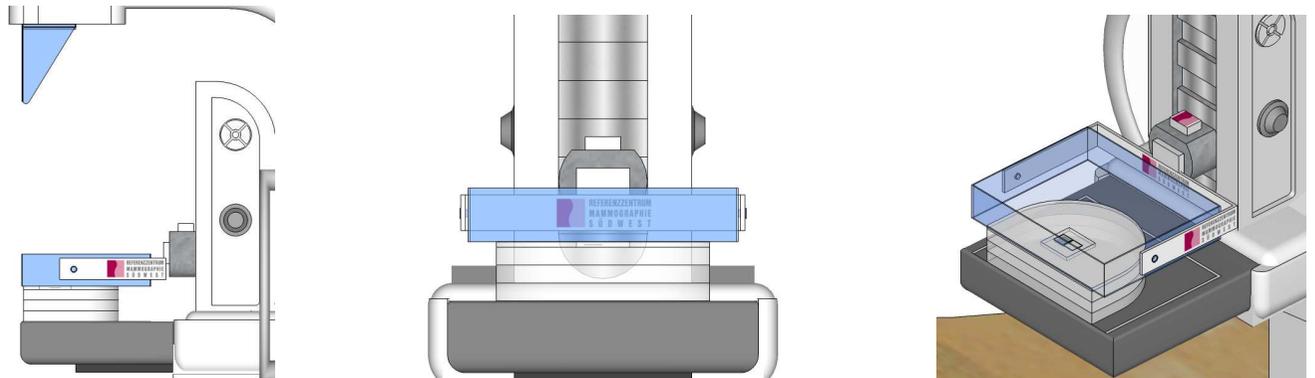


Abbildung 7: Prüfaufbau - 7.3 Signaldifferenz-Rausch-Verhältnis: für 26, 46 und 66 mm PMMA; jeweils dargestellt in Seiten-, Frontal- und Schrägansicht

### 7.4 Dynamikumfang des Detektorsystems

Der Dynamikumfang beschreibt allgemein den Quotient aus höchster und niedrigster detektierbarer Dosis bzw. größtem und kleinstem Signal am Röntgenbildempfänger. Bei digitalen Bildempfängern wird die Abstufung des Dynamikumfangs im Bild durch die Bit-Tiefe, daher der Anzahl der verfügbaren Signalwerte, bestimmt.

Die Prüfung erfolgt nach dieser Norm [1] unter Verwendung gleichmäßig abgestufter Aluminium- oder PMMA-Absorber in Form einer 14-stufigen Treppe im Grundprüfkörper, einschließlich einem absorptionsfreien und einem vollabsorbierenden Bereich.

#### Anforderungen und Grenzwerte

Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 7.4.1:

Die Differenz zwischen den gemessenen MITTLEREN PIXELWERTEN der Stufe 0 und Stufe 1 ( $\Delta_1$ ), der Stufe 1 und Stufe 2 ( $\Delta_2$ ), der Stufe 12 und 13 ( $\Delta_3$ ) sowie Stufe 13 ( $\Delta_4$ ) und dem OFFSET darf um nicht mehr als 15 % vom festgelegten Bezugswert abweichen, wobei die Stufe 0 dem Feld entspricht, bei dem die NUTZSTRAHLUNG ungeschwächt hindurch tritt.

#### Prüfaufbau

Prüfkörper	Grundkörper + Strukturplatte
------------	------------------------------

#### Aufnahmebedingungen

BA-Modus	Freie Einstellung*	BA-Messfeld	-
Target-Filter-K.	*	Format	k. A. (24 cm x 30 cm)*
Spannung	*	Kompression	k. A. (~ 10 daN)
Strom-Zeit-Pr.	*	Korrektursch.	k. A. (Normalstellung)*
Bildnachverarb.	Linear; Empfohlen: Originaldaten (DICOM for processing) **		
Anmerkung	* Aufnahmeparameter die nach Herstellerangabe bei einer Brustdicke von 53 mm (entsprechend 46 mm PMMA) vorgesehen sind (können aus 7.3 übernommen werden). ** nur Verarbeitungen zur Kalibrierung und Skalierung, keine Algorithmen für die diagnostische Bilddarstellung.		

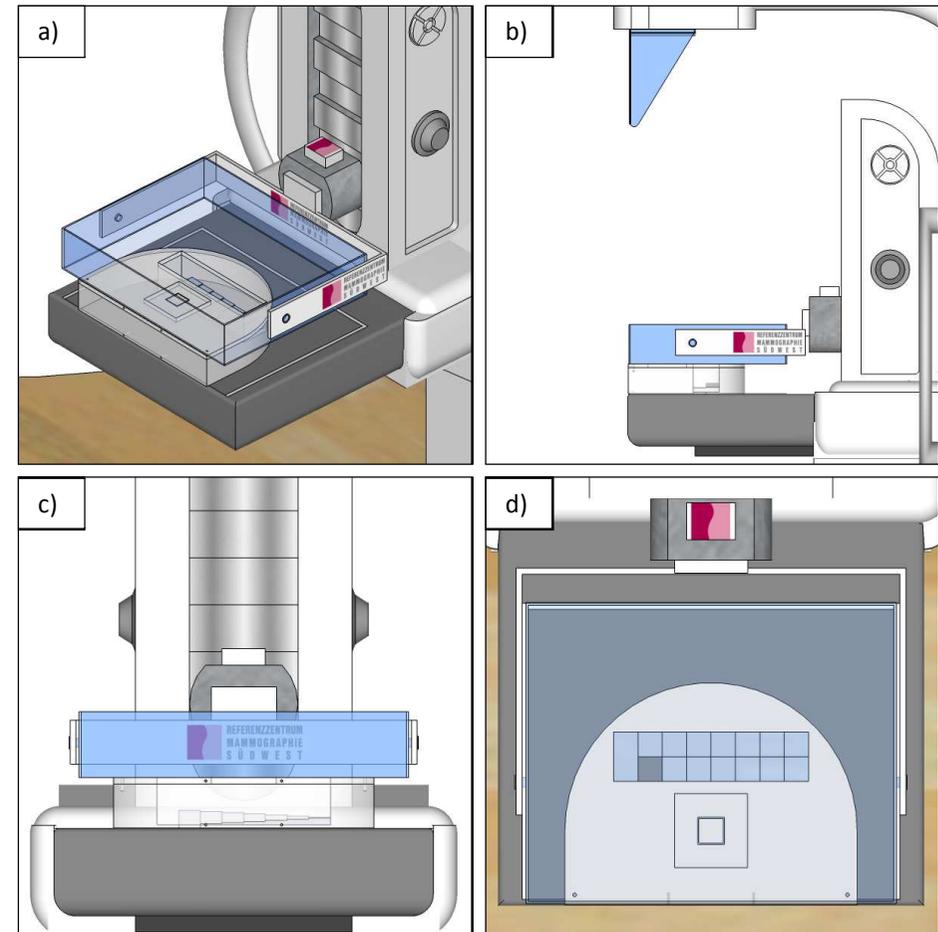


Abbildung 8: Prüfaufbau - 7.4 Dynamikumfang  
**(MKP-Aufnahme Nr. 4 von 5)**  
 46 mm Grundkörper mit Strukturplatte  
 a) Schrägsicht; b) Seitenansicht; c) Frontalansicht; d) Aufsicht

## 7.5 Thoraxwandseitige Bildbegrenzung

Die thoraxwandseitige Bildbegrenzung gibt an, wie groß der systembedingte nicht darstellbare Bildbereich an der Thoraxwandseite des Bildempfängers ist.

Die thoraxwandseitige Bildbegrenzung wird als Anzahl der im Röntgenbild dargestellten Stahlkugeln mit einem Durchmesser von jeweils 2 ( $\pm 0,1$ ) Millimeter angegeben.

### Anforderungen und Grenzwerte

Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 7.5.1:

Bei Übersichtsaufnahmen der Brust muss die Breite des nicht abgebildeten Bereichs in der Ebene der PATIENTEN-LAGERUNGSHILFE und in der Ebene 4 cm über der PATIENTEN-LAGERUNGSHILFE jeweils kleiner oder gleich 5 mm sein<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Entspricht der Sichtbarkeit von mindestens 2½ der 5 Stahlkugeln je Reihe im Grundprüfkörper.

### Prüfaufbau

Prüfkörper	Grundkörper + Strukturplatte (Testeinsatz beliebig)*
------------	--

### Aufnahmebedingungen

BA-Modus	k. A. (Freie Einstellung)	BA-Messfeld	-
Target-Filter-K.	jedes Target**	Format	alle verfügbaren**
Spannung	k. A. (28 kV)	Kompression	k. A. (~ 10 daN)
Strom-Zeit-Pr.	k. A. (100 mAs)	Korrektursch.	k. A. (Normalstellung)
Anmerkung	* Der Prüfkörper muss exakt bündig an thoraxwandseitiger Kante positioniert werden. ** Prüfung der Kombinationen die für Übersichtsaufnahmen der Brust eingesetzt werden (-> beide Standardaufnahmeformate).		

### Ergänzende praktische Hinweise

Die Aufnahme des vorherigen Prüfpunktes 7.4 (Dynamikumfang) kann für diese Prüfung verwendet werden. Die Prüfung muss für alle bzw. beide für Übersichtsaufnahmen der Brust eingesetzten Aufnahmeformate durchgeführt werden. Daher ist i.d.R. eine weitere Aufnahme für das kleine Format erforderlich (MKP-Aufnahme Nr. 5 von 5).

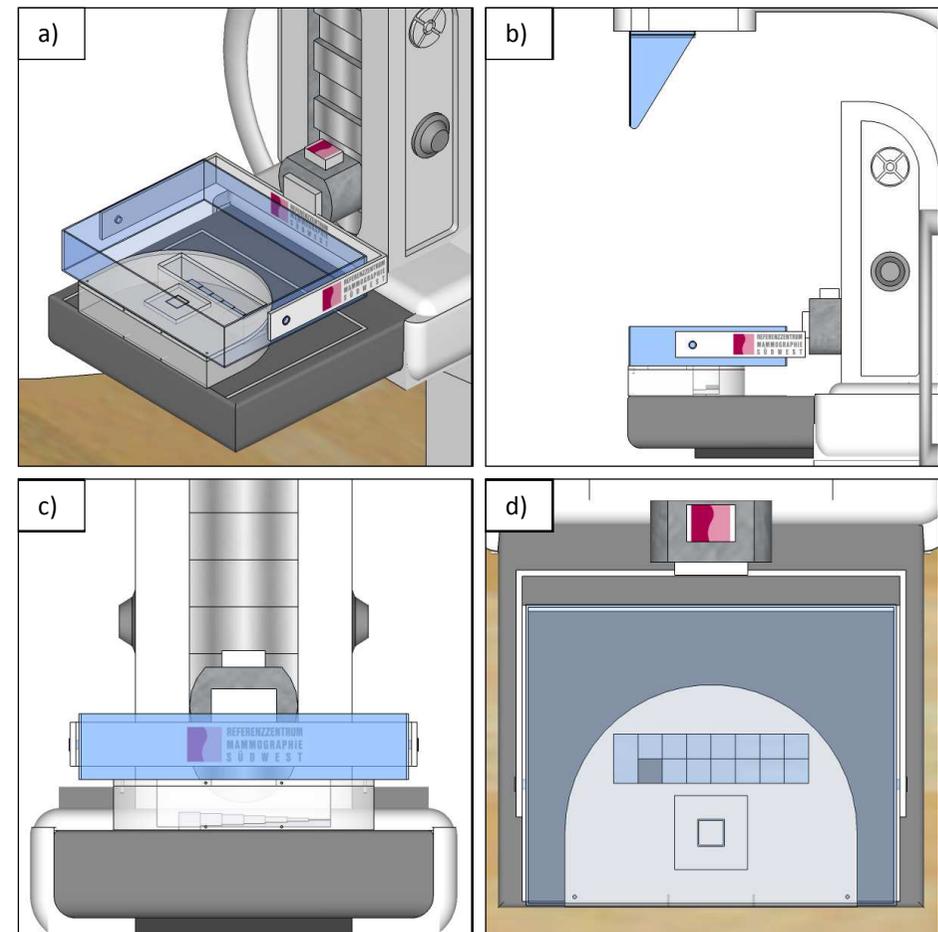


Abbildung 9: Prüfaufbau - 7.5 Thoraxwandseitige Bildbegrenzung  
**(MKP-Aufnahme Nr. 4 von 5 für großes Format und Nr. 5 von 5 für kleines Format)**

40 mm Grundkörper mit 6 mm Strukturplatte

a) Schrägsicht; b) Seitenansicht; c) Frontalansicht; d) Aufsicht

## 7.6 Homogenität der Speicherfolien und Röntgenkassetten <sup>1</sup>

Die Vergleichbarkeit der einzelnen in der Routine eingesetzten Speicherfolien und Röntgenkassetten ist essentiell, um eine konstant ausreichende diagnostische Befundqualität bei konstant akzeptabler Strahlenexposition für jede Aufnahme sicherzustellen.

Der Prüfaufbau entspricht der arbeitstäglichen Konstanzprüfung, daher Prüfpunkt 6.2 - Belichtungsautomatik bzw. 6.3 - Störstrukturen (siehe Seiten 5 und 6). Alle für die Verwendung vorgesehenen Röntgenkassetten sind zu prüfen und einer visuellen Sichtprüfung zu unterziehen.

Die Prüfung im Rahmen der monatlichen Konstanzprüfung kann entfallen, sofern alle verfügbaren Röntgenkassetten in dem entsprechenden Monat mindestens einmal in der täglichen Konstanzprüfung geprüft wurden.

### Anforderungen und Grenzwerte

**Zitiert nach DIN 6868-14:2015-06 - Abschnitt 7.6.1:**

*Mit Speicherfolien geladene RÖNTGENKASSETTEN dürfen keine Strukturen im Röntgenbild erzeugen, die für die medizinische Diagnostik nachteilig sein können.*

<sup>1</sup> Keine separate Visualisierung des Prüfaufbaus enthalten.

## Benötigte Prüfkörper

Die nachfolgende Aufstellung beinhaltet die für die Durchführung der täglichen und monatlichen Konstanzprüfung regulär benötigten Prüfkörper mit den entsprechenden Bezeichnungen in den betreffenden Normen [1] [4]:

	Prüfkörper	Kontur / Maße	Objektdicke PMMA	Anzahl
A	Schwächungskörper, großformatig	rechteckig 260 mm x 320 mm	20 mm	2x
B	Schwächungskörper, kleinformig	halbrund 180 mm x 240 mm	20 mm	3x
C	Schwächungskörper, kleinformig mit Aussparung für Testeinsatz	halbrund 180 mm x 240 mm	6 mm	1x
D	Testeinsatz SDNR mit eingebetteten 200 µm Aluminium	quadratisch 60 mm x 60 mm bis 80 mm x 80 mm	6 mm	1x
E	Grundkörper mit Aluminium- oder PMMA-Treppe	halbrund 180 mm x 240 mm	40 mm	1x
F	Strukturplatte	halbrund 180 mm x 240 mm	6 mm	1x

Bei speziellen Modell-spezifischen Vorgaben des Herstellers können die benötigten Prüfkörper von der oben dargestellten Aufstellung abweichen.

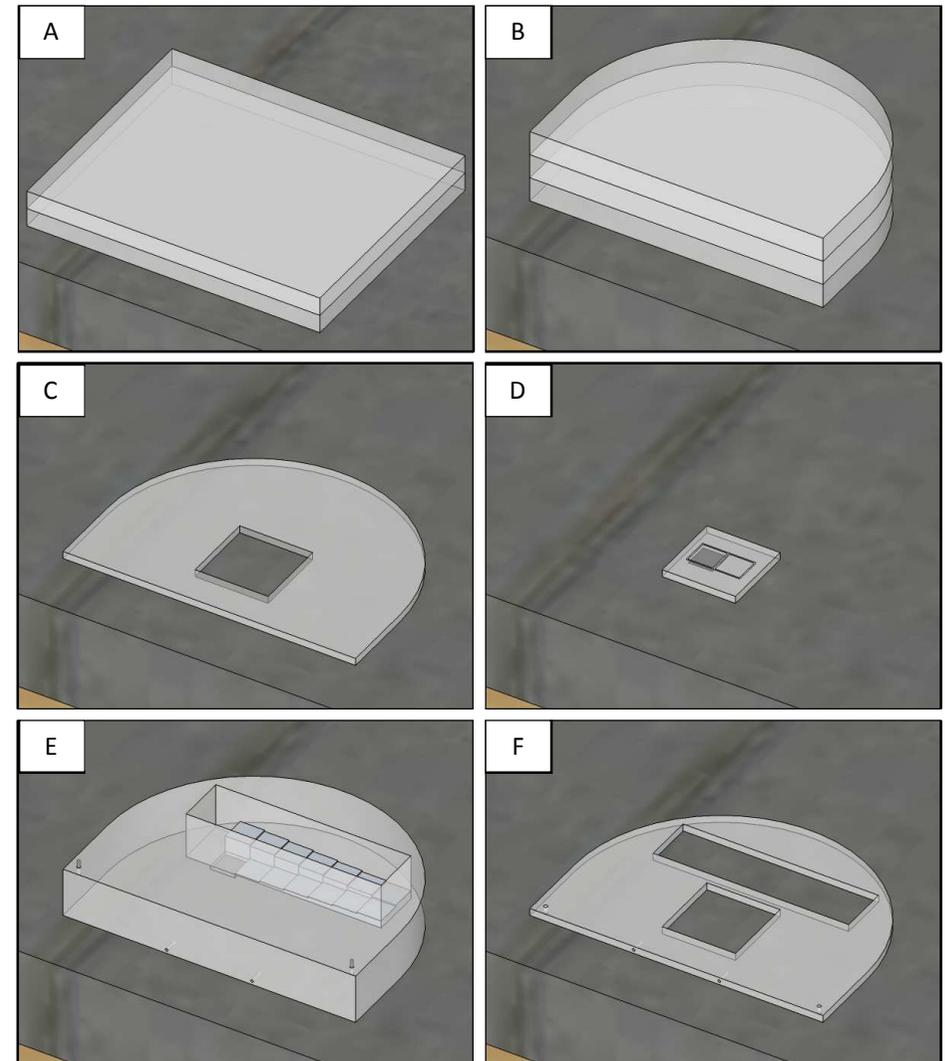


Abbildung 10: Regelmäßig benötigte Prüfkörper für die Durchführung der täglichen und monatlichen Konstanzprüfung

---

## Literaturverzeichnis

- [1] Normenausschuss Radiologie (NAR). DIN 6868-14; Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 14: Konstanzprüfung nach RöV an Röntgeneinrichtungen für digitale Mammographie. Juni 2015
- [2] Blendl C, Herman KP, Mertelmeier T. PAS 1054: Anforderungen und Prüfverfahren für digitale Mammographie-Einrichtungen. Berlin: Beuth-Verlag, März 2005
- [3] Qualitätssicherungs-Richtlinie (QS-RL) zur Durchführung der Qualitätssicherung bei Röntgeneinrichtungen zur Untersuchung oder Behandlung von Menschen nach den §§ 16 und 17 der Röntgenverordnung. Juni 2014
- [4] Normenausschuss Radiologie (NAR). DIN 6868-162; Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 162: Abnahmeprüfung nach RöV an Röntgeneinrichtungen für digitale Mammographie. Juni 2013
- [5] Normenausschuss Radiologie (NAR). DIN 6868-157; Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 157: Abnahme- und Konstanzprüfung nach RöV an Bildwiedergabesystemen in ihrer Umgebung. November 2014
- [6] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung – RöV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. Oktober 2011 (BGBl. I S. 2000)

### Autoren:

© Physikalisch-Technische Qualitätssicherung Referenzzentrum Südwest:

Dipl.-Ing. Soo-Teng Adamiec  
Dipl.-Ing. Stephan Schopphoven  
Dipl.-Ing. M. Sc. Angel Smirnov  
Dipl.-Ing. M. Sc. Julius Verbe  
Dipl.-Ing. Christoph Weiss

### Korrespondierender Autor:

© Dipl.-Ing. Stephan Schopphoven

### Kontaktdaten des Autors:



am Universitätsklinikum  
Gießen und Marburg  
am Standort Marburg  
Phys.-Techn. Qualitätssicherung  
Dipl.-Ing. Stephan Schopphoven

Bahnhofstraße 7 35037 Marburg  
Fon: 06421 – 999 61-20  
Fax: 06421 – 999 61-28  
[schopphoven@referenzzentrum-suedwest.de](mailto:schopphoven@referenzzentrum-suedwest.de)  
Mobil: 0151 – 54669969

### Herausgeber:



am Universitätsklinikum  
Gießen und Marburg  
am Standort Marburg  
[www.referenzzentrum-suedwest.de](http://www.referenzzentrum-suedwest.de)

### Bezugsquelle:

Homepage des Referenzzentrums Mammographie Südwest –  
Bereich „Fachinformationen“ – „Physikalisch-Technische Qualitätssicherung“:  
<https://referenzzentrum-suedwest.de/fachinformationen>