

Hannover, 28.11.2012

Technischer Bericht
Prüfung der Strahlenschutzigenschaften von
Hohlwanddosen gegenüber Röntgenstrahlung ge-
mäß DIN EN 61331-1 vom August 2006 und DIN
6812:2010.

Auftraggeber:

Kaiser GmbH & Co. KG
Ramsloh 4
D-58579 Schalksmühle

Auftragnehmer:

TÜV NORD EnSys
Hannover GmbH & Co. KG
Am TÜV 1
30519 Hannover

Durchführung der Prüfung:

Röntgenraum im technischen Zentrum
Am TÜV 1
30519 Hannover

Zeitraum der Prüfung:

Oktober 2012

Aufgabenstellung

Für Röntgenräume in der Röntgendiagnostik sind in der Regel bautechnische Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich. Grundlage für die Planung und Prüfung der Durchführung ist in Deutschland die DIN 6812. Für diese Maßnahmen stehen mit Blei kaschierte Leichtbauplatten aus Gipskarton und spezielle Strahlenschutzplatten mit Gipsmischungen höherer Dichte zur Verfügung. In diese leicht zu errichtenden Hohlwände werden für die Elektroinstallation Hohlwanddosen für die Geräte eingesetzt. Die üblichen Hohlwanddosen aus dünnem Kunststoff haben keinerlei Strahlenschutzwirkung. Es muss daher manuell das entstehende Montageloch mit Bleiblechen rückseitig verschlossen werden. Die Firma Kaiser hat eine Hohlwanddose entwickelt, welche die Montage von Elektroinstallationen erleichtert.

Die fertige Hohlwanddose ist zylindrisch geformt, mit einem annähernd flachen Boden. Der Übergang von der Wandung zum Boden ist 45° angefasst. Hier befinden sich auch die Stellen bei denen die Öffnungen für die Zuleitungen bei der Montage eingeschnitten werden. Außerdem enthält jede Dose zwei nicht vollständig abgeschirmte Öffnungen im Bereich der Befestigungslasche (Laschenlager).

Die Angabe eines Bleigleichwertes gemäß DIN 61331-1 für den verwendeten Werkstoff ist daher nicht ausreichend, da bei der Verwendung des Produktes zusätzliche Veränderungen vorgenommen werden. Außerdem bleiben an den Übergängen zwischen Wand und Hohlwanddose Spalten. Diese Spalten sind abhängig von den Dicken der Hohlwände und der Anzahl der montierten Dosen sowie der betrachteten Durchstrahlungsrichtung. Daher müssen auch die konstruktiven Durchführungen bewertet werden. Damit soll die Eignung der Dosen für Wände bis zu einem Bleigleichwert von 3 mm Blei festgestellt werden.



Abbildung 1 Ansicht der Strahlenschutzdose

Prüfgrundlage

Die Bewertung der Muster der Hohlwanddosen hinsichtlich ihrer Eignung als Bauteil für einen Röntgenraum gemäß DIN 6812:2010 erfolgte unter Berücksichtigung der Grenzwerte für die Personendosis nach Röntgenverordnung. Die Messung der Schwächung für Röntgenstrahlung berücksichtigt die zulässige Mittelung über 100 cm² gemäß DIN IEC 60601-1-3. Der Prüfaufbau ist analog zu DIN EN 61331-1 durchgeführt worden.

Vorgehensweise

Die Hohlwanddosen wurden in einem nachgestellten Wandaufbau mit zwei Gipskartonplatten an der Doseenseite und zwei Gipskartonplatten an der abgewandten Seite in einer Dreifachkombination geprüft. Die Montage-seite der Wand ist auf der Rückseite mit 3mm Blei verstärkt.

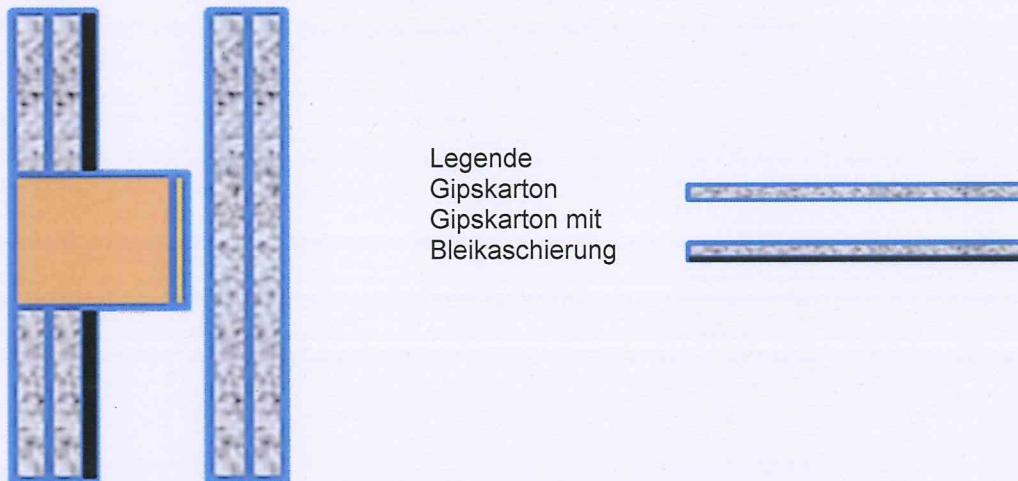


Abbildung 2 Wandaufbau

Von den drei eingebauten Hohlwanddosen sind in den beiden äußeren Hohlwanddosen jeweils zwei Leitungsdurchführungen aufgeschnitten. Dieser Aufbau entspricht einer üblichen Strahlenschutzwand und Elektroinstallation.

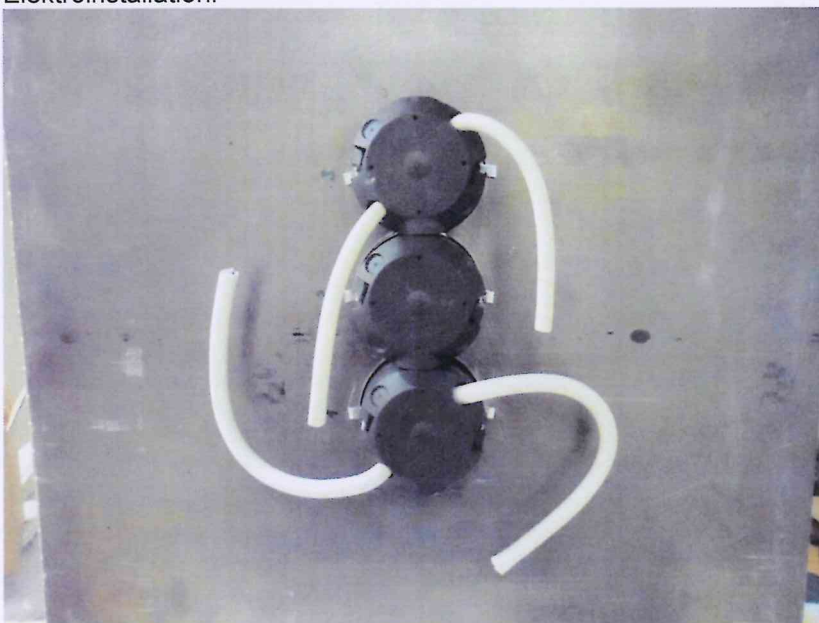


Abbildung 3 Rückseite der Hohlwanddosen mit Leitungsdurchführungen

Die konstruktiv vorhandenen Öffnungen und die bei der Montage verbleibenden Spalten unbekannter Geometrie wurden durch eine Mittelung der gemessenen Dosis über 100 cm² berücksichtigt. Für die Dosis- und Dosisleistungsmessung wurde ein Dosimeter mit Flachkammer BV 120 verwendet. Diese Ionisationskammer hat eine flache, scheibenförmige Geometrie 14 mm dick und 160 mm Durchmesser mit 112 cm³ Kammervolumen. Da die Mittelungsfläche größer ist als die gemäß DIN IEC 60601-1-3 vorgesehene 100 cm² wurde die Eintrittsfläche durch Auflegen von vier abschirmenden Streifen aus Blei so verkleinert, dass 100 cm² nicht überschritten werden.

Für die Bewertung der geprüften Hohlwanddosen müssen die Vorgaben der Röntgenverordnung berücksichtigt werden. Die Grenzwerte der Ganzkörperexposition und der Teilkörperexposition müssen einge-

halten werden. Durch die Öffnungen in der Strahlenschutzwand entstehen Teilkörperexpositionen. Für die Teilkörperdosis gibt die Röntgenverordnung einen einzuhaltenden Grenzwert für nicht beruflich strahlenexponierte Personen von 50 mSv im Jahr bzw. 15 mSv vor. Die 15 mSv Grenze ist repräsentativ für die strengste Anforderung und ist daher hier zugrunde gelegt. Die bei der Messung der Schwächung zu erreichende minimale Strahlenschwächung darf daher bei der Bewertung mit dem Grenzwert der Teilkörperdosis 15 mSv/Jahr 15 mal kleiner sein als in DIN 6812 angegebenen Schwächungsfaktoren.

Qualifizierung des Messaufbaus

Die Reproduzierbarkeit der Röntgeneinrichtung und des verwendeten Dosimeter ist besser als 5%. Die Richtigkeit der Röntgenröhrenspannung wird in regelmäßigen Abständen im Rahmen der Qualitätssicherung des Röntgengerätes überprüft. Um bei der Messung den Einfluss mehrfach gestreuter Photonen zu verringern wurde die Dosismessung hinter dem Prüfling in einem Abschirmkasten durchgeführt. Die Geometrie gewährleistet, dass das aktive Volumen der verwendeten Messkammer nicht zusätzlich von Streustrahlung getroffen wird.

Die nominellen Schwächungsfaktoren für 3 mm Blei sind für Röntgenstrahlung im Bereich von 90 bis 150 kV hoch und überschreiten den Messbereich eines einzelnen Dosimeters. Eine Messbereichserweiterung durch den Wechsel der Ionisationskammer scheidet auf Grund der vorgegebenen Geometrie aus. Daher wurde die Dosisleistung des Röntgengerätes mit Hilfe des Röntgenröhrenstromes geändert und der zu messenden Schwächung angepasst. Da auch damit die Grenzen des Messgerätes annähernd erreicht werden wurden zusätzlich Vergleichsmessungen mit einem weiteren, kalibrierten und geeichten Messgerät durchgeführt um Nichtlinearitäten beim Röntgengerät und dem verwendeten Messgerät zu erkennen und ggf. zu korrigieren. Die dabei gefundenen Abweichungen vom idealen Wert waren unter 2% und wurden daher nicht korrigiert. Die Abhängigkeit der Prüfeinrichtung von der Strahlungsenergie war zwischen 90 kV und 150 kV kleiner als 5% die Anforderungen der DIN IEC 61331-1 können damit erfüllt werden.

Verwendete Messmittel:

PTW NOMEX QS-Nr. 230204 mit Messkammer BV 120
PTW Diados E Nr. 00955
Röntgengerät 40-160 kV

Schwächungsmessung

Die Schwächungsmessung an dem Wandaufbau wurde im Röntgenraum des technischen Zentrums beim TÜV NORD in Hannover durchgeführt. Aus 150 cm Entfernung wurde der Wandaufbau mit Röntgenstrahlung von 90 bis 150 kV Röntgenröhrenspannung bestrahlt.

Die Schwächung des Prüflings ergibt sich aus der Dosis ohne Prüfling geteilt durch die Dosis mit Prüfling. Die Eignung der Hohlwanddose ist gegeben, wenn der erreichte Schwächungsfaktor bei der Messung größer ist als der in DIN 6812 geforderte Wert korrigiert um das Verhältnis der Grenzwerte der Teilkörperdosis zur Effektiven Dosis. Der ermittelte Schwächungsfaktor wird mit der gemäß DIN 6812 erforderlichen Schwächung verglichen. Durch lineare Interpolation zwischen den in DIN 6812:2012 tabellierten Schwächungswerten von Blei wird ein Planungswert für die Hohlwanddose ermittelt. Dieser Planungswert gibt an, bis zu welchem Bleigleichwert aus der Strahlenschutzplanung der DIN 6812 die Hohlwanddosen verwendet werden können.

Messergebnis

Röntgenröhrenspannung [kV]	Schwächungsfaktoren für 15 mSv Teilkörperdosis			Planungswert mm Blei
	Hohlwanddose	2,75 mm Blei	3,0 mm Blei	
90	1463	1407	2667	2,8
100	1161	747	1373	2,9
110	969	600	1107	2,9
120	864	507	933	3,0
130	760	443	800	3,0
140	663	387	713	3,0
150	583	343	640	3,0

Tabelle 1 Hohlwanddose ohne Öffnung

Röntgenröhrenspannung [kV]	Schwächungsfaktoren für 15 mSv Teilkörperdosis			Planungswert mm Blei
	Hohlwanddose	2,5 mm Blei	2,75 mm Blei	
90	754	740	1407	2,5
100	606	403	747	2,6
110	512	327	600	2,7
120	445	275	507	2,7
130	393	240	443	2,7
140	343	210	387	2,7
150	304	186	343	2,7

Tabelle 2 Hohlwanddose mit Öffnungen

Röntgenröhrenspannung [kV]	Schwächungsfaktoren für 15 mSv Teilkörperdosis			Planungswert mm Blei
	Hohlwanddose	2,75 mm Blei	3,0 mm Blei	
90	1624	1407	2667	2,8
100	1218	747	1373	2,9
110	1005	600	1107	2,9
120	855	507	933	3,0
130	738	443	800	3,0
140	658	387	713	3,0
150	578	343	640	2,9

Tabelle 3 Schrägdurchstrahlung

Auswertung

Für die geprüften Hohlwanddosen kann ein ausreichender Strahlenschutz für die Anwendung von 90 kV bis 150 kV Röntgenröhrenspannung bis zu einem geplanten Bleigleichwert von mindestens 2,5 mm Blei bestätigt werden. Bei Installation der Dosen im Fußbodenbereich kann durch die dann üblicherweise vorhandene Schrägeinstrahlung die Anwendung auf mindestens 2,8 mm erweitert werden.

Die Strahlenschutzdose Typ 9074-03 Hersteller Fa. Kaiser GmbH & Co. KG, Schalksmühle, ermöglicht die Erstellung von Strahlenschutzwänden für Röntgenräume mit den in DIN 6812 klassifizierten Röntengeräten im Röhrenspannungsbereich von 90 bis 150 kV.

Unter der konservativen Annahme, dass der Schwächungsfaktor bei niedrigeren Röntgenröhrenspannungen den in Tabellen 1 bis 3 angegebenen Mindestwert bei 90 kV Röntgenröhrenspannung nicht unterschreitet kann diese Dose auch bei Röntgenröhrenspannungen unter 90 kV eingesetzt werden. Die notwendigen Schwächungsfaktoren aus der Strahlenschutzplanung müssen für die Teilkörperdosis eingehalten werden.

Der beispielhaft dargestellte Wandaufbau (Abbildung 2 Wandaufbau) beschreibt die Anzahl und Position der einzusetzenden Leichtbauplatten und der Bleischicht für die Einhaltung der in der Planung gemäß DIN 6812 geforderten Bleigleichwerte. Die Anzahl und Position der eingesetzten bleifreien Leichtbauplatten in Verbindung mit der Elektroinstallationsdose sorgen für die Einhaltung der Grenzwerte gemäß Röntgenverordnung, ohne dass im Installationsbereich zusätzliche Abschirmungsmaßnahmen (z. B. Bleiumhausungen) erforderlich sind.

Die Elektroinstallationsdosen können sowohl als Einfachdose als auch in Mehrfachkombination in Verbindung mit dem Verbindungsstutzen Typ 9060-88 eingesetzt werden. Der Einbau ist sowohl einseitig als auch gegenüberliegend möglich. Bei gegenüberliegendem Verbau der Dosen sollte eine versetzte Leitungseinführung erfolgen, um durchgehende Öffnungen zu vermeiden. Die Installation muss gemäß DIN 18015-3 erfolgen.

TÜV NORD Röntgentechnik



Dipl.-Ing Feldmann

TÜV NORD Röntgentechnik



Dipl.-Phys. Böhm