

# DIN EN ISO 16645:2020-07 (D)

Strahlenschutz - Medizinische Elektronenbeschleuniger-Anlagen - Anforderungen und Empfehlungen an die Ausführung der Abschirmung und deren Bewertung (ISO 16645:2016, korrigierte Fassung 2016-11); Deutsche Fassung EN ISO 16645:2019

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort.....	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe.....	8
3.1 Größen.....	8
3.2 Definitionen.....	11
4 Ziele der Gestaltung von Abschirmungen und andere Gestaltungskriterien.....	14
4.1 Ziele der Gestaltung der Abschirmung.....	14
4.2 Annahmen zur Gestaltung der Abschirmung.....	15
5 Rollen der Hersteller, des Strahlenschutzverantwortlichen oder qualifizierten Experten und Interaktionen zwischen Stakeholdern.....	16
5.1 Allgemeines.....	16
5.2 Hersteller des linearen Beschleunigers.....	16
5.3 Lieferant des Abschirmungsmaterials.....	17
5.4 Architektenbüro/Bauunternehmer.....	18
5.5 Strahlenschutzverantwortlicher oder qualifizierter Experte.....	18
5.6 Der Lizenznehmer.....	19
6 Strahlungsfelder um einen linearen Elektronenbeschleuniger.....	19
6.1 Allgemeines.....	19
6.2 Röntgenstrahlung.....	20
6.2.1 Primäres Röntgenstrahlenbündel.....	20
6.2.2 Primäre Elektronenstrahlbremsstrahlung.....	21
6.2.3 Sekundäre Röntgenstrahlung.....	21
6.2.4 Tertiäre Röntgenstrahlung.....	22
6.3 Neutronenstrahlung.....	22
6.3.1 Allgemeines.....	22
6.3.2 Direkte Neutronenstrahlung.....	23
6.3.3 Streu- und thermische Neutronenstrahlung.....	24
6.3.4 Neutronenstrahlung an der Hauptschutzwand.....	24
6.4 $\gamma$ -Strahlung.....	24
6.4.1 Allgemeines.....	24
6.4.2 Labyrinth- $\gamma$ -Strahlung.....	24
6.4.3 Tür- $\gamma$ -Strahlung.....	25
6.4.4 Hauptschutzwand- $\gamma$ -Strahlung.....	25
6.4.5 Luft- $\gamma$ -Strahlung.....	25
7 Abschirmungsmaterialien und Transmissionswerte.....	25
8 Allgemeiner Formalismus für die Abschirmungsberechnung.....	27
9 Abschirmungsberechnungen für konventionelle Geräte.....	30
9.1 Allgemeines.....	30

9.2	Hauptschutzwände .....	30
9.2.1	Strahlungskomponenten .....	30
9.2.2	Schutzwand mit einem einzigen Material .....	31
9.2.3	Schutzwand mit mehreren Schichten .....	31
9.3	Sekundäre Schutzwände .....	33
9.3.1	Strahlungskomponenten .....	33
9.3.2	Schutzwand mit einem einzigen Material .....	33
9.3.3	Schutzwand mit mehreren Schichten .....	35
10	Türen und Labyrinth.....	35
10.1	Allgemeines.....	35
10.2	Strahlungskomponenten .....	36
10.3	Standardlabyrinth.....	36
10.3.1	Berechnungen der Röntgenstreustrahlung in Labyrinth.....	36
10.3.2	Direkte Röntgenstreustrahlung .....	41
10.3.3	Berechnungen der Neutronen und Einfang-Gammas im Labyrinth .....	42
10.4	Labyrinth mit zwei Strecken.....	44
10.5	Kein Labyrinth - Direkt abgeschirmte Türen.....	46
10.5.1	Allgemeines.....	46
10.5.2	Abschirmung auf der abgewandten Seite eines direkt abgeschirmten Türeingangs .....	46
10.5.3	Abschirmung auf der zugewandten Seite eines direkt abgeschirmten Türeingangs.....	49
10.6	Keine Tür am Eingang zum Labyrinth .....	51
10.7	Türberechnungen .....	52
10.7.1	Allgemeines.....	52
10.7.2	Berechnungen für Labyrinthtüren .....	52
10.7.3	Berechnungen für direkt abgeschirmte Türen.....	53
11	Abschirmungsberechnungen für spezielle Geräte .....	53
11.1	Allgemeines.....	53
11.2	Robotergestützter Beschleuniger .....	53
11.3	Helikale fluenzmodulierte Strahlentherapie .....	54
11.4	Spezielles Gerät für die intraoperative Strahlentherapie mit Elektronen .....	55
12	Kanäle .....	56
12.1	Auswirkung von Kanälen auf den Strahlenschutz.....	56
12.2	Empfohlene Position und Geometrie.....	56
12.3	Zusätzliche Abschirmung .....	56
12.3.1	Allgemeines.....	56
12.3.2	Neutronen- und Einfanggammastrahlung durch das Innere des abgeschirmten Kanals .....	57
12.3.3	Röntgenstreustrahlung durch das Innere des abgeschirmten Kanals.....	58
12.3.4	Streustrahlung durch die Wände der Kanalabschirmung .....	58
12.3.5	Äquivalentdosis an der äußeren Öffnung des HVAC-Kanals.....	58
13	Besondere Überlegungen .....	59
13.1	Luftstreustrahlung.....	59
13.1.1	Allgemeines.....	59
13.1.2	Röntgen-Luftstreustrahlung.....	59
13.1.3	Neutronen-Luftstreustrahlung .....	60
13.2	Groundshine-Strahlungen.....	61
13.3	Fugen und Verbindungen .....	62
14	Bewertung der Abschirmung (experimentelle Verifizierung) .....	62
14.1	Allgemeines.....	62
14.2	Messgerät und Methodologie .....	62
14.3	Bewertung .....	64
15	Anzeigen, Warnhinweise, Verriegelungen.....	65
	Anhang A (informativ) Zehntelwertebenen für die häufigsten Abschirmungsmaterialien .....	66
	Anhang B (informativ) Unterstützende Daten für Abschirmungsberechnungen.....	81

<b>Anhang C (informativ) Berechnungsbeispiel für konventionelle Geräte und Standardlabyrinth .....</b>	<b>83</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>91</b>