

Ermittlung der Betriebsbelastung von Linearbeschleunigern

Empfehlung der ÖGMP (österr. Gesellschaft für Medizinische Physik)

Dezember 2020

Vorbemerkung:

Das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz hat die ÖGMP ersucht, eine Empfehlung auszuarbeiten, wie möglichst einfach und trotzdem korrekt die Betriebsbelastung für Linearbeschleuniger nachgewiesen werden kann.

Folgende Normen befassen sich mit der Errichtung von Beschleunigeranlagen und definieren hierfür die Betriebsbelastung:

ÖNORM S 5216 (2003) Strahlenschutzregeln für die Errichtung:

- Betriebsbelastung = Produkt aus der Anzahl der Einzelbestrahlungen und deren mittlerer Wasserenergiedosis in 1m Abstand vom Divergenzpunkt.
- Richtwert: $W_a = 1000$ Gy

DIN 6847 – 2 (2014): $W_a = 1000$ Gy

- für Durchlassstrahlung, tertiäre Bremsstrahlung und Neutronen wird der IMRT Betrieb durch einen Faktor 2,5 berücksichtigt.
Anmerkung: Zur Berechnung des Strahlenschutzes bei Durchlassstrahlung, tertiärer Bremsstrahlung und Neutronen ist nicht die Betriebsbelastung in Gy relevant, sondern die tatsächlich erzeugten Monitoreinheiten.

ÖNORM EN ISO 16645 (2019):

- Unterscheidet zwischen Betriebsbelastung (Gy) und Durchlassbetriebsbelastung:
Betriebsbelastung: Wasser-Energiedosis der durch einen Linearbeschleuniger erzeugten Strahlung im Isozentrum in einer Bezugstiefe in Wasser über einen festgelegten Zeitraum, gemittelt über ein Jahr
Durchlassbetriebsbelastung: $WL = W \times \text{IMRT Faktor}$, wobei

$$\text{IMRT Faktor} = C_1 \times F_{\text{IMRT}} + (1 - F_{\text{IMRT}})$$

C_1 = Verhältnis von MU/Gy mittels IMRT-Bestrahlungstechnik zu MU/Gy konventionell

$C_1 = 2,5$ wird als realistische Zahl für Linearbeschleuniger mit VMAT genannt

F_{IMRT} ist der prozentuelle Anteil der Behandlungen mit dem IMRT-Verfahren.

Vorschlag zur Berücksichtigung von fluenzmodulierten Bestrahlungstechniken bei der Ermittlung der Betriebsbelastung:

Werden fluenzmodulierte Bestrahlungstechniken angewendet, so hat dies wegen des dadurch bedingten erhöhten Störstrahlungsanteiles Auswirkungen auf die Ermittlung der tatsächlichen Betriebsbelastung. Dabei müssen, je nach verwendeter Berechnungsgrundlage für das Gutachten zur Errichtungsbewilligung, zwei Fälle unterschieden werden.

Welcher Fall zutrifft, kann dem Gutachten zur Erlangung der Errichtungsbewilligung entnommen oder durch eine Stellungnahme des Strahlenschutzgutachters abgeklärt werden.

Insgesamt gilt:

Betriebsbelastung = abgestrahlte Dosis + ggf. Physikanteil (pro festgelegtem Zeitraum)

- 1.) Die Strahlenschutzberechnung erfolgte unter Berücksichtigung der DIN 6847 – 2 (2014) bzw. der ÖNORM EN ISO 16645 (2019):

Es wurde somit zwischen Betriebsbelastung und Durchlassbetriebsbelastung unterschieden (zB. durch Bewertung für des IMRT Anteils mit 2,5 für Durchlassstrahlung).

Betriebsbelastung ≤ Betriebsbelastung_{Bescheid}

- 2.) Die Strahlenschutzberechnung erfolgte nach ÖNORM S 5216:

Betriebsbelastung_{Zulässig} = Betriebsbelastung_{Bescheid} * [$F_{\text{IMRT}} / C_1 + (1 - F_{\text{IMRT}})$]

Betriebsbelastung ≤ Betriebsbelastung_{Zulässig}

F_{IMRT} Prozentuelle Anteil der abgestrahlten Dosis mit dem IMRT-Verfahren.

Anmerkung: Der Anteil ist aus dem Verifikationssystem und unter Berücksichtigung des Physikanteils zu ermitteln:

$F_{\text{IMRT}} = \text{MU}_{\text{IMRT}} \text{ pro Jahr} / (\text{MU}_{\text{Gesamt}} \text{ pro Jahr} + \text{Physikanteil})$

C_1 Verhältnis von MU/Gy mittels IMRT-Bestrahlungstechnik zu MU/Gy konventionell

Beispiel:

Fiktiver Linearbeschleuniger bewilligt für 1000 Gy pro Woche (ohne IMRT Faktor)

IMRT Anteil der Gesamt MU = 60 %, somit
Rest MU = Konventionell bestrahlte Patienten + Physikanteil = 40 %

Resultierende zulässige Betriebsbelastung = $1000 \cdot (0,6/2,5 + (1-0,6)) = 640 \text{ Gy}$

Die Betriebsbewilligung für 1000 Gy im Bescheid entspricht somit einer zulässigen Betriebsbelastung von 640 Gy unter Berücksichtigung eines IMRT Anteiles von 60 %.

Anmerkung:

Wird mit dieser Abschätzung nicht das Auslangen gefunden, kann das Messgutachten herangezogen werden und auf Basis der Messergebnisse unter Berücksichtigung des IMRT-Faktors um eine Erhöhung der Betriebsbewilligung bei der Behörde angesucht werden. Die gesetzlich höchstzulässigen Wochendosen dürfen dabei nicht überschritten werden.

Verfasserin: Ruth Freund

In Abstimmung mit: Georg Stücklschweiger, Peter Winkler, Andreas Gmoser, Andreas Poschacher, Christoph Gaisberger