

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG IM VEREINFACHTEN VERFAHREN

**EBG MedAustron GmbH;
MedAustron – Erweiterung IR5**

TEILGUTACHTEN STRAHLENSCHUTZ

Verfasser:

Dr. Georg Fehrenbacher

Univ. Lektor Dr. Alfred Hefner

Dipl.-Ing. Gerhard Seifritz, MSc

1. Einleitung:

1.1 Beschreibung des Erweiterungsvorhabens IR5:

Mit dem Betrieb von MedAustron in den letzten Jahren und den dadurch gewonnenen Erfahrungen hat sich gezeigt, dass die im Einreichprojekt 2009 anvisierten und im UVP-Bescheid genehmigten Patient*innenzahlen von 1200 pro Jahr mit den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht erreichbar sind.

Die synchrotronbasierte Beschleunigeranlage ermöglicht neben der Behandlung mit Protonen auch den vermehrten Einsatz von Kohlenstoffionen, wodurch das Indikationspektrum der zu bestrahlenden Tumore erweitert wird. Ein bedeutsames Einsatzgebiet der Behandlung mit Protonen ist die Bestrahlung von Tumoren bei pädiatrischen Patient*innen unter Anästhesie. Der medizinische Umgang mit Kindern unter Anästhesie erfordert einen erhöhten Zeitaufwand, auch die Strahlnutzungszeit betreffend.

Neue Indikationen werden zumeist von klinischen Studien begleitet und die angewandten Fraktionsschemata sind üblicherweise bei neu zu bestrahlenden Tumorarten noch nicht optimiert, weil es international wenig Vergleichsdaten gibt. Dadurch verringert sich auch der Patient*innendurchsatz gegenüber den Annahmen aus der UVP-Genehmigung. Zusätzlich steht die Beschleunigeranlage außerhalb der medizinisch genutzten Zeiten der nichtklinischen Forschung und der Weiterentwicklung von zusätzlichen Funktionalitäten zur Verfügung. Wie oben angeführt, wird ein erheblicher Teil der verfügbaren Strahlzeit für die nichtklinische und translationale Forschung genutzt, wodurch nach potentieller Einführung in die klinische Routine auch neue Möglichkeiten für die zu behandelnden Patient*innen entstehen. Für ein nationales Zentrum, von denen es auch international gesehen wenige gibt, ist die Forschung und Weiterentwicklung dieser Therapieform natürlich ein wichtiger und nicht wegzudenkender Faktor.

Neben der Ausweitung der Ionentherapie auf derzeit noch nicht erfolgreich behandelbare Tumore durch intensive Forschungstätigkeiten soll diese Therapieform aber auch möglichst vielen Patient*innen zur Verfügung stehen. Aufgrund der bei MedAustron bereits vorhandenen Kompetenz bei der medizinischen Anwendung von Protonen und Kohlenstoffionen liegt es nahe, die derzeitigen Kapazitäten zu erweitern, um zumindest die bereits genehmigten Patient*innenbehandlungszahlen pro Jahr zu erreichen. Eine zusätz-

liche Strahllinie von der bestehenden Beschleunigeranlage in einen neu zu errichtenden Bestrahlungsraum würde zu keiner wesentlichen Verbesserung der aktuellen Situation führen, weil der Teilchenstrahl immer nur sequentiell oder alternierend zwischen den einzelnen Strahllinien in den Bestrahlungsräumen transportiert werden kann und nicht parallel, d.h. es kann nicht in mehreren Bestrahlungsräumen gleichzeitig bestrahlt werden. Daher wird nun eine kompakte sogenannte Ein-Raum-Lösung geplant, bei der ein zusätzlicher Bestrahlungsraum auch einen eigenen Teilchenbeschleuniger beinhaltet (genannt Irradiation Room 5 oder kurz IR5). Dementsprechend kann ein derartiger Bestrahlungsraum unabhängig von der bestehenden Beschleunigeranlage – und daher parallel dazu – betrieben werden, wodurch auch ein Ausfallkonzept für eine der beiden Anlagen realisiert werden kann. Beispielsweise könnten bei einem Ausfall des bestehenden MedAustron Beschleunigers zumindest einige Patient*innen, mit entsprechender medizinischer Dringlichkeit, mit dem neuen Beschleuniger im IR5 behandelt werden.

Für die Protonentherapie können solche Ein-Raum-Lösungen von kommerziellen Anbietern als Modulelemente bezogen werden. Diese Systeme werden nach Industriestandards produziert und sind entsprechend zertifiziert. Es soll ein Synchrozyklotron für die Beschleunigung der Protonen mit einer konstanten Extraktionsenergie von 230 MeV verwendet werden. Über ein Strahltransportsystem werden die Teilchen dann in den eigentlichen Bestrahlungsraum geführt und können dort aus unterschiedlichen Einstrahlwinkeln mit Hilfe einer sogenannten Gantry (drehbare Strahllinie wie im bestehenden Bestrahlungsraum IR4) auf den / die Patient*in gelenkt werden. Ein robotisches Patient*innenpositionierungssystem sorgt für die korrekte Ausrichtung der Patient*innen zum Therapiestrahle. Diese Patient*innenposition wird dann mit Hilfe einer Röntgenbildgebung verifiziert.

1.2 Rechtliche Grundlagen:

§3 Abs. 3 UVP-G 2000 gibt Folgendes vor:

... (3) Wenn ein Vorhaben einer Umweltverträglichkeitsprüfung zu unterziehen ist, sind die nach den bundes- oder landesrechtlichen Verwaltungsvorschriften, auch soweit sie im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinde zu vollziehen sind, für die Ausführung des Vorhabens erforderlichen materiellen Genehmigungsbestimmungen von der Behörde (§ 39) in einem konzentrierten Verfahren mit anzuwenden (konzentriertes Genehmigungsverfahren).

Aus materieller (inhaltlicher) Sicht sind gemäß § 12a UVP-G 2000 bei der Erstellung der zusammenfassenden Bewertung der Umweltauswirkungen die Anforderungen des § 17 Abs. 2 und 5 des UVP-G 2000 zu berücksichtigen:

.... (2) Soweit dies nicht schon in anzuwendenden Verwaltungsvorschriften vorgesehen ist, gelten im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge zusätzlich nachstehende Genehmigungsvoraussetzungen:

- 1. Emissionen von Schadstoffen, einschließlich der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (P-FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃), sind nach dem Stand der Technik zu begrenzen,*
- 2. die Immissionsbelastung zu schützender Güter ist möglichst gering zu halten, wobei jedenfalls Immissionen zu vermeiden sind, die*
 - a) das Leben oder die Gesundheit von Menschen oder das Eigentum oder sonstige dingliche Rechte der Nachbarn/Nachbarinnen gefährden,*
 - b) erhebliche Belastungen der Umwelt durch nachhaltige Einwirkungen verursachen, jedenfalls solche, die geeignet sind, den Boden, die Luft, den Pflanzen- oder Tierbestand oder den Zustand der Gewässer bleibend zu schädigen, oder*
 - c) zu einer unzumutbaren Belästigung der Nachbarn/Nachbarinnen im Sinne des § 77 Abs. 2 der Gewerbeordnung 1994 führen,*
- 3. Abfälle sind nach dem Stand der Technik zu vermeiden oder zu verwerten oder, soweit dies wirtschaftlich nicht vertretbar ist, ordnungsgemäß zu entsorgen.*

.... (5) Ergibt die Gesamtbewertung, dass durch das Vorhaben und seine Auswirkungen, insbesondere auch durch Wechselwirkungen, Kumulierung oder Verlagerungen, unter

Bedachtnahme auf die öffentlichen Interessen, insbesondere des Umweltschutzes, schwerwiegende Umweltbelastungen zu erwarten sind, die durch Auflagen, Bedingungen, Befristungen, sonstige Vorschriften, Ausgleichsmaßnahmen oder Projektmodifikationen nicht verhindert oder auf ein erträgliches Maß vermindert werden können, ist der Antrag abzuweisen. Bei Vorhaben der Energiewende darf eine Abweisung nicht ausschließlich aufgrund von Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds erfolgen, wenn im Rahmen der Energieraumplanung eine strategische Umweltprüfung durchgeführt wurde. Im Rahmen dieser Abwägung sind auch relevante Interessen der Materiengesetze oder des Gemeinschaftsrechts, die für die Realisierung des Vorhabens sprechen, zu bewerten. Dabei gelten Vorhaben der Energiewende als in hohem öffentlichen Interesse.

2. Unterlagenbeschreibung und verwendete Fachliteratur:

Grundsätzlich wurde im Rahmen der Begutachtung das komplette Einreichprojekt 2023 mit Stand vom 11.12.2023 zumindest überblicksweise durchgesehen.

Aus dem Einreichprojekt 2023 wurden insbesondere folgende Teile (jeweils inkl. Pläne) für die strahlenschutztechnische Beurteilung herangezogen:

- A.01 1.0 Antragsschreiben
- B.02 2.0 A Allg. Vorhabensbeschreibung Bericht - Version 2
- B.03-01 P01 2.0 A Grundriss Erdgeschoss - Version 2
- B.03-01 P02 2.0 A Grundriss 1. Obergeschoss und 2. Obergeschoss inkl. Dachdraufsicht - Version 2
- B.03-01 P04 2.0 A Detailplan_Gantry_1 - Version 2 *
- B.03-01 P05 2.0 A Detailplan_Gantry_2 - Version 2 *
- B.03-01 P06 2.0 A Detailplan_Gantry_3 - Version 2 *
- B.03-01 P07 2.0 A Detailplan_Gantry_4 - Version 2 *
- B.03-04 P05 1.0 A Schema Lüftung 1.OG & 2. OG Erweiterung IR5
- B.03-04 P06 1.0 A Schema LA50 Lüftung EG & Zuluft Beschleunigersystem
- B.03-04 P07 1.0 A Schema LA09 Abluft Beschleunigersystem, Erweiterung IR5
- B.03-04 P15 1.0 A Grundriss LA09 Abluft Beschleunigersystem Erweiterung IR5
- B.03-06 P18 1.0 E Grundrisse EG, 1. OG + 2. OG Strahlenbereiche mit Zugangs-Zonierung
- B.04-05 1.0 A Teilchenbeschleuniger Bericht
- B.04-05 2.0 P01 E Strahlenschutzbauzeichnung - Version 2
- B.06 1.0 E Sicherheitsanalyse, Störfallanalyse und Notfallplanung Bericht
- C.03-01 1.0 A Strahlenschutzgutachten – Beschleuniger
- C.03-02 1.0 A Strahlenschutzgutachten – Röntgeneinrichtungen
- C.03-03 1.0 A Strahlenschutzgutachten – Erweiterung Ausbreitungsrechnung Fortluft
- C.04 1.0 A Wiederholungsprüfplan_BE050_30620_1403180 *
- C.06 2.0 A Brandschutzkonzept Bestand inkl. IR5 - Version 2 *
- C.08 1.0 A SOP Strahlenschutzanweisung_DC020_30625_1503260 *
- C.09 1.0 A Sicherheits- Störfallanalyse und Notfallplanung für die ImagingRing Systeme_DD084_RIS_1508200 *
- C.11 1.0 A Alarm- und Evakuierungsplan_DC000_30600_1410212_v3.0 *
- C.19 1.0 A Sicherheits-Störfallanalyse und Notfallplanung Strahlenschutz_v6.0_DD084_30620_1403180 *
- C.20 1.0 A Beschreibung Strahlungsmessgeräte_DA10_30620_1308120 *
- C.21 1.0 A SOP Vorgehensweise bei Überschreitung radiologischer Grenzwerte_DC020_30621_1308280 *
- C.22 1.0 A Liste der im Strahlenschutz tätigen Personen_PM000_30620_1402071 *
- C.23 1.0 A Training Onboarding Radiation Protection and Fire Protection & Safety Course for Employees_DC090_30625_171108TAC *
- C.24 1.0 A 13LA0223_1_Gutachten_Fortluft *
- C.25 1.0 A Physisches Zugangskonzept und Zuständigkeiten_DB010_11210_1501091 *
- C.26 1.0 A Konfiguration des LB9000 Bilanzierung der mit der Fortluft abgeleitend Aktivität und ihrer Folgedosis_DB010_AIRACTMEAS_1405140 *C.27 1.0 A SOP Probenvorbereitung und Auswertung von Abwasserproben_DC020_30621_1407153 *

Vom Teil D UVE + Fachberichte Umweltverträglichkeitserklärung, Einl. Nr. D.01. wurden insbesondere folgende Kapitel herangezogen:

- Kapitel 1: Einleitung
- Kapitel 2: Das Vorhaben im Überblick
- Kapitel 12: Wirkungsfaktor Strahlung
- Kapitel 21: Wechselwirkungen
- Kapitel 22: Zusammenfassende Bewertung der Umweltauswirkungen
- Kapitel 24: Allgemein verständliche Zusammenfassung

Weitere Dokumente wurden dann detaillierter betrachtet, wenn sie in den oben angeführten Kapiteln zitiert wurden und vom Standpunkt des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden konnten.

Gesetzliche Grundlagen

- Strahlenschutzgesetz 2020 , BGBl. I Nr.50/2020: Bundesgesetz über Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch ionisierende Strahlung
- Medizinische Strahlenschutzverordnung, BGBl. II Nr. 375/2017 idgF: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Maßnahmen zum Schutz von Personen vor Schäden durch Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Medizin.
- Allgemeine Strahlenschutzverordnung 2020, BGBl. II Nr. 339/220 idgF: Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, des Bundesministers für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz und der Bundesministerin für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort über allgemeine Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch ionisierende Strahlung

Normen

- ÖNORMEN S 5230:2006-11-01: Strahlenschutzdosimeter – Allgemeine Regeln
- ÖNORM S 5255-1:2001-09-01: Messunsicherheiten und Grenzwerte im Strahlenschutz; Teil 1: Grundlagen
- ÖNORM S 5255-2:2020-04-01: Messunsicherheiten und Grenzwerte im Strahlenschutz; Teil 2: Beurteilung von Messungen im Hinblick auf Grenzwerte.
- ÖNORM S 2600:2011-10-15: Radioaktiver Abfall; Richtlinien für die Sammlung.
- ÖNORM S 2601:2009-11-01: Radioaktiver Abfall; Planungsgrundlagen und Richtlinien für die temporäre Lagerung (ausgenommen Abklinganlagen).
- ÖNORM S 2602:2022-01-01: Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen – Maßnahmen bei radioaktiver Kontamination.

- ÖNORM S 2606:2011-06-15: Radioaktiver Abfall - Richtlinien für das Abklingenlassen.
- ÖNORM S 5210:2008-04-01: Strahlenschutztüren für medizinisch genutzte Räume; Anforderungen.
- ÖNORM S 5224:2005-10-01: Nuklearmedizinische Betriebe - Regeln für die Errichtung und Ausstattung.
- ÖNORM S 5225:2023-05-01: Radioaktive Quellen – Aufbewahrungseinrichtungen, Strahlenschutzische und Behälter für den innerbetrieblichen Transport – Anforderungen und Klassifikation.
- ÖNORM S 5226: 2017-10-15: Strahlenschutzprüfung beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen.
- ÖNORM S 5255-2:2020-04-01: Messunsicherheiten und Grenzwerte im Strahlenschutz; Teil 2: Beurteilung von Messungen im Hinblick auf Grenzwerte.
- ÖNORM S 5275-1:2016-10-15: Nuklearmedizinische Therapie - Entlassungskriterien - Teil 1: Berechnungsmethode unter Anwendung standardisierter Bedingungen.
- ÖNORM S 5275-2:2010-11-01: Nuklearmedizinische Therapie - Entlassungskriterien - Teil 2: Berechnungsmethode unter Berücksichtigung komplexer Bedingungen.

Literaturliste - Wissenschaftliche Veröffentlichungen

- Wilson R.R., Radiological use of fast protons, *Radiology*, 47:487-491, 1946
- Stichelbaut, F., Canon, T. and Jongen, Y., Shielding studies for a hadron therapy center, *Nucl. Tech.*, 168 (2009).
- Ipe, N.E., Fehrenbacher, G., Gudowska, I., Paganetti, H., Schippers, J.M., Roesler, S. and Uwamino, Y., Shielding design and radiation safety of charged particle therapy facilities, *PTCOG Publications Report 1* (2010).
- Chu, W.T., Ludewigt B.A. and Renner T.R., Instrumentation for treatment of cancer using proton and light-ion beams, *Rev. Sci. Instrum.* 64 (1993) 2055-2122.
- ICRU78 Prescribing, Recording, and Reporting Proton-Beam Therapy
- <http://jicru.oxfordjournals.org/content/vol7/issue2/index.dtl>
- Dong, L., Fehrenbacher, G., Gotti Båvenäs, H., Mroz, D., Seifritz, G., IAEA-TECDOC-1891, Regulatory Control of the Safety of Ion Radiotherapy Facilities, International Atomic Energy Agency Vienna, 2020
- Yonekura, Y., Tsujii H., Hopewell, J.W., Ortiz López, P., Cosset, J-M., Paganetti, H., Montelius, A., Schardt, D., Jones, B., Nakamura, T., Radiological Protection in Ion Beam Radiotherapy, *ICRP Publication 127*, *Ann. ICRP* 43 4 (2014).
- Schardt, D., Elsässer, T., Schulz-Ertner, D., Heavy-ion tumor therapy: Physical and radiobiological benefits, *Rev. Mod. Phys.*, Vol. 82, No. 1, January–March 2010.
- Ahdida, C., Bozzato, D., Calzolari, D., Cerutti, F., Charitonidis, N., Cimmino, A., Coronetti, A., D'Alessandro, G.L., Donadon Servelle, A., Esposito, L.S., Froeschl, R., Garcia Alia, R., Gerbershagen, A., Gilardoni, S., Horvath, D., Hugo, G., Infantino, A., Kouskoura, V., Lechner, A., Lefebvre, B., Lerner, G., Magistris, M., Manousos, A., Moryc, G., Ogallar Ruiz, F., Pozzi, F., Prelipcean, D., Roesler, S., Rossi, R., Sabate Gilarte, M., Salvat Pujol, F., Schoofs, P., Stransky, V., Theis, C., Tsinganis, A., Versaci, R., Vlachoudis, V., Waets, A., Widorski, M., "New Capabilities of the FLUKA Multi-Purpose Code", *Frontiers in Physics* 9, 788253 (2022).
- Battistoni, G., Boehlen, T., Cerutti, F., Chin, P.W., Esposito, L.S., Fassò, A., Ferrari, A., Lechner, A., Empl, A., Mairani, A., Mereghetti, A., Garcia Ortega, P., Ranft, J., Roesler, S., Sala, P.R., Vlachoudis, V., Smirnov, G., Overview of the FLUKA code, *Annals of Nuclear Energy* 82, 10-18 (2015).

Übermittlung von Daten und weiteren Auskünften per Email

Zusätzlich zu den oben abgeführten Unterlagen wurde ein zahlreicher Emailverkehr mit der Projektwerberin durchgeführt und auch eine Vielzahl von Telefonkontakten gepflegt. Auf eine Anführung des Emailverkehrs wurde hier verzichtet, liegt jedoch bei den Strahlenschutzsachverständigen auf.

3. Fachliche Beurteilung:

Das Teilgutachten wird für die Errichtungsphase, die Betriebsphase und die Störfallbeurteilung, gegliedert in Befund-Gutachten-Auflagen, erstellt.

1. Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Unterlagen plausibel und vollständig?
2. Entspricht das Projekt dem Stand der Technik und den anzuwendenden Gesetzen, Normen, Richtlinien, etc.?
3. Werden verbindliche Grenz- bzw. anerkannte Richtwerte überschritten und wie werden solche Überschreitungen bewertet?
4. Ist die Darstellung der vorhabensbedingten Anfälligkeit für Risiken schwerer Unfälle oder von Naturkatastrophen (insbesondere aufgrund der Lage und Umgebung) oder Klimawandelfolgen aus Ihrer fachlichen Sicht nachvollziehbar und plausibel?
5. Gibt es aus Ihrem Fachbereich Bedenken gegen das Vorhaben, wenn ja, welche?

Befund:

Mit Bescheid vom 21.12.2010 hat die NÖ LReg für das Vorhaben "MedAustron - Zentrum für Ionentherapie und Forschung" die UVP-Genehmigung nach § 17 UVP-G erteilt. Die UVP-Genehmigung ist rechtskräftig. Der Großteil dieses Gesamtvorhabens ist bereits abgenommen (TF 1-8) und die Zuständigkeit auf die Materienbehörden übergegangen. Lediglich die mit UVP-Änderungsgenehmigung der NÖ LReg vom 24.06.2021 genehmigte Verwendung zusätzlicher Ionenarten in den Ionenquellen, dem Teilchenbeschleuniger und in den Bestrahlungsräumen wurde noch nicht abgenommen.

Die EBG MedAustron GmbH plant nun eine Erweiterung des Zentrums MedAustron. Das Erweiterungsvorhaben trägt den Namen "MedAustron – Erweiterung IR5" und umfasst insbesondere die Errichtung eines weiteren Bestrahlungsraums ("Irradiation Room 5", kurz "IR5"), der ausschließlich von einem neuen Teilchenbeschleuniger (Synchrozyklotron) bedient wird (Ein-Raum-Lösung). Der IR5 wird unabhängig von der bestehenden Beschleunigeranlage – und damit parallel zum Bestand – betrieben werden.

Mit dem Erweiterungsvorhaben soll es nun möglich werden, die in der UVP-Einreichung 2009 anvisierten und im UVP-Genehmigungsbescheid 2010 genehmigten Patientenzahlen von 1.200 pro Jahr tatsächlich behandeln zu können. Ziel ist es außerdem, zusätzliche Behandlungsmöglichkeiten für bisher nicht erfolgreich behandelbare Tumore zu schaffen

und gleichzeitig die Ionentherapie einer größeren Anzahl von Patienten zugänglich zu machen. Die nunmehr geplante zusätzliche synchrozyklotron-basierte Beschleunigeranlage ermöglicht neben der Behandlung mit Protonen auch den vermehrten Einsatz von Kohlenstoffionen, wodurch das Indikationsspektrum der zu bestrahlenden Tumore erweitert wird.

Der Protonenstrahl des Teilchenbeschleunigers liefert eine konstante Energie von rund 230 MeV.

Überblick über das Vorhaben

Standort

Das Vorhaben wird auf dem Grundstück Nr 1869/96, EZ 11045 errichtet. Das Grundstück ist im Flächenwidmungsplan als Bauland-Betriebsgebiet ausgewiesen. Es hat eine Gesamtfläche von 32.200 m². Das Bestandsgebäude mit einer Grundfläche von 12.253 m² wird um den Zubau mit 1.051 m² erweitert. Konkret ist das Erweiterungsvorhaben an der Südseite des bestehenden Gebäudes beim derzeitigen Patienteneingang von MedAustron in der Industriezone im Randbereich der Stadt Wiener Neustadt geplant.

Vorhabensteile

Das Vorhaben gliedert sich funktional in zwei Bereiche:

- Konventioneller Bauteil
- Bunkerbauteil

Der konventionelle Bauteil dient vorrangig dazu, den zusätzlichen Platzbedarf im Patientenwartebereich zu decken. Die Erweiterung beinhaltet keine neuen Funktionen im Vergleich zum Bestandsgebäude, sondern nur eine flächenmäßige Vergrößerung und teilweise Neusituierung. Der konventionelle Bauteil stellt verschiedene Räumlichkeiten für die Patienten bereit, darunter insbesondere neue Wartebereiche. Durch eine größere Distanz zwischen den Patienten kann das Risiko von Infektionen verringert werden, insbesondere bei immunschwachen onkologischen Patienten. Zudem können die Bedürfnisse spezifischer Patientengruppen, wie Kinder, durch eine entsprechende Zonierung des Wartebereichs besser berücksichtigt werden.

Zusätzlich werden der Patientenempfang und die Büros der Patientenadministration angepasst, um dem erweiterten Wartebereich gerecht zu werden. Es entstehen auch weitere Räume wie Untersuchungszimmer, Lagerungshilfen, sanitäre Einrichtungen für Kinder, IT-Verteiler und Gänge. Aufgrund der Behandlung von Kindern, die eine Sedierung benötigen, wird im neuen Bestrahlungsraum IR5 außerdem ein Anästhesiebereich

geschaffen. Dieser umfasst einen Geräteraum, einen Aufwachraum mit Überwachungsbetten, einen Einleitungsbereich und einen Technikraum.

Der Bunkerbauteil befindet sich neben dem bestehenden Bestrahlungsraum (IR4) des Bestandsgebäudes und grenzt an den konventionellen Bauteil. Der Bereich ist zweigeschossig. Um die Strahlenbelastung durch den Beschleunigerbetrieb im IR5 innerhalb der gesetzlichen Grenzwerte zu halten, sind insbesondere massive Abschirmungen aus Beton vorgesehen.

Im Erdgeschoss des Bunkerbauteils befinden sich die relevanten Räumlichkeiten aus strahlenschutzrechtlicher Sicht. Die kompakte Ein-Raum-Lösung umfasst insbesondere folgende Räume:

- Beschleunigerraum
- klinischer Bestrahlungsraum (IR5)
- Beschleunigerkontrollraum (LCR)
- Zutrittslabyrinth
- Technikbereich
- Überwachungsraum
- Schleuse
- Serverraum (TCR)

Im Beschleunigerraum wird ein supraleitendes Synchrozyklotron errichtet. Dieser hat eine Größe von lediglich 2,5 m im Durchmesser und ein Gesamtgewicht von 55 t. Dieser liefert im klinischen Modus bei der Extraktion einen Protonenstrahl mit einer konstanten Energie von etwa 230 MeV. Nach der Extraktion der Protonen aus dem Synchrozyklotron kann über ein Energieauswahlsystem die jeweils erforderliche Energie zur Bestrahlung eingestellt werden. Der verfügbare Energiebereich liegt zwischen 70 MeV und 230 MeV.

Das 1. Obergeschoss umfasst Mitarbeiterbereiche für die Anlagenbetriebsmannschaft sowie einen Lagerraum. Das 2. Obergeschoss enthält Räume, die für den Betrieb der darunterliegenden Räume im Erdgeschoss erforderlich sind, wie einen Serverraum, einen weiteren Lagerraum, einen Gang, Stromversorgungs- und Kältetechnikräume, einen Watercooling Room, einen Powersupply Room, Technikräume für Mitarbeiter und eine Werkstatt.

Bauphase

Die Bautätigkeiten in der Errichtungsphase sollen parallel zum laufenden Patientenbetrieb stattfinden. Es ist geplant das Vorhaben in Teilrealisierungsstufen umzusetzen. Dabei wird

auf den laufenden Patientenbetrieb während der Bauphasen Rücksicht genommen, sodass der Betrieb im Bestand möglichst störungsfrei erfolgen kann.

Betriebsphase

In der Betriebsphase ist gegenüber dem aktuell genehmigten Betrieb von MedAustron nicht mit erhöhtem Verkehrsaufkommen und diesbezüglicher Lärm- und Luftverschmutzung zu rechnen, weil sich die Patientenzahl gegenüber der bestehenden UVP-Genehmigung aus 2010 nicht erhöhen wird.

Der Zubau IR5 wird nach der Errichtung weitestgehend in den Betrieb des bestehenden Zentrums MedAustron integriert:

- **Abluft und Abwasser aus Bereichen, die eine Aktivierung durch Strahlung nicht ausschließen lassen, werden in die Abluftanlage und Abklinganlage des Bestandsgebäudes integriert.**
- **Der Zubau wird organisatorisch in die bestehende Krankenanstalt eingebunden.**
- **So werden z.B. zusätzliche Abfälle über die bestehenden Einrichtungen gesammelt und über die vorhandenen Entsorgungseinrichtungen und -wege ordnungsgemäß entsorgt.**
- **Auf Grund der vorhandenen Infrastrukturreserve bei den Haustechnikanlagen des Bestandsgebäudes (Heizung, Kühlung, Lüftung, Elektro) werden die bestehenden Anlagen auch für die Versorgung des IR5-Zubaus genutzt.**
- **Die Versickerung der neuen Dachflächen des Gebäudes werden über zwei der drei bestehenden Versickerungsanlagen unterirdisch zur Versickerung gebracht.**

Des Weiteren wurden die von MedAustron eingereichten FLUKA-Abschirmrechnungen begutachtet und im Nachfolgendem die Berechnungen und Ergebnisse dargestellt.

1. Einleitung

MedAustron beabsichtigt am Standort des Beschleunigerzentrums in Wiener Neustadt die Therapiekapazitäten für Protonenbestrahlungen zu erweitern. Dazu soll ein weiterer

Bestrahlungsraum (Raum IR5) errichtet werden. Der neue Bestrahlungsraum soll mit einem Protonenstrahl versorgt werden, der von einem eigenen Beschleuniger erzeugt wird. Somit kann IR5 prinzipiell unabhängig vom Betrieb des Synchrotrons genutzt werden. Wartungs- und Entwicklungsarbeiten am Synchrotron sind dann nicht mehr zwangsweise mit einer Unterbrechung der Patientenbehandlung mit Teilchenstrahlen verbunden. Ein Parallelbetrieb bzw. eine Weiterbehandlung mit Protonen in IR5 wäre möglich.

MedAustron beabsichtigt einen Anbau parallel zum Gantry-Bestrahlungsraum (IR4-Bereich) zu errichten, in dem u.a. der geplante Bestrahlungsraum IR5 untergebracht ist. Als Beschleuniger ist eine Zyklotronanlage vorgesehen. Aufgrund der Marktlage der Anbieter von Protonentherapieanlagen in Europa bietet sich vor allem eine Zyklotronanlage an [1]. Sämtliche Betrachtungen zum Strahlenschutz beziehen sich auf eine Synchro-Zyklotron-Anlage. Das Abschirmdesign der Synchro-Zyklotron-Anlage mit einem Behandlungsraum wurde geplant und wird hier beantragt. Falls ein Beschleuniger mit anderen Strahlparametern und mit unterschiedlichen Verlust- und Strahldeponierszenarien realisiert werden soll, müssten neue Anträge eingereicht werden. Eine erneute Begutachtung des Strahlenschutzes ist nicht auszuschließen.

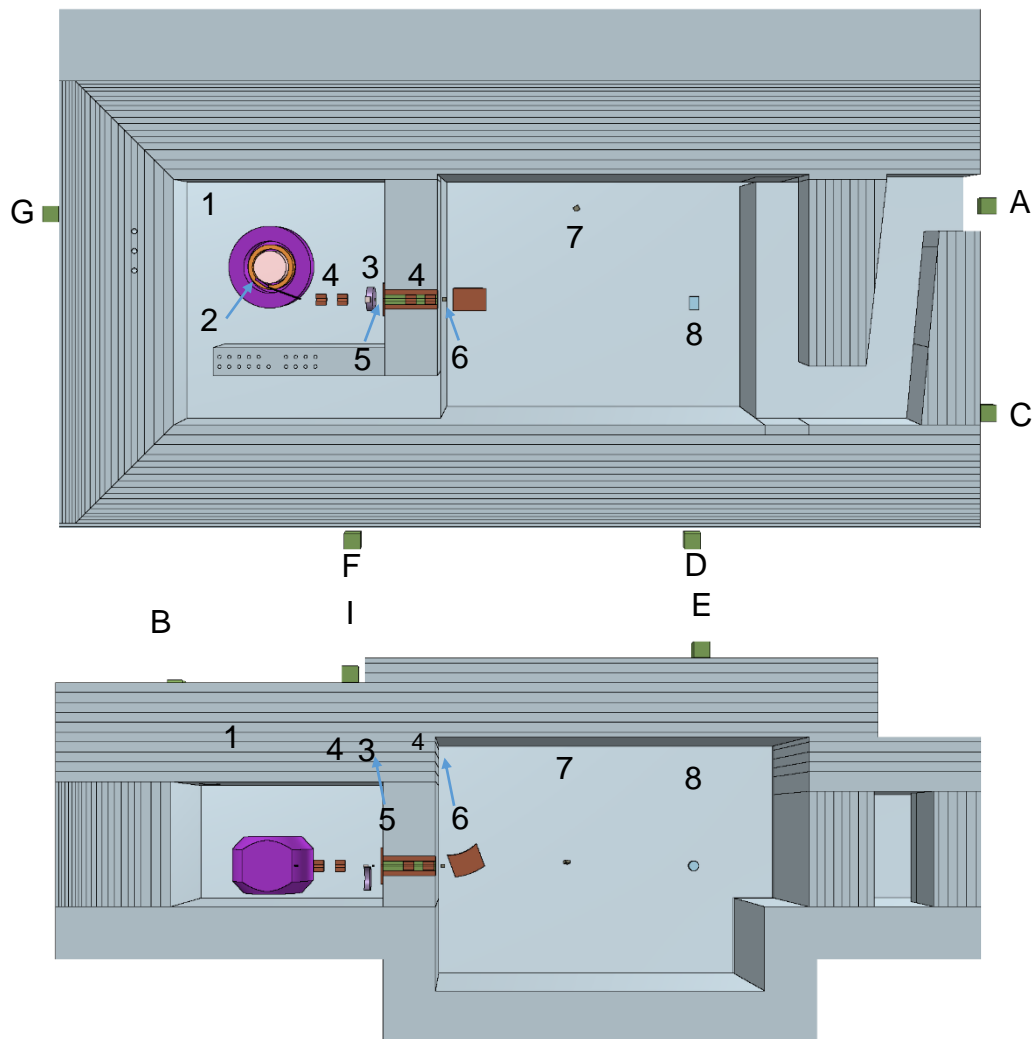
Die Begutachtung der vorgelegten FLUKA-Abschirmrechnungen¹ konzentrieren sich auf eine Auswahl an vorgelegten Berechnungen und Ergebnissen. Diese sind:

- Überprüfung der modellierten Geometrie anhand der vorgelegten Pläne [2] und Überprüfung der FLUKA-Eingabedatei, die von MedAustron an die Sachverständigen übergeben wurde [3]
- Vergleich der Ergebnisse mit der angepassten FLUKA-Eingabedatei an die eingereichten Pläne
- Variation der Detektionsvolumen zur Ermittlung der Dosiswerte an den Referenzorten, um Inhomogenitäten der Strahlungsfelder innerhalb des Detektionsvolumens in ihrer Auswirkung auf die auftretende Dosis abschätzen zu können
- Überprüfung der Dosisbeiträge an ausgewählten Referenzpunkten wie z.B. Labyrintheingang und lokaler Kontrollraum mit den Dosisbeiträgen aus den verschiedenen Verlustpunkten der Beschleunigeranlage
- Abschätzung der Dosisleistung an ausgewählten Referenzpunkten mit Personenaufenthalt während Strahlbetrieb

2. Modellrechnungen, Annahmen und Näherungsmethoden

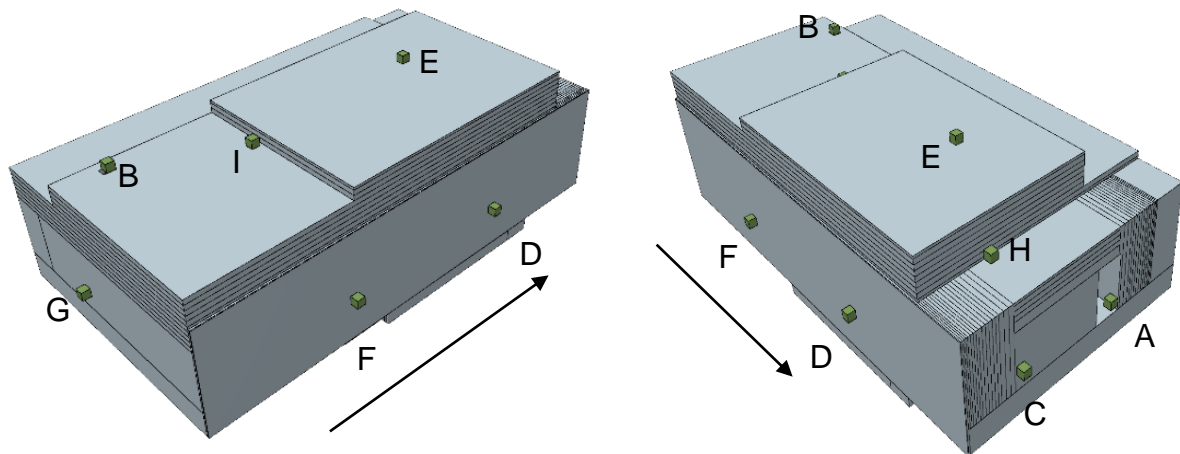
MedAustron berechnet den baulichen Strahlenschutz anhand von eigenen Rechnungen und Annahmen, die den jährlichen Strahlbetrieb abdecken. Es wird ein speziell für MedAustron angepasstes Patientenmodell angewandt [4]. Strahlparameter wie Anzahl an Protonen in den vorgeschlagenen Energiegruppen werden als Ausgangsgrößen für die FLUKA-Rechnungen verwendet. Da das Zyklotron den Protonenstrahl immer mit der höchsten Energie erzeugt, ist ein Betrieb mit kleineren Energien mit der Verwendung von Abbremschichten (Degrader) notwendig, was eine erhöhte Neutronenproduktion und Aktivierung im Degrader mit sich bringt. Im konsolidierten Patientenmodell (siehe auch Tab. A.11) werden folgende Protonenergien verwendet: 126 MeV, 163 MeV, 187 MeV, 227 MeV [4]. Die Protonen werden in verschiedenen Gantry-Stellungen für die Patientenbestrahlungen genutzt. Im konsolidierten Patientenmodell werden drei Winkel verwendet (0° oben/unten, 90° seitlich/Außenwand, 180° unten/oben). Die Strahlenschutzrechnungen finden auf Grundlage von Annahmen zu Strahlverlusten in der Beschleunigeranlage statt. Darüberhinaus werden Referenzpunkte definiert, für die die Jahresdosiswerte berechnet werden. Die Strahlenschutzüberprüfungen der Sachverständigen verwenden dieselben Verlustpunkte in der Anlage (1 bis 8) und Dosis-Referenzpunkte (A bis I) wie MedAustron. In Abb. 1 sind die Verlustpunkte (Zyklotron, Energie-Selektionssystem mit Strahlführung, Targetpunkt) und die Dosisreferenzpunkte (A, B, C, D, E, F, G, I) dargestellt. Der Sachverständigen führte i.a. die FLUKA-Kontrollrechnungen im vereinfachten Patientenmodell durch. Hier wurden in manchen Rechnungen z.B. nur ein Gantry-Winkel berücksichtigt oder die 4 Protonenergien konservativ auf eine Energie reduziert (siehe Tab. A.11). Erklärungen finden sich in den folgenden Kapiteln.

¹ Die Sachverständigen verwendeten die FLUKA-Version 4-3.3 (<https://fluka.cern/documentation/references>)



- 1 Zyklotron
- 2 Septum
- 3 Degrader
- 4 Quadropole (Q2,Q3,Q1G,Q2G)
- 5 Kollimator
- 6 Divergenzschlitz
- 7 Impulsschlitz
- 8 Isozentrum (horizontaler Strahl)

Abbildung 1: Übersicht der zu berücksichtigenden Verlustpunkte am Zyklotron (1, 2), dem Energie-Selektionssystem mit Strahlführung (3 bis 7) und dem Targetpunkt (8). Außerdem sind die Detektorpunkte (ohne Referenzpunkt H, siehe auch Abb. 2) zu sehen.



- A Eingang Schleuse
- B über Airduct
- C Kontrollraum (LCR)
- D Südwand Isozentrum
- E Dach Isozentrum
- F Südwand Septum
- G Zyklotron Rückwand
- H Büro 1. OG
- I Dach Degradier

Abbildung 2: Übersicht der Refrenzpunkte bzw. Detektorpunkte A bis I, für die die Dosiswerte ermittelt werden. Die Strahlrichtung vom Zyklotron zum Isozentrum ist anhand des Pfeils angedeutet.

Die Verlustpunkte und Verlustverteilungen werden im Zyklotron und in den Elementen Septum, Degradier, Quadrupole (Q2, Q3, Q1G, Q2G), Kollimator, Divergenzschlitz, Momentum-schlitz (= Impulsschlitz) und Isozentrum (horizontaler Strahl) berücksichtigt. Eine genaue Analyse des Geometrie-Modells, welches MedAustron als FLUKA-Input-Datei verwendete und der Geometrie, die aus den Plänen des Antrags entnommen wurde [3], zeigte Abweichungen voneinander. Die hier vorgelegte Begutachtung konzentriert sich auf eine mögliche Auswirkung auf die zu erwartenden Dosiswerte in den Aufenthaltsbereichen von Personen während Strahlbetrieb.

Die Abweichungen stellen sich - wie in Tab. 1 dargestellt - folgendermaßen dar:

| Labyrinth | FLUKA-Modell MedAustron | Bauplan |
|---|------------------------------------|------------------------|
| Breite Eingang Labyrinth | 158 | 175 |
| Breite Eingang Bestrahlungsraum | 180 | 180 |
| Wand seitlich vom Eingang Min Stärke Max Stärke | 125 180 | 120 177 |
| Wand gegenüber Eingang min Stärke max. Stärke | 175 238 | 170 235 |
| Wandanschluss an bestehendes Gebäude wird mit Beton aufgefüllt? | + | - |
| Bestrahlungsraum/ Gantry-Technikraum | | |
| Länge x Breite | 1135 x 750 | 1140 x 760 |
| Position Isozentrum in Breite | 329 - 421 (gesamt 750) | 380 - 380 (gesamt 760) |
| Position Isozentrum in Länge | 350 - 785 | 355 - 785 |
| Höhe Isozentrum | 124 | 145 |
| Beschleunigerraum | | |
| Länge | 645 | 642 |
| Wand Süd (Außenwand) | 300 | 315 |
| Gang | 150 | 148 |
| Position Beamline in Breite/ Strahlrohr durch Wand Raumbreite | 329 - 185 514 | 370 - 144 514 |

Tabelle 1: Übersicht der Raumbereiche mit Angaben über Längen (in cm), die MedAustron im Geometrie-Modell für die FLUKA-Eingabe-Datei verwendet hat und die Geometrie-Daten, die aus den Plänen des Antrags übernommen wurden [1].

Die Abweichungen des FLUKA-Modells von MedAustron zu den aktuellen Plänen des Antrags können folgendermaßen charakterisiert werden:

- im modifizierten FLUKA-Modell sind markante Unterschiede berücksichtigt und in Tab.1 **rot** markiert (z.B. Position Isozentrum im Bestrahlungsraum):
 - a. Die Breite des Eingangslabyrinths ist im Antrag höher als im FLUKA-Modell von Med-Austron (17 cm). Dies kann sich auf Dosisleistungen am Eingang auswirken
 - b. Die Außenwand (Südwand) ist im Plan des Antrags 15 cm dicker
 - c. Relative seitliche Lage der Strahlführung (Beamline) ist verschoben (41 cm)
- einige geringfügige Abweichungen wurden gefunden, welche für die Berechnungen zunächst vernachlässigt werden können (Maßabweichungen < 10 cm).
- in den Schnitten bzw. Höhenangaben wurden **keine** Unterschiede im FLUKA-Modell zu den Plänen festgestellt.
- Es gibt für die Höhe des Isozentrums einen Versatz im Fußboden (dies ist jedoch für den Strahlenschutz nicht relevant; der Unterschied ist durch die fertige Fußbodenhöhe zum Rohbauboden (Beton) zu erklären).
- Die Position des Isozentrums bezüglich der Höhe zur Decke im FLUKA-Modell und im Bauplan sind gleich.

Für die Szenarien zum ersten Vergleich wurden zunächst die Verlustpunkte gewählt, die mit der maximalen Energie der Protonen bestrahlt werden in einer Geometrie mit fixer Richtung. Diese sind:

1. Der Degradier mit den Endenergien 126 MeV, 163 MeV, 187 MeV, 227 MeV
2. Die Quadrupole Q2 und Q3
3. Die Vergleichsrechnungen wurden zuerst in der Originalgeometrie von MedAustron ohne Anpassungen an die aktuellen Pläne durchgeführt

Für diese Verlustszenarien können dann für die in Abb. 2 gezeigten Referenzpunkte A bis I die Dosiswerte ermittelt werden.

Als erstes Beispiel ist die Überprüfung für die in 1. aufgeführten Rechnungen - das Degradier-Szenario - zunächst für eine Endenergie von 126 MeV der Protonen (1,14 E17 p/a; Degradiermaterial Beryllium, Degradierblocklänge 14,1 cm) präsentiert. Es wurde das Original-Input-File für FLUKA von MedAustron verwendet [2]. Es soll hier ein direkter

Vergleich Sachverständigen-Rechnungen mit MedAustron stattfinden. Der Bereich um den Degradier ist mit Dosisleistungen mit ca. 1 Sv/h belastet (siehe Abb.3/links). Da der Degradier vor der Abschirmwand in IR5 steht, wird der erzeugte Hauptneutronenkegel signifikant geschwächt. Dennoch sind deutlich die Dosisleistungserhöhungen am Labyrintheingang und am lokalen Kontrollraum rechts daneben zu erkennen (siehe Kap. 4, 5). Die Dosisleistungen liegen für die 126 MeV-Strahlen am LCR (Ref.punkt C) bei 0,14 $\mu\text{Sv/h}$ und am Labyrintheingang bei 0,04 $\mu\text{Sv/h}$ (siehe Abb. 3).

In Abb. 3/rechts ist das Degradierszenario gewählt mit der höchsten Strahlenergie am Ausgang, 227 MeV. Es gibt hier wenig Neutronenproduktion, da der Protonen-Strahl wenig abgebremst werden muss (Energie 230 MeV) und hauptsächlich die Strahlverluste der Strahlführung zu beherrschen sind. Die Dosisleistungen liegen hier am LCR bei 1 nSv/h sowie am Labyrintheingang bei 0,3 nSv/h.

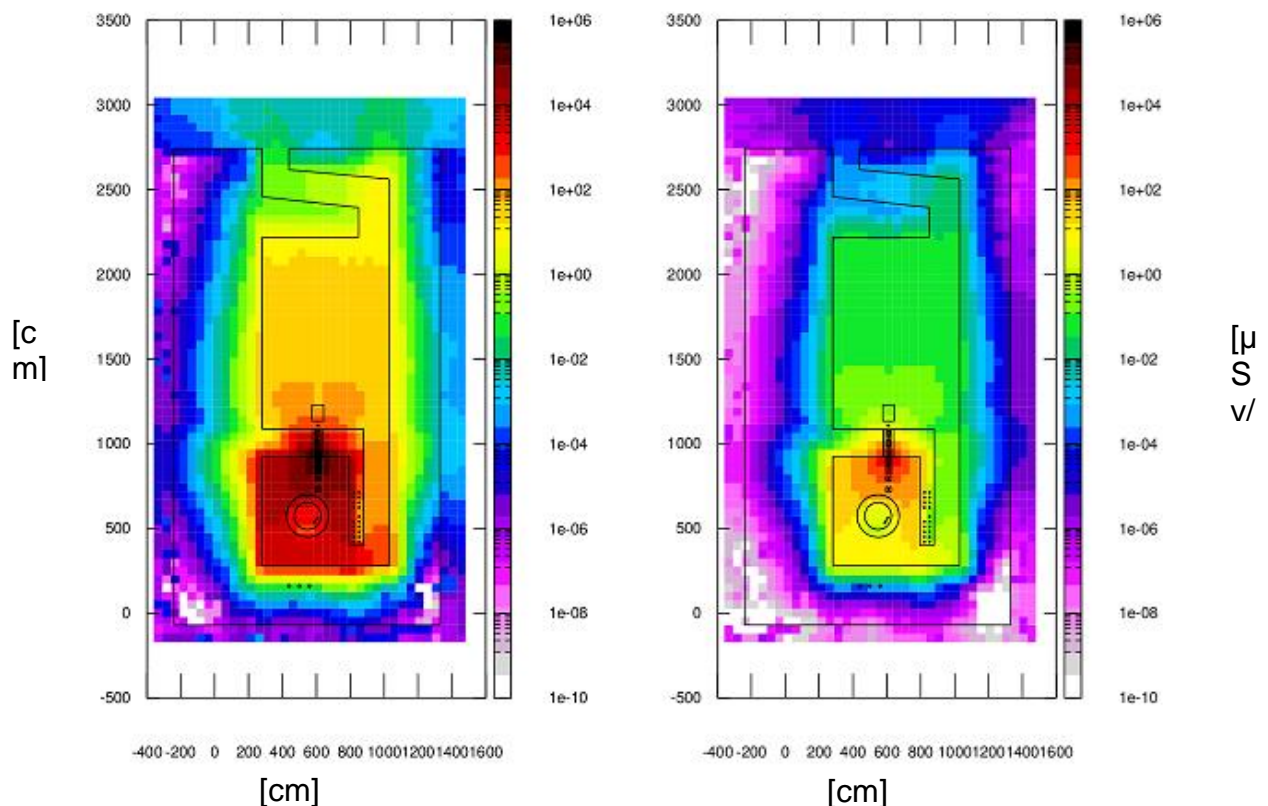


Abbildung 3: Abschirmrechnung für den Verlustpunkt im Degradier mit der Endenergie von 126 MeV und $1,14E17$ Protonen pro Jahr (Bild links), sowie 227 MeV und $2,03E16$ Protonen pro Jahr (Bild rechts). Die Jahresdosiswerte wurden in eine Dosisleistung umgerechnet.

Für die Fluka-Rechnungen wurden die Strahlverluste für die 4 Ausgangsenergien gewichtet nach dem konsolidierten Patientenmodell berechnet (126 MeV, 163 MeV, 187 MeV,

227 MeV, für die Protonenzahlen $1,14E17$, $8,15E16$, $1,29E16$, $2,03E16$ pro Jahr ([4], siehe auch Tab. A11). Die Dosiswerte wurden für die 9 Referenzpunkte (A bis I) ermittelt. Das Verhältnis der Dosiswerte der Sachverständigen zu den Werten von MedAustron ist in Tab. 2 wiedergegeben. Die Werte schwanken zwischen 0,87 und 1,38 (Durchschnitt über alle Referenzpunkte 1,012). Im Rahmen der üblichen Schwankungsbreite bei Strahlungstransportrechnungen mit Monte Carlo-Verfahren - wie hier mit FLUKA - kann eine Übereinstimmung festgestellt werden.

| Degrader (50-50-200 cm ³) | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|--|------------------|-------------|------------------|-------------------------------|
| | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Dosis [mSv/a] | Sachverständige /MedA % |
| Eingang Schleuse | 7,48E-02 | 10,87 | 5,41E-02 | 138 |
| Über Airduct | 3,02E-02 | 2,19 | 2,85E-02 | 106 |
| LCR | 1,00E-01 | 4,15 | 1,15E-01 | 87 |
| Südwand Isozentrum | 1,84E-03 | 4,75 | 1,79E-03 | 103 |
| Dach Isozentrum | 4,04E-03 | 5,80 | 3,87E-03 | 105 |
| Südwand Septum | 2,96E-03 | 5,50 | 3,41E-03 | 87 |
| Zyk Rückwand | 5,06E-06 | 38,29 | 5,51E-06 | 92 |
| Büro 1. OG | 4,08E-02 | 12,11 | 4,32E-02 | 94 |
| Dach Degrader | 1,53E-02 | 1,98 | 1,55E-02 | 99 |

Tabelle 2: Verursachte Dosisbeiträge durch Strahlverluste im **Degrader** mit Ausgangsenergien entsprechend dem konsolidierten Patientenmodell (126 MeV, 163 MeV, 187 MeV, 227 MeV, für die Protonenzahlen $1,14E17$, $8,15E16$, $1,29E16$, $2,03E16$ pro Jahr). In Spalte 5 ist das Dosisverhältnis Sachverständige zu MedAustron angegeben.

MedAustron wählte an den Dosis-Referenzpunkten A bis I Detektoren für die Dosisermittlung mit den Maßen 50x50x200 cm³ (Det2). Da innerhalb des Detektors die Dosiswerte variieren können, haben die Sachverständigen in einem weiteren Durchlauf zusätzliche Rechnungen mit einem kleineren Detektorvolumen durchgeführt (50x50x50 cm³ um die Strahlrohrhöhe entspricht Det1, siehe unten bzw. Kap. 4).

Ein weiteres Beispiel zum Vergleich der Dosisbeiträge in den Referenzpunkten durch Strahlverluste (Protonen mit 230 MeV u. $1,12E16$ p/a) in einem Strahlführungs-Element ist der Strahl-Verlust in Quadrupol Q2 (siehe Tab. A.2). Die berechneten Jahresdosiswerte sind lediglich im Bereich von einigen μ Sv/a. Die Berechnungen mit FLUKA sind auch hier mit einer statistischen Sicherheit von ca. 30% möglich. Die Dosisverhältnisse der Sachverständigen zu MedAustron sind in einem Bereich von 0,95 bis 1,66 (Durchschnitt 1,14

ohne Ref.punkt G), was wiederum als Bestätigung der Werte von MedAustron gewertet werden kann. Analoges gilt für Verluste in Quadrupol Q3 mit Werten der Dosisverhältnisse von 0,48 bis 1,55 (Durchschnitt 0,95 ohne Ref.punkt G).

| Q2 (50-50-200 cm ³) | Sachverständige | | MedAus | Verhältnis |
|------------------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------------------------|
| | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Dosis [mSv/a] | Sachverständige /MedA % |
| Eingang Schleuse | 1,92E-03 | 17,64 | 2,03E-03 | 95 |
| Über Airduct | 3,49E-03 | 4,82 | 3,72E-03 | 94 |
| LCR | 3,82E-03 | 19,65 | 2,85E-03 | 134 |
| Südwand Isozentrum | 3,72E-05 | 28,24 | 3,39E-05 | 110 |
| Dach Isozentrum | 9,60E-05 | 33,44 | 9,52E-05 | 101 |
| Südwand Septum | 5,99E-04 | 11,82 | 5,40E-04 | 111 |
| Zyk Rückwand | <1.0E-06 | - | 4,80E-09 | - |
| Büro 1. OG | 4,05E-04 | 63,91 | 2,44E-04 | 166 |
| Dach Degradier | 3,24E-03 | 4,18 | 3,20E-03 | 101 |

Tabelle 3: Verursachte Dosisbeiträge durch Strahlverluste im **Quadrupol Q2** - mit der maximalen Ausgangsenergie 227 MeV ($1,12E16$ p/a) - in den Referenzpunkten. In Spalte 5 ist das Dosisverhältnis Sachverständige zu MedAustron angegeben (siehe auch Tab. A.2 für die Ergebnisse beider Verlustquellen Q2 und Q3).

Alle folgenden FLUKA-Rechnungen wurden entsprechend der geometrischen Vorgaben des Antrags [1] durchgeführt.

Die sich ergebenden Dosisverhältnisse sind in der Tab. A.1 für das Degradier-Verlustszenario im Anhang zu sehen. Während die Ergebnisse für die Dosisverhältnisse für den Detektortyp Det2 vergleichbar zu den Ergebnissen in Tab. 2 sind, gibt es größere Abweichungen für die Vergleiche mit Detektortyp Det1. Hier variiert das Dosisverhältnis Sachverständige zu MedAustron von 0,55 bis 1,66. Allerdings variieren die Dosisverhältnisse für beide Sachverständigen-Rechnungen, durchgeführt mit den Detektortypen Det1 und Det2, von 0,98 bis 2,41. Tendenziell misst der Detektor-Typ Det1 eine höhere Dosis als Det2. Der Durchschnittswert (und die Variation) der Dosisverhältnisse ist für das kleinere Detektorvolumen höher (1,15) im Vergleich zum größeren Detektorvolumen (0,83), was an der Abnahme des Dosis entlang des 200 cm langen Detektorvolumens liegt. Die Variationsbreite durch Auswahl unterschiedlicher Detektortypen ist höher als die Variation der Ergebnisse der Dosisverhältnisse Sachverständige zu denen von MedAustron für Detektortyp Det2. Dennoch kann auch hier festgestellt werden, dass die Ergebnisse der Sachverständigen nicht im Widerspruch zu denen von MedAustron bei Verwendung von Detektortyp 2 stehen.

3. Überprüfung der Berechnungen

MedAustron ermittelte die Dosisbeiträge an den Referenzpunkten (A bis I) auf Grundlage der Strahlverluste bzw. Strahldeponierungen im Beschleuniger, dem Degrader und Elementen der Strahlführung und Strahlformung. MedAustron berücksichtigt insgesamt 11 Verlustpunkte (Zyklotron, Septum, Q2, Q3, Degrader, Kollimator, Q1G, Q2G, DS, IS, Isozentrum, siehe auch Tab. A.11 konsolidiertes Patientenmodell). Für die Kontrollrechnungen der Sachverständigen wurden die 8 relevantesten Verlustpunkte berücksichtigt (Zyklotron, Septum, Degrader, Kollimator, Q2G, DS, IS, Isozentrum, siehe auch Tab. A.11 vereinfachtes Patientenmodell); Q2, Q3 und Q1G wurden der Vereinfachung halber nicht als Verlustpunkte gerechnet, da sie nicht wesentlich zur Gesamt-Exposition an den Referenzpunkten beitragen. Als Strahlparameter wurden die Energien und Jahresprotonenzahlen der Tab. 3.7 des Antragsdokuments C.03-01 – Strahlenschutzgutachten – Beschleuniger [1,6] eingesetzt. Wichtig zu erwähnen ist die Ermittlung der Jahresdosis an den Referenzpunkten auf Grundlage von 2000 Stunden Aufenthaltszeit der Beschäftigten. Dies hat zur Folge, dass Aufenthaltsfaktoren bei der Dosisermittlung verwendet werden, da die Gesamtstrahlzeit 4800 Stunden beträgt (Faktor 0,42). Die angewandten Aufenthaltsfaktoren sind in Tab. A.3 aufgelistet. Die Bereiche nach außen sind mit dem Faktor 1,0 gewichtet, die Bereiche innerhalb der Anlage mit einem Faktor 0,42.

4. Ergebnisse der Überprüfungen

Für die oben genannten Verlustpunkte wurden die Dosisbeiträge an den Referenzpunkten durch die Sachverständigen berechnet. Alle Rechnungen wurden für die korrekte Geometrie entsprechend der Anträge unter Berücksichtigung der aktuellen Geometrien, beschrieben in Tab. 1, durchgeführt. Die Dosisverteilung ist in Abb. 4 in der Aufsicht dargestellt. Die höchsten Dosiswerte sind im Zyklotronbereich mit $1\text{E}6$ mSv pro Jahr. Die Gantry hat hier die 90° -Position und strahlt von unten nach oben (im Bild, Richtung Außenwand). Die Jahresdosis außerhalb der Abschirmung ist kleiner als $0,3$ mSv/a. Erhöhte Dosiswerte gibt es am Labyrintheingang, jedoch mit Werten kleiner als 3 mSv/a. Der Bereich am lokalen Kontrollraum weist Dosiswerte kleiner als $0,3$ mSv/a auf und ist somit nicht als Strahlenbereich zu definieren. In Abb. 5 ist die seitliche Ansicht der Dosisverteilung aus Abb. 4 zu sehen.

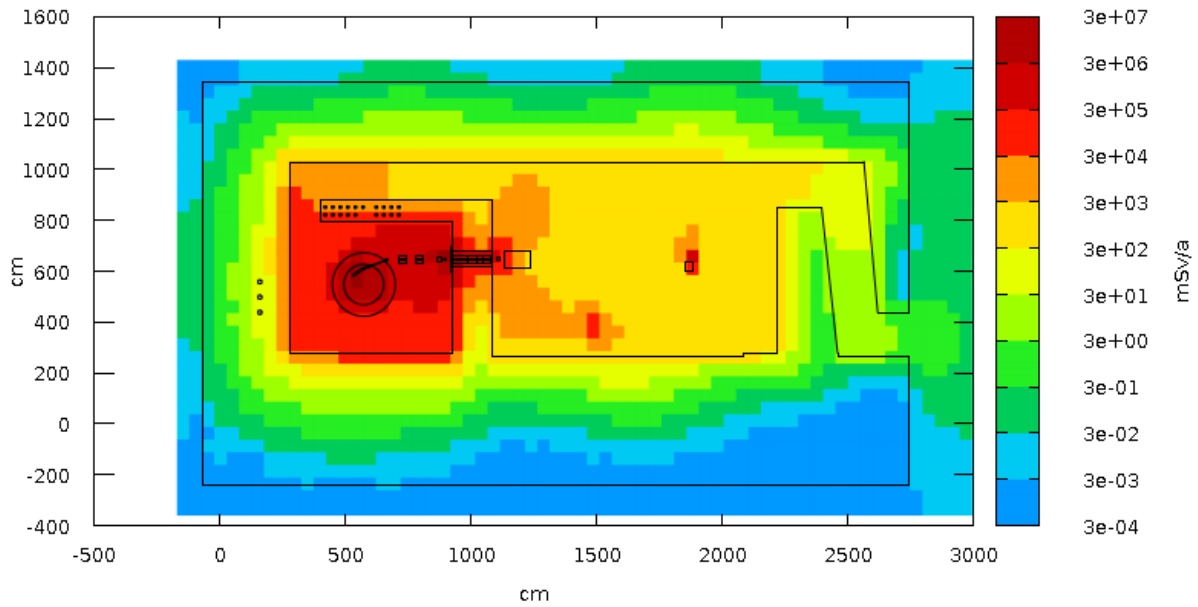


Abbildung 4: Jahresdosisverteilung für die 8 Verlustpunkte in der Aufsicht. Die Gantry hat hier die 90°-Position.

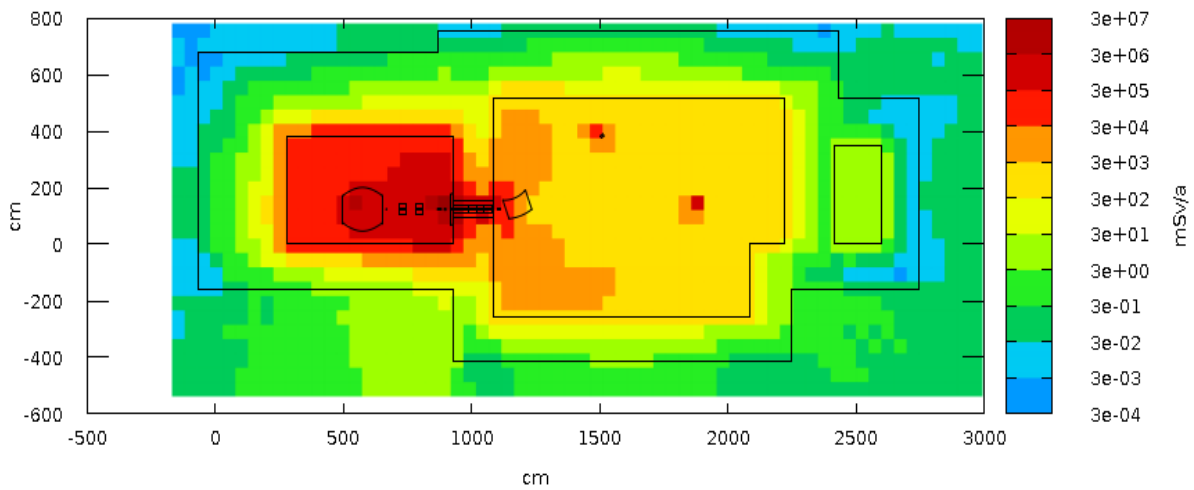


Abbildung 5: Jahresdosisverteilung aus Abb.4 hier in der seitlichen Ansicht als Schnitt durch die Strahlführung (Beamline).

Für die Referenzpunkte wurden die Dosiswerte aus den 8 Verlustpunkten als Tabelle gelistet (Tab. 4). Die Detektoren der Dosismessung haben hier das von den Sachverständigen definierte Volumen von jeweils $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}^3$ (Det1).

| Umgebungs-Äquivalent-Jahresdosis [mSv/a] | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Beschl | Septum | Deg | Koll | Q2G | DS | IS | ISO |
| Eingang Schleuse | 1,61E-02 | 5,37E-02 | 6,03E-02 | 2,08E-02 | 8,38E-02 | 1,57E-01 | 7,14E-02 | 3,91E-02 |
| Über Airduct | 1,95E-01 | 2,63E-01 | 5,66E-02 | 1,27E-01 | 1,41E-05 | 2,87E-06 | 1,78E-05 | 0,00E+00 |
| LCR | 1,05E-03 | 9,91E-04 | 9,56E-02 | 1,91E-03 | 2,09E-03 | 1,40E-03 | 3,76E-03 | 8,62E-04 |
| Südwand Isozentrum | 6,88E-07 | 0,00E+00 | 9,85E-04 | 0,00E+00 | 3,39E-04 | 3,24E-04 | 6,26E-05 | 1,01E-01 |
| Dach Isozentrum | 1,82E-05 | 0,00E+00 | 3,01E-03 | 4,64E-05 | 6,16E-04 | 1,71E-05 | 1,24E-02 | 5,77E-04 |
| Südwand Septum | 1,55E-02 | 3,16E-02 | 2,82E-03 | 3,29E-04 | 3,61E-06 | 0,00E+00 | 8,53E-07 | 6,51E-05 |
| Zykl. Rückwand | 4,88E-02 | 0,00E+00 | 6,31E-06 | 2,59E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,83E-05 | 0,00E+00 |
| Büro 1. OG | 0,00E+00 | 2,59E-03 | 6,95E-02 | 1,38E-03 | 1,94E-03 | 2,67E-04 | 9,06E-03 | 2,60E-03 |
| Dach Degradier | 4,67E-03 | 1,36E-02 | 2,31E-02 | 3,33E-03 | 2,77E-06 | 7,02E-06 | 1,14E-05 | 1,34E-06 |

Tabelle 4: Jahresdosiswerte verursacht durch die jeweils 8 berücksichtigten Verlustpunkte an den von MedAustron definierten Referenzpunkten

MedAustron wählte zur Darstellung der Dosisbeiträge der Verlustpunkte an den Referenzpunkten eine Balkendarstellung mit farbcodierten Einzelbeiträgen der Dosis (siehe Abb. 3.9, Kap. 3.3.1 [6]). Die Abbildung ist hier als Abb. 6 wiedergegeben.

Eine analoge Darstellung wird auch hier gewählt. Die Werte aus Tab. 4 sind in Abb. 7 dargestellt. Es sind für die Dosiswerte die Aufenthaltsfaktoren 0,42 und 1 nach Tab. A.3 berücksichtigt. Im direkten Vergleich ist erkennbar, dass die Dosisbeiträge verursacht durch Verluste in Q2G z.B. am Eingang der Schleuse in den Sachverständigenrechnungen deutlich kleiner sind. Die integrale Dosis der Sachverständigenrechnung am Schleuseneingang ergibt 0,5 mSv/a, der entsprechende Wert von MedAustron beträgt 0,654 mSv/a. Bei den Sachverständigenrechnungen wurden die Dosisbeiträge verursacht durch die Verluste in Q2, Q3 und Q1G nicht berücksichtigt, diese machen aber nur ca. 0,05 mSv/a aus. Der relevante Unterschied ist durch die Beiträge der Verluste in Q2G verursacht. Wird der Dosisbeitrag von Q2G am Schleuseneingang mit dem Aufenthaltsfaktor 1,0 berücksichtigt (Überschätzung der Jahresdosis), erhöht sich der Dosisbeitrag hier auf 0,2 mSv/a. Die Gesamtdosis am Labyrintheingang erhöht sich auf ca. 0,62 mSv/a (siehe Abb. 8). Wenn die geschätzten Dosisbeiträge der Verluste in Q2, Q3 und Q1G dazu addiert werden ergibt sich eine Jahresdosis von 0,67 mSv/a, was gut dem Wert von

MedAustron mit 0,65 mSv/a entspricht. MedAustron überschätzt laut Antrag [1,6] leicht die Dosis am Schleuseneingang.

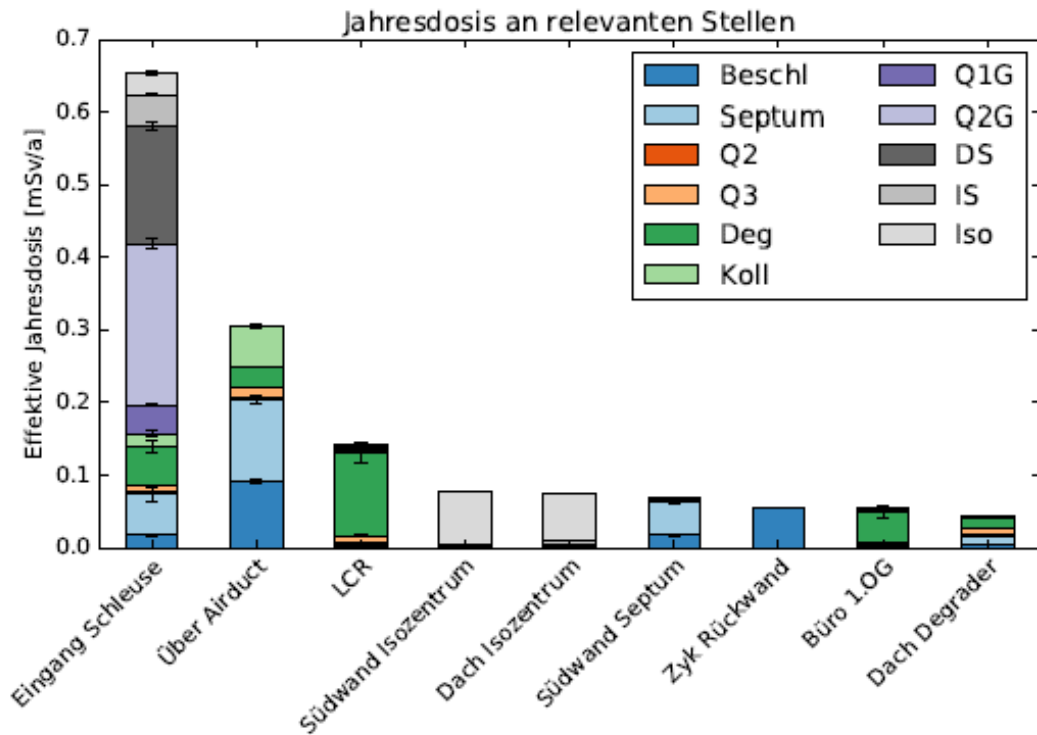


Abbildung 6: Jahresdosis nach MedAustron an den relevanten Stellen aufgeteilt nach den Beiträgen der insgesamt 11 Verlustpunkte [6].

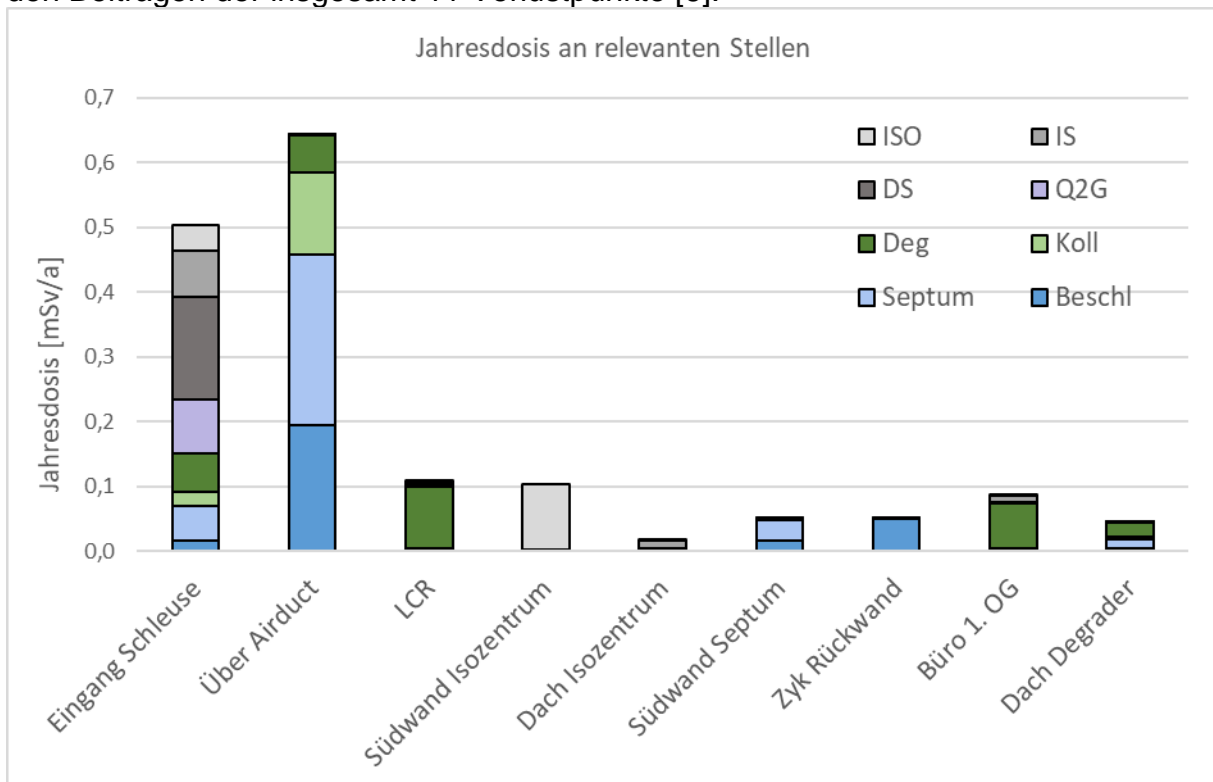


Abbildung 7: Darstellung der Dosisbeiträge aus den 8 Verlustpunkten an den Referenzpunkten. Für die Referenzpunkte wurden Aufenthaltsfaktoren nach Tab. A.3 berücksichtigt (siehe auch Abb.4,5.).

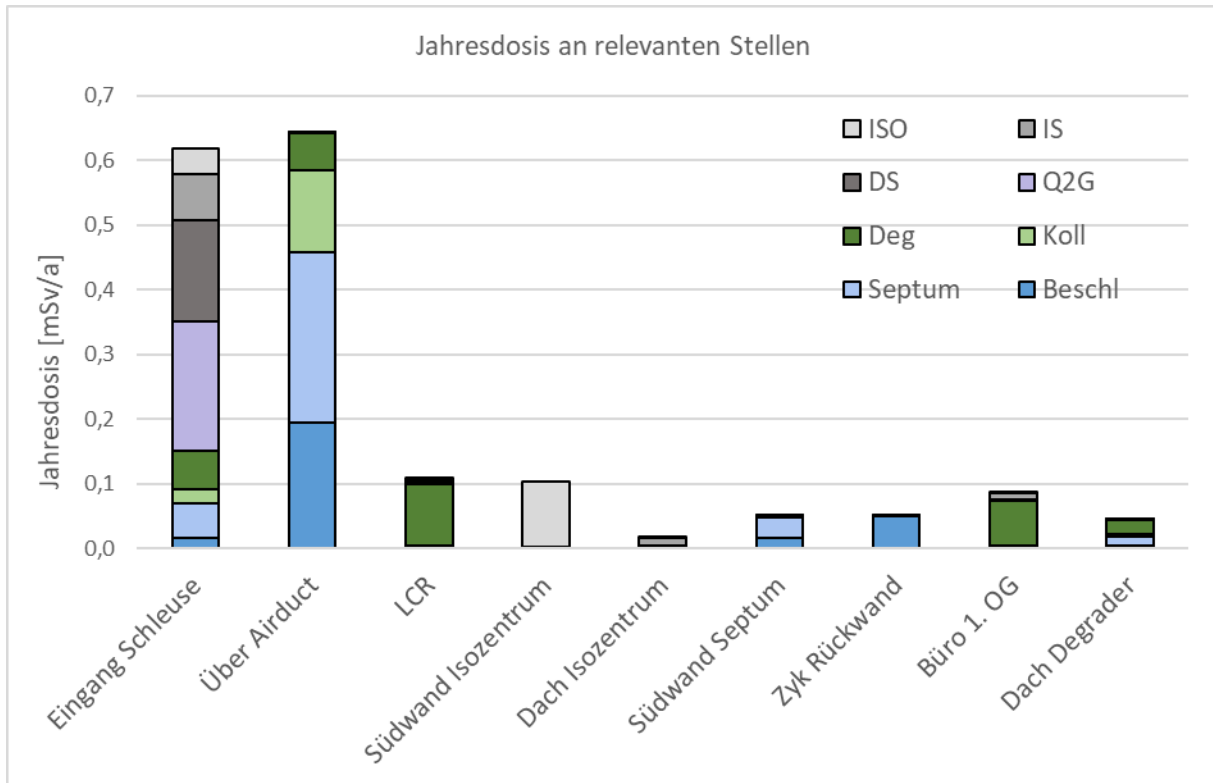


Abbildung 8: Darstellung der Dosisbeiträge aus den 8 Verlustpunkten an den Referenzpunkten. Es ist hier beim Q2G-Szenario (relevant Eingang Schleuse) ein Aufenthaltsfaktor von 1,0 berücksichtigt (siehe auch Abb.4,5.).

Die Dosisvergleiche der Ergebnisse der Sachverständigen mit denen von MedAustron im Detail bzgl. der Verlustpunkte (Parameter, siehe Tab. A.11) lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Verlustpunkt Q2G: die Sachverständigendosiswerte liegen i.a. unterhalb der Dosiswerte von MedAustron, außer für den Büroraum im 1.OG. Hier ist die Dosis ungefähr 3-fach über dem Wert von MedAustron, der Dosisbeitrag ist lediglich ca. 2 $\mu\text{Sv/a}$ (siehe Tab. A.4). Im Durchschnitt sind die Sachverständigendosiswerte gleich dem 0,74-fachen der Dosiswerte von MedAustron (ohne Zyklotron Rückwand).
- Divergenzschlitz: auch hier sind die Dosiswerte der Sachverständigen meist unterhalb der Werte von MedAustron (außer im Büro 1.OG, hier ist das Dosisverhältnis 1,1; siehe Tab. A.5). Das durchschnittliche Dosisverhältnis Sachverständige/MedAustron ist hier 0,48 (ohne Zyklotronrückwand bzw. Südwand Septum).
- Isozentrum: das Isozentrum wurde von MedAustron für alle 4 Energien und 3 Gantrywinkel berechnet. Um die Überprüfungen zu vereinfachen, wurde nur ein Gantrywinkel berücksichtigt (90°), jedoch wurden die Protonenzahlen pro Energie von allen drei Richtungen für die 90°-Simulation addiert. Die Dosisverhältnisse

Sachverständige/MedAustron an Eingang Schleuse, LCR, Südwand Isozentrum und Büro 1.OG sind zwischen 1,3 und 1,9 (siehe Tab. A.6). Hier ist das durchschnittliche Verhältnis Dosis Sachverständige zu Dosis Med-Austron 1,09 (ohne Zyklotron Rückwand, Dach Isozentrum bzw. Airduct).

- Zyklotron: die Dosisverhältnisse Sachverständige/MedAustron sind an Eingang Schleuse, über Airduct und an der Rückwand Zyklotron zwischen 1,2 und 2,0 (siehe Tab. A.7). Die durchschnittlichen Dosisverhältnisse Sachverständige zu MedAustron sind hier 0,94 (ohne Büro 1.OG).
- Septum (siehe Tab. A.8): das durchschnittliche Dosisverhältnis Sachverständige/MedAustron liegt hier bei 1,09 (ohne Südwand Isozentrum, Dach Isozentrum bzw. Zyklotron Rückwand).
- Kollimator: die Dosisverhältnisse Sachverständige/MedAustron sind an Eingang Schleuse, über Airduct und an der Rückwand Zyklotron zwischen 1,2 und 2,3 (siehe Tab. A.9). Das durchschnittliche Dosisverhältnis Sachverständige zu MedAustron ist hier 1,28 (ohne Südwand Isozentrum, Büro 1.OG; das Büro 1.OG hat eine größere Abweichung – Faktor 7,8 Dosisverhältnis – aber nur eine Dosis von ca. $\approx 1 \mu\text{Sv/a}$ und wurde hier nicht berücksichtigt).
- Impulsschlitz: da die Strahleponierungen im Impulsschlitz keine relevanten Dosiserhöhungen an den Referenzpunkten verursacht, haben die Sachverständigen entschieden in einem vereinfachten Patientenmodell nur für die höchsten Protonenergien die Überprüfungen durchzuführen (siehe auch Tab. A.11). Die Dosisverhältnisse Sachverständige/Med-Austron sind zwar im Büro 1.OG erhöht (Dosisverhältnis 5,4), der absolute Wert liegt bei ca. $9 \mu\text{Sv/a}$ (siehe Tab. A.10). Weitere Vergleiche sind hier nicht notwendig.
- Degradier (siehe Tab. A.1): Das durchschnittliche Dosisverhältnis Sachverständige/MedAustron liegt hier bei 1,15 (0,82), bezogen auf das Detektionsvolumen Det1 (Det2).

Wenn über alle Verlustpunktszenarien gemittelt wird, ergibt sich ein Dosisverhältnis Sachverständige zu MedAustron von 0,97 (ohne, Impulsschlitz-Szenario bzw. ohne die Referenzpunkte mit kleinen Dosisbeiträgen, kleiner als $1 \mu\text{Sv/a}$).

Die von MedAustron ermittelten Dosiswerte werden im Durchschnitt nicht unterschätzt, die Werte können gut als Grundlage für die Bewertungen im Strahlenschutz verwendet werden.

MedAustron legte Antragsunterlagen vor, die auf Grundlage der Ergebnisse der Jahresdosiswerte von FLUKA-Abschirmrechnungen die Definition der Strahlenbereiche dieser Bereiche begründet. Die Überprüfung der Rechnungen in Bezug auf die Bereichsdefinitionen als Überwachungsbereiche, Kontrollbereiche und Nicht-Strahlenbereiche ist Gegenstand des Gutachtens. Ein Beispiel der Strahlen-Bereichsdefinition ist der Unterlage [5] entnommen.

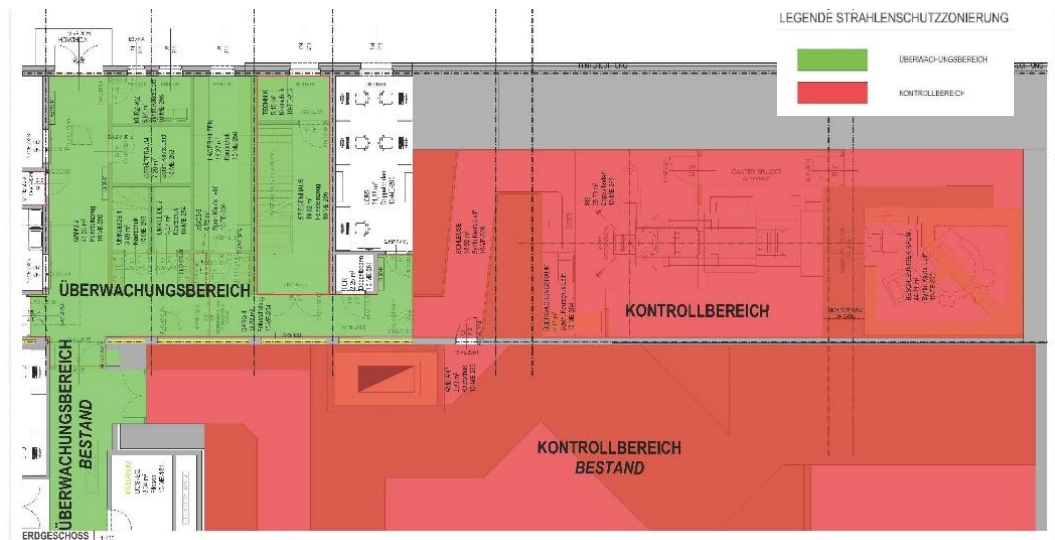


Abbildung 9: Definition der Strahlenbereiche für IR5 und angrenzende Bereiche; **grün** (Überwachungsbereiche), **rot** (Kontrollbereich)

Die Strahlenbereiche in IR5 sind Kontrollbereiche, die Bereiche um IR5 sind Überwachungsbereiche bzw. Nicht-Strahlenbereiche. Entsprechend der Tab. 3.10 des Antrags [6] sind die Dosiswerte der Referenzpunkte außerhalb der Bestrahlungsbereiche kleiner als 1 mSv/a. Der Bereich vor dem Schluseneingang liegt bei 0,67 mSv/a (Wert MedAustron 0,654 mSv/a). Med-Austron gibt hier die Überwachungsbereichsdefinition vor. Überwachungsbereiche sind für Dosiswerte von 1 mSv/a bis 6 mSv/a definiert. Da der berechnete Wert nahe bei 1 mSv/a liegt, wurde hier ein Überwachungsbereich definiert. Der Jahresdosiswert am lokalen Kontrollraum (LCR) liegt bei 0,141 mSv/a und ist deutlich kleiner als 1 mSv/a, so dass die Vermeidung einer Strahlenbereichsdefinition gerechtfertigt ist.

5. Beispiel für die Berechnung von Dosisleistungen

Die Definition der Strahlenbereiche werden nach §104 AllgStrSchV [7] vorgenommen. Dort sind die Jahresdosiswerte für Überwachungs- und Kontrollbereiche festgelegt. Die Mittelungszeiten gelten für 2000 Stunden Aufenthalt. Es ist von Interesse zu wissen,

welche Dosisleistungen auch über kürzere Zeitabschnitte an Aufenthaltsorten des Personals während Strahlbetrieb vorkommen können. Dazu wurden die Ergebnisse der Jahresdosiswertberechnungen bzw. der Jahresprotonenzahl verwendet. Die Gesamtstundenzahl des Betriebs beträgt 4800 Stunden.

Als Szenario wurde ein 126-MeV-Protonenstrahl mit einer 90°-Gantryposition gewählt (Strahlparameter siehe Bildunterschrift Abb. 10 und Tab.A.11). Die Jahresdosiswerte für den 126-MeV-Protonenstrahl wurden durch 4800 Stunden geteilt. Da der Protonenstrom zu IR5 nicht kontinuierlich transportiert wird, sondern in kürzeren Perioden auch mit höherer Intensität, wird die Dosisleistung in einem Rechenbeispiel mit einem Faktor 10 multipliziert. Das Ergebnis ist in Abb. 10 zu sehen. So können am LCR bzw. am Labyrintheingang Dosisleistungen von ca. 0,33 $\mu\text{Sv/h}$ bzw. 1 $\mu\text{Sv/h}$ auftreten. In diesen Bereichen sollte eine Dosisleistungsüberwachung installiert werden, um auch Dosisspitzen erfassen und bewerten zu können. Dies kann vor allem bei Hypofraktionierungs- oder Flashbestrahlungen wichtig werden, die aber in einer separaten Analyse genauer untersucht werden müssten.

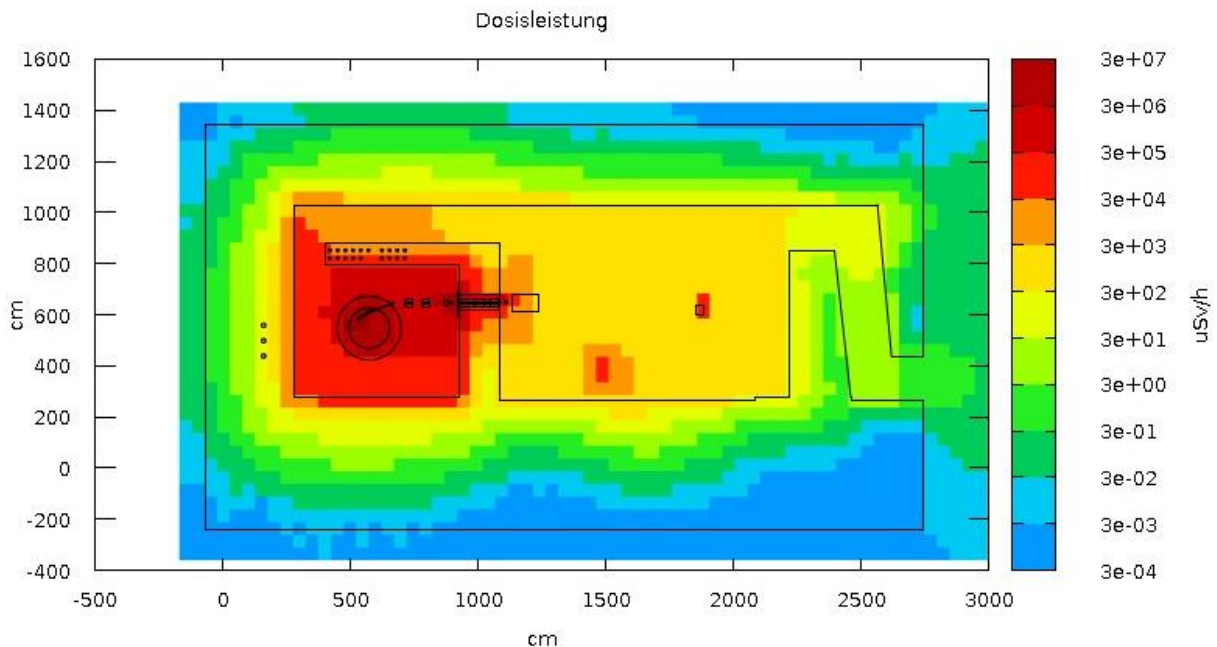


Abbildung 10: Dosisleistungsdarstellung von IR5 auf Strahlrohrhöhe, wobei kurzzeitig eine erhöhte Protonenintensität (Faktor 10, $E_p = 126 \text{ MeV}$, $1,14 \times 10^{17}/\text{a}$) als Rechenbeispiel gewählt wurde.

6. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Mit der Beauftragung WST1-UG-53/024-2023 des Amtes der niederösterreichischen Landesregierung (Gruppe Wirtschaft, Sport und Tourismus Abteilung Anlagenrecht) wurde

eine Begutachtung des Strahlenschutzes für die MedAustron – Erweiterung IR5 angefordert. Insbesondere die vorgelegten Abschirmrechnungen, durchgeführt mit dem Strahlungstransportprogramm FLUKA, sollen überprüft werden.

MedAustron übermittelte den Sachverständigen die Eingabe-Datei für FLUKA. Die Eingabedatei beinhaltet neben der Definition der Strahlenquellen auch die Simulationsgeometrie des Gebäudes von IR5 und eine Modellstruktur des Beschleunigers mit den Strahlführungen. Eine genaue Überprüfung der Gebäudegeometrien ergab, dass an manchen Stellen Abweichungen zu den eingereichten Plänen festzustellen war.

Es wurden folgende Strahlenschutz-Szenarien für die Überprüfungen der Jahresdosiswerte bzw. für die Werte der Dosisleistungen definiert:

- (1) Stichprobenartiger Vergleich der FLUKA-Ergebnisse für identischen FLUKA-Eingabedateien MedAustron und Sachverständige für das Degraderszenario und für Verluste in den Quadrupolen Q2 und Q3
- (2) Vergleiche der FLUKA-Ergebnisse der Jahresdosiswerte an den Referenzpunkten nach den aktuelleren eingereichten Strahlenschutzbauzeichnungen
- (3) Dosisübersicht für die Referenzpunkte mit Beiträgen aus den verschiedenen Verlustpunkten
- (4) Vergleich der FLUKA-Ergebnisse bzgl. der Jahresdosiswerte nach aktualisierten Plänen für variierte Strahlungsdetektionsvolumen an den Referenzpunkten
- (5) Ermittlung von Dosisleistungswerten an ausgewählten Referenzpunkten zusätzlich zu den Jahresdosiswerten.

Die Überprüfung der Ergebnisse zu **(1)** ergab, dass für das Degraderszenario das Verhältnis der Dosiswerte an den Referenzpunkten von den Sachverständigen zu denen von MedAustron im Bereich zwischen 0,87 und 1,38 liegen, wobei der Durchschnittswert 1,012 ist. Die entsprechenden Werte für das Verlustszenario in den Quadrupolen Q2 (Q3) sind 0,94 (0,48) bis 1,66 (1,55) mit den Durchschnittswerten 1,14 (0,95). Der Vergleich der Ergebnisse der Sachverständigen mit denen von MedAustron zeigen hier, dass der Strahlungstransport, die Methode der Dosisermittlung, die Anwendung der entsprechenden Konversionsfaktoren und Bibliotheksroutinen des Programms FLUKA übereinstimmen.

Szenario 1 wurde mit der eingereichten Geometrie der aktuellen Pläne gerechnet **(2)**. Die mittleren Dosisverhältnisse Sachverständige zu MedAustron liegen bei 0,83. MedAustron berechnet tendenziell - in der nicht aktuellen Geometrie – höhere Dosiswerte als die Sachverständigen.

Die weiteren Vergleiche **(3)** wurden seitens der Sachverständigenrechnungen unter Anwendung der aktuellen Geometrien entsprechend der Antragstellung durchgeführt. MedAustron berechnete insgesamt 11 Verlustpunkte. Die Sachverständigen berücksichtigte die 8 relevantesten Verlustpunkte bzgl. der Dosiswerte an möglichen Aufenthaltsorten während Strahlbetrieb (Verlustpunkte ohne Q2, Q3, Q3G). Der Vergleich wurde zunächst für die Bereiche LCR (Kontrollraum vor IR5) und dem Labyrintheingang vor IR5 durchgeführt. Für den Schleuseneingang wird von den Sachverständigen die Jahresdosis mit 0,5 mSv/a geschätzt. MedAustron gibt hier einen Wert von 0,65 mSv/a an. Nachrechnungen der Sachverständigen ergaben, dass die Jahresdosis der Sachverständigen erzeugt durch Strahl-Verluste im Quadrupol Q2G mit einem Aufenthaltsfaktor 1,0 (statt 0,42) und der Berücksichtigung der Verluste in Q2, Q3 und Q3G einen Wert von 0,67 mSv ergibt, was gut mit dem Wert von MedAustron übereinstimmt. Dies bedeutet, dass MedAustron hier den Dosis-Wert eher überschätzte, was jedoch keinen Einfluss auf die Bereichsdefinition hat. Med-Austron gibt hier die Definition eines Überwachungsbereichs vor. Der Bereich LCR ist nach MedAustron mit 0,15 mSv/a belastet (Sachverständige 0,1 mSv/a ohne Verlustpunkte Q2, Q3, Q3G). Die Definition eines Überwachungsbereichs kann hier entsprechend dem Antrag von Med-Austron [5] vermieden werden ($H < 1$ mSv/a).

Werden die Dosiswerte der 8 hier berücksichtigten Verlustpunktszenarien für die Referenzpunkte gemittelt, ergibt sich ein Dosisverhältnis Sachverständige zu MedAustron von 0,97 (ohne Referenzpunkte mit sehr kleinen Dosiswert, kleiner als 1 nSv/a; ohne Impulsschlitz-Szenario).

Die von MedAustron ermittelten Dosiswerte werden im Durchschnitt nicht unterschätzt, die Werte können gut als Grundlage der Bewertungen im Strahlenschutz verwendet werden. MedAustron wählte zur Ermittlung der Dosis an den Referenzpunkten Volumen mit dem Wert $50 \times 50 \times 200$ cm³. Die Sachverständigen führten zusätzlich auch Berechnungen **(4)** mit kleinerem Detektorvolumen durch ($50 \times 50 \times 50$ cm³), was der Definition der ICRU-Kugel (30 cm Durchmesser) besser entspricht und evtl. Variationen der Neutronen- und Photonen-Flussdichten innerhalb der Detektoren Rechnung trägt. Der Durchschnittswert (und die Variation) der Dosisverhältnisse (Sachverständige zu MedAustron) ist für das kleinere Detektorvolumen höher (1,15) im Vergleich zum größeren Detektorvolumen (Dosisverhältnis 0,82), was an der Abnahme des Dosis entlang des 200 cm langen Detektorvolumens liegt. Die ermittelten Dosiswerte von MedAustron liegen dennoch im Toleranz-Bereich (30% Genauigkeit) der von den Sachverständigen berechneten Dosiswerte.

Für die Bewertung der Strahlenschutzauslegung ist der Jahresdosiswert an den Referenzpunkten maßgebend. Darüber hinaus ist auch interessant zu wissen, wie hoch die Dosisleistungen im Strahlbetrieb sind **(5)**. Hierzu wurde ein Rechenbeispiel angestellt. Es wurden die Jahresdosiswerte durch die Gesamtstundenzahl des Betriebs (4800 h) geteilt. Da der Protonenstrahl zeitlich nicht gleichmäßig beschleunigt und transportiert wird, ist von Interesse wie die Dosisleistungen zum Zeitpunkt des Protonenstrahltransports sind. Hierzu ist die durchschnittliche Intensität der Protonen mit einem Faktor 10 multipliziert worden. Die in diesem Beispiel ermittelte Dosisleistung betrug z.B. am Labyrintheingang bis zu 3 $\mu\text{Sv/h}$. Hier kann der Hinweis gegeben werden, für die Bereiche am Labyrintheingang (oder LCR) eine Dosisleistungsüberwachung zu betreiben.

Die von MedAustron durchgeführten Berechnungen mit dem Strahlungstransportprogramm FLUKA zum Strahlenschutz wurden stichprobenartig hinsichtlich der Jahresdosiswerte von den Sachverständigen überprüft. Die Ergebnisse stimmen im Rahmen der Rechengenauigkeiten überein, die Definition der Strahlenbereiche werden von den Sachverständigen bestätigt. Die Anpassungen der Geometrien von IR5 (Wand-Deckenabstände, Lage der Strahlführungen in der FLUKA-Eingabedatei von MedAustron in Bezug auf die Antragsunterlagen) während dem Planungsprozess haben keine relevanten Auswirkungen auf die Dosiswerte. Weitere Empfehlungen und Auflagen zur Dosisüberwachung werden im Hauptgutachten formuliert.

7. Referenzen

- [1] Schönherr Rechtsanwälte GmbH A-1010 Wien, Schottenring 19, UVP-Vorhaben "MedAustron – Erweiterung IR5"; UVP-Genehmigungsantrag, Antrag gemäß § 5 UVP-G vom 06.07.2023
- [2] MedAustron / Schönherr Rechtsanwälte, Wien (siehe [1]), Pläne von IR5:
- a) C.02-04 1.0 A Tragwerksplanung – V03a_Decke über 1. OG
 - b) C.02-03 1.0 A Tragwerksplanung – V02a_Decke über Erdgeschoss
 - c) C.02-02 1.0 A Tragwerksplanung – V01a_Bodenplatte
 - d) C.02-01 1.0 A Tragwerksplanung – Einreichstatik
 - e) B.04-05 2.0 P01 E Strahlenschutzbauzeichnung
 - f) B.03-06 P17 2.0 A Grundriss Zutritt 1. und 2. Obergeschoss
 - g) B.03-06 P16 2.0 A Grundriss Zutritt Erdgeschoss
 - h) B.03-06 P14 2.0 A Grundriss Lichtruf Erdgeschoss
 - i) B.03-05 P04 1.0 A Grundriss Lageplan
 - j) B.03-01 P03 2.0 A Schnitte und Ansichten
 - k) B.03-01 P02 2.0 A Grundriss 1. Obergeschoss und 2. Obergeschoss inkl. Dachdraufsicht
 - l) B.03-01 P01 2.0 A Grundriss Erdgeschoss

- [3] L. Jägerhofer, MedAustron, Email vom Juli 2023, FLUKA-Eingabe-Dateien
- [4] MedAustron, C.03-01 1.0 A Strahlenschutzgutachten – Beschleuniger, Kapitel 3.3.1, Abschirmungsrechnung, S. 30, Tabelle 3.7: Konsolidiertes Patientenmodell für die Simulationen
- [5] Grundrissplan Strahlenschutzzonierung, B.03-06 P18 1.0 E Grundrisse EG_1.OG + 2. OG Strahlenbereiche mit Zugangs-Zonierung
- [6] MedAustron, C.03-01 1.0 A Strahlenschutzgutachten – Beschleuniger
- [7] Bundesgesetz über Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch ionisierende Strahlung (Strahlenschutzgesetz 2020 – StrSchG 2020), BGBl. I - ausgegeben am 17. Juni 2020 - Nr. 50

1. Anhang

Im Folgenden werden Tabellen für die Dosiswerte der einzelnen Verlustpunkte aufgeführt, sowie eine Tabelle der Aufenthaltswerte für die Bereiche der Referenzpunkte erstellt.

Tabelle A.1: Verursachte Dosisbeiträge durch Strahlverluste im **Degrader** – unter der

| Degrader | MedA | | Sachverständige (Det 1) | | Sachverständige (Det 2) | | Verhältnis | | Verhältnis Det 1/Det 2 |
|----------|---------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|------------|---------|------------------------|
| | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Det 1 % | Det 2 % | |
| A | 5,41E-02 | 13,22 | 6,03E-02 | 2,62 | 5,52E-02 | 1,30 | 111 | 102 | 109 |
| B | 2,85E-02 | 3,96 | 5,66E-02 | 1,63 | 2,35E-02 | 2,29 | 198 | 82 | 241 |
| C | 1,15E-01 | 12,35 | 9,56E-02 | 1,28 | 9,12E-02 | 1,16 | 83 | 79 | 105 |
| D | 1,79E-03 | 10,56 | 9,85E-04 | 6,21 | 9,16E-04 | 4,82 | 55 | 51 | 108 |
| E | 3,87E-03 | 10,88 | 3,01E-03 | 7,56 | 2,98E-03 | 3,98 | 78 | 77 | 101 |
| F | 3,41E-03 | 12,32 | 2,82E-03 | 3,04 | 2,89E-03 | 8,62 | 83 | 85 | 98 |
| G | 5,51E-06 | 79,13 | 6,31E-06 | 33,48 | 5,32E-06 | 30,75 | 114 | 97 | 119 |
| H | 4,32E-02 | 21,34 | 6,95E-02 | 7,08 | 3,48E-02 | 6,33 | 161 | 80 | 200 |
| I | 1,55E-02 | 4,72 | 2,31E-02 | 6,60 | 1,41E-02 | 5,66 | 149 | 91 | 164 |

Annahme des konsolidierten Patientenmodells Patientenmodell (126 MeV, 163 MeV, 187

MeV, 227 MeV, für die Protonenzahlen $1,14E17$, $8,15E16$, $1,29E16$, $2,03E16$ pro Jahr) - in den Referenzpunkten. Die Dosiswerte sind jeweils für 2 verschiedene Dosisdetektortypen berechnet (Det1, Det2). In den Spalten 8 und 9 ist das Dosisverhältnis Sachverständiger zu MedAustron für die beiden Detektortypen angegeben; in Spalte 10 ist das Dosisverhältnis der beiden Sachverständigen-Detektoren (Det1, Det2) berechnet.

| Detektorpunkte | Q2 | | | Verhältnis Sachverständige /MedA | Q3 | | | Verhältnis Sachverständige /MedA |
|----------------|-----------------|----------|---------------|----------------------------------|-----------------|----------|---------------|----------------------------------|
| | Sachverständige | MedAus | Dosis | | Sachverständige | MedAus | Dosis | |
| | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Dosis [mSv/a] | | Dosis [mSv/a] | Fehler % | Dosis [mSv/a] | |
| A | 1,92E-03 | 18 | 2,03E-03 | 95 | 8,25E-03 | 13 | 8,52E-03 | 97 |
| B | 3,49E-03 | 5 | 3,72E-03 | 94 | 1,48E-02 | 9 | 1,36E-02 | 109 |
| C | 3,82E-03 | 20 | 2,85E-03 | 134 | 1,08E-02 | 18 | 1,07E-02 | 101 |
| D | 3,72E-05 | 28 | 3,39E-05 | 110 | 8,75E-05 | 24 | 1,74E-04 | 50 |
| E | 9,60E-05 | 33 | 9,52E-05 | 101 | 2,77E-04 | 40 | 1,78E-04 | 155 |
| F | 5,99E-04 | 12 | 5,40E-04 | 111 | 1,55E-03 | 10 | 1,58E-03 | 98 |
| G | <1,0E-06 | - | 4,80E-09 | - | <1,0E-06 | - | 1,08E-06 | - |
| H | 4,05E-04 | 64 | 2,44E-04 | 166 | 1,34E-03 | 50 | 2,78E-03 | 48 |
| I | 3,24E-03 | 4 | 3,20E-03 | 101 | 7,49E-03 | 4 | 7,45E-03 | 100 |

Tabelle A.2: Verursachte Dosisbeiträge durch Strahlverluste im **Quadrupol Q2 und Q3** - mit der maximalen Ausgangsenergie von 230 MeV ($1,12E16$ p/a und $3,91E16$ p/a) - in den Referenzpunkten. In den Spalten 5 und 9 ist das Dosisverhältnis der Sachverständigen (SV1, SV2) zu MedAustron angegeben.

| Bereich | Aufenthaltsfaktor |
|--------------------|-------------------|
| Eingang Schleuse | 0,42 |
| Über Airduct | 0,42 |
| LCR | 0,42 |
| Südwand Isozentrum | 1 |
| Dach Isozentrum | 0,42 |
| Südwand Septum | 1 |
| Zyk Rückwand | 1 |
| Büro 1. OG | 0,42 |
| Dach Degradier | 0,42 |

Tabelle A.3: Tabelle der Aufenthaltsfaktoren für die Referenzpunkte (siehe Abb. 2) zur Berechnung der Jahresdosiswerte.

| Q2G | Sachverständige | | MedAus | Verhältnis |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| (50-50-50 cm ³) | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 8,38E-02 | 2,69 | 2,23E-01 | 38 |
| Über Airduct | 1,41E-05 | 66,42 | 7,37E-05 | 19 |
| LCR | 2,09E-03 | 13,93 | 2,79E-03 | 75 |
| Südwand Isozentrum | 3,39E-04 | 31,62 | 9,71E-04 | 35 |
| Dach Isozentrum | 6,16E-04 | 14,70 | 7,45E-04 | 83 |
| Südwand Septum | 3,61E-06 | 100,00 | 1,22E-04 | 3 |
| Zyk Rückwand | <1,0E-06 | - | 2,36E-07 | - |
| Büro 1. OG | 1,94E-03 | 47,20 | 5,74E-04 | 338 |
| Dach Degradier | 2,77E-06 | 92,93 | 1,49E-04 | 2 |

Tabelle A.4: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch die Strahldeponierungen in **Q2G** entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von MedAustron.

| Divergenzschlitz | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| (50-50-50 cm ³) | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 1,57E-01 | 5,13 | 1,63E-01 | 97 |
| Über Airduct | 2,87E-06 | 73,31 | 4,69E-05 | 6 |
| LCR | 1,40E-03 | 28,52 | 2,12E-03 | 66 |
| Südwand Isozentrum | 3,24E-04 | 57,94 | 6,46E-04 | 50 |
| Dach Isozentrum | 1,71E-05 | 40,54 | 4,64E-04 | 4 |
| Südwand Septum | <1,0E-06 | - | 4,37E-05 | - |
| Zyk Rückwand | <1,0E-06 | - | 3,56E-08 | - |
| Büro 1. OG | 2,67E-04 | 89,62 | 2,42E-04 | 110 |
| Dach Degradier | 7,02E-06 | 80,16 | 1,13E-04 | 6 |

Tabelle A.5: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch die Strahldeponierungen im **Divergenzschlitz** entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von MedAustron.

| Isozentrum | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| (50-50-50 cm ³) | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 3,91E-02 | 7,34 | 3,03E-02 | 129 |
| Über Airduct | <1,0E-06 | - | 2,01E-05 | - |
| LCR | 8,62E-04 | 12,16 | 4,50E-04 | 192 |
| Südwand Isozentrum | 1,01E-01 | 1,55 | 7,31E-02 | 138 |
| Dach Isozentrum | 5,77E-04 | 12,62 | 6,39E-02 | 1 |
| Südwand Septum | 6,51E-05 | 37,76 | 1,00E-04 | 65 |
| Zyk Rückwand | <1,0E-06 | - | 4,71E-09 | - |
| Büro 1. OG | 2,60E-03 | 15,54 | 2,00E-03 | 130 |
| Dach Degradier | 1,34E-06 | 91,14 | 8,67E-05 | 2 |

Tabelle A.6: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch Strahldeponierungen im **Isozentrum** (90° Position) entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von MedAustron. Die Rechnungen wurden für die 4 Energien des konsolidierten Patientenmodells gerechnet.

| Zyklotron | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| (50-50-50 cm ³) | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 1,61E-02 | 14,44 | 1,71E-02 | 94 |
| Über Airduct | 1,95E-01 | 4,08 | 9,15E-02 | 213 |
| LCR | 1,05E-03 | 57,11 | 8,67E-04 | 121 |
| Südwand Isozentrum | 6,88E-07 | 100,00 | 3,79E-05 | 2 |
| Dach Isozentrum | 1,82E-05 | 63,06 | 7,04E-05 | 26 |
| Südwand Septum | 1,55E-02 | 28,90 | 1,82E-02 | 85 |
| Zyk Rückwand | 4,88E-02 | 13,29 | 5,52E-02 | 88 |
| Büro 1. OG | <1,0E-06 | - | 2,95E-05 | - |
| Dach Degradier | 4,67E-03 | 32,17 | 3,89E-03 | 120 |

Tabelle A.7: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch Strahlverluste im **Zyklotron** entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von MedAustron.

| Septum | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| (50-50-50 cm ³) | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 5,37E-02 | 10,87 | 5,77E-02 | 93 |
| Über Airduct | 2,63E-01 | 3,05 | 1,12E-01 | 235 |
| LCR | 9,91E-04 | 77,01 | 2,24E-03 | 44 |
| Südwand Isozentrum | <1,0E-06 | - | 8,25E-05 | - |
| Dach Isozentrum | <1,0E-06 | - | 2,05E-05 | - |
| Südwand Septum | 3,16E-02 | 15,72 | 4,54E-02 | 70 |
| Zyk Rückwand | <1,0E-06 | - | 6,90E-05 | - |
| Büro 1. OG | 2,59E-03 | 93,29 | 2,92E-03 | 89 |
| Dach Degradier | 1,36E-02 | 21,34 | 1,13E-02 | 120 |

Tabelle A.8: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch Strahlverluste im **Septum** entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von MedAustron.

| Kollimator | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|-----------------------------|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| (50-50-50 cm ³) | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 2,08E-02 | 5,25 | 1,73E-02 | 120 |
| Über Airduct | 1,27E-01 | 1,50 | 5,53E-02 | 230 |
| LCR | 1,91E-03 | 20,95 | 2,24E-03 | 85 |
| Südwand Isozentrum | <1,0E-06 | - | 5,36E-05 | - |

| | | | | |
|-----------------|----------|--------|----------|-----|
| Dach Isozentrum | 4,64E-05 | 54,83 | 1,38E-04 | 34 |
| Südwand Septum | 3,29E-04 | 53,42 | 3,49E-04 | 94 |
| Zyk Rückwand | 2,59E-06 | 100,00 | 1,25E-06 | 207 |
| Büro 1. OG | 1,38E-03 | 39,14 | 1,76E-04 | 782 |
| Dach Degradier | 3,33E-03 | 10,93 | 2,37E-03 | 141 |

Tabelle A.9: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch die Strahldeponierungen im **Kollimator** entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von Med-Austron.

| Impulsschlitze (50·50·50 cm ³) | Sachverständige | | MedA | Verhältnis |
|---|-----------------|--------|----------|-----------------------|
| | Dosis | Fehler | Dosis | Sachverständige /MedA |
| | [mSv/a] | % | [mSv/a] | % |
| Eingang Schleuse | 7,14E-02 | 3,12 | 4,25E-02 | 167,89 |
| Über Airduct | 1,78E-05 | 43,53 | 8,32E-06 | 214,28 |
| LCR | 3,76E-03 | 5,51 | 1,19E-03 | 315,77 |
| Südwand Isozentrum | 6,26E-05 | 36,07 | 5,59E-05 | 112,07 |
| Dach Isozentrum | 1,24E-02 | 2,72 | 5,60E-03 | 220,57 |
| Südwand Septum | 8,53E-07 | 100,00 | 6,39E-07 | 133,46 |
| Zyk Rückwand | 1,83E-05 | 100,12 | 0,00E+00 | - |
| Büro 1. OG | 9,06E-03 | 6,73 | 1,67E-03 | 542,39 |
| Dach Degradier | 1,14E-05 | 87,25 | 1,61E-05 | 70,72 |

Tabelle A.10: Tabelle der Jahres-Dosiswerte verursacht durch die Strahldeponierungen im **Impulsschlitze** entsprechend der FLUKA-Rechnungen der Sachverständigen und der Rechnungen von MedAustron. Die Rechnungen wurden für die Energie 227 MeV und drei Winkel durchgeführt.

| Energie | Zyklotron | Septum | Q2 | Q3 | | | |
|---------|-------------------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|
| [MeV] | Protonen pro Jahr | | | | | | |
| 230 | 2,33E+17 | 4,19E+17 | 1,12E+16 | 3,91E+16 | | | |
| Energie | Deg | Koll | Q1G | Q2G | DS | IS | Isozentrum |
| [MeV] | Protonen pro Jahr | | | | | | |
| 126 | 1,14E+17 | 6,33E+16 | 6,78E+14 | 4,62E+15 | 3,43E+15 | 5,80E+14 | 6,71E+14 |
| 163 | 8,15E+16 | 4,74E+16 | 8,43E+14 | 5,37E+15 | 5,07E+15 | 6,16E+14 | 1,02E+15 |
| 187 | 1,29E+16 | 7,22E+15 | 1,97E+14 | 1,22E+15 | 1,07E+15 | 1,47E+14 | 2,53E+14 |
| 227 | 2,03E+16 | 9,88E+15 | 6,84E+14 | 3,35E+15 | 2,01E+15 | 4,65E+14 | 1,00E+15 |
| Energie | Impulsschlitze | | | Isozentrum | | | |
| [MeV] | 0° | 90° | 180° | 0° | 90° | 180° | |
| 126 | 1,45E+14 | 2,90E+14 | 1,45E+14 | 1,68E+14 | 3,35E+14 | 1,68E+14 | |
| 163 | 1,54E+14 | 3,08E+14 | 1,54E+14 | 2,54E+14 | 5,08E+14 | 2,54E+14 | |
| 187 | 3,68E+13 | 7,37E+13 | 3,68E+13 | 6,34E+13 | 1,27E+14 | 6,34E+13 | |
| 227 | 1,16E+14 | 2,33E+14 | 1,16E+14 | 2,51E+14 | 5,02E+14 | 2,51E+14 | |

| Energie | Zyklotron | Septum | Q2 | Q3 | | | |
|---------|-----------|--------|----|----|--|--|--|
|---------|-----------|--------|----|----|--|--|--|

| [MeV] | Protonen pro Jahr | | | | | | |
|---------|-------------------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|
| 230 | 2,33E+17 | 4,19E+17 | - | - | | | |
| | | | | | | | |
| Energie | Deg | Koll | Q1G | Q2G | DS | IS | Isozentrum |
| [MeV] | Protonen pro Jahr | | | | | | |
| 126 | 1,14E+17 | 6,33E+16 | - | 4,62E+15 | 3,43E+15 | - | 6,71E+14 |
| 163 | 8,15E+16 | 4,74E+16 | - | 5,37E+15 | 5,07E+15 | - | 1,02E+15 |
| 187 | 1,29E+16 | 7,22E+15 | - | 1,22E+15 | 1,07E+15 | - | 2,53E+14 |
| 227 | 2,03E+16 | 9,88E+15 | - | 3,35E+15 | 2,01E+15 | 1,81E+15 | 1,00E+15 |
| | | | | | | | |
| Energie | Impulsschlitz | | | Isozentrum | | | |
| [MeV] | 0° | 90° | 180° | 0° | 90° | 180° | |
| 126 | - | - | - | - | 6,71E+14 | - | |
| 163 | - | - | - | - | 1,02E+15 | - | |
| 187 | - | - | - | - | 2,53E+14 | - | |
| 227 | 4,52E+14 | 9,05E+14 | 4,52E+14 | - | 1,00E+15 | - | |

Tabelle A.11: Strahlparameter für die Strahlverlust-Szenarien von MedAustron entsprechend dem konsolidierten Patientenmodell von MedAustron (Tabelle oben) und dem vereinfachten Patientenmodell der Sachverständigen (Tabelle unten) für die Ermittlung der Jahresdosiswerte.

Fragenbeantwortung

Folgende Fragen werden beantwortet:

1. Sind die von der Projektwerberin vorgelegten Unterlagen plausibel und vollständig?

Antwort: JA

2. Entspricht das Projekt dem Stand der Technik und den anzuwendenden Gesetzen, Normen, Richtlinien, etc.?

Antwort: JA

3. Werden verbindliche Grenz- bzw. anerkannte Richtwerte überschritten und wie werden solche Überschreitungen bewertet?

Antwort: NEIN

4. Ist die Darstellung der vorhabensbedingten Anfälligkeit für Risiken schwerer Unfälle oder von Naturkatastrophen (insbesondere aufgrund der Lage und Umgebung) oder Klimawandelfolgen aus Ihrer fachlichen Sicht nachvollziehbar und plausibel?

Antwort: JA

5. Gibt es aus Ihrem Fachbereich Bedenken gegen das Vorhaben, wenn ja, welche?

Antwort: NEIN

Gutachten:

Unter Einhaltung der nachstehend angeführten Auflagen entsprechen die zu bewilligenden Strahleneinrichtungen in dem neu zu errichtenden Gebäude am Gelände der Fa. MedAustron dem StrSchG2020, der AllgStrSchV2020 und der MedStrSchV idgF.

Die baulichen Abschirmungen der zu errichtenden neuen Gebäude für die Strahlengeneratoren wurden nach Maßgabe der Pläne für den Betrieb so ausgelegt, sodass die Einhaltung der höchstzulässigen Werte der Ganzkörper- und Teilkörperdosen für strahlenexponierte Arbeitskräfte und Einzelpersonen der Bevölkerung gewährleistet ist.

Die Aktivitätsabgabe über die Pfade Luft und Wasser führen zu keiner Strahlenexposition für strahlenexponierte Arbeitskräfte und Einzelpersonen der Bevölkerung über dem Grenzwert der Strahlenschutzgesetzgebung.

Bei einer allfälligen Dekommissionierung der Anlage (Gesamt- oder Teilanlagen) sind jegliche Materialien (Anlagenteile, Komponenten, Abschirmmaterialien inkl. Mauerwerke usw.) einer behördlichen Freigabe zuzuführen (Freimessung) oder als radiologischer Abfall zu entsorgen.

Durch die Ausführung der Strahleneinrichtungen, sowie der vorgesehenen Schutz- und Sicherheitseinrichtungen bzw. -mechanismen als auch durch die Ausführungen des Gebäudes ist gewährleistet, dass Personen (ausgenommen der Patient) bei Betrieb der Anlagen nicht in das ungeschwächte Nutzstrahlenbündel gelangen oder hineingreifen und in die Strahlenbereiche des Beschleunigers gelangen können.

Ein Interlock-System in Verbindung mit einem Personensicherheitssystem gewährleistet, dass die Beschleunigung und der Transport des Strahls nur bei geschlossener Anlage und bei Vakuum in den Kammern und Strahlführungen angefahren werden kann.

Entsprechende Dosisleistungsmessgeräte sichern eine Redundanz der Absicherung der begehbaren Bereiche bei Normalbetrieb und etwaigen Zwischenfällen, wobei außerdem bei erhöhten Dosisleistungen eine Sicherung des Strahls oder durch eine Abschaltung der Anlage (Hochspannung) erfolgt.

Mediendurchführungen (Strom, Gase, etc) werden so ausgebildet, dass sie „versetzt“ ausgeführt werden und eventuell mit einer zusätzlichen Abschirmung versehen werden.

Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Änderungen an den Anordnungen der Strahleneinrichtungen dürfen generell nur bei niedergefahrener Hochspannung durchgeführt werden.

Das Bedienpersonal (Operatoren, Medizinphysiker, Strahlenschutzpersonal, etc.) gilt bei der betriebsmäßigen Verwendung und Bedienung der Strahleneinrichtungen generell als strahlenexponierte Arbeitskräfte der Kategorie B im Sinne der AllgStrSchV 2020.

Die übergebenen Unterlagen betreffend Bauausführung mit Maßen und Wandstärken, als auch die Unterlagen betreffend Maßnahmen beim Normalbetrieb als auch für betriebliche Störfälle und Gefahrenquellen, sowie das spezielle anlagenbezogenen Sicherheitskonzept samt Störfallanalyse sowie Notfallplanung gelten für die Strahlenschutzsachverständigen als wesentliche Entscheidungsgrundlage. Falls Änderungen diesbezüglich durchgeführt werden ist aus Sicht der Strahlenschutzsachverständigen eine neuerliche Prüfung erforderlich.

Sollte geplant werden die Strahlenparameter zu ändern oder Targets bzw. Strahldeponierungen mit höherer Wechselwirkungsrate zum Einsatz kommen zu lassen, erfordert dies aber konsequent eine Neuberechnung der Direktstrahlung und der Aktivierungen.

Die Sicherheitseinrichtungen für die Röntgeneinrichtungen (CTs und Positioniersysteme) werden sinngemäß angewendet und sichern auch hier die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen.

Eine Gefährdung durch ionisierende Strahlung ist daher bei projektspezifischer Ausführung und Einhaltung der nachfolgenden Auflagen nicht zu erwarten.

Gleichzeitig wird vorgeschlagen, dass die Ausführung des Vorhabens und die Einhaltung der geforderten Auflagen von den sachlich zuständigen Strahlenschutzsachverständigen während der Errichtungsphase, des Probetriebes und der endgültigen Betriebsbewilligungsphase begleitend überwacht werden sollte.

Auflagen:

1. Bei der Bauausführung ist darauf zu achten, dass die Strahlenschutz-Umfassungsbauteile homogen errichtet werden und die in den betreffenden Unterlagen und Ausführungen angegebenen Abmessungen, Materialien und Dichtewerte eingehalten werden. Es ist zu gewährleisten, dass die ausgeführten Betonqualitäten (insbesondere Wassergehalte und Dichten) äquivalent zu den Betonqualitäten sind, welche den Berechnungen zugrunde liegen.
Für jede verwendete Betonsorte sind pro Umfassungsbauteil mindestens 2 Proben

zu ziehen. Vor Beginn der Bauarbeiten ist der Behörde ein diesbezüglicher Probenziehungsplan zur Beurteilung vorzulegen.

Diese Proben sind hinsichtlich der vorher angeführten Parameter von einer akkreditierten Prüfanstalt untersuchen zu lassen. Die Prüfungsergebnisse sind nach Fertigstellung der Anlage der Behörde vorzulegen.

2. Die Unterlagen über die Bauausführung sind geordnet aufzubewahren, wobei insbesondere folgende Nachweise zur Einsicht durch die Behörde vorliegen müssen.

- Nachweise über begleitende Messungen,
- Dokumentation über Rückstellproben,
- Firmenmäßig gezeichnete Bestätigungen der zuständigen Firmen über projekt- und planmäßige Errichtung,
- Arbeitsanweisungen,
- Bedienungsanleitungen,
- Prüfpläne,
- Prüfprotokolle über diverse Abnahmeprüfungen (Beschleuniger, Gantry, Röntgeneinrichtungen, Interlock).

Es ist eine begleitende Kontrolle mittels Stichproben und im Einvernehmen mit den Strahlenschutz-Sachverständigen im Zuge der Bauausführung durchzuführen.

3. Es ist Vorsorge zu treffen, dass allenfalls später erforderliche Maßnahmen zur zusätzlichen lokalen Strahlenabschirmung (z.B. bei Durchführungen, Wänden, Leitungen, etc.) durchgeführt werden können.

4. An den Türen zu den Strahlenanwendungsräumen ist an der Zutrittseite das Strahlenwarnzeichen und die Aufschrift: "Vorsicht Strahlung - kein Zutritt" in gut lesbarer und dauerhafter Form anzubringen. Der unbefugte Zutritt zu den Strahlenanwendungsräumen ist zu verhindern. An den Zugängen sind entsprechende Warnlampen (gemäß dem vorliegenden Zutrittssystem) anzubringen, sodass die Gefährdung durch ionisierende Strahlung eindeutig erkennbar ist.

Die Strahlenanwendungsräume müssen jederzeit verlassen werden können.

5. Die Aufstellung des Zyklotrons im Beschleunigerraum (Bunker) des IR5 ist derart vorzunehmen, dass seine Lage der eingezeichneten Position in den eingereichten Plänen entspricht.

6. Im Bereich der Eintrittstüre zum IR5 müssen auf einem Schild deutlich sichtbar zumindest folgende Daten angegeben sein:

- Teilchenarten (Protonen),

- maximale Teilchenenergie,
 - maximaler Strahlstrom,
 - Neutronen- und Gamma-Dosisleistung an einem ausgewählten Punkt der Extraktionslinie (außerhalb des Protonenstrahls).
7. Außerhalb beim Zugang des Bestrahlungsraumes IR5 ist der Betrieb der Strahlenanlage und der Bestrahlungseinrichtungen durch ein Leuchtschild anzuzeigen. Zusätzlich sind akustisch oder optische Warnungen (Ampelanlagen) für die Anzeige wichtiger Betriebszustände (z.B. elektrisch, HV Ein, Magnet ein, Kontrollgang) sowie Anzeigen für die Dosisleistungsmessungen zu installieren. Eine Tabelle wichtiger Betriebszustände ist im Einvernehmen mit den Strahlenschutz-Gutachtern zu entwickeln. Für die Inbetriebnahme ist eine vergleichbare Anzeige / Signalisierung bei den relevanten Zugängen zu installieren.
 8. Eine genügende Anzahl von NOT-AUS Druckknöpfen, welche mindestens in einem jährlichen Intervall überprüft werden müssen, muss aus Sicherheits- und Strahlenschutzgründen in der Strahlenanlage vorhanden sein. Zusätzlich ist jeder Ausgang der Strahleneinrichtung mit einem NOT-AUF System auszustatten, sodass ein jederzeitiges Verlassen der Strahlenanlage möglich ist.
 9. Die Druckstaffelung ist so aufrecht zu erhalten, dass eine gerichtete Luftströmung in Richtung Fortluft aufrechterhalten wird. Dabei ist eine ausreichende Zeitverzögerung und die Durchführung einer Aktivitätsmessung zu berücksichtigen.
 10. Das neu zu errichtende Gebäude samt Beschleuniger, Strahlführung und Bestrahlungseinrichtung muss entsprechend den Maßangaben, welche in den entsprechenden Layout-Plänen mit den entsprechenden Maßen und Wandstärken, sowie Abständen zu den einzelnen Strahleneinrichtungen, wiedergegeben sind, ausgeführt werden.
 11. Der Fußboden als auch die Wände bis in 2 Meter Höhe im Beschleunigerraum (Bunker) müssen leicht abwaschbar und dekontaminierfähig ausgeführt werden.
 12. Der Status der Druckdifferenzen ist zumindest im lokalen Kontrollraum anzuzeigen. Bei Störung eines Druckunterschiedes ist auch ein optischer (akustischer) Alarm auszulösen.
 13. Die radioaktivitätsführenden Abluftleitungen sind zu kennzeichnen, woraus hervorgehen muss, dass sie kontaminierte Luft führen können. Außerdem muss daraus ersichtlich sein, welchem Abluftsystem sie zugeordnet sind.

14. Die Abluftleitungen müssen gegen Korrosion geschützt und innen abriebfest bzw. glatt sein. Das Abluftsystem muss an repräsentativen Stellen zu Prüfzwecken zugänglich sein (Prüflöcher).
15. Es ist eine Strahlenschutzbauzeichnung (letztendliche Ausführungspläne sowie Schnittpläne inkl. Angabe der genauen Anordnung der Beschleunigeranlage, der Verlustpunkte sowie der Strahlführung) zu erstellen. Die Einreichpläne können als Grundlage dafür herangezogen werden.
16. Es sind entsprechende Vorkehrungen für die Patienten zu treffen (Umkleidekabinen für Patienten versperrbar, Hinweisschilder, Kennzeichnungen, Zutrittssicherungen). Jedenfalls müssen Maßnahmen ergriffen werden, die verhindern, dass sich Patienten unbeaufsichtigt in Strahlen- bzw. Gefahrenbereichen aufhalten können.
17. Das bestehende interne Kommunikationssystem ist hinsichtlich „IR5“ zu erweitern (LCR, Beschleunigerraum, Bestrahlungsraum).
18. Es ist Vorsorge zu treffen, dass eine Notstromversorgung vorhanden ist, die bei Netzausfall in der Lage ist, sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen wie Notbeleuchtung, Überwachungsmesseinrichtungen und sonstige wichtige Antriebe usw. weiterhin mit Energie zu versorgen, insbesondere für den Patientenraum IR5.
19. Die endgültige technische Ausführung der Abluftführung von IR5 ist darzulegen und das Einvernehmen mit der Behörde und den Strahlenschutz-Gutachtern herzustellen.
20. Es ist Vorsorge zu treffen, dass bereits vor Probetrieb die notwendige Art und Anzahl von Dosisleistungs-/Dosismessgeräten sowie Aktivitätsmessgeräten für die Anlagen,- Umgebungs- und Personenüberwachung im Einvernehmen mit der Behörde, betriebsbereit zur Verfügung stehen.
21. Die notwendigen eichfähigen Strahlenschutzmessgeräte (Photonendosisleistungs-, sowie Neutronendosisleistungsmessgerät) müssen entsprechend nach Installation und beim Probetrieb auf die entsprechenden Warn- und Überwachungswerte eingestellt werden und geeicht sein. Ebenso sind die zur Kontaminations- und Aktivitätskontrolle notwendigen eichfähigen Messgeräte entsprechend durch eine akkreditierte Prüfanstalt auf den entsprechenden Überwachungswert einzustellen und zu kalibrieren bzw. zu eichen.
22. Die physikalische Kontrolle der Arbeitskräfte, welche beim IR5 beschäftigt sind, hat entsprechend dem vorhandenen Personendosimetrie-Konzept zu erfolgen.

23. Die vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen zu ermittelnden Kalibrierfaktoren für die Abluftaktivitätsmessstellen sind hinsichtlich der zu bestimmenden Größen - Aktivitätskonzentration und Aktivitätsabgabe (zusätzlich bei Bilanzmessstelle) - nachvollziehbar umzusetzen (die mögliche Änderung der Kalibrierfaktoren durch den Betrieb von IR5 ist zu berücksichtigen).
24. Die Schwellwerte (Alarmschwellen) bei den Messwertanzeigen hinsichtlich der eventuellen Raumluft-Aktivitätskonzentrationen und der Photonen-Dosisleistungen in den einzelnen Räumlichkeiten sind unter Einbeziehung des Strahlenschutzbeauftragten und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Erprobung der Anlage entsprechend einzustellen.
25. Für die technischen Komponenten der Beschleunigeranlage sind Nachweise über die notwendigen Abnahmeprüfungen (z.B. technische Beschreibungen und Anleitungen für den Umgang und den Anwendungsbereich; eventuelle Gefährdungspotentiale) und so weit möglich Konformitätserklärungen vorzulegen.
26. Alle etwaigen Strahlenschutzbehälter (Sammel- bzw. Standbehälter, Transportbehälter) sowie Strahlenschutztresore müssen gemäß ÖNORM S 5225 mit dem Strahlenwarnzeichen und mit dem Vermerk "RADIOAKTIV" gekennzeichnet sein. Zusätzlich sind das Wandmaterial und die Wanddicke deutlich und dauerhaft anzugeben.
Strahlenschutzbehälter, die flüssige radioaktive Stoffe beinhalten, müssen so viel saugfähiges Material enthalten, dass von diesem die ganze Flüssigkeitsmenge aufgenommen werden kann.
27. Eine Beschreibung bzw. technische Präzisierung von Feuer- und Rauchmeldesystemen ist vorzulegen, insbesondere die Eignung des Messkonzepts und der Systeme in Bereichen mit ionisierender Strahlung ist nachzuweisen.
28. Das Interlocksystem mit den einbezogenen Teilsystemen und Aktuatoren ist hinsichtlich der Mechanismen und Prozeduren in einem Sicherheitshandbuch zu dokumentieren. Teil dieses Sicherheitshandbuches müssen auch Anweisungen bzw. Beschreibungen technischer Realisierungen und die Organisation der Zugangskontrollen mit Absuchprozeduren sein.
29. Es ist ein Strahlenschutzbeauftragter und die entsprechende Anzahl von weiteren Strahlenschutzbeauftragten (24 h Betrieb) zu nominieren und der Behörde bekannt zu geben, sodass die jederzeitige Anwesenheitspflicht gegeben ist. Der Strahlenschutzbeauftragte muss aus dem technischen Bereich/Beschleunigerbereich

kommen. Eine Person, die mit der Wahrnehmung des Strahlenschutzes betraut ist, muss für den Beschleunigerbetrieb anwesend sein, zusätzlich muss eine weitere Person, die mit der Wahrnehmung des Strahlenschutzes betraut ist, für den medizinischen Betrieb gleichzeitig anwesend sein. Die angeführten Personen müssen bereits vor Aufnahme der Erprobung der Anlage zur Verfügung stehen.

30. Eine detaillierte Darstellung der Strahlenschutzorganisation mit Namen und Qualifikation der Personen für ggf. Mehrschichtbetrieb ist vor Aufnahme des technischen Probetriebes vorzulegen. Vor Aufnahme des Probetriebes an den medizinischen Komponenten ist auch eine entsprechende Darstellung der Organisation der Medizinphysik vorzulegen. (Organigramme).
31. Die örtlich zuständige Feuerwehr (Betriebs- oder Berufsfeuerwehr) ist vom Standort der Anlage (Strahlenanlage und Bestrahlungseinrichtung) nachweislich zu verständigen und über die Gefahren und Sicherheitsvorkehrungen nachweislich zu informieren. Außerdem ist das Gebäude sowie zugehörige Anlage in den zu erstellenden Brandschutzplan aufzunehmen.
32. Es ist eine umfassende Anweisung zum Zugang zu den verschiedenen Bereichen am Beschleuniger inkl. Bestrahlungsraum vorzulegen. Darin sind Wartezeiten nach Strahlbetrieb, einzustellende Luftwechsel der verschiedenen Betriebsarten sowie die messtechnische Überwachung der Luftaktivierung zu berücksichtigen. Die Anweisung hat in der Anlage zur jederzeitigen behördlichen Einsicht aufgelegt zu werden.
33. Die für die Dosisleistungsmessungen der Strahlenschutzabteilung gegebenenfalls zusätzlich notwendigen Messgeräte (eichfähig) zur regelmäßigen Kontrollüberprüfung müssen beim Strahlenschutzbeauftragten oder den weiteren Personen vorrätig sein und sich in betriebsbereiten Zustand befinden. Entsprechende regelmäßige Messungen im Rahmen des Probetriebes, insbesondere bei neuen Versuchsanordnungen sind durchzuführen und darüber Aufzeichnungen anzulegen (Wiederholungsprüfplan).
34. Die Strahlenanlage und die betreffende Strahleneinrichtung dürfen nur von Personen betrieben werden, die für den Betrieb dieser Einrichtungen die erforderlichen Qualifikationen besitzen, über die speziellen Kenntnisse und Erfordernisse verfügen und in der Bedienung der Strahlenanlage und der betreffenden Strahleneinrichtungen nachweislich unterrichtet worden sind, sowie eine Ausbildung in Strahlenschutzbelangen, insbesondere auf die Strahlenanlage bezogen, nachweislich erhalten haben. Das Personal ist nachweislich ausreichend in

Strahlenschutzbelangen zu schulen und regelmäßig zu unterweisen. Insbesondere ist das Erkennen von Störungen und das richtige Verhalten bei Zwischenfällen zu erörtern und gegebenenfalls zu üben. Diese Unterweisungen sind vor Aufnahme der Tätigkeit danach mindestens einmal jährlich bzw. in Anlassfällen durchzuführen.

Über die Unterweisungen sind Aufzeichnungen zu führen.

35. Es ist eine Betriebsordnung zu erstellen, in der insbesondere festgestellt wird, welche Arbeiten von welchen Personen durchgeführt werden dürfen, wer bei Stör- bzw. Zwischenfällen zu verständigen ist etc. Diese Betriebsordnung ist dem Personal nachweislich zur Kenntnis zu bringen.

Je ein Exemplar davon ist an relevanten Orten zur jederzeitigen Einsichtnahme bereitzuhalten. Insbesondere ist in diese Betriebsordnung aufzunehmen, wenn zusätzlich zu dem amtlichen Personendosimeter, weitere entsprechende Personenüberwachungssysteme beim Betreten der Strahlenanlage insbesondere des Beschleunigerraumes und des Bestrahlungsraumes zu verwenden sind. Ebenso ist aufzunehmen, dass Tätigkeiten am Degrader erst nach einer entsprechenden Abklingzeit durchgeführt werden dürfen.

36. Die Qualitätssicherung für den medizinischen Beschleunigerbetrieb ist hinsichtlich der regelmäßigen Wiederholungsprüfungen (z.B. täglich, monatlich, ...) zur Einhaltung von Toleranzwerten in Form von Anweisungen festzulegen. Neben den Toleranzwerten sind auch Kriterien wie z.B. die Reinheit des Teilchenstrahls zu berücksichtigen. In die Qualitätssicherung ist auch der Betrieb der Ionenquelle insbesondere auch die Toleranzen der Betriebsparameter aufzunehmen bzw. kritische Abweichungen zu definieren, die eine Unterbrechung notwendig machen.

37. Zusätzlich zu den von der Projektwerberin angekündigten Anweisungen sind folgende Anweisungen auszuarbeiten und vorzulegen:

- Messkonzept zur Überwachung des Kühlwassers auf Aktivierung und aktivierte Korrosionsprodukte
- Durchzuführende Maßnahmen im Falle einer möglichen Inkorporation von radioaktiven Stoffen mit Benennung der zuständigen Inkorporationsmessstelle

38. Das anlagenbezogene Sicherheitskonzept samt Sicherheitsanalyse und Notfallplanung ist einzuhalten, allfällige Änderungen sind der zuständigen Behörde unverzüglich bekannt zu geben.

39. Es sind Strahlenschutzanweisungen auszuarbeiten, die die Handlungs- und Verfahrensvorgänge in Zusammenhang mit radioaktiven Aktivierungen im Gewebe der

Patienten berücksichtigt (Aufklärung und Einverständniserklärung der Patienten, Messungen am Patienten durch das Strahlenschutzpersonal, Entlassung des Patienten aus der Behandlung). Es sind Anweisungen zu formulieren, wie im Fall von potentiell möglichen Materialaktivierungen in Zusammenhang mit Implantaten und implantierten bzw. am Körper (von Patienten) getragenen Medizinprodukten vorzugehen ist. Bei Medizinprodukten ist grundsätzlich vor der Bestrahlung zu klären, ob das Medizinprodukt während oder in Folge der Bestrahlungen in seiner Funktion beeinträchtigt wird.

40. Vor Beginn der Inbetriebnahme der Beschleunigeranlage sind Aktivierungsrechnungen durchzuführen, die es ermöglichen, die Strahlenexposition bzw. den Strahlenschutz des Personals bei Shutdown-Arbeiten abzuschätzen bzw. zu optimieren und der Behörde vorzulegen. Diese Berechnungen müssen auch längerfristige Aktivierungen berücksichtigen (z.B. Degrader).
41. Aktivierte Austausch-Anlagenteile (z.B. Degrader) sind einer Kontrolle der Aktivität (langlebige und kurzlebige Radionuklide) zu unterziehen und entsprechend gesichert zu lagern.
42. Sollten die aktivierten Anlagenteile und radioaktive Strahlenquellen keiner bewilligten Verwendung zugeführt werden, dann sind diese einer befugten Stelle zur Entsorgung nachweislich zu übergeben.
43. Anweisungen für die Entsorgung und die Freigabe radioaktiver Stoffe / Abfälle sind der Behörde vorzulegen.
44. Es ist Vorsorge zu treffen, dass die Möglichkeit zur Sammlung und sicheren Lagerung des radioaktiven Abfalls sowie von Strahlenquellen (z.B. Kalibrierquellen usw.) und der sichere innerbetriebliche Transport radioaktiver Stoffe gegeben sind. Entsprechend abgeschirmte Standbehälter, Aufbewahrungseinrichtungen (Schutzbehälter, Strahlenschutztresore, abgeschirmte Bereiche etc.) und Transportbehälter sind in ausreichender Zahl vorzusehen. Die Festlegung dieser Transportbehälter für radioaktive Stoffe hat im Einvernehmen mit dem Strahlenschutzbeauftragten zu erfolgen.
45. Es ist Vorsorge zu treffen, dass zur Durchführung von Oberflächendekontaminationen die entsprechenden Einrichtungen und Ausstattung vor Beginn des Probetriebes vorhanden sind. Diese Vorsorge ist während des Probetriebes zu evaluieren und festzulegen.

46. Vor und während des Probetriebes ist durch geeignete Berechnungen und erforderlichenfalls durch geeignete Maßnahmen nachzuweisen, dass die Exposition durch externe und interne (Aktivitätsaufnahme) Strahlung die zulässigen Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden, wobei die Gesetze des Strahlenschutzes wie Rechtfertigung, Optimierung und ALARA in Betracht gezogen werden müssen.
47. Arbeiten an den Beschleuniger- und Bestrahlungseinrichtungen, bei denen eine Strahlenexposition (z.B. durch Komponenten- und Luftaktivierung) möglich ist, dürfen nur von entsprechend ausgebildetem und berechtigtem Personal unter Aufsicht des Strahlenschutzbeauftragten und unter nachvollziehbarer schriftlicher Dokumentation (Ersatzschutzmaßnahmen) durchgeführt werden.
48. Zum Zeitpunkt der Aufnahme des Probetriebes der Anlage müssen alle Pegelwächter und Sicherheitseinrichtungen in funktionstüchtigem Zustand sein, alle Strahlenschutzmessgeräte vorhanden und die Lüftungsanlage voll funktionstüchtig sein und betrieben werden. Die Funktionen der eingebauten und eingesetzten Sicherheitsabschaltungen sind vor Inbetriebnahme und während des Probetriebes der Strahlen- und Bestrahlungseinrichtungen nachweislich zu überprüfen. Darüber sind Aufzeichnungen zu führen (Wiederholungsprüfplan).
49. Es ist ab dem Probetrieb eine übersichtliche Protokollierung des Beschleunigerbetriebs mit Protonenparametern (Ströme, Energien) im Sinne einer Bilanzierung vorzunehmen.
50. Eine Abnahme des Zugangskontrollsystems und der aktuellen Messnetze ist vorzusehen; der Probetrieb mit anderen Abschnittseinteilungen ist separat zu betrachten. Dies hat im Einvernehmen mit der Behörde zu erfolgen.
51. Vor dem Beginn des Probetriebes ist ein Messprogramm für Dosisleistungsmessungen im Einvernehmen mit der Behörde zu erstellen.
Aufgrund der Ergebnisse der Dosisleistungsmessungen kann die Installation zusätzlicher passiver und aktiver Messsysteme notwendig werden.
52. Nach Errichtung der diagnostischen Röntgeneinrichtungen sind diese einer messtechnischen Prüfung gemäß ÖNORM S 5214-1 durch hierfür befugte Stellen zu unterziehen. Allfällige, im Messgutachten als erforderlich bezeichnete Maßnahmen sind ehestens zu erfüllen.
53. Zumindest im lokalen Kontrollraum (LCR) müssen für das Zyklotron zumindest die Betriebsparameter Strahlstrom, Strahlmodus, Strahlziel sowie Anzeige sämtlicher

Strahldiagnoseelemente ersichtlich sein. Außerdem müssen adäquate Parameter für den medizinischen Strahlbetrieb ersichtlich sein.

54. Die Überwachung der Patienten im Strahlenanwendungsräumen muss durch eine Sicht- und Sprechverbindung zumindest zum lokalen Kontrollraum gewährleistet sein.
55. Eine Protokollierung des Betriebs im Sinne der Bilanzierung der radioaktiven Abluft und der Einhaltung der Jahresgrenzwerte ist durchzuführen.
56. Während der gesamten Nutzungsdauer der Strahleneinrichtung und gegebenenfalls in der Nachbetriebsphase (Dekommissionierung) derselben, müssen die von den Lieferfirmen und Institutionen (TÜV, BEV etc.) vorgeschriebenen Inspektionen, Wartungsarbeiten und Überprüfungen der Strahlenanlage und des Strahlenüberwachungssystems entsprechend durchgeführt und protokolliert werden.
Es ist ein Wiederholungsprüfplan im Einvernehmen mit den betroffenen Firmen und Institutionen zu erstellen. Der Wiederholungsprüfplan ist im Laufe des Probetriebes im Einvernehmen mit der Behörde an die Erfordernisse des Betriebes anzupassen.
57. In einem Zyklotron-Betriebsbuch sowie in einem Bestrahlungsraum-Betriebsbuch sind Mängel, Unregelmäßigkeiten und besondere Vorkommnisse festzuhalten. Die dabei eventuell höher auftretenden Dosisleistungen und Luftaktivitätskonzentrationen sowie ggf. die erhaltenen Dosiswerte sind zu protokollieren.
58. Es muss gewährleistet sein, dass durch die Gebäudefugen keine Schwächung der Abschirmwirkung der Gesamtanordnung gegeben ist (z.B. versetzte Anordnung, adäquates Füllmaterial).
59. Bewegliche Abschirmeinrichtungen sind so auszuführen, dass die Gesamtabschirmwirkung gewährleistet ist.
60. Die Unterlagen für den Probetrieb der Anlagen sind geordnet aufzubewahren, wobei insbesondere folgende Nachweise zur Einsicht durch die Behörde vorliegen müssen:
 - Nachweise über begleitende Messungen (z.B. Dosisleistungsmessungen; Luftaktivitätsmessungen)
 - firmenmäßig gezeichnete Bestätigungen der zuständigen Firmen über projekt- und planmäßige Errichtung der Anlagen
 - Arbeitsanweisungen
 - Bedienungsanleitungen

- Wiederholungsprüfplan
- Prüfpläne
- Prüfprotokolle über diverse Abnahmeprüfungen (Beschleuniger, Gantry, Röntgen-einrichtungen, Interlock).

61. Die Ausführung des Vorhabens und die Einhaltung der geforderten Auflagen sind von der Behörde während der Errichtungsphase, des Probetriebes und des Betriebes begleitend zu überwachen.

62. Es ist ein Betriebskonzept vorzulegen, in welchem auch die asynchronen Betriebsweisen von MedAustron IR1 bis IR4 zum neuen IR5 betrachtet werden.(z.B. Strahlbetrieb IR5 bei gleichzeitigem Wartungsbetrieb IR1-IR4 inkl. Synchrotron und HEBT).

Hinweise:

- Erforderliche Zertifizierung nach Medizinproduktegesetz und Vorlage einer Risikoanalyse für Fehlbestrahlungen
- Falls der Betrieb der Anlage durch eine Fremdfirma im Auftrag von MedAustron erfolgen sollte, muss eine vertragliche Regelung mit genauer Abgrenzung der Tätigkeiten mit Rechten und Pflichten vorhanden sein. Die grundsätzliche Verantwortung für den Strahlenschutz trägt die Bewilligungsinhaberin (MedAustron).
- Auf eine allfällige Bewilligungspflicht gemäß StrStchG2020 für Firmen, die Tätigkeiten bei der MedAustron (IR5) durchführen, wird hingewiesen.


Univ.-Lektor Dr. Alfred HEFNER


Dr. Georg FEHRENBACHER

Datum: 28. Februar 2024


Dipl.Ing. Gerhard SEIFRITZ