

BERICHTERSTATTUNG
DER VON EINZELPERSONEN DER BEVÖLKERUNG
ERHALTENEN EXPOSITION NACH § 101
STRLSCHV FÜR DAS JAHR 2022

DIESER BERICHT UMFASST: 11 SEITEN



KASINOSTRAßE 60
64293 DARMSTADT
☎ : +49 6151/9279 23
FAX : +49 611/327 65 9000
📧 : CHRISTIAN.HEID@HLNUG.HESSEN.DE

AKTENZEICHEN : I5 - 99 E 08
BEARBEITER : I5 - HE
4. AUGUST 2023

Berichterstattung der von Einzelpersonen der Bevölkerung erhaltenen Exposition nach § 101 StrlSchV

Jahr 2022

Inhalt

1	Einleitung und rechtlicher Hintergrund	1
2	Grundsätzliches Vorgehen	2
2.1	Ermittlung möglicher Aufenthaltsorte von Einzelpersonen der Bevölkerung	2
2.2	Feststellung der möglichen Zeiten einer Exposition	2
2.3	Ermittlung der Aufenthaltszeiten bzw. Aufenthaltsfaktoren	3
2.4	Ermittlung der Ortsdosisleistung.....	3
3	Durchführung an Brachytherapieeinrichtungen	3
3.1	Klinikum Darmstadt GmbH, Grafenstraße 9, 64283 Darmstadt	3
3.2	RNS Gemeinschaftspraxis GbR, Beethovenstraße 20, 65189 Wiesbaden	5
3.3	Fazit	6
4	Vergleichende Gegenüberstellung der erhaltenen Exposition und der Strahlenexposition durch natürliche Quellen.....	6
5	Anhänge.....	7
5.1	Messwerte Klinikum Darmstadt, Grafenstraße 9, 64283 Darmstadt.....	7
5.2	Messwerte RNS Gemeinschaftspraxis GbR, Beethovenstraße 20, 65189 Wiesbaden	9

1 Einleitung und rechtlicher Hintergrund

Der Gesetzgeber hat vorgegeben, dass Einzelpersonen der Bevölkerung keine höhere Exposition als 1 mSv im Jahr durch von Menschen verursachte ionisierende Strahlung erhalten sollen (§ 80 StrlSchG). Die Einhaltung dieses Grenzwerts für die effektive Dosis für die Einzelperson der Bevölkerung muss, wer Umgang mit radioaktiven Stoffen hat oder wer eine Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung (z.B. Beschleuniger) betreibt, im Rahmen von Genehmigungen oder Anzeigen von Tätigkeiten, nachweisen. Dabei werden meist konservative Annahmen getroffen, so dass die Einhaltung des Expositions Kriteriums garantiert ist.

Bei Genehmigungs- oder Anzeigeverfahren werden in der Regel nur eine Quelle oder örtlich zusammenwirkende Quellen in derselben Einrichtung betrachtet (Quellenbezug). Die geforderte Einhaltung des Grenzwerts für die Exposition der Einzelperson der Bevölkerung berücksichtigt jedoch Expositionen aus verschiedenen Quellen ggf. aus anderen Einrichtungen, also in der Summe (Personenbezug). Um das Zusammenwirken verschiedener Quellen bei der Exposition der Einzelperson der Bevölkerung bewerten zu können, soll für jede genehmigungspflichtige Einrichtung (Quelle) die durch sie verursachte Exposition im Nachhinein ermittelt werden. Ziel ist gem. § 101

StrlSchV jährlich die von einer repräsentativen Person im vorhergehenden Kalenderjahr erhaltenen Körperdosen nach § 80 Absatz 1 und 2 StrlSchG zu ermitteln.

2 Grundsätzliches Vorgehen

Um die Exposition einer Einzelperson der Bevölkerung (EdB) im Sinne des StrlSchG retrospektiv zu ermitteln, wurden zuerst alle Einrichtungen ermittelt, an denen die Möglichkeit besteht, eine durch radioaktive Stoffe verursachte Strahlendosis zu erhalten. Dazu wurde auf das Hessische Strahlenschutzkataster SKAT-S zurückgegriffen. Einrichtungen zur Erzeugung ionisierender Strahlung hat Hessen vorerst ausgeklammert.

Um eine Strahlendosis in nennenswertem Umfang zu erhalten, muss man sich in der Nähe einer radioaktiven Quelle mit sehr hoher Aktivität aufhalten. Solche Quellen werden meist im medizinischen Bereich eingesetzt.

Im Jahr 2022 gab es in Hessen 1017 Anwender mit gültigen Grundgenehmigungen. Insgesamt stammen 358 Anwender aus dem medizinischem Bereich. Davon gehen 60 Anwender mit umschlossenen radioaktiven Stoffen und 116 Anwender mit offenen radioaktiven Stoffen zur Therapie-Anwendung um.

Verwendergruppen für radioaktive Stoffe in Hessen

Niedergelassene Ärzte	129
Behörden, Verbände	49
Forschung außerhalb der Hochschulen und Universitäten	35
Gewerbe	474
Krankenhäuser	103
Universitätskliniken (Medizin)	126
Produktion und Vertrieb	0
Universitäten und Hochschulen (Nicht Medizin)	101
Vertrieb (ausschließlich)	0

Um mit den begrenzten Ressourcen einen maximalen Output zu erzielen, wird Hessen einen gestuften Ansatz nehmen. Zuerst wird sich Hessen die Einrichtungen mit Umgang mit radioaktiven Stoffen ansehen (Expositionsmessungen), bei denen ob der großen Aktivitäten, mit den höchsten Expositionen für die Einzelperson der Bevölkerung gerechnet wird. Dies sind zuerst die hessischen Brachytherapiestationen sowie die hessischen Radio-Jod-Einrichtungen.

2.1 Ermittlung möglicher Aufenthaltsorte von Einzelpersonen der Bevölkerung

Bei jeder dieser Einrichtungen musste einzeln untersucht werden, an welchen Orten bzw. Flächen sich eine EdB im Sinne des StrlSchG aufhalten kann, sodass sie einer Direktstrahlung der untersuchten Einrichtung ausgesetzt war. Die räumlichen Begebenheiten lassen sich an Gebäudeplänen ablesen. Die tatsächliche Art der Nutzung aller Flächen, beispielsweise ob EdB überhaupt Zutritt haben, lässt sich aber meist nur durch eine Begehung erschließen.

2.2 Feststellung der möglichen Zeiten einer Exposition

Für jede Einrichtung ist zu ermitteln, zu welchen Zeiten eine Exposition stattgefunden haben kann. Bei medizinischen Anwendungen ist z. B. zu ermitteln, wieviel Behandlungen über das Jahr stattgefunden haben und in welchen Zeiten die Behandlungen üblicherweise geschahen.

2.3 Ermittlung der Aufenthaltszeiten bzw. Aufenthaltsfaktoren

Für jeden dieser Orte muss realitätsnah die Aufenthaltszeit einer EdB ermittelt werden. Daraus kann der Aufenthaltsfaktor abgeleitet werden. Sind keine Aufenthaltsfaktoren zu ermitteln, wird auf die Annahmen der DIN 6844 Teil 3 zurückgegriffen.

2.4 Ermittlung der Ortsdosisleistung

Um möglichst realitätsnah die Ortsdosisleistung zu ermitteln, werden an ausgewählten Orten Messungen mit ODL-Sonden vorgenommen. Dabei werden Orte gewählt, die möglichst nahe der Quelle liegen und öffentlich zugänglich sind. Die Ortsdosisleistung an dahinterliegenden Orten wird konservativ ohne Berücksichtigung zusätzlicher Abschirmungen über die Entfernung abgeschätzt.

Anhand der Ortsdosisleistung, der Dauer des Strahlenfeldes und der Aufenthaltsfaktoren kann dann der ungünstigste Aufpunkt, also die Stelle mit der höchsten Jahresdosis, ermittelt werden.

3 Durchführung an Brachytherapieeinrichtungen

Hessen hat seine Messkampagne zur Bestimmung der retrospektiven Exposition von EdB in 2022 an Brachytherapieeinrichtungen begonnen. Zwei Brachytherapiestationen konnten vermessen werden. Die Messungen vor Ort wurden mit vier Sonden vom Typ MIRA-100-L4-B mit einem Messbereich von 10 nSv/h bis 10 Sv/h durchgeführt. Vorab wurde ggf. die radiologisch ungünstigste Einwirkstelle mit einem Dosisleistungsmessgerät RadEye G-10 untersucht.

3.1 Klinikum Darmstadt GmbH, Grafenstraße 9, 64283 Darmstadt

Im Institut für Radioonkologie und Strahlentherapie des Klinikum Darmstadt wurde an fünf verschiedenen Punkten die Ortsdosisleistung während zweier Bestrahlungen gemessen. Es handelte sich dabei um intracavitäre Brachytherapien bei Endometrium-Carzinom, die fraktioniert mit lokaler Dosis von 8 Gy erfolgt. Das ist die höchste angewendete Dosis, die bei 9 von 10 Patienten angewendet wird; in den restlichen Fällen ist die applizierte Dosis geringer. Da die Messung zwei Wochen nach Wechsel der Quelle erfolgte, war die Strahlzeit mit 6 Minuten relativ kurz. Die Aktivität der Ir 192-Quelle betrug dabei 264 GBq.

Lage und gemessene Dosis der untersuchten Orte:

Punkt	Beschreibung	Ebene	Abstand Quelle [cm]	gemessene Dosisleistung [nSv/h]	berechnete Dosisleistung [nSv/h]	Aufenthaltsfaktor
6	Flur 1 südlich	1.UG	177	391 ± 18	4	0,1
	Gebäude südl.	1.UG	1826			1
7	Treppenhaus östlich	1.UG	175	< 17		0,1
9	Flur 2 nördlich	1.UG	350	117 ± 9	5	0,1
	Raum U 21 nördl.	1.UG	1670			1
12	Flur 3 (CT)	EG	240	3597 ± 136		0,1
12'	Flur 4 (Archiv)	2.UG	240	1988 ± 77		0,1
1	Flur 5 westlich	1.UG	1072	< 18		0,1

Die Messpunkte wurden so gewählt, dass sie der Quelle in Raum U 24 am nächsten liegen und für eine EdB erreichbar sind.

Punkt 6, Flur 1 südlich

In südlicher Richtung befinden sich weitere Flure und Büros von Ärzten des Instituts (U 45 u.a.). Weiter in 18,4 m Entfernung zur Quelle liegt das nächste Gebäude, an denen sich wieder EdB aufhalten können.

Punkt 7, Treppenhaus östlich

In östlicher Richtung grenzt der Neubau mit einem Treppenhaus an, der durch eine zusätzliche Brandwand abgeschirmt ist. Hier konnte keine Dosis festgestellt werden, alle dahinterliegenden Bereiche werden daher nicht betrachtet.

Punkt 9, Flur 2 nördlich

An den Flur grenzen Toiletten (T=0,1) und ein weiterer Raum des Instituts an, dahinter liegen durch einen weiteren Flur getrennt weitere Räume (U 21 u.a.), an denen sich EdB aufhalten können.

Punkt 1, Flur 5 westlich

Dieser Punkt wird durch zwei dem Afterloading-Raum angrenzende Räume (Applikationsraum U 25 und Schaltraum U 23) abgeschirmt.

Punkt 12, Flur 3

Der Flur verläuft in Nord-Süd-Richtung, östlich befindet sich wieder die Brandschutzmauer und westlich ein Computer-Tomographie-Raum. Zu letzterem haben nur Patienten und Personal des Instituts Zutritt.

Punkt 12', Flur 4

Dieser Flur ist nur für Klinikpersonal mit einem Schlüssel erreichbar. Der Flur verläuft in Nord-Süd-Richtung, östlich befindet sich wieder die Brandschutzmauer und westlich das Röntgen-Archiv. Zu diesem hat nur das Personal des Instituts für diagnostische Radiologie (Neuroradiologie und Nuklearmedizin) Zutritt.

Mit durchschnittlich 36 nSv pro Applikation erhält also eine EdB an Punkt 12 die höchste Dosis. Im Jahr 2022 wurden laut Auskunft des SSB nur 49 Bestrahlungen durchgeführt, die Jahresdosis für eine Einzelperson der Bevölkerung beläuft sich somit auf 1,8 µSv.

Bei einem genehmigten Umgang mit 520 Applikationen im Jahr ergäbe sich maximal eine Jahresdosis von 18,7 µSv.

3.2 RNS Gemeinschaftspraxis GbR, Beethovenstraße 20, 65189 Wiesbaden

In der Brachytherapieeinrichtung im St. Josefs-Hospital Wiesbaden wurde an vier verschiedenen Punkten die Ortsdosisleistung während zweier Bestrahlungen gemessen. Es handelte sich dabei um simulierte Bestrahlungen mit einem Phantom. Die Zeit wurde mit 230 Sekunden dabei so gewählt, als ob eine lokale Dosis von 5 Gy appliziert würde. Das ist die höchste angewendete Dosis, die fraktioniert bei der zervikalen Brachytherapie angewendet wird. Die Aktivität der Ir 192-Quelle betrug dabei 288 GBq.

Lage und gemessene Dosisleistung der untersuchten Orte:

Punkt	Beschreibung	Ebene	Abstand Quelle [cm]	gemessene Dosisleistung [nSv/h]	berechnete Dosisleistung [nSv/h]	Aufenthaltsfaktor
A	Warteraum	1.UG	472	523 ± 22	118	0,1
	Technikraum	1.UG	992			0,1
	Abstellraum	1.UG	1165			0,1
I	Toilette	1.UG	1042	< 17		0,1
H	Wiese	EG	352	< 15		0,3
E'	Schaltraum Mitte	1.UG	383	3483 ± 131	1291	0
	Schaltraum, Weg zum Beschleuniger	1.UG	629			0,01

Die Messpunkte wurden so gewählt, dass sie der Quelle im Brachytherapieraum am nächsten liegen und für eine EdB erreichbar sind.

Punkt A, Warteraum

In südwestlicher Richtung befinden sich der Warteraum, in dem sich nicht nur Patienten der Brachytherapie aufhalten, sondern auch solche, die auf eine Behandlung am Beschleuniger warten und somit zu den EdB gehören.

Südlich des Warteraums schließen sich ein Technikraum und ein Abstellraum an, zu denen nur das Personal Zutritt hat.

Punkt I, Toilette

In westlicher Richtung grenzt die Toilette an den Warteraum an, die EdB benützen können.

Punkt H, Wiese

Oberhalb des Brachytherapieraums befindet sich eine Wiese, die nach außen abgezaunt ist und nur vom Gebäude aus durch Klinikpersonal erreichbar ist (z.B. zur Zigarettenpause, T = 0,1).

Punkt E', Schaltraum Mitte

An diesem Punkt kann sich zwar keine EdB aufhalten, aber andere Patienten, die zum Beschleuniger gehen, durchqueren den Raum. Die Aufenthaltszeit beträgt dabei nur wenige Sekunden, daher wird der Aufenthaltsfaktor für den Weg zum Beschleuniger konservativ mit $T = 0,01$ abgeschätzt.

In östlicher Richtung des Brachytherapieraums befindet sich nur Erdreich, und in nördlicher Richtung liegt der Beschleuniger, der durch eine Wand aus Stahlbeton von 1,65 m Stärke abgeschirmt ist.

Mit durchschnittlich 3 nSv pro Applikation erhält also eine EdB an Punkt A (im Warteraum) die höchste Dosis. Im Jahr 2022 wurden laut Auskunft des SSB nur 68 Bestrahlungen durchgeführt, die Jahresdosis für eine Einzelperson der Bevölkerung beläuft sich somit auf 0,23 μ Sv.

Bei einem genehmigten Umgang bis zu 200 Applikationen im Jahr ergäbe sich maximal eine Jahresdosis von 0,7 μ Sv.

3.3 Fazit

In beiden untersuchten Einrichtungen lag die ermittelte Dosis sowohl für das Jahr 2022 als auch bei maximal genehmigter Betriebsauslastung unter 0,1 mSv. Die dabei verwendeten Aufenthaltsfaktoren nach DIN 6853 müssen als sehr konservativ angesehen werden. Eine Ermittlung der von Einzelpersonen der Bevölkerung erhaltenen effektiven Dosis nach § 101 Absatz 2 Nummer 4 ist in beiden Einrichtungen in den kommenden Jahren nicht erforderlich, solange sich an den Genehmigungsvoraussetzungen oder der Nutzung der Räumlichkeiten nichts ändert.

Übersicht Ergebnisse

Jahr	Einrichtung	Typ	Jahresdosis [mSv]	max. mögl. Jahresdosis [mSv]
2022	Klinikum Darmstadt GmbH, Grafenstraße 9, 64283 Darmstadt	Brachytherapie	0,0018	0,0187
2022	RNS Gemeinschaftspraxis GbR, Beethovenstraße 20, 65189 Wiesbaden	Brachytherapie	0,00023	0,0007

4 Vergleichende Gegenüberstellung der erhaltenen Exposition und der Strahlenexposition durch natürliche Quellen

Die Strahlenbelastung der Bevölkerung Deutschlands setzt sich durchschnittlich zusammen aus 2,1 mSv natürlicher und 1,7 mSv menschengemachter Strahlung (Abbildung 1), wobei letztere fast ausschließlich von medizinischen Anwendungen verursacht wird. Der Grenzwert für menschengemachte Expositionen beträgt ein Viertel der durchschnittlichen Strahlenbelastung. Die ermittelten Expositionen liegen weit darunter. Auch weiterhin ist keine Belastung über 0,1 mSv zu erwarten, was der Strahlenexposition einer Transatlantikreise mit Hin- und Rückflug Frankfurt – New York entspräche.

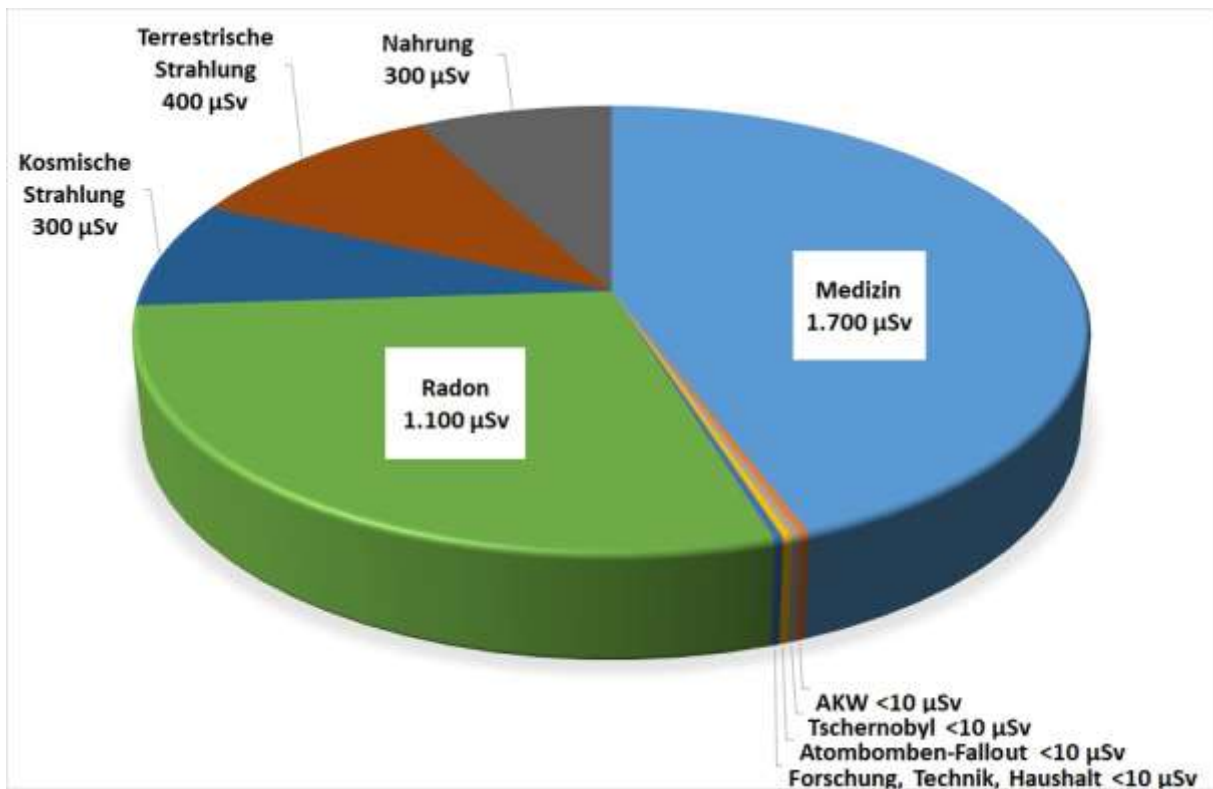
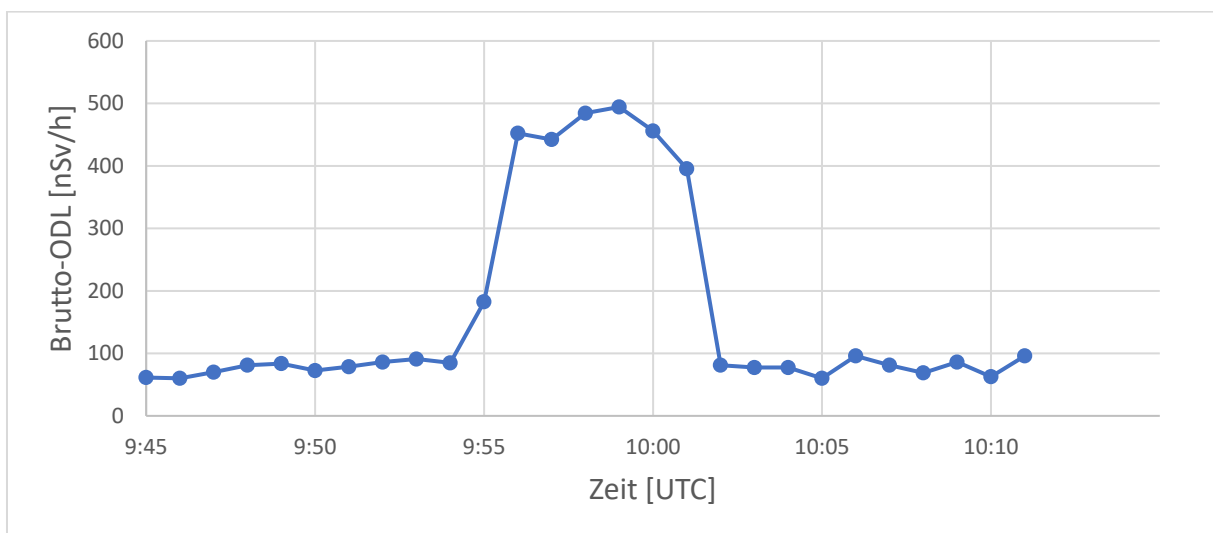


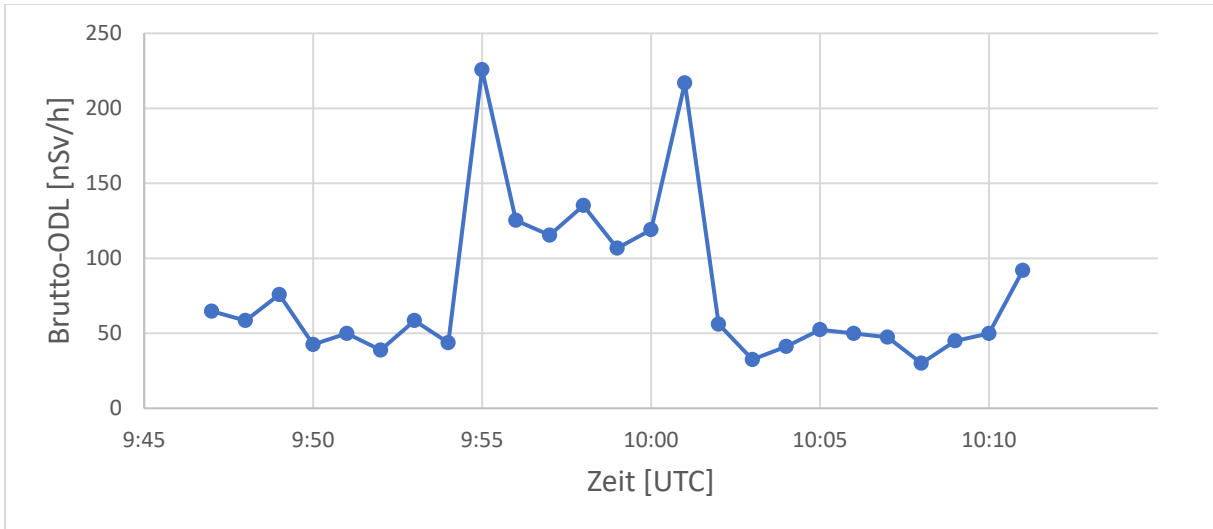
Abbildung 1: Durchschnittliche Strahlenbelastung des Menschen in Deutschland, Daten aus dem Parlamentsbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2018“

5 Anhänge

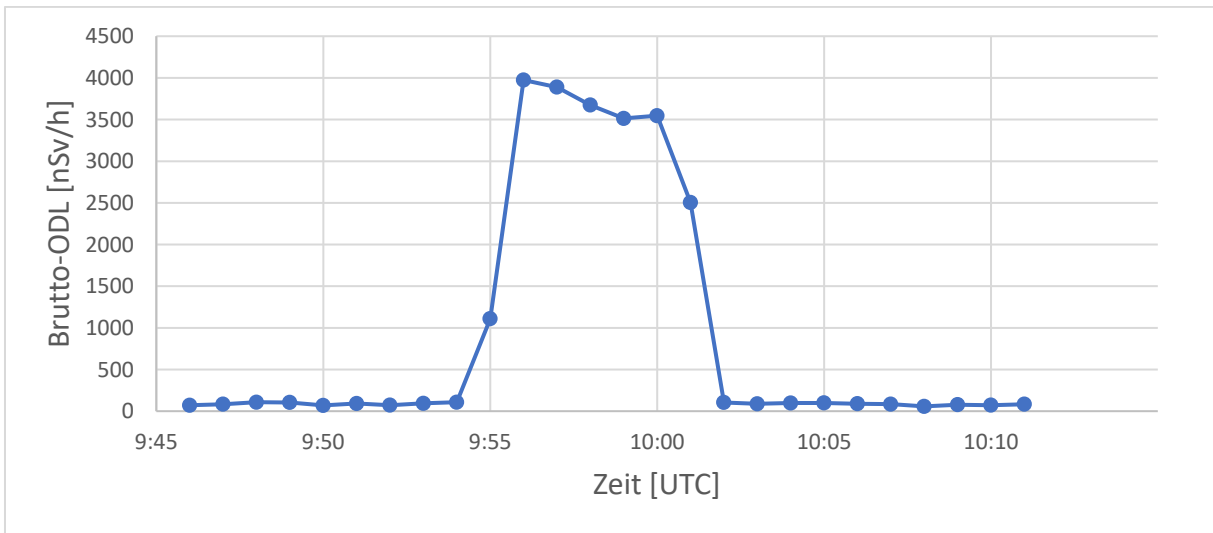
5.1 Messwerte Klinikum Darmstadt, Grafenstraße 9, 64283 Darmstadt



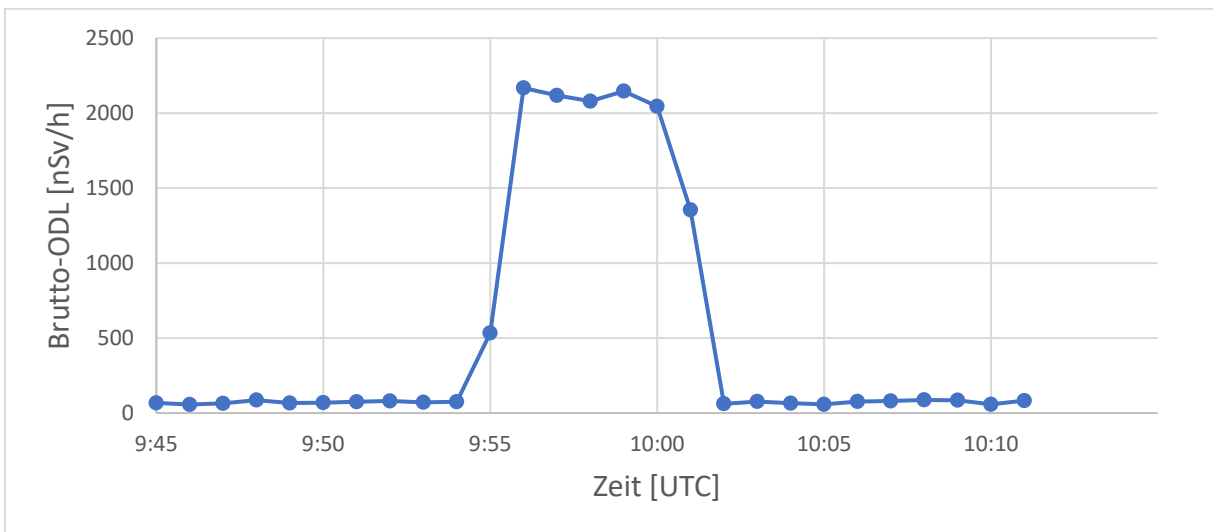
Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt 6, Wand F



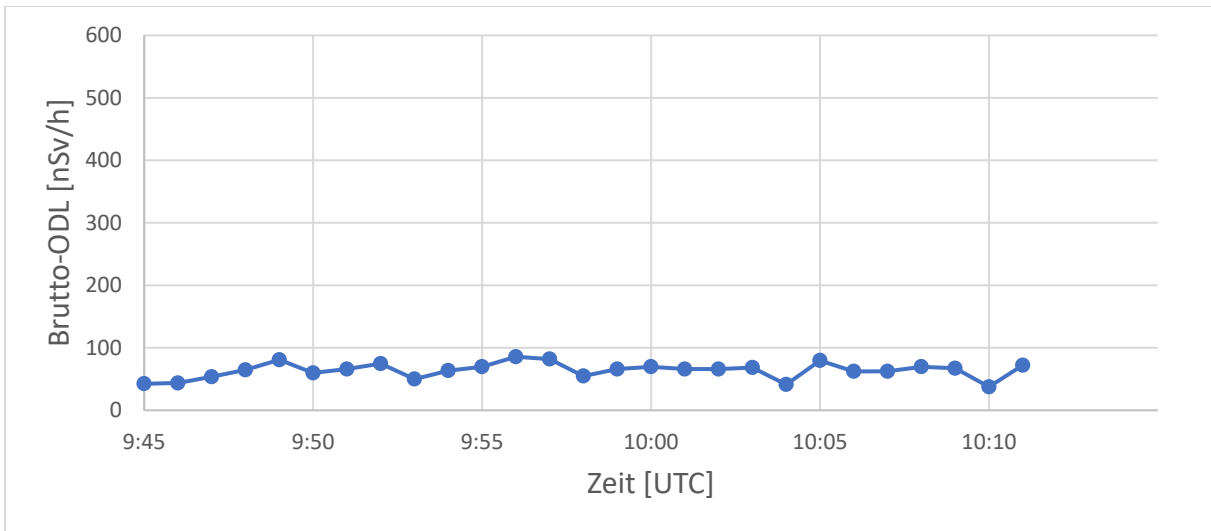
Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt 9, Wand J



Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt 12, EG

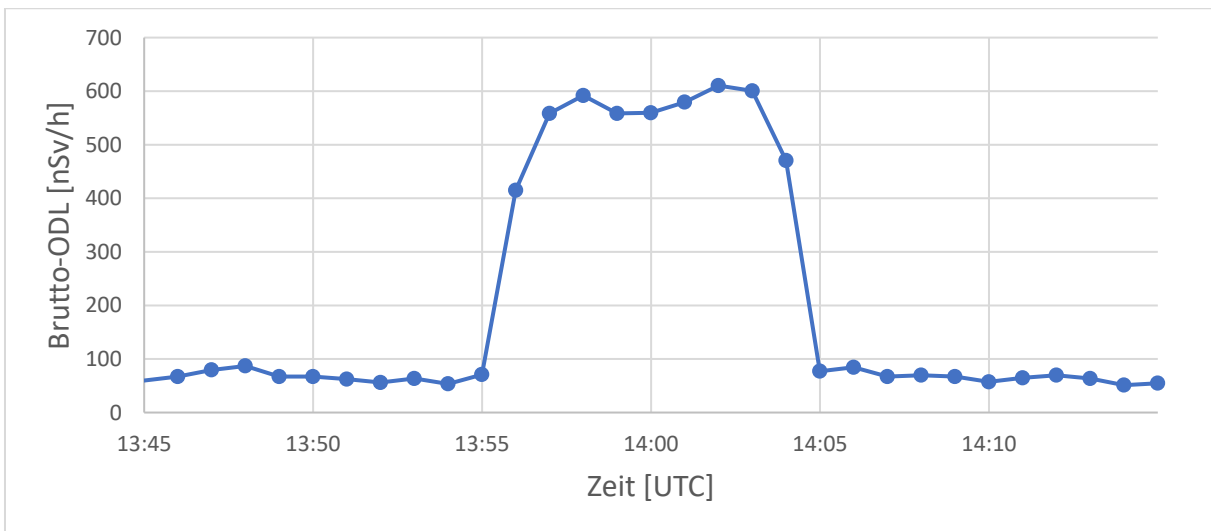


Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt 12', 2.UG

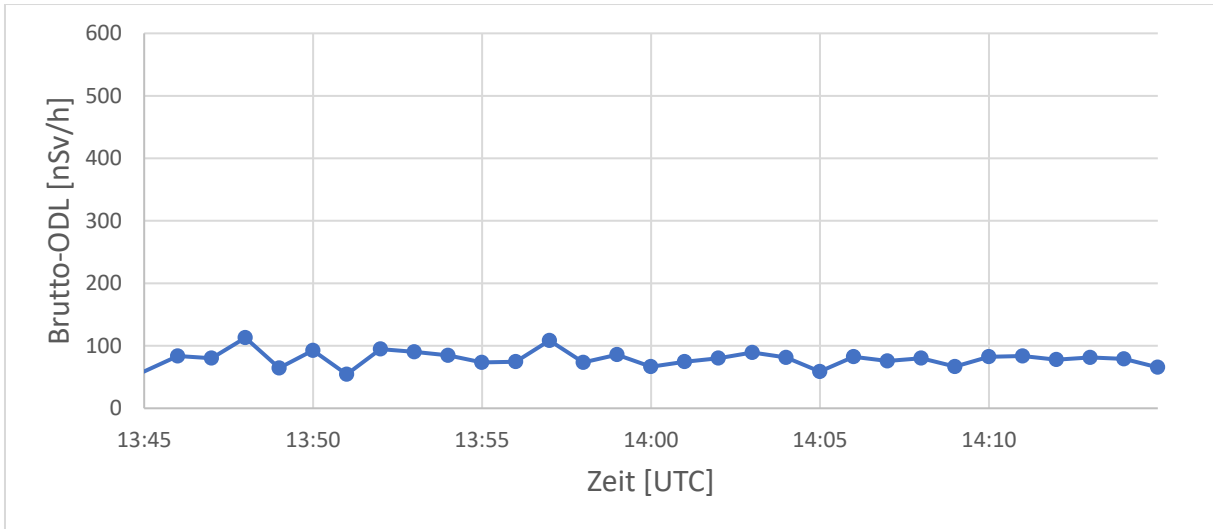


Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt 7, Wand H

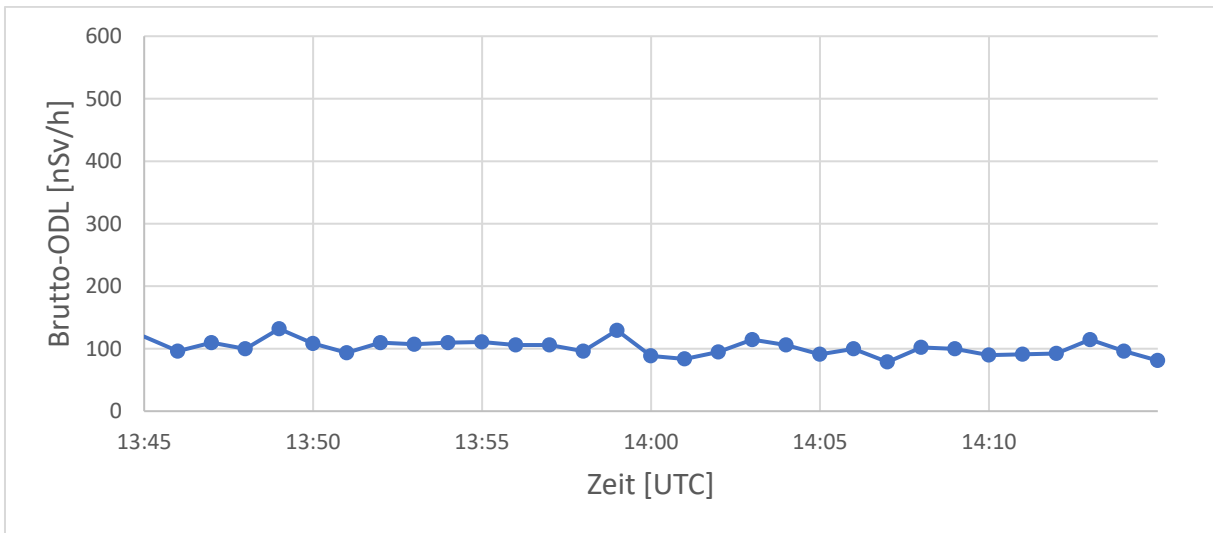
5.2 Messwerte RNS Gemeinschaftspraxis GbR, Beethovenstraße 20, 65189 Wiesbaden



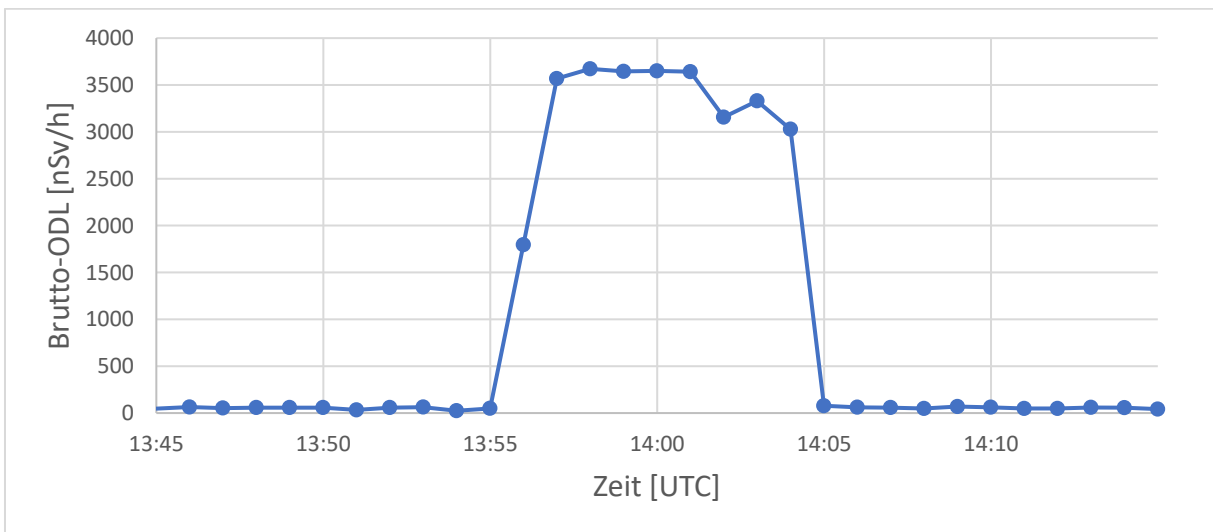
Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt A, Warteraum



Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt H, Wiese



Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt I, Toilette



Während der Bestrahlung gemessene Dosisleistung an Punkt E', Schalraum