

**BERICHTERSTATTUNG**  
**DER VON EINZELPERSONEN DER BEVÖLKERUNG**  
**ERHALTENEN EXPOSITION NACH § 101**  
**STRLSCHV FÜR DAS JAHR 2023**

**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  
10. DEZEMBER 2024

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

Jahr 2023

## 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 .....	2
2.4	Ermittlung der Ortsdosisleistung.....	2
3	Durchführung an Brachytherapieeinrichtungen .....	2
3.1	Sana Klinikum Offenbach GmbH, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach am Main Brachytherapie 1 – Untergeschoß.....	3
3.2	Sana Klinikum Offenbach GmbH, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach am Main Brachytherapie 2 – Erdgeschoß.....	6
3.3	Krankenhaus Nordwest GmbH, Steinbacher Hohl 2-26, 60488 Frankfurt am Main .....	8
3.4	Fazit .....	9
4	Vergleichende Gegenüberstellung der erhaltenen Exposition und der Strahlenexposition durch natürliche Quellen.....	10

## 1 Einleitung und rechtlicher Hintergrund

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

### 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, wie viele Behandlungen über das Jahr stattgefunden haben, von welcher Dauer diese waren 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 bestimmt werden. Daraus kann der Aufenthaltsfaktor T 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, berechnet werden.

## 3 Durchführung an Brachytherapieeinrichtungen

Hessen hat seine Messkampagne zur Bestimmung der retrospektiven Exposition von EdB in 2023 an Brachytherapieeinrichtungen fortgeführt. Drei 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 und Thermo FH 40 G-10 untersucht.

### 3.1 Sana Klinikum Offenbach GmbH, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach am Main Brachytherapie 1 – Untergeschoß

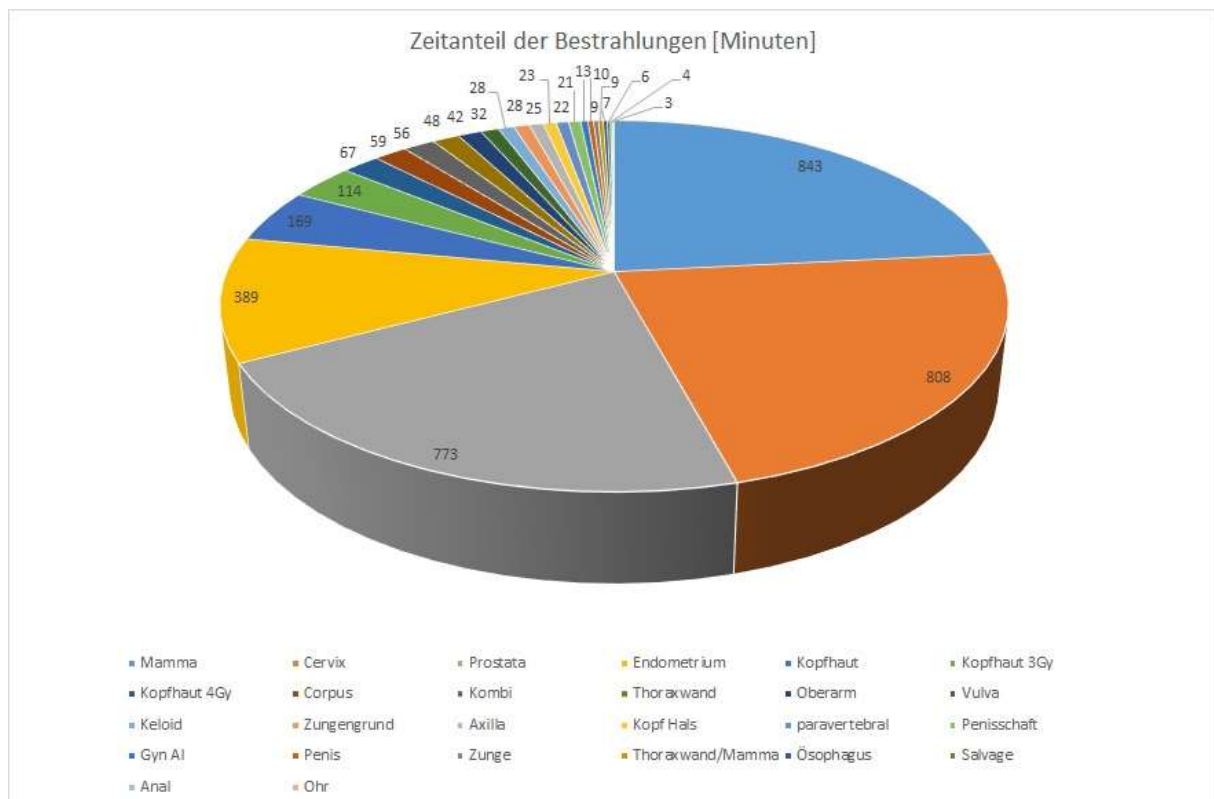
In der Strahlenklinik des Sana Klinikums Offenbach wurde in der Einrichtung im Untergeschoß an acht verschiedenen Punkten die Ortsdosisleistung während vier Bestrahlungen gemessen. Es handelte sich dabei um eine Bestrahlung eines Patienten, zwei simulierte Bestrahlungen mit einem Phantom und einer Bestrahlung ohne Phantom (ohne Abschirmung bzw. Streukörper). Die Bestrahlungsdauer betrug 3,5 Minuten, bei der Patientin mit Mamakarzinom 2,6 Minuten, wobei eine lokale Dosis von 4,3 Gy appliziert wurde. Die Aktivität der Ir 192-Quelle betrug dabei 182 GBq. Dabei zeigte sich, dass die gemessenen Dosisleistungen für die Bestrahlung einer Patientin und des Phantoms gut übereinstimmen (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Gemessene Dosisleistung bei Bestrahlung von Patient und Phantom:**

Punkt	Beschreibung	Ebene	Abstand Quelle [cm]	gemessene Dosisleistung [nSv/h] Phantom	gemessene Dosisleistung [nSv/h] Patient	Aufenthaltsfaktor
A6'	Flur vor Zugang (OP1)	1. UG	773	25 ± 7	20 ± 8	0,1
A7	Flur links von OP1	1. UG	271	103 ± 9	110 ± 11	0,1
A8	Flur hinter OP1	1. UG	287	101 ± 9	63 ± 9	0,1

Zur Ermittlung der gesamten Bestrahlungsdauer im Jahr 2023 wurden die Protokolle von 535 Bestrahlungen ausgewertet, wobei die jeweilige Bestrahlungsdauer auf eine Aktivität der Quelle von 182 GBq normiert wurde. Es wurden insgesamt über 3606 Minuten bestrahlt, wobei 94% der Zeit die Anwendung im Körper erfolgte und 6% außerhalb des Körpers (Flab-Methode).

**Abbildung 1: Zeitanteile der bestrahlten Regionen im Jahr 2023:**



**Abbildung 2: Aufteilung der Zeit nach Bestrahlung am Körper (rot) und im Körper (gelb):**



Bei freier Strahlenquelle, d.h. ohne Phantom als Abschirmung, ist die registrierte Dosisleistung im Schnitt um den Faktor 2,08 größer als mit Phantom. Entsprechend wurde die Dosisleistungen an den Punkten ermittelt, mit 94% des Wertes der Bestrahlung eines Phantoms und mit 6% des Wertes ohne Phantom (offen, ohne Abschirmung). Die mit dieser Wichtung ermittelten Werte wurden für die weiteren Rechnungen verwendet, sie sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Im Erdgeschoß der Einrichtung sind zwei Bestrahlungsräume (OP1 und OP2) vorhanden, wobei nur in jeweils einem eine Bestrahlung stattfinden kann. Die Untersuchungen wurden mit dem einen Afterloading-Gerät in beiden Räumen vorgenommen. Die Messungen erfolgten jeweils nur dann an einem der Punkte, wenn dieser der nähere zu dem aktiven der beiden möglichen Quellorte war.

**Tabelle 2: Lage und ermittelte Dosis der untersuchten Orte:**

Punkt	Beschreibung	Ebene	Abstand Quelle [cm]	gemessene Dosisleistung [nSv/h]	berechnete Dosisleistung [nSv/h]	Aufenthaltsfaktor T
A1'	Flur vor Abklingraum	1. UG	717	< 20		0,1
A1''	Abteilung nördl.	1. UG	956		< 11	1
A3'	Flur vor Zugang (OP2)	1. UG	774	< 20		0,1
A6'	Flur vor Zugang (OP1)	1. UG	773	27 ± 7		0,1
A6''	Dosimetrie	1. UG	1113		13 ± 3	1
A7	Flur links von OP1	1. UG	271	110 ± 9		0,1
A7'	Schaltraum Linear-B.	1. UG	1357		4,4 ± 0,4	1
A8	Flur hinter OP1	1. UG	287	108 ± 9		0,1
A8'	Pathologie 1	1. UG	544		30 ± 3	1
A5	Flur hinter OP2	1. UG	292	293 ± 14		0,1

A5'	Pathologie 2	1. UG	721		48 ± 2	1
A11	Labor über OP1	EG	473	< 20		1
A12	Labor über OP2	EG	463	< 19		1

Die Messpunkte wurden so gewählt, dass sie den Quellen der Brachytherapie in den Räumen -01.165 (OP1) und -01.167 (OP2) am nächsten liegen und für eine EdB erreichbar sind. Um diese beiden Räume herum verlaufen Flure, die die Brachytherapie von den umliegenden Räumen trennen.

#### Punkt A1', Flur 1 nördlich

Nördlich der Brachytherapie befindet sich direkt nach dem Abklingraum, zu dem nur Personal des Instituts Zutritt hat, ein Flur (T = 0,1). Dahinter in 9,5 m Entfernung zur Quelle schließt sich eine andere Abteilung an, in der sich weitere EdB mit voller Aufenthaltszeit aufhalten können (Punkt A1'', T = 1).

#### Punkt A3', Flur östlich in Höhe von OP2

An den Flur grenzen Lagerräume für Material und Betten, die wie die Flure frequentiert sind (T = 0,1), und daher nicht weiter betrachtet werden müssen. Im Anschluss daran endet das Gebäude (mit Erdreich).

#### Punkt A6', Flur östlich in Höhe von OP1

Östlich des Flurs befindet sich ein Dosimetrier Raum (Punkt A6''), an dem auch Angestellte des Instituts arbeiten können, die sich aber nicht notwendigerweise mit Brachytherapie befassen, daher gilt hier T = 1.

#### Punkt A7, Flur südlich von OP1

Südlich des Flurs befinden sich Lagerräume und Toiletten, die wegen desselben Aufenthaltsfaktors wie der näher gelegene Punkt A6' nicht weiter betrachtet werden müssen. Noch weiter südlich schließt sich der Schalraum für den Linearbeschleuniger an (Punkt A7'). Das Bedienpersonal gehört zwar zum Institut, hat jedoch nicht unbedingt mit der Brachytherapie zu tun. Daher gelten diese als EdB mit voller Aufenthaltszeit.

#### Punkt A8, Flur westlich von OP1

Direkt an den Bestrahlungsraum OP1 angrenzend verläuft ein Flur in Nord-Süd-Richtung. Auf der gegenüber liegenden Seite schließt sich die Pathologie an, in der sich EdB mit Daueraufenthaltsplätzen befinden können (Punkt A8').

#### Punkt A5, Flur westlich von OP2

Im selben Flur auf Höhe des OP2 befindet sich der Punkt A5. Gegenüber liegt ebenfalls die Pathologie (Punkt A5') mit Daueraufenthaltsplätzen (T = 1).

#### Punkt A11 und A12, Labor über OP1 und OP2

Direkt über den Brachytherapieräumen OP1 und OP2 befindet sich ein Großraumlabor des Klinikums. Die hier Beschäftigten gelten als EdB mit voller Aufenthaltsdauer.

Mit dieser Bewertung ergibt sich der Punkt A5' in der Pathologie als ungünstigste Einwirkstelle für eine EdB. Mit der Quellstärke am Untersuchungstag beträgt die Dosisleistung dort ca. 48 nSv/h.

Mit der auf diese Quellstärke normierten Strahlzeit von ca. 60 Stunden im Jahr 2023 ergibt sich somit eine Jahresdosis von 2,9  $\mu\text{Sv}$  für eine EdB.

Bei einer genehmigten Betriebsbelastung von 0,30 Gy pro Woche ergibt sich bei einer Aktivität von 182 GBq eine maximale Strahlzeit von 775,6 h/a. Die mögliche Jahresdosis bei maximaler Auslastung beträgt daher 37  $\mu\text{Sv}$ .

### 3.2 Sana Klinikum Offenbach GmbH, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach am Main Brachytherapie 2 – Erdgeschoß

In der Strahlenklinik des Sana Klinikums Offenbach wurde in der Einrichtung im Erdgeschoß an sieben verschiedenen Punkten die Ortsdosisleistung während zweier Bestrahlungen gemessen. Es handelte sich dabei um zwei Bestrahlungen mit einem Phantom. Die Bestrahlungsdauer betrug jeweils 10 Minuten und die Aktivität der Ir 192-Quelle 284 GBq.

#### Lage und gemessene Dosis der untersuchten Orte:

Punkt	Beschreibung	Ebene	Abstand Quelle [cm]	gemessene Dosis- leistung [nSv/h]	berechnete Dosis- leistung [nSv/h]	Aufent- halts- faktor
A	Flur vor Tür zum OP	EG	346	3325 $\pm$ 116		0,02
A'	am Boden			7700 $\pm$ 290		0,02
A''	Büro Arzt 00.404	EG	735		983 $\pm$ 29	( 1 )
AA	Fahrweg	EG	1130		416 $\pm$ 12	0,3
C	Flur rechts von OP	EG	360	728 $\pm$ 38		0,1
C'	Großraumlabor	EG	695		195 $\pm$ 10	1
D	Flur hinter OP	EG	585	92 $\pm$ 16		0,1
D'	Technikraum / Lichthof	EG	930		36 $\pm$ 6	0,3
H	Schaltraum	EG	345	46 $\pm$ 10		( 1 )
H'	Flur links von OP	EG	1275		3 $\pm$ 1	0,1
H''	Büro links von OP	EG	1515		2 $\pm$ 1	1
J	Entsorgung	1.OG	385	78 $\pm$ 15		0,3
J'	Untersuchung 01.122	1.OG	666		26 $\pm$ 5	0,3
J''	MTA 01.416	1.OG	766		20 $\pm$ 4	1
L	Linearbeschleuniger	1.UG	486	< 16		0,1

Die Messpunkte wurden wieder so gewählt, dass sie der Quelle am nächsten liegen und für eine EdB erreichbar sind. Auch hier grenzt die Brachytherapie an Flure, die diese von den anderen Räumen trennen.

#### Punkt A, Flur vor Tür zum OP

Die Tür ist die einzige Zutrittsmöglichkeit zum Bestrahlungsraum. Die Tür ist mit Blei etwas schlechter abgeschirmt als die dazugehörige Wand mit Barytbeton. Dazu hat die Tür am Boden keinen Absatz, sondern einen kleinen Luftschlitz (Punkt A'), damit die Betten hineingerollt werden können.

Die Dosisleistung direkt am Boden ist erhöht, trägt aber nicht wesentlich zur Ortsdosis im Flur bei.

Aufgrund der trotzdem höheren Dosisleistung muss die Aufenthaltszeit eingehender betrachtet werden:

Zutritt zu diesem Flur haben nur Personal und Strahlentherapiepatienten, wenn sie den Empfang mit Wartezimmer passiert haben. Direkt an der Tür ist ein Warnschild angebracht, das besagt, dass der

Raum vor der Tür kein Aufenthaltsbereich ist. Wenn man konservativ annimmt, dass Personal auf dem Weg von und zum XStrahl bzw. CT die Tür alle 10 Minuten passiert, so würden diese 96-mal pro Tag an Punkt A vorbeikommen. In Schrittgeschwindigkeit benötigten diese 5 Sekunden für die Länge der Wand von 5,5 m. Daraus ergibt sich der Aufenthaltsfaktor  $T = 0,02$ .

#### Punkt A", Büro 00.404

Auf der gegenüberliegenden Seite der Tür befindet sich ein Arztzimmer. Dieser Arzt zählt zum Personal der Strahlenklinik und ist daher nicht als EdB einzustufen. Weiter in Verlängerung schließt sich die Außenseite des Gebäudes mit Fahrweg und Parkplätzen an (Punkt AA). Für diesen öffentlichen Verkehrsweg gilt  $T = 0,3$ .

#### Punkt C, Flur rechts von OP

Nördlich der Brachytherapie befindet sich direkt ein Flur ( $T = 0,1$ ). Dahinter in 7 m Entfernung zur Quelle schließt sich ein Großraumlabor an, in dem sich weitere EdB mit voller Aufenthaltszeit aufhalten können (Punkt C1',  $T = 1$ ).

#### Punkt D, Flur hinter OP

Westlich an den Bestrahlungsraum angrenzend verläuft auch ein Flur ( $T = 0,1$ ). Auf der gegenüberliegenden Seite schließt sich ein Technikraum (Punkt D') sowie ein Lichthof an. Ein Daueraufenthalt von EdB kann hier ausgeschlossen werden ( $T = 0,3$ ).

#### Punkt H, Schaltraum

Südlich an den Bestrahlungsraum angrenzend liegt der Schaltraum der Brachytherapie, zu dem nur das Personal Zutritt hat.

#### H' Flur links von OP

Weiter in Verlängerung südlich schließt sich wieder ein Flur an ( $T = 0,1$ ). Auf der anderen Seite liegen wieder Büros (Punkt H"). Die dort Beschäftigten des Instituts befassen sich aber nicht notwendigerweise mit Brachytherapie, daher gilt hier wieder  $T = 1$ .

#### J Entsorgung

Direkt oberhalb der Brachytherapie liegt ein Entsorgungsraum, der zeitweise vom Personal der dortigen Abteilung genutzt wird. Hier werden keine längeren Tätigkeiten verrichtet, daher wird  $T = 0,3$  geschätzt.

Westlich des Entsorgungsraumes befindet sich ein Untersuchungsraum (Punkt J'). Da hier das Personal mehrmals am Tag tätig werden kann gilt  $T = 0,3$ .

Auf der östlichen Seite befindet sich ein MTA Büro (Punkt J"), für das ein Daueraufenthalt angenommen werden muss.

#### L Linearbeschleuniger

Unterhalb der Brachytherapie liegt der Eingang zum Linearbeschleuniger. Hier halten sich zwar keine EdB auf, aber Patienten und Personal müssen die Stelle passieren. Der Aufenthaltsfaktor wird analog zu den Fluren mit  $T = 0,1$  abgeschätzt.

Mit dieser Bewertung ergibt sich der Punkt C' (Großraumlabor) als ungünstigste Einwirkstelle für eine EdB mit einer Dosisleistung von ca.  $0,2 \mu\text{Sv/h}$  am Untersuchungstag.

Mit der auf diese Quellstärke normierten Strahlzeit von ca. 140 Minuten im Jahr 2023 und dem



Aufenthaltsfaktor ergibt sich somit eine Jahresdosis von 0,46  $\mu\text{Sv}$  für eine EdB.

Bei einer genehmigten Betriebsbelastung von 0,30 Gy pro Woche ergibt sich bei einer Aktivität von 284 GBq eine maximale Strahlzeit von 499 h/a. Die mögliche Jahresdosis bei maximaler Auslastung beträgt daher 97  $\mu\text{Sv}$ .

### 3.3 Krankenhaus Nordwest GmbH, Steinbacher Hohl 2-26, 60488 Frankfurt am Main

In der Brachytherapieeinrichtung im Haupthaus des Krankenhaus Nordwest wurde an fünf verschiedenen Punkten die Ortsdosisleistung während drei Bestrahlungen gemessen. Es handelte sich dabei um eine Bestrahlung eines Patienten und zwei simulierte Bestrahlungen mit einem Phantom. Die Bestrahlungsdauer betrug 10 Minuten, bei der Patientin mit Vaginalkarzinom 4,9 Minuten, wobei eine lokale Dosis von 5 Gy appliziert wurde. Die Aktivität der Ir 191-Quelle betrug an dem Tag 298 GBq.

#### Lage und gemessene Dosis der untersuchten Orte:

Punkt	Beschreibung	Ebene	Abstand Quelle [cm]	gemessene Dosisleistung [nSv/h]	berechnete Dosisleistung [nSv/h]	Aufenthaltsfaktor
R057o	Bedienraum	1. UG	383	39 $\pm$ 5		( 1 )
R057o'			379		40	( 1 )
R057q	Flur	1. UG	509		22	0,1
R063	Anmeldung	1. UG	759		10	1
R057b	CT-Raum	1. UG	522	41 $\pm$ 6		0,3
R057b'			499		45	0,3
R057k	Schaltplatz CT/Lin.		1196		8	1
R058a	Archiv	1. UG	384	27 $\pm$ 5		0,1
R058a'			308		42	0,1
R059	Büro	1. UG	921		5	1
U10	Büroarbeitsplatz OP	1. UG	443	< 14		1
U10'	Pausenraum OP		374		< 14	0,1
88/20	Warteraum Urologie	EG	365	73 $\pm$ 6		0,1
88/20'			357		76	0,1

Die Messpunkte wurden so gewählt, dass sie der Quelle im Brachytherapieraum am nächsten liegen und für eine EdB erreichbar sind (bis auf den Bedienraum).

#### Punkt R057o, Bedienraum

Dieser Raum ist für EdB nicht erreichbar. Er grenzt direkt östlich an den Bestrahlungsraum an. Die Dosisleistung wurde hier wegen Interesse des Personals gemessen.

#### R057q Flur

Östlich des Bedienraumes befindet sich ein Flur (T = 0,1).

#### R063 Anmeldung

In Verlängerung des Flurs liegt die Anmeldung für die Bestrahlungen in der Radiologie. Da sich das Personal hier dauerhaft aufhält und nicht nur mit der Brachytherapie zu tun hat, zählen diese als EdB mit T = 1.

### R057b CT-Raum

Dieser Raum liegt südlich des Bestrahlungsraums und wird von Patienten und Personal nur kurzfristig zum Vorbereiten der Aufnahme betreten. Da das Personal aber mehrmals am Tag hier tätig wird gilt  $T = 0,3$ .

### Punkt R057k, Schaltplatz CT/Lin.

Weiter südlich in Verlängerung schließt sich der Schaltplatz für die CT und den Linearbeschleuniger an. Das Bedienpersonal gehört zwar zum Institut, hat jedoch nicht unbedingt mit der Brachytherapie zu tun. Daher gelten diese als EdB mit voller Aufenthaltszeit.

### R058a Archiv

Das Archiv befindet sich direkt nördlich des Bestrahlungsraums. Da hier nur Personal zur Ablage eintritt gilt  $T = 0,1$ .

### R059 Büro

In Verlängerung weiter nördlich schließt sich ein Treppenhaus an, das wie das Archiv frequentiert wird und daher nicht weiter betrachtet werden muss. Dahinter befinden sich die Büros der radioonkologischen Klinik. Da sich nicht alle Ärzte mit der Brachytherapie befassen, zählen diese als EdB mit  $T = 1$ .

### U10 Aufenthaltsraum OP

Der Aufenthaltsraum der OP-Räume im angrenzenden Gebäude wird zum einen als Büroarbeitsplatz genutzt (Punkt U10), zum anderen als Pausenraum (Punkt U10'). Da am Büroarbeitsplatz längere Tätigkeiten nicht ausgeschlossen werden können, gilt hier  $T = 1$ , für den anderen Platz im Raum  $T = 0,1$ .

### 88/20 Warteraum Urologie

Oberhalb des Bestrahlungsraums befindet sich das Wartezimmer der Urologie. Geht man von einem zweiwöchigen Aufenthalt im Krankenhaus mit täglich ca. 2 Stunden Wartezeit aus, so ergibt sich ein Aufenthaltsfaktor  $< 0,1$ , was als konservative Schätzung angenommen werden kann.

Mit dieser Bewertung ergibt sich der benachbarte CT-Raum R057b als ungünstigste Einwirkstelle für eine EdB. Mit der Quellstärke am Untersuchungstag beträgt die Dosisleistung dort ca. 13,5 nSv/h. Mit der auf diese Quellstärke normierten Strahlzeit von ca. 320 Minuten bei 97 Bestrahlungen im Jahr 2023 ergibt sich somit eine Jahresdosis von 72 nSv für eine EdB.

Bei einer genehmigten Betriebsbelastung von 0,3 Gy pro Woche ergibt sich bei einer Aktivität von 298 GBq eine maximale Strahlzeit von 476 h/a. Die mögliche Jahresdosis bei maximaler Auslastung beträgt daher 6,4  $\mu$ Sv.

## 3.4 Fazit

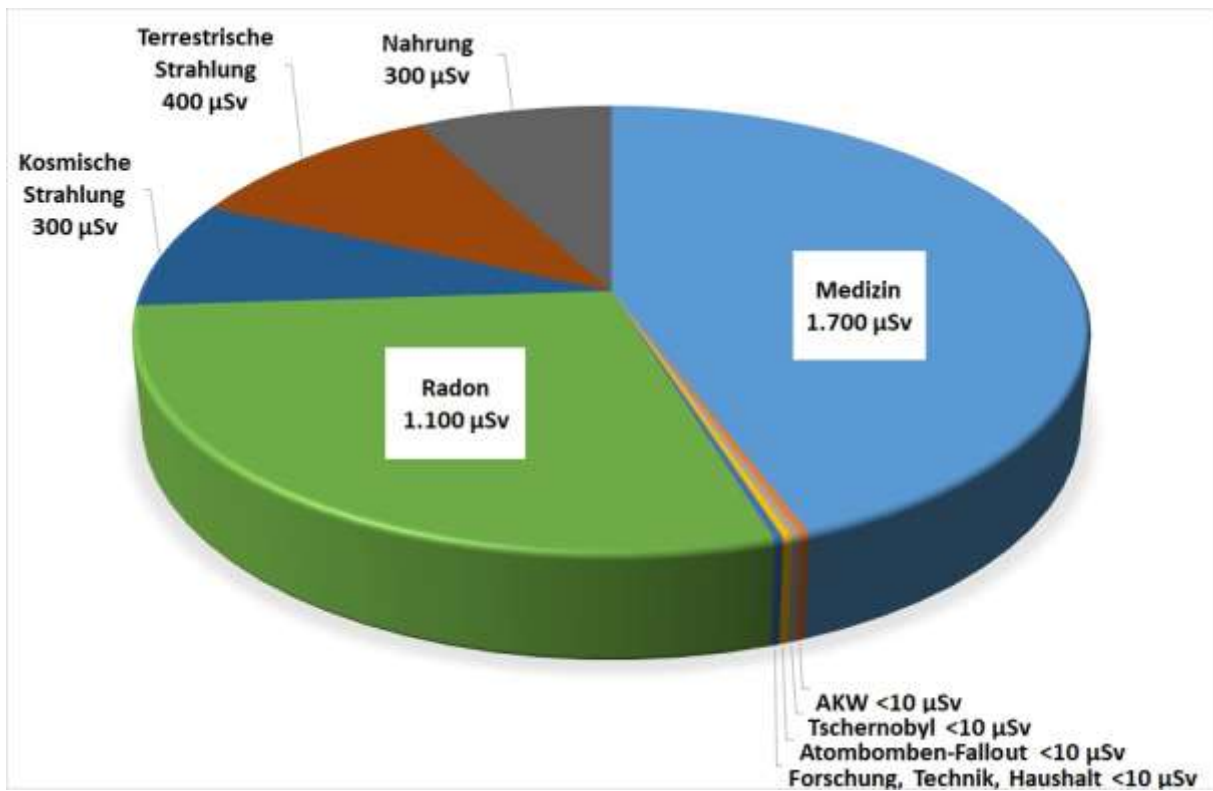
In allen drei untersuchten Einrichtungen lag die ermittelte Dosis sowohl für das Jahr 2023 als auch bei maximal genehmigter Betriebsauslastung unter 0,1 mSv. Die dabei verwendeten Aufenthaltsfaktoren nach DIN 6853 müssen als sehr konservativ angesehen werden. Eine Ermittlung der von Einzelpersonen der Bevölkerung erhaltenen effektiven Dosis nach § 101 Absatz 2 Nummer 4 ist in allen drei 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
2023	Sana Klinikum Offenbach GmbH, UG, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach am Main	Brachytherapie	0,0029	0,037
2023	Sana Klinikum Offenbach GmbH, EG, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach am Main	Brachytherapie	0,00046	0,097
2023	Krankenhaus Nordwest GmbH, Steinbacher Hohl 2-26, 60488 Frankfurt am Main	Brachytherapie	0,000072	0,0064

## 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 3), 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 3:** Durchschnittliche Strahlenbelastung des Menschen in Deutschland, Daten aus dem Parlamentsbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2018“