

HANSER



Leseprobe

zu

„Fit für den technischen Strahlenschutz“

von Jan-Willem Vahlbruch
und Hans-Gerrit Vogt

Print-ISBN: 978-3-446-45210-7
E-Book-ISBN: 978-3-446-45983-0

Weitere Informationen und Bestellungen unter
<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45210-7>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Vorwort

Die Idee zu diesem Aufgaben- und Übungsbuch ist im Laufe der Durchführung zahlreicher technischer Strahlenschutzkurse entstanden, in denen geeignete Übungsaufgaben jeweils individuell zusammengestellt und auf die Bedürfnisse der einzelnen Kursteilnehmer angepasst werden mussten. Mit diesem Übungsbuch liegt nun erstmal eine deutschsprachige Sammlung von über 200 Übungsaufgaben vor, mit der vorhandenes oder neu erworbenes Wissen im technischen Strahlenschutz angewendet, vertieft oder überprüft werden kann. Es eignet sich damit zum Einsatz in Strahlenschutzkursen, kann aber zum Beispiel auch im Rahmen von Unterweisungen oder anderen Weiterbildungsmaßnahmen eingesetzt werden.

Als Aufgabensammlung erläutert das Buch konsequenterweise nur wenig. Zusätzliche Erklärungen, Formeln, Rechenwege und weitere Informationen finden sich in der 7. Auflage des Buches *Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes* (ISBN 978-3-446-44919-0), auf das an den entsprechenden Stellen mit dem Kürzel „GdpS“ verwiesen wird. Allerdings werden alle für die Lösung der Aufgaben notwendigen Daten wie Tabellen oder Grafiken, die im Grundlagenbuch enthalten sind, unter <https://downloads.hanser.de> zur Verfügung gestellt. Damit kann dieses Buch auch ohne das Grundlagenbuch genutzt werden. Die Daten sind passwortgeschützt. Das Passwort ist das fünfte Wort im Kasten zu Beginn von Kapitel 1. Das Buch besteht aus einem Aufgaben- und Lösungsteil mit identischer Struktur. Im Lösungsteil wird bei Rechenaufgaben neben dem Endergebnis häufig auch der Lösungsansatz und Rechenweg angegeben. Bei rechtlichen oder administrativen Fragen werden stichwortartig die wichtigsten Inhalte der Antwort angegeben.

Ausdrückliches Ziel dieses Übungsbuches ist es, Aufgaben aus dem Bereich des technischen Strahlenschutzes anzubieten, die nicht nur das Wissen vertiefen, sondern auch Spaß machen und vielleicht an der einen oder anderen Stelle zum Schmunzeln anregen. Wir haben uns bemüht, viele unterschiedliche Methoden in den Übungsaufgaben zu verwenden. Naturgemäß variiert auch der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben, sodass sich neben einfachen Aufgaben auch solche finden, für die ein vertieftes mathematisches Verständnis notwendig ist. Deshalb enthält Kapitel 1 mathematische Vorübungen, mit denen mathematische Fertigkeiten überprüft und anhand einfacher Aufgaben aufgefrischt werden können.

Selbstverständlich kann eine solche Sammlung von Übungsaufgaben nicht vollständig sein oder alle Themen im technischen Strahlenschutz abdecken. Die Aufgaben wenden sich an Personen, die für die Anwendung von radioaktiven Stoffen, den Umgang mit Röntgengeräten und den Betrieb von Beschleunigern verantwortlich sind. Dementsprechend finden sich Aufgaben aus den Bereichen der physikalischen Grundlagen (Kapitel 2), der biologischen Wirkungen sowie der natürlichen und zivilisatorischen Strahlenexposition sowie deren Berechnung (Kapitel 3 und 5), des praktischen Strahlenschutzes (Kapitel 4), der Strahlenschutzmesstechnik (Kapitel 6) und des administrativen Strahlenschutzes (Kapitel 7). Manchmal befinden sich ähnliche Fragen zu einem Themengebiet im Buch. Dies ist durchaus beabsichtigt, um den Fleißigen unter Ihnen die Möglichkeit zu geben, ihr Wissen an mehr als einem Beispiel anzuwenden. Die Formelsammlung in Kapitel 8 beinhaltet Formeln, die Sie zur Lösung der Aufgaben benötigen.

Im Folgenden möchten wir Ihnen noch paar Hinweise zum Arbeiten mit diesem Buch geben.



Dieser Kastentyp ist zu Beginn von Kapiteln oder Abschnitten platziert. Er führt kurz in das Thema und den Kontext der folgenden Übungsaufgaben ein.



In diesem Kastentyp werden Tipps oder wichtige Hinweise gegeben, die beim Lösen der Aufgaben unterstützen sollen.



In diesem Kastentyp finden sich Worthilfen, die bei der Lösung von Strahlenschutzrätseln (Suchrätsel, Kreuzworträtsel, Lückentexte) helfen sollen.

Da es sich um eine 1. Auflage handelt, werden sich sicherlich einige unbemerkte Fehler eingeschlichen haben. Über entsprechende Rückmeldungen sind wir dankbar (gerne per E-Mail an vahlbruch@irs.uni-hannover.de).

Danken möchten wir insbesondere Michael Steppert und Laura Leifermann für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Übungsbuches.

Viel Spaß beim Knobeln, Rechnen und Grübeln wünschen

Jan-Willem Vahlbruch

Hans-Gerrit Vogt

Hannover, März 2019

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Teil 1	
Aufgaben	1
1 Mathematische Vorübungen	3
1.1 Rechnen mit Potenzen	3
1.2 Verwendung von Präfixen und Umgang mit Größenordnungen	5
1.3 Logarithmische Skalen	7
2 Physikalische Grundlagen	11
2.1 Radioaktive Stoffe, Aktivität und Halbwertszeit	11
2.1.1 Grundbegriffe	11
2.1.2 Aktivität und Masse	11
2.1.3 Abnahme der Aktivität	12
2.2 Aufbau und Funktionsweise von Röntengeräten	12
2.3 Aufbau und Funktionsweise von Beschleunigern	15
2.4 Strahlungsarten und grundlegende Eigenschaften	15
2.5 Wechselwirkung von Strahlung mit Materie	18
2.6 Dosis	21
2.6.1 Dosisbegriffe	22
2.6.2 Dosisleistung	24
3 Biologische Strahlenwirkung und Strahlenexposition des Menschen	25
3.1 Die biologische Wirkungskette	25
3.2 Deterministische und stochastische Strahlenschäden	26
3.3 Natürliche Strahlenexposition	29
3.4 Zivilisatorische Strahlenexposition	29
4 Praktischer Strahlenschutz	31
4.1 Schutz durch Abstand	31
4.1.1 Alphastrahlung	31
4.1.2 Betastrahlung	32
4.1.3 Gamma- und Röntgenstrahlung	32

4.2	Schutz durch Abschirmung	33
4.2.1	Alphastrahlung	33
4.2.2	Betastrahlung	34
4.2.3	Gamma- und Röntgenstrahlung	34
4.3	Schutz durch kurze Aufenthaltszeiten	37
4.4	Praktischer Strahlenschutz beim Betrieb von Beschleunigern	38
5	Berechnung der Strahlenexposition	39
5.1	Äußere Exposition bei Photonenstrahlung	39
5.1.1	Gammastrahlung	39
5.1.2	Röntgenstrahlung	40
5.1.3	Dosisleistung beim Betrieb eines Beschleunigers	41
5.2	Äußere Exposition bei Betastrahlung	41
5.3	Äußere Exposition bei Neutronenstrahlung	43
5.4	Äußere Exposition beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen	43
5.5	Innere Exposition nach Inkorporation	44
6	Strahlenschutzmesstechnik	47
6.1	Messgeräte und Messverfahren	47
6.1.1	Genereller Aufbau von Strahlungsdetektoren	47
6.1.2	Aufbau und Funktion von Dosimetern	52
6.1.3	Messgeräte und Messverfahren beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen ...	54
6.2	Messunsicherheiten, charakteristische Grenzen und Alarmschwellen	55
7	Administrativer Strahlenschutz	57
7.1	Rechtliche Grundbegriffe	57
7.2	Strahlenschutzorganisation	59
7.3	Behördliche Vorabkontrolle	61
7.4	Strahlenschutzbereiche	63
7.5	Grenzwerte	66
7.6	Dokumente im Strahlenschutz	67
7.7	Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten	69
Teil 2		
	Lösungen	73
1	Mathematische Vorübungen	75
1.1	Rechnen mit Potenzen	75
1.2	Verwendung von Präfixen und Umgang mit Größenordnungen	76
1.3	Logarithmische Skalen	77

2	Physikalische Grundlagen	79
2.1	Radioaktive Stoffe, Aktivität und Halbwertszeit	79
2.1.1	Grundbegriffe	79
2.1.2	Aktivität und Masse	79
2.1.3	Abnahme der Aktivität	80
2.2	Aufbau und Funktionsweise von Röntengeräten	80
2.3	Aufbau und Funktionsweise von Beschleunigern	82
2.4	Strahlungsarten und grundlegende Eigenschaften	83
2.5	Wechselwirkung von Strahlung mit Materie	84
2.6	Dosis	87
2.6.1	Dosisbegriffe	87
2.6.2	Dosisleistung	88
3	Biologische Strahlenwirkung und Strahlenexposition des Menschen	90
3.1	Die biologische Wirkungskette	90
3.2	Deterministische und stochastische Strahlenschäden	91
3.3	Natürliche Strahlenexposition	93
3.4	Zivilisatorische Strahlenexposition	93
4	Praktischer Strahlenschutz	95
4.1	Schutz durch Abstand	95
4.1.1	Alphastrahlung	95
4.1.2	Betastrahlung	95
4.1.3	Gamma- und Röntgenstrahlung	95
4.2	Schutz durch Abschirmung	96
4.2.1	Alphastrahlung	96
4.2.2	Betastrahlung	96
4.2.3	Gamma- und Röntgenstrahlung	97
4.3	Schutz durch kurze Aufenthaltszeiten	99
4.4	Praktischer Strahlenschutz beim Betrieb von Beschleunigern	100
5	Berechnung der Strahlenexposition	103
5.1	Äußere Exposition bei Photonenstrahlung	103
5.1.1	Gammastrahlung	103
5.1.2	Röntgenstrahlung	106
5.1.3	Dosisleistung beim Betrieb eines Beschleunigers	107
5.2	Äußere Exposition bei Betastrahlung	107
5.3	Äußere Exposition bei Neutronenstrahlung	109
5.4	Äußere Exposition beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen	110
5.5	Innere Exposition nach Inkorporation	111

6	Strahlenschutzmesstechnik	114
6.1	Messgeräte und Messverfahren	114
6.1.1	Genereller Aufbau von Strahlungsdetektoren	114
6.1.2	Aufbau und Funktion von Dosimetern	116
6.1.3	Messgeräte und Messverfahren beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen ...	118
6.2	Messunsicherheiten, charakteristische Grenzen und Alarmschwellen	120
7	Administrativer Strahlenschutz	122
7.1	Rechtliche Grundbegriffe	122
7.2	Strahlenschutzorganisation	124
7.3	Behördliche Vorabkontrolle	126
7.4	Strahlenschutzbereiche	127
7.5	Grenzwerte	130
7.6	Dokumente im Strahlenschutz	131
7.7	Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten	133
8	Formelsammlung	136
	Stichwortverzeichnis	141

1.2 Verwendung von Präfixen und Umgang mit Größenordnungen



Zur Erleichterung des praktischen Arbeitens werden häufig **Vorsilben** verwendet. Diese sollten Sie auf keinen Fall verwechseln. Insbesondere die Vorsilben „milli“ (Abkürzung m = 1/1000, entspricht einem Tausendstel) und „mikro“ (Abkürzung μ = 1/1000000, entspricht einem Millionstel) tauchen in der Praxis häufig auf.

Aufgabe 1.8: Umwandeln von Größenordnungen

Lösen Sie folgende Aufgaben:

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} = 10^{-3} \text{ mm}$$

$$10^2 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}$$

$$10^4 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}$$

Aufgabe 1.9: Umrechnen von Aktivitäten

Rechnen Sie in die jeweiligen Einheiten um.

$$10 \text{ kBq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Bq} \quad 10 \text{ kBq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MBq} \quad 10 \text{ MBq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kBq}$$

$$2 \times 10^3 \text{ Bq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Bq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kBq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MBq}$$

$$3 \times 10^9 \text{ Bq} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ GBq}$$

Aufgabe 1.10: Umrechnen von Äquivalentdosen bzw. -dosisleistungen

Rechnen Sie in die jeweiligen Einheiten um.

$$10 \text{ }\mu\text{Sv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Sv} \quad 20 \text{ mSv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ }\mu\text{Sv} \quad 300 \text{ }\mu\text{Sv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mSv} \quad 2 \text{ Sv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ }\mu\text{Sv}$$

$$0,03 \text{ mSv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ }\mu\text{Sv} \quad 2500 \text{ }\mu\text{Sv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mSv} \quad 2 \times 10^{-2} \text{ Sv/h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mSv/h}$$

$$20 \text{ }\mu\text{Sv/min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mSv/h} \quad 40 \text{ mSv/min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Sv/h} \quad 10 \text{ mSv/h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ }\mu\text{Sv/h}$$

Aufgabe 1.11: Umrechnen von Geschwindigkeitseinheiten

Lösen Sie folgende Aufgabe:

$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{\text{km}}{\text{min}} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

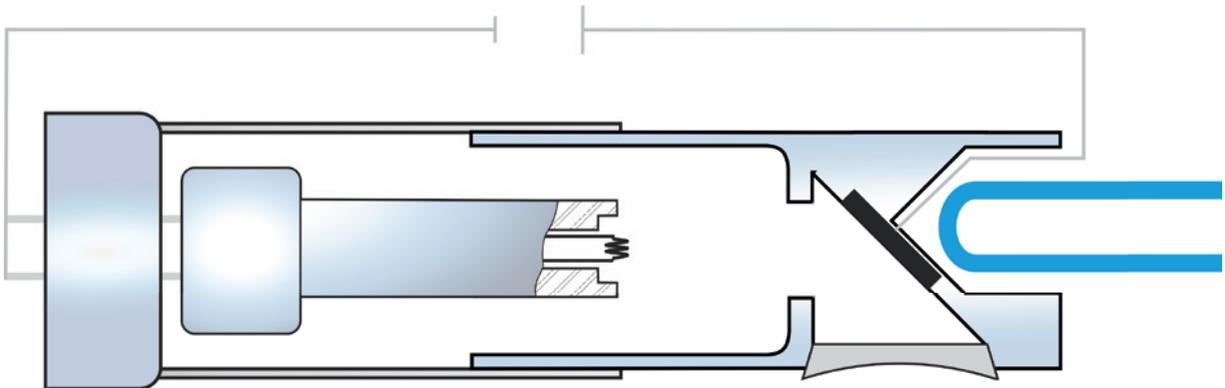


Bild 2.1 Beschriften Sie alle wichtigen Komponenten der Röntgenröhre.

Aufgabe 2.14

Beschreiben Sie die Entstehung von Röntgenstrahlung. Erläutern Sie, was unter Bremsstrahlung und was unter charakteristischer Strahlung verstanden wird.

Aufgabe 2.15

Bild 2.2 stellt verschiedene Energiespektren von Röntgenstrahlung dar. Notieren Sie in Bild 2.2 an den Kurven, mit welcher Röhrenspannung die Spektren erzeugt wurden.

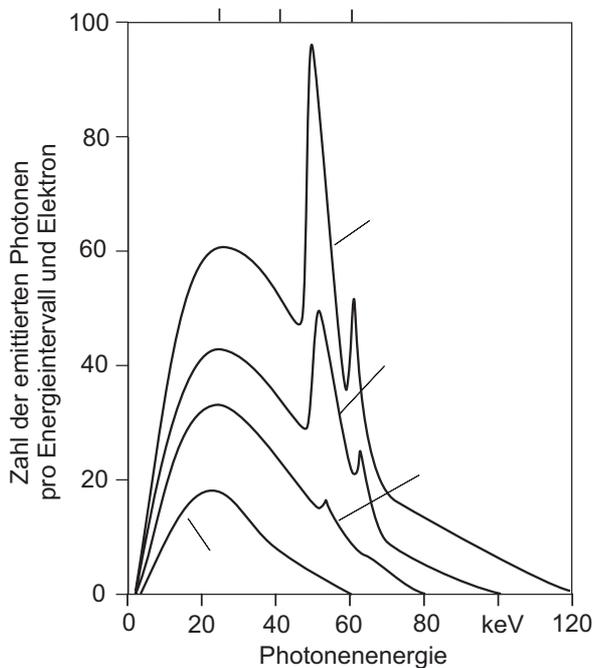


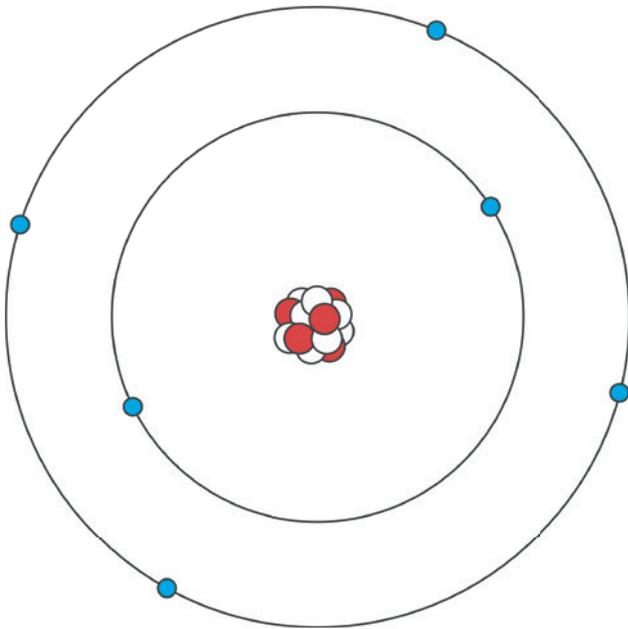
Bild 2.2

Energiespektren einer Röntgeneinrichtung bei verschiedenen Röhrenspannungen

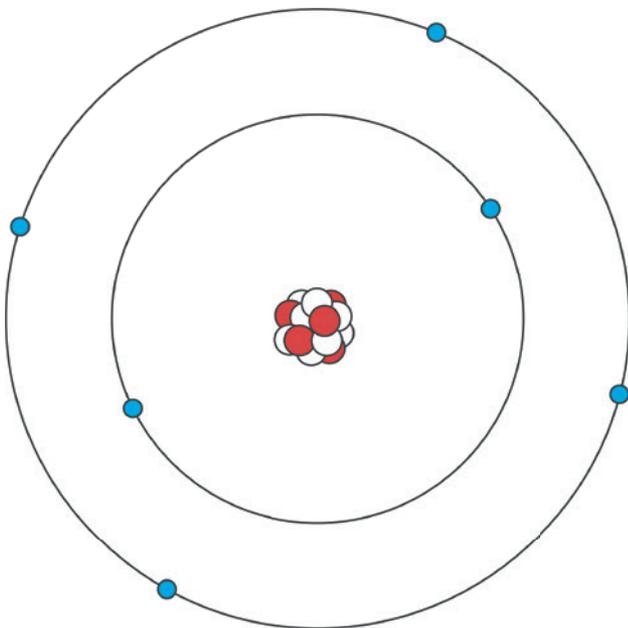
Aufgabe 2.16

In Bild 2.2 ist erkennbar, dass sich ein Röntgenspektrum aus einem **Bremsstrahlungsanteil** und einem Anteil **charakteristischer Strahlung** zusammensetzt. Erläutern Sie mithilfe von Bild 2.3 und Bild 2.4, wie sich auf atomarer Ebene die Entstehung von charakteristischer Strahlung und von Bremsstrahlung vorgestellt werden kann. Zeichnen Sie dazu die Vorgänge ein, die zur Entstehung von Bremsstrahlung und charakteristischer Strahlung führen, und beschreiben Sie diese Vorgänge mit eigenen Worten.

2

**Bild 2.3**

Zeichnen Sie hier die Vorgänge ein, die die Bremsstrahlung erzeugen.

**Bild 2.4**

Zeichnen Sie hier die Vorgänge ein, die die charakteristische Strahlung erzeugen.

Aufgabe 2.21

Ordnen Sie in Bild 2.5 die Strahlungsarten zu.

2

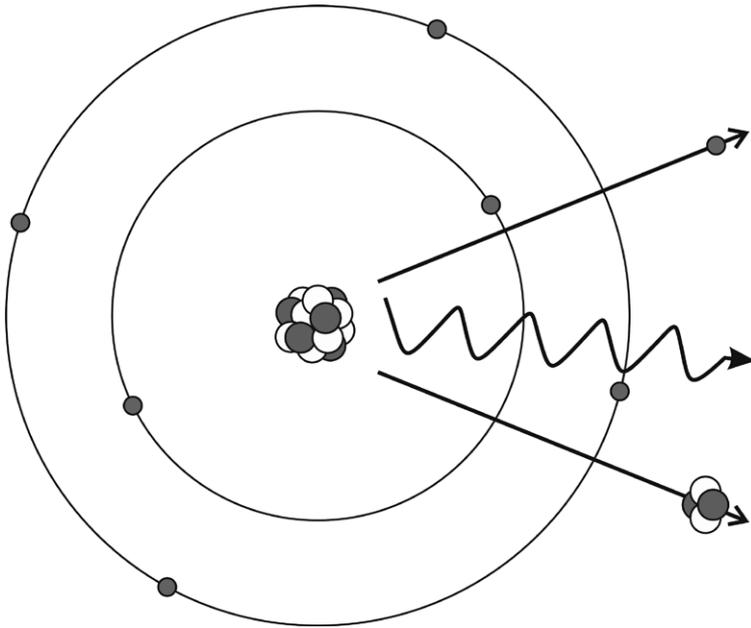


Bild 2.5 Drei Strahlungsarten – doch welche ist welche?

Aufgabe 2.22

Vervollständigen Sie den folgenden Lückentext:

Alpha- und Betastrahlung sind _____. Gammastrahlung hingegen lässt sich eher als _____-Strahlung beschreiben. Neutronen sind wiederum _____. Alphastrahlung besteht aus einem _____ geladenen _____-Atomkern. Beta-Minusteilchen sind _____ und damit _____ geladen. Neutronen hingegen sind _____ elektrisch geladen. Die Reichweite von Alphastrahlung ist _____ als die von Betastrahlung. Neutronen sind immer _____ Strahlung.

**Worthilfe zu Aufgabe 2.22 (Achtung: mehr Wörter als benötigt!)**

Helium, elektromagnetische Wellen, positiv, negativ, Sauerstoff, Wasserstoff, Elektronen, materielle Teilchen (2 ×), nicht, sehr, kleiner (2 ×), größer (2 ×), durchdringende, nicht durchdringende

Aufgabe 2.39

Erläutern Sie den Begriff der effektiven Dosis.

Aufgabe 2.40

Erklären Sie den Unterschied zwischen der Energiedosis und der Mess-Äquivalentdosis.

Aufgabe 2.41

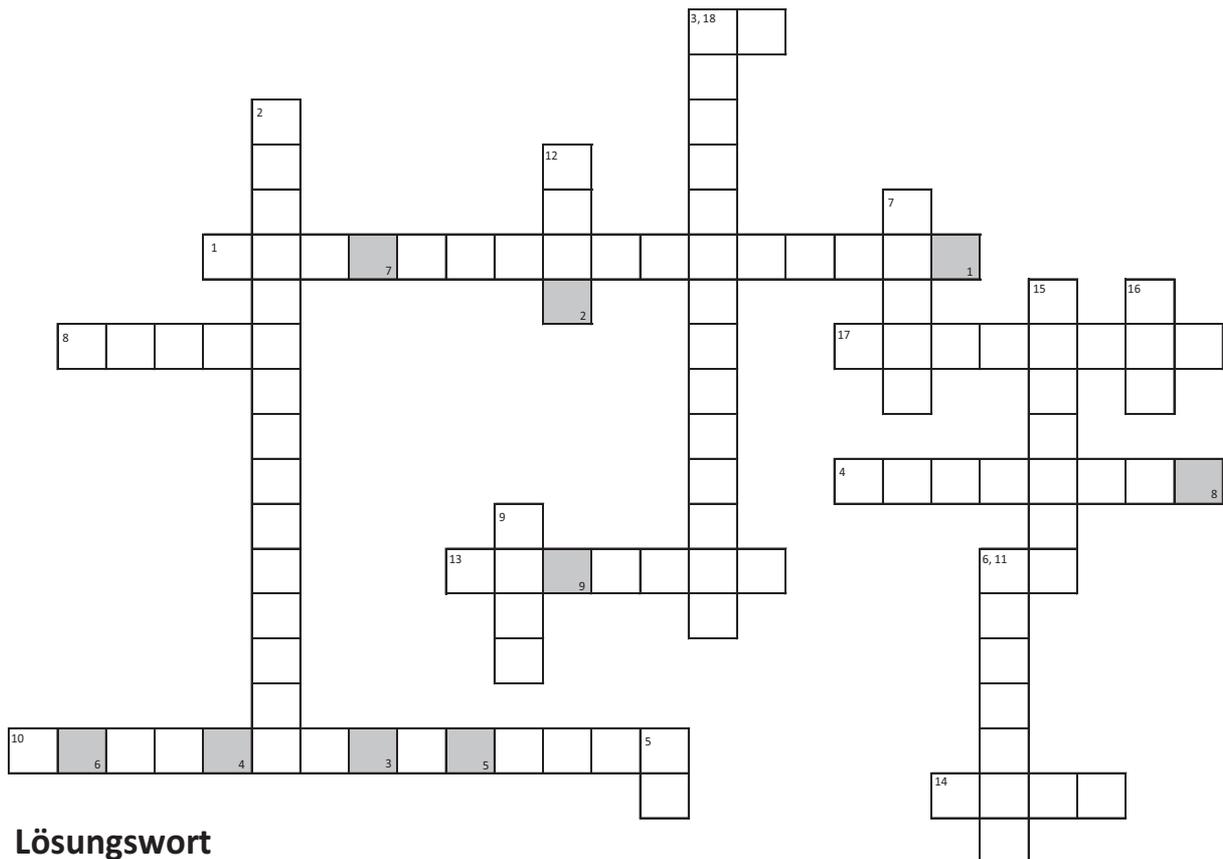
Lösen Sie das Kreuzworträtsel (Bild 2.9).

Waagrecht:

1. Messgröße, bei der die Strahlungsart berücksichtigt wird
4. Alte Einheit der Ionendosis
6. Abkürzung der Einheit für die Äquivalentdosis
8. Eine Einheit der Energie
10. Eine Strahlungsart
13. Elektronen sind ... geladen.
14. Einheit der Energiedosis (ausgeschrieben)
17. Das, woraus elektromagnetische Strahlung besteht
18. Einheit der Energie

Senkrecht:

2. ... faktoren sind Teil der Definition der effektiven Dosis.
3. Dosisgröße, mit der das Krebsrisiko beschrieben wird
5. Abkürzung der Einheit für Energiedosis
7. Alphastrahlung ist ...-ionisierende Strahlung.
9. Locker ionisierende Strahlungsart (Abkürzung)
11. Einheit der Organ-Äquivalentdosis (ausgeschrieben)
12. Einheit der Spannung
15. Protonen sind ... geladen.
16. Abkürzung für den linearen Energietransfer

**Lösungswort**

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Bild 2.9 Kreuzworträtsel zu Dosisgrößen

Aufgabe 3.9

Finden Sie alle deterministischen und stochastischen Strahlenschäden im Suchrätsel (Bild 3.4) und umkreisen Sie diese. Wie viele Strahlenschäden finden Sie? Tipp: Die nach deterministischen und stochastischen Schäden sortierte Anzahl ist das Ergebnis eines berühmten Fußballspiels.

**Worthilfe zu Bild 3.4 (Achtung: mehr Wörter als versteckt!)**

Blutungen, Kopfschmerzen, Uebelkeit, Fieber, Erbrechen, Hautroetung, Haarausfall, Durchfall, Leukämie, Darmkrebs, Lungenkrebs, Erbschaeden, Brustkrebs, Schilddruesenkrebs

3

H	U	E	B	E	L	K	E	I	T	D	R	K	R	A
S	X	Q	W	N	H	F	X	I	G	O	E	T	Z	E
K	S	C	S	A	I	U	H	F	K	Q	L	R	S	P
S	H	X	B	G	F	L	A	U	O	N	E	A	A	B
S	A	U	L	Q	I	X	A	H	P	V	U	Z	D	N
V	U	P	U	I	E	L	R	Q	F	I	K	W	U	Y
F	T	H	T	Y	B	T	A	B	S	Q	A	W	R	T
S	R	R	U	I	E	X	U	V	C	B	E	F	C	O
B	O	Z	N	X	R	B	S	Z	H	O	M	T	H	G
S	E	Q	G	X	U	P	F	H	M	C	I	B	F	Q
U	T	B	E	P	F	L	A	V	E	P	E	U	A	J
O	U	L	N	K	E	X	L	X	R	O	I	C	L	M
I	N	C	R	X	Q	H	L	P	Z	V	F	R	L	I
U	G	F	E	R	R	T	E	Q	E	K	R	O	O	S
D	O	M	U	E	L	L	E	R	N	F	S	G	R	H

Bild 3.4 Suchrätsel zu deterministischen und stochastischen Strahlenschäden

Anzahl der in Bild 3.4 gefundenen deterministischen Schäden: ____

Anzahl der in Bild 3.4 gefundenen stochastischen Schäden: ____

Aufgabe 5.4

Ermitteln Sie die Aktivität eines ^{137}Cs -Strahlers, der in 3 m Entfernung eine Gamma-Umgebungs-Äquivalentdosisleistung von 2 mSv/h erzeugt.

Aufgabe 5.5

Erläutern Sie nach einer rechnerischen Abschätzung, in welcher Entfernung von der Quelle bei einem nicht abgeschirmten ^{192}Ir -Präparat von 250 GBq die Kontrollbereichsgrenze eingerichtet werden müsste.

Aufgabe 5.6

Berechnen Sie, welche Gamma-Ortsdosisleistung in 3 m Entfernung von einem ^{60}Co -Strahler mit der Aktivität von 150 GBq zu erwarten ist, wenn sich zwischen Quelle und Messort eine 12 cm dicke Abschirmwand aus Eisen befindet.

5



Für die Lösung von Aufgabe 5.6, 5.7 und 5.8 sind Kenntnisse über Abschirmung erforderlich (vgl. Kapitel 4). Berechnen Sie zuerst die Dosisleistung ohne Abschirmung und reduzieren Sie danach rechnerisch diese Dosisleistung durch Multiplikation mit dem reziproken Schwächungsfaktor.

Aufgabe 5.7

Mit Formel¹ (8.37), (8.38), (8.39) und (8.40) lässt sich auch bei unbekannter Dosisleistungskonstante Γ_γ die Ortsdosisleistung mit

$$\dot{H} = k_1 \cdot \varphi_1 + k_2 \cdot \varphi_2 + \dots + k_n \cdot \varphi_n = \sum_{j=1}^n k_j \cdot \varphi_j$$

abschätzen (siehe Abschnitt 9.4, GdpS).

Ein ^{24}Na -Präparat mit der Aktivität von 35 GBq wird durch eine Normalbetonwand von 30 cm Dicke abgeschirmt. Schätzen Sie rechnerisch die Ortsdosisleistung (Umgebungs-Äquivalentdosis) in 4 m Entfernung von der Quelle ab, indem Sie die Teildosisleistungskonversionsfaktoren und die Flussdichte verwenden, und vergleichen Sie das Ergebnis mit der gewohnten Verwendung der Dosisleistungskonstanten Γ_γ .

Aufgabe 5.8

Ein ^{137}Cs -Präparat von 60 GBq ist durch eine Schichtung aus 5,5 cm Blei und 25 cm Beton abgeschirmt. Bestimmen Sie die Ortsdosisleistung der Gammastrahlung hinter der Abschirmung in 1 m Entfernung von der Strahlungsquelle.

5.1.2 Röntgenstrahlung

Die Ortsdosisleistung im Nutzstrahlenbündel einer Röntgeneinrichtung lässt sich mit Formel (5.2) berechnen:

$$\dot{H}^*(10) = \Gamma_x \cdot \frac{j}{r^2} \quad (5.2)$$

¹ Vgl. auch Formel (9.1), (9.3), (9.6) und (9.7) aus GdpS

6.1 Messgeräte und Messverfahren



Messungen sind die Grundlagen des Strahlenschutzes. Es existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Messgeräten für verschiedene Strahlungsarten und diverse Messzwecke. Während manche Messgeräte allein dem Nachweis von ionisierender Strahlung dienen, erlauben es andere, einen Schätzwert für die Dosis zu ermitteln.

6.1.1 Genereller Aufbau von Strahlungsdetektoren

Aufgabe 6.1

Beschriften Sie die Bauteile der schematisch in Bild 6.1 dargestellten Ionisationskammer und erläutern Sie kurz die grundsätzliche Funktionsweise.



Worthilfe zu Bild 6.1

Spannungsquelle, Strommessinstrument, ionisierendes Teilchen, Plattenkondensator

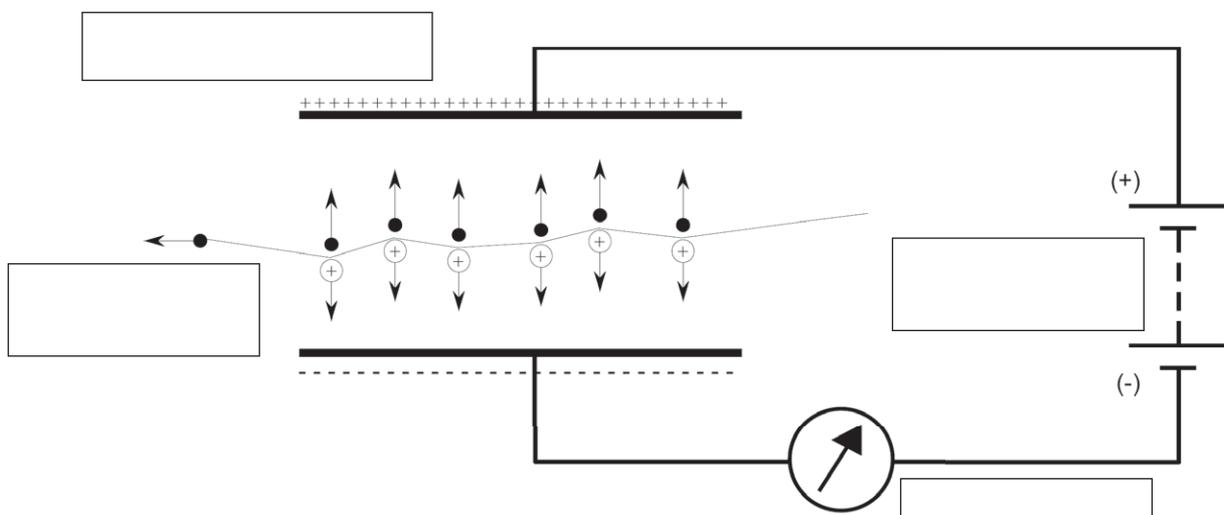


Bild 6.1 Aufbau einer Ionisationskammer

- Der Strahlenpass ist sechs Jahre gültig.
- Im Strahlenpass werden die Durchführung der medizinischen Untersuchung einer beruflich exponierten Person der Kategorie A und die notwendigen Atemschutzuntersuchungen dokumentiert.
- Im Strahlenpass muss das Datum der letzten Unterweisung vom Strahlenschutzbeauftragten vermerkt werden.

7.7 Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten



Viele Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten sind in diesem Übungsbuch bereits behandelt worden. Eine vollständige Sammlung aller Aufgaben und Pflichten finden Sie in Kapitel 13 (GdpS). Hier werden noch einige besondere, aber nicht weniger wichtige Aufgaben und Pflichten behandelt.

Aufgabe 7.42

Eine der zentralen Aufgaben im beruflichen Strahlenschutz ist die Überwachung der Personendosis. Ermitteln Sie das Lösungswort, indem Sie in Tabelle 7.3 die Buchstaben der richtigen Antwort hintereinander lesen.

Tabelle 7.3 Überwachung der Personendosis

Frage	Ja	Nein
An Personen, die sich zur Ausübung einer Tätigkeit in Strahlenschutzbereichen aufhalten, ist die Körperdosis zu ermitteln, wenn diese 1 mSv pro Kalenderjahr überschreiten kann.	H	K
Die amtlichen Personendosimeter werden von der nach StrlSchG bestimmten Messstelle ausgewertet.	A	E
An Patienten, die sich im Kontrollbereich aufhalten, ist die Körperdosis zu ermitteln.	M	N
Die amtlichen Personendosimeter werden in der Regel halbjährlich ausgewertet.	G	N
Die amtlichen Dosiswerte müssen mindestens 30 Jahre aufbewahrt werden.	O	I
Überwachten Personen ist auf deren Verlangen ein jederzeit ablesbares Dosimeter zur Verfügung zu stellen.	V	W
Das Personendosimeter kann durch das Smartphone ersetzt werden, wenn es ein Diensttelefon ist, das der SSV stellt.	A	E
Ist vorauszusehen, dass die Organ-Äquivalentdosis an der Hand größer als 150 mSv im Kalenderjahr sein kann, ist diese mit weiteren Dosimetern zu ermitteln.	R	T

Das Lösungswort lautet:

Stichwortverzeichnis

Symbole

50-Jahre-Folgedosis 45

A

Abschirmung 100
Abstand 100
Abstandsquadratgesetz 33, 100
Aktivierung 38, 44, 100
Aktivität 11, 79
Aktivitätskonzentration 11
Alphastrahlung 15, 83, 85
Anmeldung 61
Anzeige 61, 63, 126 f.
Aufbewahrungsdauer 67
Aufbewahrungspflichten 132
Aufenthaltszeit 100
Auflösungszeit 48

B

Bauartzulassung 126
behördliche Vorabkontrolle 61, 126
beruflich exponierte Person 58, 123
– Kategorie A 58
– Kategorie B 58, 66
Beschleuniger 15, 38, 82, 100
Besucher 65
Betastrahlung 15, 83, 85
biologische Wirkungskette 25, 90
Bremsstrahlung 14, 18, 41 f., 81, 107 f.

C

charakteristische Grenzen 55, 120
charakteristische Strahlung 14, 81
Comptoneffekt 18

D

Dichtheitsprüfung 70, 134
DIN-Normen 123
Dosisbegrenzung 122
Dosisleistung 24, 88

Dosisleistungskonstante 9, 78
Dosisoptimierung 122
Dosischwelle 26
Durchlassstrahlung 98

E

effektive Dosis 21, 45, 87, 111, 116
Energie 15
Energiedosis 21, 87
Erholungszeit 48, 115
Erkennungsgrenze 55, 120
Expositionssituation 57
– bestehende 57
– geplante 57, 66
– Notfall 57

F

Flussdichte 21, 86
Freigrenze 63, 127

G

Gammastrahlung 15, 83, 85
Genehmigung 61, 63, 126 f.
Gleitschattenfilmdosimeter 51, 116
Grenzwerte 66, 130
Grundregeln des praktischen Strahlenschutzes 31
– Abschirmung 33, 96
– Abstand 31, 95
– Aufenthaltszeit 37, 99

H

Halbleiterdetektor 49, 115
Halbwertsbreite 50, 116
Halbwertsschichtdicke 34, 97, 100
Halbwertszeit 11
– biologische 25, 90
– effektive 25, 90
Hautdosis 44, 107, 110

I

ICRP-Veröffentlichungen 123
Immersion 44
Ingestion 44, 113
Inhalation 44, 112f.
Inhalations-Dosiskoeffizienten 131
Inkorporation 44
Iodprophylaxe 26, 91
Ionisationskammer 47, 114

K

Kontamination 118
Kontaminationsmonitor 54f., 118
Kontrollbereich 63, 129
Kündigungsschutz 60, 125

L

Logarithmus 7, 77
Lumineszenz 116
- optisch stimulierte 53

M

Meldepflicht 131
Mess-Äquivalentdosis 21, 87

N

Nachweisgrenze 55, 121
Neutronenstrahlung 15, 83, 85
Nulleffekt 55
Nutzstrahlung 36, 98

O

Organ-Äquivalentdosis 21, 45, 87, 116
Ortsdosimeter 53, 116
Ortsdosisleistung 39ff., 43, 65, 103, 105f., 109

P

Paarbildung 18
Personendosimeter 53, 116
Personendosis 69, 133
Photoeffekt 18
Photonen 15
Potenzen 3, 75
Präfix 5, 76
Proportionalzählrohr 48, 114

R

radioaktiver Stoff 11
- offener 58, 122
- umschlossener 58, 70, 122
Radon 93
Ratemeter 55
Rechtfertigung 122
Reichweite von Betastrahlung 32
Richtlinie 123
Röntgeneinrichtung 62, 126
Röntgengerät 12, 80
- bauartzugelassen 62
Röntgenstrahlung 12, 15
Rückstrefaktor 36, 98

S

Sachverständiger
- behördlich bestimmter 62, 126, 134
Sättigungsaktivität 38
Schwächungsfaktor 97
- reziproker 8, 10, 34, 40f., 78, 97, 99, 104f.
Schwangere 70, 130, 134
Spektrum 50, 116
Sperrbereich 63
spezifische Aktivität 11
Störstrahlung 36, 98
Strahlenexposition
- natürliche 29, 93
- zivilisatorische 29, 93
Strahlenpass 68, 133
Strahlenschaden
- deterministisch 26, 91f.
- somatisch 26
- stochastisch 26, 91f.
Strahlenschutzanweisung 67, 131
Strahlenschutzbeauftragter 59, 125
Strahlenschutzbereich 63, 128
Strahlenschutzbevollmächtigter 125
Strahlenschutzgrundsätze 57, 122
Strahlenschutzregisternummer (SSR) 61
Strahlenschutzverantwortlicher 131
Streustrahlung 36
Submersion 44, 110
Szintillationszähler 49, 115

T

Tätigkeit 66
Thermolumineszenz 53
Totzeit 48, 115

U

Überdeckungsintervall 55
Überwachungsbereich 63
Unterweisung 70, 133 f.

W

Wirkungsquerschnitt 20, 38, 85, 100
Wischtest 54, 118

Z

Zehntelwertsschichtdicke 34, 97