

SEMINARARBEIT

aus dem W-Seminar

Kerntechnik und Kernchemie

Thema der Seminararbeit:

Die biologischen Wirkungen radioaktiver Strahlung

Verfasser: Schreiber, Felix
Kursleiter: Weiß, Raphael, StR
Abgabetermin: 07. November 2023

Bewertung der schriftlichen Arbeit: Punkte in Worten:
Bewertung der Präsentation: Punkte in Worten:
Gesamtbewertung ((3x schriftlich + 1x mündlich) : 2): Punkte
Abgabe beim Oberstufenkoordinator am:

.....
Unterschrift des Kursleiters

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Dosisgrößen: Einordnung von Strahlungswirkung	2
2.1 Energiedosis	2
2.2 Äquivalentdosis	2
2.3 Organdosis	2
2.4 Effektive Dosis	3
2.5 LET und Bragg-Peak	3
3 Eindringen von Strahlung in den Organismus	4
4 Deterministische Strahlenwirkung	5
5 Stochastische Strahlenwirkung	6
6 Somatische Strahlenwirkung	7
7 Strahlenwirkungen im Allgemeinen	8
8 Strahlenwirkungen auf Organe	9
9 Strahlenwirkungen auf einzelne Zellen	10
10 Mögliche positive Wirkungen	11
11 Schlusswort	12
Bibliographie	13

1 Einleitung

Strahlung - Ein sehr simples Wort, auf den ersten Blick. Daraus könnte man den zunächst nicht sonderlich falschen Schluss ziehen, die Thematik dahinter sei ebenso „einfach“. Aber wäre das der Fall, dann würde diese Arbeit nicht existieren. Doch was ist nun diese „Strahlung“? Der Begriff ist sehr vielfältig: elektromagnetische Strahlung wie Licht, Mikrowellenstrahlung in, wie wahrscheinlich schon vermutet, Mikrowellen-Öfen, und natürlich auch die radioaktive Strahlung, um die es in diesem Werk hauptsächlich geht. Entdeckt wurde Radioaktivität bereits vor etwa 128 Jahren, also Ende des 19ten Jahrhunderts durch Henri Becquerel¹, der durch Zufall darauf stieß und erhielt dafür, zusammen mit dem Curie-Ehepaar, den Physik-Nobelpreis. Damals waren jedoch die Auswirkungen der Strahlung auf biologische Organismen wie den Menschen noch nicht erforscht, was unter anderem in Dingen wie „Uran-Zahnpasta“ resultierte. Mittlerweile ist die Forschung zur Strahlenwirkung etwas fortgeschrittener und somit sind auch Wecker mit Uranfarbe für einen schönen Leuchteffekt glücklicherweise nichts alltägliches mehr. Die Gründe dafür und wie genau Bestrahlung mit radioaktiven Teilchen sich auf diverse Organismen auswirkt ist das Thema dieser Arbeit und damit der folgenden Kapitel.

¹Grotelüschen, „Als Henri Becquerel seine Entdeckung der Radioaktivität präsentierte“.

2 Dosisgrößen: Einordnung von Strahlungswirkung

Als Grundlage für das Einordnen unterschiedlicher Strahlungsarten und deren Auswirkungen dienen die so genannten „Dosisgrößen“. Diese ermöglichen es, allgemeine Aussagen über die Interaktion zwischen Materie und Strahlung zu treffen. Es gibt vier verschiedene Möglichkeiten, Strahlenwirkung damit darzustellen: Die Energiedosis (Abschnitt 2.1), Äquivalentdosis (Abschnitt 2.2), Organdosis (Abschnitt 2.3) und die effektive Dosis (Abschnitt 2.4). Abschnitt 2.5 beschäftigt sich mit dem linearen Energietransfer und dem Phänomen „Bragg-Peak“.

2.1 Energiedosis

Die Energiedosis, angegeben in Gray (Gy), beschreibt die aufgenommene Energie pro Masse²:

$$D = \frac{E}{m}$$

Bei Abhängigkeit von der Strahlungsart R wird mit dem Strahlungs-Wichtungsfaktor w_R multipliziert, und bei einbeziehen des Gewebetyps muss zusätzlich mit dem Gewebe-Wichtungsfaktor w_T skaliert werden.

2.2 Äquivalentdosis

Allein mit der Energiedosis (Abschnitt 2.1) lässt sich noch keine Aussage über die Interaktion von Strahlung mit Materie treffen, weswegen man diese mit dem Qualitätsfaktor Q , abhängig von der Art der Strahlung R , skalieren muss. Somit ergibt sich die Äquivalentdosis, gemessen in Sievert (Sv):

$$H_R = Q_R * D_R$$

Zu beachten ist, dass auch die Energiedosis (D) hier ebenfalls von R abhängig ist.

2.3 Organdosis

Die in Abschnitt 2.2 beschriebene Äquivalentdosis kann noch mit einem vom jeweiligen Organ abhängigen Gewebe-Wichtungsfaktor (w_T) multipliziert werden.³ Damit kann die

²„Dosisgrößen und die Wirkung der Strahlung“.

³„Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) - Anlage 18 (zu den §§ 171, 197) - Dosis- und Messgrößen“.

Wirkung einer gewissen Energiedosis auf ein bestimmtes Organ dargestellt werden, auch die Organdosis oder Organ-Äquivalentdosis genannt:

$$H_{T,R} = w_R * D_{T,R}$$

wobei w_R der jeweilige Gewebe-Wichtungsfaktor ist. Bei mehreren verschiedenen Strahlungsarten bildet sich die Organdosis aus der Summe aller Organdosen der unterschiedlichen Faktoren:

$$H_T = \sum_R H_{T,R} = \sum_R w_R * D_{T,R}$$

2.4 Effektive Dosis

Die so genannte effektive Dosis, oder auch effektive Äquivalentdosis lässt sich durch das Summieren aller Organdosen (Abschnitt 2.3) errechnen. Dadurch wird die Gesamtwirkung auf den menschlichen Organismus näherungsweise modelliert:

$$E = \sum_T w_T * H_T$$

2.5 LET und Bragg-Peak

3 Eindringen von Strahlung in den Organismus

4 Deterministische Strahlenwirkung

5 Stochastische Strahlenwirkung

6 Somatische Strahlenwirkung

7 Strahlenwirkungen im Allgemeinen

8 Strahlenwirkungen auf Organe

9 Strahlenwirkungen auf einzelne Zellen

10 Mögliche positive Wirkungen

11 Schlusswort

Bibliographie

Dosisgrößen und die Wirkung der Strahlung. UM Baden-Württemberg, <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/kernenergie/strahlenschutz/informationen-zum-strahlenschutz/radioaktivitaet-und-ionisierende-strahlung/dosisgroessen-und-die-wirkung-der-strahlung>. Zugegriffen 2. Mai 2023

Grotelüschen, Frank. *Als Henri Becquerel seine Entdeckung der Radioaktivität präsentierte.* Deutschlandfunk, 24. Februar 2021, <https://www.deutschlandfunk.de/vor-125-jahren-in-paris-als-henri-becquerel-seine-100.html>

Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) - Anlage 18 (zu den §§ 171, 197) - Dosis- und Messgrößen. Bundesamt für Justiz, https://www.gesetze-im-internet.de/strlschv_2018/anlage_18.html. Zugegriffen 2. November 2023

Ich erkläre hiermit, dass ich die Seminararbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benützt habe.

....., den
Ort Datum Unterschrift des Schülers