

Radiumdosimetrie

Von

Dr. phil. Walter Minder

Technischer Leiter des Institutes der Bernischen Radiumstiftung
in Bern

Mit 97 Abbildungen im Text



Springer-Verlag Wien GmbH 1941

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten**

**ISBN 978-3-7091-5192-1 ISBN 978-3-7091-5340-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-7091-5340-6**

**Copyright 1941 by Springer-Verlag Wien
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Vienna 1941**

Vorwort.

Vor etwa zwölf Jahren ist erstmals eine Messung der Gammastrahlendosis in absoluten Einheiten gelungen. Damit wurde eine größere Reihe von Untersuchungen eingeleitet, die das Ziel verfolgten, die Dosismessung und die Dosierung der Röntgen- und Gammastrahlen in der Praxis zu vereinheitlichen. Nachdem in allerletzter Zeit nun auch noch eine erfolgreiche Absolutmessung der Gammastrahlung mit der Faßkammer durchgeführt werden konnte, darf die Arbeit zur Vereinheitlichung der Dosis als ziemlich abgeschlossen angesehen werden.

Neben der Dosismessung umfaßt aber die Dosimetrie der Strahlungen noch ein zweites, und wohl weit wichtigeres Gebiet, nämlich die Bestimmung der durch die strahlentherapeutische Maßnahme am Orte der Wirkung einverlebten Dosis.

Die *Dosismessung* ist eine Aufgabe der reinen Experimentalphysik, während bei der *Dosisbestimmung* wesentlich auch die therapeutische Absicht mitberücksichtigt werden muß. Die Dosisbestimmung ihrerseits zerfällt wieder in einen methodisch physikalischen Teil, der die Frage nach der zahlenmäßigen Größe der Dosis am Orte der Wirkung beantworten soll und in einen rein medizinischen Teil, der Umfang und Inhalt der beabsichtigten Wirkung zu bestimmen hat.

Es ist in der vorliegenden Schrift der Versuch unternommen worden, unter dem Titel „Radiumdosimetrie“ eine kurze Zusammenfassung der als gesichert geltenden Tatsachen der Dosismessung und der numerischen Dosisbestimmung der Strahlungen der radioaktiven Substanzen zu geben, wobei eine Berührung der rein medizinischen Fragen vermieden worden ist. Dabei mußten die wichtigsten Tatsachen der allgemeinen Radioaktivität sowie die Gesetze der Strahlenschwächung in kurzer Form dem eigentlichen Hauptteil vorangestellt werden. Ich hoffe, daß dadurch das Buch nach außen eine gewisse Geschlossenheit erhalten hat.

Manchem Leser wird wohl das etwas starke Hervortreten des Zahlenmäßigen und Physikalischen auffallen. Die Dosisbestimmung ist aber ohne diese Hilfsmittel nicht durchzuführen und es war mein Bestreben, darin nur soweit zu gehen, als es für das tiefere Verständnis der oftmals nicht ganz einfachen Fragestellungen unumgänglich notwendig ist.

Besonders im Abschnitt über die mathematische Dosierung sind alle Ableitungen in der einfachsten Form wiedergegeben und durch speziell ausgewählte Beispiele ergänzt, und so weit unmittelbar möglich, auch durch Graphika dargestellt worden. Dieser Teil ist in der Praxis brauchbar, ohne die Funktionen im einzelnen durchzugehen.

Auf eine vollständige Quellenangabe wurde bewußt verzichtet. Dagegen ist die hauptsächlichste neuere Literatur (seit 1930) in ihrer Gesamtheit berücksichtigt, und so weit sie mit dem Gegenstand in engerer Beziehung steht, auch aufgeführt worden. Das Verzeichnis soll dem in der Materie Tätigen einige Dienste leisten.

Zur raschen Berechnung einfacher Zahlenbeispiele über die Schwächung und über Vorgänge des radioaktiven Zerfalles ist im Anhang eine Tabelle der Funktion e^{-x} für Argumente von $x = 0$ bis $x = 10$ beigegeben worden.

Das vorliegende Büchlein ist in schwerer Zeit entstanden. Die Arbeit daran mußte oft durch Dienst für meine Heimat unterbrochen werden. Meine zivilen und militärischen Vorgesetzten haben meine Bestrebungen nach Möglichkeit unterstützt. Ich bin ihnen dafür zu Dank verpflichtet.

Herr Professor Dr. ADOLF LIECHTI hat das Manuskript und die Korrekturen einer kritischen Durchsicht unterzogen. Ferner hat er mir in zuvorkommender Weise manchen wertvollen Rat erteilt. Ich möchte es nicht unterlassen, ihm dafür meine große Dankbarkeit auszudrücken.

Schließlich ist es mir auch ein Bedürfnis, dem Verlag JULIUS SPRINGER in Wien für das Entgegenkommen bei allen meinen Wünschen bestens zu danken.

Bern, Pfingsten 1941.

Walter Minder.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Die Radioaktivität.

	Seite
I. Historisches	1
II. Radioaktive Strahlungen	3
1. α -Strahlen	3
a) Allgemeines	3
b) Geschwindigkeiten der α -Strahlen	6
2. β -Strahlen	7
a) Allgemeines	7
b) Geschwindigkeiten der β -Strahlen	8
3. γ -Strahlen	10
a) Grundlegende Versuche	10
b) Quantentheoretische Hinweise	11
c) Wellenlängen der γ -Strahlen	13
4. Sekundärstrahlen	15
III. Die Zerfallsvorgänge	16
1. Die radioaktiven Umwandlungen	16
2. Theorie des Zerfalles	17
IV. Die radioaktiven Substanzen	19
1. Allgemeines	19
2. Die Zerfallsreihen	20
V. Künstliche Radioaktivität	23
1. Kernumwandlungen durch α -Strahlen	25
2. Kernumwandlungen durch Protonenstrahlen	26
3. Kernumwandlungen durch Deuteronenstrahlen	26
4. Kernumwandlungen durch Neutronenstrahlen	27
5. Kernumwandlungen durch γ -Strahlen	27
VI. Allgemeine Betrachtungen über die Stabilität der Atomkerne	28

Zweiter Abschnitt.

Wirkung der Radiumstrahlen

I. Schwächung der α -Strahlen	34
II. Schwächung der β -Strahlen	36

	Seite
III. Schwächung der γ -Strahlen	37
1. Allgemeine Betrachtungen	37
2. Abhängigkeit des Schwächungskoeffizienten	40
a) Der Absorptionsvorgang	40
b) Der Vorgang der Streuung	42
IV. Strahlungsgemische.....	46
V. Die Filterung.....	50
VI. Die Ionisation als Primärvorgang der Schwächung.....	53

Dritter Abschnitt.

Meßmethoden der radioaktiven Stoffe

I. Grundsätzliches zu den Meßmethoden	59
1. Prinzip der Ionisationsmessung.....	59
2. Der Sättigungsstrom	62
II. Gewichtseinheiten	63
1. Einheiten der α -strahlenden Stoffe	63
2. Messung der Radiumemanation	65
3. Gewichtseinheiten für β - und γ -strahlende Präparate	69

Vierter Abschnitt.

Medizinische Dosimetrie.

A. Definition und Messung der Strahlendosis	73
I. Der Dosisbegriff	73
II. Ältere Dosisseinheiten	74
III. Das Abstandsgesetz	78
IV. Die Dominici-Einheit D.....	80
V. Forderungen an die Dosisseinheit	80
VI. Die internationale Röntgeneinheit.....	81
VII. Strahlenmessung in int. r.	81
VIII. Messung der γ -Strahlung in r.	84
1. Bestimmung der Eveschen Konstanten	85
2. Das Prinzip der Luftäquivalenz bei der absoluten Strahlenmessung.....	86
a) Ionisation durch Sekundärelektronen der Kammerwand	88
b) Ionisation durch die in der Kammerluft gebildeten Sekundärelektronen	88
3. Messung der Dosiskonstanten	91
4. Experimentelle Kontrolle der Luftäquivalenz.....	93
IX. Biologische Kontrolle der absoluten Strahlenmessung	97
1. Die Hauterythemdosis (HED)	97
2. Strahlenbiologische Resultate	99

	Seite
B. Realisierung der Dosis	100
I. Direkte Messung der γ -Strahlendosis	100
II. Photographische Dosismessung	105
III. Bestimmung der γ -Strahlendosis an Radium- kanonen	111
IV. Berechnung der γ -Strahlendosis	113
1. Grundlagen der mathematischen Dosierung	114
2. Praktische Berechnung der Strahlendosis	115
a) Beliebige Anordnung punktförmiger Quellen	115
α) Der strahlende Punkt	115
β) Mehrere strahlende Punkte in beliebiger Anordnung ..	116
b) Flächenhafte Anordnung punktförmiger Strahlenträger ..	116
c) Anordnung punktförmiger Träger in quasi isometrischen Räumen	120
d) Beispiele	125
α) Flächenförmige Felder	125
β) Quasi isometrische Räume	127
e) Einige allgemeine Gleichungen	129
α) Die strahlende Gerade	129
Lange Nadel 131; Kurze Nadel 132; Nadel mitt- lerer Länge 133; Sonde 134; Schemata weiterer Ein- zelträger 139; Trägerkombinationen 139.	
β) Die strahlende Kreislinie	142
γ) Dosenverteilung einer Kreisscheibe	145
δ) Die strahlende Kugeloberfläche	148
ϵ) Die strahlende Zylinderfläche	151
ζ) Die Vaginalbestrahlung	152
3. Zahlenmäßiger Einfluß der β -Strahlung	155
α) Wirkung der primären β -Strahlung	155
β) Wirkung der sekundären β -Strahlung	156

Fünfter Abschnitt.

Die in der Praxis verwendeten radioaktiven Substanzen.

I. Das Radium, Ra	158
II. Die Radiumemanation (Radon), Em	159
III. Das Mesothor, MTh ₁	164
IV. Das Thorium X, Th X	166
V. Radiothor, Rd Th; Thorium B, Th B; Polonium Po ...	167

Anhang.

I. Tabelle der Funktion e^{-x}	169
Literaturverzeichnis	170