

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung. ....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>Physikalische Grundbegriffe und Dosisdefinition . .</b>	<b>14</b>
2.1	Dosisdefinition. ....	14
2.2	Energieübertragung auf das biologische Objekt. ....	14
2.3	Einteilung ionisierender Strahlung. ....	15
2.4	Ionisation und Anregung. ....	17
2.5	Linearer Energietransfer. ....	17
2.6	Relative biologische Wirksamkeit. ....	19
2.7	Dosisangabe im Strahlenschutz. ....	20
2.8	Direkte und indirekte Wirkung. ....	21
2.8.1	Direkte Wirkung. ....	21
2.8.2	Indirekte Wirkung. ....	23
<b>3.</b>	<b>Wirkung ionisierender Strahlen in Chemie und Biochemie. ....</b>	<b>26</b>
3.1	Anorganische Verbindungen. ....	26
3.2	Organische Verbindungen. ....	27
3.3	Strahlenbiochemie. ....	27
3.3.1	Strahlenwirkung auf Nukleinsäuren (DNA). ....	28
3.3.2	Reparatur von radiogenen DNA-Schäden. ....	30
3.3.3	Strahlenwirkung auf den Proteinstoffwechsel. ....	34
3.3.4	Strahlenwirkung auf den Kohlenhydrat- und Energiestoffwechsel. ....	34
3.3.5	Strahlenwirkung auf den Fettstoffwechsel. ....	34
3.3.6	Strahlenwirkung auf die Hormonsynthesen. ....	34

<b>4.</b>	<b>Strahlenwirkung auf Zellen</b>	<b>36</b>
4.1	Einleitung	36
4.2	Intrazelluläres Ziel der Strahlenwirkung	37
4.3	Einteilung der Effekte einer Bestrahlung auf Zellen	37
4.4	Zellzyklusverlängerung durch Bestrahlung	39
4.5	Zelltod nach Bestrahlung	43
4.5.1	Nekrose und Apoptose	43
4.5.2	Klonogener Zelltod nach Bestrahlung	44
4.6	Messung des klonogenen Zelltods	46
4.7	Zellüberlebenskurven	46
4.8	Einflußfaktoren auf das Zellüberleben nach Bestrahlung	49
4.8.1	Intrinsische Strahlenempfindlichkeit	49
4.8.2	Strahlenempfindlichkeit verschiedener Zellzyklusphasen	49
4.8.3	Fraktionierung der Dosis	50
4.8.4	Protahierung der Bestrahlung	54
4.8.5	Der Sauerstoffeffekt	54
4.8.6	Einfluß des linearen Energie-Transfer (LET)	57
4.9	Übertragung von Zellüberlebenskurven auf die Strahlenreaktion von Geweben: Die Zielzell-Hypothese	57
<b>5.</b>	<b>Strahlenwirkung auf Tumoren</b>	<b>59</b>
5.1	Einleitung	59
5.2	Tumorwachstum	60
5.3	Einteilung der Tumorreaktion auf Bestrahlung	62
5.3.1	Tumorregression	62
5.3.2	Tumorwachstumsverzögerung	63
5.3.3	Lokale Tumorkontrolle	64
5.4	Einflußfaktoren auf die lokale Tumorkontrolle	67
5.4.1	Tumorgroße	67
5.4.2	Tumorentität	69
5.4.3	Hypoxische Tumorzellfraktion und Reoxygenierung	69
5.4.4	Gesamtbehandlungszeit der Strahlentherapie	72
5.4.5	Dosis pro Fraktion	74
5.4.6	Zeitintervall zwischen den Fraktionen	76
5.4.7	Einsatz von Strahlen mit hohem LET	76

5.4.8	Kombination einer Strahlentherapie mit anderen Methoden .....	77
5.5	Einfluß der lokalen Tumorkontrolle auf Metastasierung und Überleben .....	78
<b>6.</b>	<b>Strahlenwirkung auf Normalgewebe .....</b>	<b>80</b>
6.1	Radiobiologische Grundlagen .....	80
6.1.1	Klinische Einteilung von Strahlenfolgen an Normalgeweben .....	80
6.1.2	Proliferative Strukturen von Geweben .....	81
6.1.3	Einfluß der Dosis pro Fraktion .....	85
6.1.4	Einfluß des Zeitintervalls zwischen den Fraktionen ..	85
6.1.5	Einfluß der Gesamtbehandlungszeit .....	86
6.1.6	Mathematische Beschreibung von Zeit-Dosis-Beziehungen .....	87
6.1.7	Volumen .....	89
6.1.8	Wiederbehandlung .....	90
6.2	Toleranzdosiskonzept .....	90
6.3	Erfassung und Dokumentation von Strahlenfolgen an Normalgeweben .....	91
6.4	Strahlenfolgen an einzelnen Geweben und Organen ..	92
6.4.1	Stützgewebe und Muskulatur .....	93
6.4.2	Kardio-vaskuläres System .....	97
6.4.3	Haut und dermale Anhangsgebilde .....	100
6.4.4	Verdauungstrakt .....	103
6.4.5	Respirationstrakt .....	107
6.4.6	Urogenitalsystem .....	109
6.4.7	Endokrine Organe und Nervensystem .....	112
6.4.8	Sinnesorgane .....	114
6.4.9	Lymphatisches System und Knochenmark .....	117
6.5	Therapeutische Breite der Strahlentherapie .....	122
6.5.1	Unkomplizierte Heilungen als Ziel der Strahlentherapie	122
6.5.2	Erhöhung der therapeutischen Breite der fraktionierten Strahlentherapie durch modifizierte Behandlungsschemata .....	124
<b>7.</b>	<b>Strahlenschutz .....</b>	<b>127</b>
7.1	Deterministische und stochastische Effekte .....	127
7.2	Karzinogenese – Epidemiologie .....	129

7.3	Krebsinduktion bei Überlebenden der Atombomben- abwürfe .....	131
7.4	Mechanismen der strahlenbedingten Karzinogenese ..	133
7.5	Induktion von Neoplasien bei Strahlenbelastungen im Kindesalter .....	135
7.6	Induktion von Neoplasien im Erwachsenenalter .....	137
7.7	Strahlenschutzsituation – natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung .....	138
7.8	Risikovergleich .....	141
<b>8.</b>	<b>Wirkung ionisierender Strahlen auf Vererbung und Fortpflanzung .....</b>	<b>143</b>
8.1	Strahlengenetik .....	143
8.2	Strahlenbedingte Entwicklungsstörungen der mensch- lichen Frucht .....	149
8.3	Einwirkungen ionisierender Strahlen auf die genera- tiven Organe .....	153
8.3.1	Strahlenwirkung auf männliche Keimzellen .....	154
8.3.2	Strahlenwirkung auf weibliche Keimzellen .....	156
8.3.3	Strahlenwirkung auf kindliche Keimzellen .....	157
<b>9.</b>	<b>Akute Strahlenkrankheit .....</b>	<b>158</b>
9.1	Klinisches Bild .....	159
9.2	Zeitlicher Ablauf .....	161
9.3	Prognose .....	163
9.4	Therapie .....	163
	<b>Glossar .....</b>	<b>167</b>
	<b>Weiterführende Literatur .....</b>	<b>178</b>
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>180</b>