

## Inhalt

<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 VORÜBERLEGUNGEN ZUR MODELLENTWICKLUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>3 TECHNISCHE GRUNDLAGEN FÜR DIE DOSIMETRIE DER HOCHFREQUENZ-KOAGULATION .....</b>	<b>7</b>
3.1 HOCHFREQUENZTHERAPIEVERFAHREN .....	7
3.1.1 HF-Chirurgie .....	10
3.1.2 Monopolare und bipolare Anwendung der HF-Chirurgie .....	11
3.2 GENERATOREN FÜR DIE BIPOLARE HFITT .....	14
3.2.1 Signalform und Frequenz .....	14
3.2.2 Frequenzcharakteristik .....	16
3.2.3 Leistungscharakteristik .....	17
3.3 BIPOLARE HFITT-APPLIKATOREN .....	19
3.3.1 Bipolarer HFITT-Applikator ohne Kühlung .....	19
3.3.2 Bipolarer HFITT-Applikator mit Kühlung .....	21
3.3.3 Koagulationsdynamik bipolarer HFITT-Applikatoren .....	22
<b>4 THEORETISCHE GRUNDLAGEN FÜR DIE DOSIMETRIE DER HOCHFREQUENZ-KOAGULATION .....</b>	<b>26</b>
4.1 ELEKTRISCHE FELDTHEORIE .....	26
4.1.1 Die Feldtheorie-Gleichungen .....	26
4.1.2 Einteilung elektromagnetischer Felder .....	29
4.1.3 Potentialfunktion des elektrostatischen Feldes .....	31
4.1.4 Komplexe Darstellung sinusförmiger Größen .....	31
4.1.5 Berechnung der elektrischen Leistungsdichte .....	31
4.2 DIELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN BIOLOGISCHER GEWEBE .....	33
4.2.1 Grundlagen .....	34
4.2.2 Frequenzabhängigkeit .....	34
4.2.3 Temperaturabhängigkeit .....	36
4.2.4 Anisotropie .....	38
4.2.5 Nicht-lineares Verhalten .....	39
4.2.6 Meßmethoden .....	40
4.3 WÄRMETRANSPORT UND THERMISCHE GEWEBEEIGENSCHAFTEN .....	45
4.3.1 Grundlagen des Wärmetransportes .....	45
4.3.2 Die „Bio-Heat“-Transportgleichung .....	47
4.3.3 Thermische Gewebeeigenschaften .....	50
4.3.4 Blutperfusion .....	56
4.4 BERECHNUNG DER GEWEBESCHÄDIGUNG .....	59
<b>5 EXPERIMENTELLE GRUNDLAGENUNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>62</b>
5.1 MATERIAL UND METHODEN .....	62
5.2 IMPEDANZ- UND LEISTUNGSVERLAUF BEI DER BIPOLAREN HFITT .....	63
5.2.1 Meßaufbau .....	63
5.2.2 Ergebnisse .....	65
5.3 MODELL DES TEMPERATURABHÄNGIGEN VERHALTENS DER ELEKTRISCHEN UND THERMISCHEN GEWEBEPARAMETER .....	70
5.3.1 Dielektrische Parameter .....	70
5.3.2 Thermische Parameter .....	74
5.4 BESTIMMUNG DER DIELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN VON VERSUCHSGEWEBE .....	77
5.4.1 Meßaufbau .....	77
5.4.2 Auswertung der Daten .....	80
5.4.3 Durchführung der Messungen .....	81
5.4.4 Ergebnisse .....	82

<b>6 PROGRAMMTECHNISCHE UMSETZUNG DES DOSIMETRIE-MODELLES.....</b>	<b>85</b>
6.1 LÖSUNG DER PARTIELLEN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN .....	85
6.1.1 Analytische Methoden.....	86
6.1.2 Numerische Methoden .....	87
6.1.3 Auswahl des Lösungsverfahrens .....	88
6.2 ANWENDUNG DER FINITEN-DIFFERENZEN-METHODE BEI DER DOSIMETRIE DER HFITT .....	89
6.2.1 Räumliche und zeitliche Diskretisierung, Wahl des Gitters.....	89
6.2.2 Berechnung des Potentialfeldes und der Leistungsdichte mit der FDM.....	91
6.2.3 Berechnung des Temperaturfeldes mit der FDM .....	98
6.2.4 Berechnung der Gewebeschädigung .....	104
6.2.5 Anpassung der Gewebeparameter .....	104
6.3 REALISIERUNG DES GESAMTMODELLES.....	105
6.4 FEHLERBETRACHTUNG .....	109
<b>7 EVALUIERUNG DES DOSIMETRIE-MODELLES .....</b>	<b>111</b>
7.1 MATERIAL UND METHODEN.....	111
7.2 VERGLEICH VON GEMESSEMEM UND BERECHNETEM IMPEDANZ- UND LEISTUNGSVERLAUF .....	111
7.3 VERGLEICH VON GEMESSENER UND BERECHNETER TEMPERATURVERTEILUNG.....	113
7.3.1 Meßaufbau.....	113
7.3.2 Versuchsdurchführung .....	115
7.3.3 Ergebnisse .....	115
7.4 VERGLEICH VON GEMESSENER UND BERECHNETER SCHÄDIGUNGSVERTEILUNG .....	121
7.4.1 Makroskopische und histologische Bestimmung der Gewebeschädigung .....	121
7.4.2 Ungekühlter Applikator.....	124
7.4.3 Gekühlter Applikator.....	124
7.4.4 Fehlerbetrachtung.....	125
<b>8 DISKUSSION UND AUSBLICK .....</b>	<b>126</b>
<b>9 LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>129</b>
<b>10 ANHANG .....</b>	<b>145</b>
10.1 VERZEICHNIS DER FORMELZEICHEN, ABKÜRZUNGEN UND MEDIZINISCHEN FACHBEGRIFFE.....	145
10.2 VEKTORANALYSIS .....	150
10.2.1 Gradient.....	150
10.2.2 Divergenz .....	150
10.2.3 Rotation .....	151
10.2.4 Laplacescher Operator .....	151
10.3 KOMPLEXE DARSTELLUNG SINUSFÖRMIGER GRÖßEN .....	151
10.4 FOURIER-TRANSFORMATION .....	152
10.5 GEWEBEDATEN .....	153
10.5.1 Dielektrische Eigenschaften .....	153
10.5.2 Thermische Eigenschaften .....	155
10.5.3 Gewebeschädigung.....	155
10.6 LEBENS LAUF .....	156
10.7 DANKSAGUNG .....	157