

Aus den Abteilungen für  
Allgemein-, Gefäß- und Thoraxchirurgie  
im Universitätsklinikum Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin  
und  
Medizinische/Technische Physik und Lasermedizin  
im Universitätsklinikum Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin

**HOCHFREQUENZSTROMINDUZIERTER  
THERMOTHERAPIE MALIGNER LEBERTUMOREN  
APPLIKATORENERPROBUNG AN DER GESUNDEN  
SCHWEINELEBER**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung der Doktorwürde  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
**SYLVIA JOHANNA TRÄGER**  
aus Berlin

2000

1. Referent: Priv. – Doz. Dr. C. – T. Germer  
2. Referent: Prof. Dr. G. Müller

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Humanmedizin der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 15. Dezember 2000

## Zusammenfassung

Lebermetastasen ausgehend von einem kolorektalen Karzinom werden primär chirurgisch behandelt. Ist keine Resektion möglich, kommen andere Therapieformen zum Einsatz. Eine Möglichkeit bietet die interstitielle Thermotheapie mit hochfrequentem Strom (HFITT). Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein neu entwickelter bipolarer Hochfrequenzstromapplikator erprobt. Der Einsatz erfolgte an gesundem Schweinelebergewebe in einem ex-vivo-Modell. Die Wirkung der Wärmebehandlung zeigte sich in Form von Gewebenekrosen, deren Volumen bestimmt wurde. Es wurden bipolare HF-Applikatoren mit 2 und 3 mm Durchmesser und 32 und 38 mm Länge getestet. Bei Einsatz dieser HF-Applikatoren hat sich gezeigt, dass hohe Leistungseinstellungen, bis zu einem bestimmten Maximalwert, bei kurzer Anwendungsdauer größere Volumina erwirken als geringere Leistungseinstellungen bei längerer Anwendungszeit. Bei allen Messreihen wurden ab einer höheren Wattage plötzliche Leistungseinbrüche beobachtet. Hier setzten vor Beendigung der Applikation Austrocknungsprozesse ein. Dadurch stieg der Gewebewiderstand sprunghaft an und die Leitfähigkeit fiel stark ab. Aus diesem Grund wurde für jeden Applikator eine Grenze festgelegt. Nur unterhalb derer lassen sich reproduzierbare Ergebnisse erzielen. Der 2 mm-HF-Applikator wurde für 10 Minuten Applikationsdauer erprobt. Das größte erzielte mittlere Koagulationsvolumen betrug  $3200 \text{ mm}^3$ . Der Einsatz des 3 mm-HF-Applikators bei 5-minütiger Anwendungsdauer zeigte ein maximales mittleres Koagulationsvolumen von  $5579 \text{ mm}^3$ . Der 3 mm-HF-Applikator wurde zusätzlich für 10 Minuten Applikationszeit getestet. Die mittleren Koagulationsvolumina lagen zwischen  $2584 \text{ mm}^3$  und  $6201 \text{ mm}^3$ . Wird bei 10 Watt die Applikationszeit auf 8 Minuten verringert, so kann man die bei dieser Leistungseinstellung und einer Applikationsdauer von 9 bzw. 10 Minuten beobachteten vorzeitigen Abbrüche des Koagulationsvorgangs vermeiden und man erhält mittlere Läsionsvolumina von etwa  $6500 \text{ mm}^3$ . Bei allen Messreihen konnte ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen Gesamtenergie und Volumen ermittelt werden. Auch die Variation der Applikationsdauer zeigte eine lineare Gesetzmäßigkeit zwischen applizierter Gesamtenergie und Koagulationsvolumen.

Nach histologischer Auswertung der durch HF-Strom induzierten Gewebenekrosen konnten Gewebedestruktionen beschrieben werden.

Vorversuche mit einem gekühlten HF-Applikator ermöglichten eine bis zu vierfache Steigerung des Läsionsvolumens. Damit lassen sich Koagulationsvolumina von über  $25000 \text{ mm}^3$  erzielen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Fragestellung	13
2	Material und Methode	14
2.1	Material	14
2.1.1	Hochfrequenzstrom-Applikatoren	14
2.1.2	HFITT-Arbeitsplatz	17
2.2	Methode	18
2.2.1	Versuchsdurchführung	18
2.2.2	Beurteilung der Gewebeproben	20
2.2.2.1	Volumenbestimmung	20
2.2.2.2	Histologie	20
2.2.2.2.1	Schnittpräparation	20
2.2.2.2.2	Färbungen	22
2.2.2.2.3	Mikroskopie	24
2.2.3	Statistische Analyse	24
3	Ergebnisse	25
3.1	Gewebeläsion in der hochfrequenzstrominduzierten interstitiellen Thermotherapie	25
3.1.1	Makroskopische Darstellung der Gewebeläsion	25
3.1.2	Mikroskopische Darstellung der Gewebeläsion	27
3.2	Hochfrequenzstrominduzierte interstitielle Thermotherapie in Schweineleber (Dosis-Wirkungs-Beziehung)	31
3.2.1	2 mm-HFITT-Applikator	31
3.2.2	3 mm-HFITT-Applikator	34
3.2.2.1	Applikationsdauer 5 Minuten	34
3.2.2.2	Applikationsdauer 10 Minuten	38
3.2.2.3	Zeitabhängigkeit der Koagulation	42
3.2.3	Modifizierter 3 mm-HFITT-Applikator	43
4	Diskussion	44
4.1	Zielsetzung	45
4.2	Hochfrequenzstrominduzierte Läsionsvolumina	46
4.3	Makroskopische und mikroskopische Darstellung der Läsionen	46

4.4	Optimale Einstellungen beim Einsatz verschiedener HF-Nadeln	48
4.5	Gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen applizierter Energie und Koagulationsvolumina	50
4.6	Vergleich der hochfrequenzstrominduzierten mit der laserinduzierten Thermotheapie	54
4.7	Schlussfolgerung	56
5	Zusammenfassung	57
6	Literatur	59
7	Tabellarischer Anhang	70
8	Danksagung	
9	Lebenslauf	

## Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde unter der Leitung von Herrn Priv. Doz. Dr. C. – T. Germer und Herrn Prof. Dr. G. Müller in der Zeit von Juni 1996 bis September 1997 im Institut für Medizinische/Technische Physik und Lasermedizin des Universitätsklinikums Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin durchgeführt.

Herrn Priv. Doz. Dr. C. – T. Germer danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und für das Vertrauen in meine Arbeit.

Herrn Prof. Dr. G. Müller danke ich für großzügige Bereitstellung der technischen Mittel zur Durchführung der experimentellen Untersuchungen.

Herrn Dr. Ing. K. Desinger und insbesondere Herrn Dr. Ing. T. Stein möchte ich für ihre persönliche Unterstützung danken, ohne die die technische Durchführung der Versuche nicht möglich gewesen wäre.

Frau U. Zausch-Imm danke ich für die Hilfe bei der Anfertigung der histologischen Schnittpräparate und Frau L. Hirst für die mikroskopischen Aufnahmen.

Herrn Dr. U. Mansmann danke ich für seine beratende Unterstützung bei den statistischen Fragestellungen.

Dr. D. Albrecht, Dr. J. Ritz, Dr. A. Roggan, Dr. U. Bindig und Dr. O. Träger danke ich für stete Hilfsbereitschaft.

Berlin, im Dezember 2000

Sylvia Träger

## Lebenslauf

Name: Sylvia Johanna Träger, geb. Lehmann  
Geburtstag: 19. 11. 1966  
Geburtsort: Berlin  
1973 Mühlenau-Grundschule, Berlin  
1979 Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium, Berlin  
1983 Unfall mit Folgen einer Querschnittlähmung  
1984 Kopernikus-Oberschule, Berlin  
1988 Abitur  
1988 Studienbeginn an der FU Berlin  
1993 Physikum  
1995 1. Staatsexamen  
1997 2. Staatsexamen  
1997/8 Praktisches Jahr am UKBF  
1998 3. Staatsexamen  
1998 AIP in der Hals-Nasen-Ohren-Abteilung am UKBF  
1999 Geburt einer Tochter



**Abb. 32:** Die Autorin, unter dem Geruch der Koagulationsdämpfe leidend, beim Präparieren der Schweineleberläsion nach einer HF-Applikation.