

Diplomarbeit

**Transbronchiale und CT - gezielte transthorakale Biopsie von  
Lungenrundherden: technischer Erfolg in Abhängigkeit von  
Lokalisation und Größe des Rundherdes.**

eingereicht von

**Innerwinkler Anina Maren Gerhild**

geboren am: 15.08.1986

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am

**Institut für Radiologie / LKH Graz West**

**Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation**

unter der Anleitung von

**Prim. Univ.- Prof. Dr. med. univ. Flückiger Fritz**

**Ao. Univ.- Prof. Dipl.- Ing. Dr. techn. Haas Josef**

Graz, am 24.5.2012

## *Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 24.5.2012*

*Innerwinkler Anina*

*Es wird vom Autor darauf hingewiesen, dass aus Gründen der besseren Lesbarkeit in dieser Arbeit nur das Maskulinum verwendet wird. Selbstverständlich sind jedoch, sofern nicht explizit anders angegeben, immer beide Geschlechter gemeint.*

## Danksagungen

An erster Stelle darf ich mich bei meinen Betreuern, Herrn Prim. Univ.- Prof. Dr. Fritz Flückiger und Herrn Ao. Univ.- Prof. Dipl.- Ing. Dr. Josef Haas für die Unterstützung und Begutachtung meiner Diplomarbeit bedanken.

Ebenso ergeht mein Dank an Prim. Univ.- Prof. Dr. Sigurd Lax sowie OA Dr. Kurt Prein für die Unterstützung von Seiten der Pathologie.

Darüber hinaus möchte ich mich bei OA Dr. Gerhard Ambrosch bedanken, der sich viel Zeit für Gespräche genommen hat und für die Bereitstellung der Abbildungen.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Familie, ohne die mein Studium nicht möglich gewesen wäre, für ihr Verständnis und ihre aufmunternden Worte.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, Dr. Petra Brinskelle, Dr. Johanna Grabher und Dr. Ralf Moser, die mich mein Studium über begleitet haben und sich die Zeit nahmen meine Arbeit korrekturzulesen.

## Kurzfassung

**Grundlagen** Die histopathologische Abklärung malignitätsverdächtiger Lungenrundherde ist insbesondere in Bezug auf eine gezielte Therapie von entscheidender Bedeutung und erfordert verlässliche Biopsiemethoden zur Gewinnung adäquater Biopsate. Die gängigen Methoden der Biopsien sind die transbronchiale Biopsie (TBB) und die transthorakale Biopsie (TTB). Es ist anzunehmen, dass bei bestimmten Rundherdlokalisationen diesbezüglich die TBB keine zufriedenstellende Erfolgsrate aufweist und daher die TTB primär eingesetzt werden sollte.

**Patienten und Methode** In diese retrospektive Studie wurden 743 Patienten, die in den Jahren 2007 bis 2011 transbronchial und/oder transthorakal biopsiert wurden, integriert. Deren Rundherde wurden den Segmenten und Zonen der Lunge zugeordnet und nach Größe eingeteilt. Die Erfolgsraten in Bezug auf die Größe und Lokalisation der Rundherde wurden anschließend ausgewertet. Ergänzend wurde die Raucheranamnese der Patienten, die Dignität, und die Komplikationen der Biopsien erhoben.

### Ergebnisse

Die TBB war bei einem Rundherddurchmesser < 1 cm in 55%, bei 1 - 2 cm in 56,6%, bei 2 - 3 cm in 64,1% und bei einem Durchmesser > 3 cm in 77,1 % technisch erfolgreich. In der Kernzone waren 86,5 %, in der inneren Mantelzone 60,6%, in der peripheren Mantelzone 28,4 % der TBB technisch erfolgreich. Der technische Erfolg der TBB der verschiedenen Segmente beider Lungen variierte von 38 % bis 100 %.

Die TTB war bei einem Rundherddurchmesser < 1 cm in 66,7%, bei 1 - 2 cm in 93,7%, bei 2 - 3 cm in 94,4% und bei einem Durchmesser > 3 cm in 98,1 % technisch erfolgreich. In der Kernzone waren 100%, in der inneren Mantelzone 95,5%, in der peripheren Mantelzone 94,8 % der TTB technisch erfolgreich. Der

technische Erfolg der TTB der verschiedenen Segmente beider Lungen variierte von 77,8 % bis 100%.

Von den 743 Patienten hatten 69,6 % eine Raucheranamnese. 75,2 % der Rundherde waren maligne, 22,3 % benigne und 2,5 % blieben unbekannt. Die häufigsten therapiebedürftigen Komplikationen waren für die TBB in 13,7 % Blutungen und für die TTB in 3,4 % ein Pneumothorax.

**Schlussfolgerungen** In der Kernzone und bei Rundherddurchmessern > 3cm war die TBB ausreichend erfolgreich. In der inneren und peripheren Mantelzone jedoch sinkt die Erfolgsrate der TBB insbesondere bei Rundherden < 3cm signifikant ab und es sollte daher zur Vermeidung von Zweit- oder Rebiopsien primär die TTB angewendet werden. Aufgrund der geringen Fallzahlen für einzelne Segmente kann der segmentbezogene technische Erfolg der beiden Biopsieverfahren nicht aussagekräftig verglichen werden. Der technische Erfolg scheint bei der TBB stärker von der Erfahrung des Untersuchers beeinflusst zu sein als bei der TTB. Allgemeinzustand und Begleiterkrankungen sind bei der Auswahl des für den Patienten schonendsten Biopsieverfahrens neben den bereits angeführten Kriterien in Betracht zu ziehen.

## Abstract

**Basics** The histopathological investigation of suspect pulmonary nodules/masses is a crucial point for the targeted therapy and requires reliable bioptic methods for obtaining adequate specimens. The current methods are the transbronchial biopsy (TBB) and the transthoracic biopsy (TTB). For certain locations the TBB is not likely to achieve satisfying success rates, thus the TTB should be practiced primarily.

**Patients and Methods** In this retrospective study 743 patients were included who underwent transbronchial and/or transthoracic biopsy, in the years 2007 to 2011. Their nodules were assigned to the segments and zones of the lung and classified according to size. The success rates in terms of the size and location of the nodules were evaluated. In addition, the patients smoking history, the dignity and complication rates of biopsies were collected.

### Results

Technical success of the TBB for nodules < 1 cm was 55 %, for 1 - 2 cm 56,3 %, for 2 - 3 cm 64,1 % and for > 3 cm 77,1 %. In the core zone 86,5 %, in the inner mantle zone 60,6 % and in the peripheral mantle zone 28,4 % of the TBB were technical successful. The technical success of the TBB concerning the different segments of the lung varied between 38 % and 100 %.

Technical success of the TTB for nodules < 1 cm was 66,7 %, for 1 - 2 cm 93,7 %, for 2 - 3 cm 94,4 % and for > 3 cm 98,1 %. In the core zone 100 %, in the inner mantle zone 95,5 % and in the peripheral mantle zone 94,8 % of the TTB were technical successful. The technical success of the TTB concerning the different segments of the lung varied between 77,8 % and 100 %.

A smoking history was recorded in 69,6 % of all patients. 75,2 % were positive for malignancy, 22,3 % were benign and 2,5 % remained unknown. The most common complications were in 13,7 % hemorrhages requiring control for the TBB and in 3,4 % the Pneumothorax requiring chest tube.

**Conclusion** The TBB was sufficiently successful for nodules located in the core zone and > 3 cm in diameter. The success rates in the inner and peripheral mantle zone decreased significantly, especially in nodules < 3 cm, thus the TTB should be preferred in order to avoid additional- or rebiopsies. Due to the small number of biopsies taken from the different segments the technical success rates referring to the segments from both bioptic methods were not sufficiently informative. For the TBB, compared to the TTB, the technical success appears to be more influenced by the investigator's experience. The general state of health and accompanying diseases need to be additionally considered in choosing the most gentle bioptic procedure besides the criteria mentioned above.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	ii
Kurzfassung .....	iii
Abstract .....	v
Inhaltsverzeichnis .....	vii
Glossar und Abkürzungen .....	ix
Abbildungsverzeichnis .....	x
Tabellenverzeichnis .....	xi
1 Einleitung .....	1
1.1 Motivation .....	1
1.2 Kapitelübersicht .....	2
2 Grundlagen .....	3
2.1 Die transbronchiale Biopsie (TBB) .....	6
2.1 Die transthorakale Biopsie (TTB) .....	8
3 Patienten und Methoden .....	11
3.1 Datenerhebung .....	13
3.2 Auswertung .....	15
4 Ergebnisse .....	16
4.1 Technischer Erfolg .....	16
4.2 TBB .....	16
4.2.1 Zone .....	18
4.2.2 Segment .....	21
4.2.3 Größe .....	28
4.3 TTB .....	34
4.3.1 Zone .....	35
4.3.2 Segment .....	38
4.3.3 Größe .....	42
4.4 Komplikationen .....	46
4.4.1 TBB .....	47
4.4.2 TTB .....	47

5	Diskussion.....	49
6	Literaturverzeichnis.....	57
	Anhang.....	60

## Glossar und Abkürzungen

ASA	american society of anesthesiologists (amerikanische Gesellschaft der Anästhesisten)
BAL	bronchoalveoläre Lavage
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
cm	Zentimeter
COPD	chronic obstructive pulmonary disease (Chronisch obstruktive Lungenkrankheit)
CT	Computertomographie
EBUS	Endobronchialer Ultraschall
Ling.	Lingula
LK	Lymphknoten
ML	Mittellappen
mm	Millimeter
MR	Magnetresonanz
OL	Oberlappen
PU	präinterventionelle Untersuchung
PTLB	perkutane transthorakale Lungenbiopsie
TBB	transbronchiale Biopsie
TT	targeted therapy (gezielte Therapie)
TTB	transthorakale Biopsie
UL	Unterbappen
VATS	videoassistierte Thorakoskopie

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Biopsie unter Durchleuchtung .....	8
Abbildungen 2 und 3: Probenentnahme transbronchial* .....	8
Abbildungen 4 und 5: Probenentnahme aus dem Segment L5* .....	8
Abbildungen 6 und 7: Coaxial-Nadel, Core-Cut Nadel und Schussapparat .....	10
Abbildung 8: Rundherd in Segment R2 .....	10
Abbildung 9: Schematische Darstellung des Weges bis zur Diagnose .....	12
Abbildung 10: Segmente der linken Lunge, von lateral (links), von medial (rechts) .....	14
Abbildung 11: Segmente der rechten Lunge, von lateral (links), von medial (rechts) .....	14
Abbildung 12: Einteilung der Zonen, mit Rundherden .....	15
Abbildung 13: Beispiele .....	15
Abbildung 14 a und b: TBB: Erfolg in Abhängigkeit der Lokalisation .....	20
Abbildung 15 : Verteilung der Rundherde, linke Lunge (oben) und rechte Lunge (unten) .....	22
Abbildung 16 a und b: TBB: Erfolg in Bezug auf die Lungensegmente links, gesamt .....	24
Abbildung 17 a und b: TBB: Erfolg in Bezug auf die Lungensegmente rechts .....	26
Abbildung 18: Technischer Erfolg, linke Lunge (oben) und rechte Lunge (unten)	27
Abbildung 19 a und b: TBB: Erfolg in Abhängigkeit der Rundherdgröße .....	30
Abbildung 20: TTB: Verteilung auf die Zonen .....	36
Abbildung 21: TTB: Segmente der linken Lunge .....	39
Abbildung 22: TTB: Segmente der rechten Lunge .....	40
Abbildung 23: TTB: Verteilung nach Rundherdgröße .....	44

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Empfehlungen der Fleischner Society .....	5
Tabelle 2: Erfolge der TBB .....	17
Tabelle 3 a und b: TBB: Verteilung auf die Zonen .....	18
Tabelle 4 a und b: TBB: Erfolg nach Zonenabhängigkeit .....	19
Tabelle 5: TBB: Verteilung auf die Segmente der linken Lunge .....	21
Tabelle 6: TBB: Verteilung auf die Segmente der rechten Lunge.....	21
Tabelle 7 a und b: TBB: Erfolg: Segmente der linken Lunge.....	23
Tabelle 8 a und b: TBB: Erfolg: Segmente der rechten Lunge .....	25
Tabelle 9: TBB: Verteilung nach Rundherdgrößen .....	28
Tabelle 10: TBB: Erfolg in Größenabhängigkeit .....	29
Tabelle 11 a und b: TBB: Erfolg in Abhängigkeit von Größe und Lokalisation .....	31
Tabelle 12: TBB: linke Lunge .....	32
Tabelle 13: TBB: linke Lunge .....	32
Tabelle 14: TBB: rechte Lunge .....	33
Tabelle 15: TBB: rechte Lunge .....	33
Tabelle 16: Erfolge der TTB .....	35
Tabelle 17: TBB: Verteilung auf die Zonen.....	35
Tabelle 18 a und b: Vergleich der Zonen TTB und TBB .....	37
Tabelle 19: Erfolge der TTB nach Zonen .....	37
Tabelle 20: TTB: Verteilung auf die Segmente der linken Lunge .....	38
Tabelle 21: TTB: Verteilung auf die Segmente der rechten Lunge.....	38
Tabelle 22 a und b: Vergleich der Verteilung: linke Lunge .....	41
Tabelle 23 a und b: Vergleich der Verteilung: rechte Lunge.....	41
Tabelle 24 a und b: Erfolge der TTB nach Segmenten .....	42
Tabelle 25: TTB: Verteilung nach Rundherdgröße .....	43
Tabelle 26 a und b: Vergleich der Größe .....	44
Tabelle 27: Erfolge der TTB nach Rundherdgröße.....	45
Tabelle 28: Komplikationen der transbronchialen Biopsie .....	47
Tabelle 29: Komplikationen der transthorakalen Biopsie.....	48

# 1 Einleitung

Die bioptische Abklärung von Lungenrundherden erfolgt primär auf transbronchialen Zugangsweg. Ist der Rundherd jedoch transbronchial nicht erreichbar oder ergibt die Biopsie eine nur unzureichende Präparatqualität, wird nachfolgend eine Computertomographie (CT)-gezielte transthorakale Biopsie durchgeführt.

Durch diese Studie soll dargestellt werden, dass bei gewissen Lokalisationen der Lungenrundherde die transbronchiale Biopsie als Methode nicht sicher zum Ziel führend ist und daher primär der transthorakale Zugangsweg gewählt werden soll. Dazu werden der transbronchiale und transthorakale Zugangsweg miteinander verglichen.

Die mit den beiden Methoden verbundenen Komplikationen und deren Häufigkeit werden begleitend erhoben und bewertet.

## 1.1 Motivation

Es ist anzunehmen, dass es Lokalisationen gibt, bei denen nur die CT-gezielte transthorakale Biopsie adäquate Präparate liefert und sich somit als primäre Methode empfiehlt. In dieser Studie soll herausgefunden werden, welche Lokalisationen transbronchial entweder nicht zugänglich sind oder keine adäquaten Präparatergebnisse liefern, sodass auf diese Untersuchung verzichtet werden kann und damit auch die Risiken für die Patienten, wie den Pneumothorax, entfallen. Bei diesen Lokalisationen soll künftig primär die CT-gezielte transthorakale Biopsie angestrebt werden.

## **1.2 Kapitelübersicht**

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick über die Inhalte der einzelnen Abschnitte dieser Abschlussarbeit gegeben.

Kapitel 2, Grundlagen schildert die Vorgehensweise der Biopsien und die bisher publizierten Ergebnisse sowie Komplikationen.

In Kapitel 3, Patienten und Methoden werden die inkludierten Patienten angeführt, wie die Auswahl und die Auswertung der gesammelten Daten erfolgte.

Die Ergebnisse werden in Kapitel 4 präsentiert. Des Weiteren werden die Einzelergebnisse miteinander in Verbindung gesetzt.

Kapitel 5, Diskussion, gibt eine Zusammenfassung der Studie mit Empfehlungen für künftige Biopsien.

## 2 Grundlagen

Der solitäre Lungenrundherd ist eine bis 3 cm große, runde, von Lungengewebe umschlossene Veränderung. Es gibt gerundet etwa 80 Erkrankungen, die als Ursache dafür in Frage kommen und bis zum Beweis des Gegenteils wird jeder Rundherd als maligne angenommen. 40 - 50% der solitären Lungenrundherde sind tatsächlich maligne. [1]

Daher ist die histopathologische Diagnostik besonders wichtig. Die Wahrscheinlichkeit der Malignität eines Rundherdes steigt mit dem Alter des Patienten, einer positiven Raucheranamnese, der Größe des Rundherdes und dem Vorkommen von Hämoptysen in der Vorgeschichte [2].

Die Indikation zur Lungenbiopsie ist gegeben, sobald ein suspekter Rundherd in der Lunge entdeckt wird. Welche Methode durchgeführt wird sollte individuell entschieden werden. Das bisherige Standardverfahren sieht zunächst den Versuch der transbronchialen Biopsie (TBB) vor, da diese Methode mit den geringsten Risiken verbunden ist. Sollte diese kein verwertbares Ergebnis liefern, ist der nächste Schritt die CT-gezielte transthorakale Biopsie (TTB). In seltenen Fällen wird jedoch schon primär, aufgrund der Lokalisation des Rundherdes und der dadurch vermuteten schlechten Erreichbarkeit über transbronchialen Weg, die transthorakale Biopsie vorgezogen.

Der technische Erfolg der transbronchialen Biopsie ist abhängig von der Größe und der Lage des Rundherdes. Bei Bronchus-nahen und insbesondere bei Bronchus-obstruierenden Rundherde ist sie die Methode der Wahl. Für periphere Rundherde sind schlechtere Ergebnisse zu erwarten [2]. Ebenso sind Rundherde des apikalen Oberlappens, sowie des Unterlappens schwierig transbronchial zu biopsieren. Die Erfolgsrate bei Rundherden von einer Größe < 1 cm ist er bei 0 %, bei < 1,5 cm bis 16 %. [3]

Insgesamt müssen ca. 1/3 der Patienten nach erfolgter transbronchialer Biopsie erneut mittels CT-gezielter transthorakaler Biopsie untersucht werden. [4]

Bei der perkutanen transthorakalen Lungenbiopsie (PTLB) gibt es verschiedene Varianten der Bildgebung. Das MRT ist dabei die teuerste Variante, wobei auch die Darstellung qualitativ unzureichend ist. Biopsien unter Ultraschallkontrolle sind billig, einfach und sicher, jedoch nur für direkt subpleural gelegene Rundherde anwendbar, da tiefer liegende Areale aufgrund der Luft in der Lunge nicht darstellbar sind. [2]

In dieser Arbeit wird deswegen auf die Variante mittels CT Bezug genommen. Diese kann immer dann zur Anwendung kommen, wenn der Zugang unter Ultraschallkontrolle nicht möglich ist. Bei der CT-gezielten transthorakalen Biopsie liefern bei großen Rundherde ( $> 1,5$  cm) ca. 96 % der Fälle die benötigten Ergebnisse, bei kleinen ( $< 1,5$  cm) immerhin noch ca. 74 %. [5]

Ergänzend wird hier noch die videoassistierte Thorakoskopie (VATS) erwähnt. Diese Methode liefert liefert, verglichen mit den oben genannten, die größten Präparate bei subpleuralen und Pleura - nahen Rundherden und hat damit eine hohe Spezifität sowie Genauigkeit. Im Idealfall ist die Resektion damit sogar kurativ. Der Nachteil ist das erhöhte Risiko dieses invasiven Eingriffes und der nachfolgend längere Krankenhausaufenthalt des Patienten. [2]

Das Vorhandensein von Risikofaktoren ist keine Kontraindikation für einen Eingriff. Dennoch muss das Nutzen-Risiko-Verhältnis abgewogen werden. Wenn möglich sollte immer die weniger invasive Biopsie bevorzugt werden. Zu diesen Risikofaktoren zählen eine abnorme Lungenfunktion, respiratorische Insuffizienz, pulmonaler Hypertonus, verminderte Blutgerinnung, sowie schlechter Allgemeinzustand. [2]

Voraussetzungen für jede Art der Biopsie sind eine Indikation, exakte Aufklärung des Patienten und dessen Einverständnis. Nicht jeder Rundherd, der als Zufallsbefund entdeckt wird, ist auch mittels invasiver Technik abklärungsbedürftig. Die Indikation zur Biopsie und den Kontrolluntersuchungen, der in dieser Studie betroffenen Patienten, wurde gemäß den Empfehlungen der

Fleischner Society\* [6] gestellt (siehe Tabelle 1). Patienten mit geringem Risiko haben eine negative oder zumindest geringe Raucheranamnese, keine malignen Erkrankungen in der Vorgeschichte und einen normalen Immunstatus. Hochrisikopatienten haben eine positive Raucheranamnese. Faktoren, die das Risiko für Malignität beeinflussen, sind, neben der Raucheranamnese, maligne Erkrankungen in der Vorgeschichte, Größe des Rundherdes und das Patientenalter.

**Empfehlungen für das Management und Kontrolluntersuchungen von kleinen Lungenrundherden als Zufallsbefunde**

Rundherdgröße (in mm)	geringes Patientenrisiko	hohes Patientenrisiko
≤ 4	keine Kontrollen notwendig	Kontrolle mittels CT nach 12 Monaten; keine weitere, wenn unverändert
> 4 - 6	CT Kontrolle nach 12 Monaten; keine weitere, wenn unverändert	CT Kontrolle nach 6 - 12 Monaten; danach nach 18 - 24 Monaten, wenn unverändert
> 6 - 8	CT Kontrolle nach 6 - 12 Monaten; danach nach 18 - 24 Monaten, wenn unverändert	CT Kontrolle nach 3 - 6 Monaten; danach nach 9 - 12 und 24 Monaten, wenn unverändert
> 8	CT - Kontrollen nach 3, 9 und 24 Monaten, CT - PET und / oder Biopsie	

Tabelle 1: Empfehlungen der Fleischner Society

Im Landeskrankenhaus Graz West ist eine präinterventionelle Untersuchung (PU) durch die Anästhesiologie obligat zur Erstellung eines Risikoprofils. Als besondere Risikofaktoren gelten die PU Beurteilung mit „american society of anesthesiologists“ (ASA) 4 und eine bestehende chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) Grad III/IV. Letztere haben im Fall eines Pneumothorax ein erhöhtes Risiko für schwerwiegende Komplikationen, da in diesem Fall die Lunge keine Reserven besitzt. Patienten, welche mit ASA 4 beurteilt wurden, sollten nur bei vitaler Indikation punktiert werden. Wichtig ist zudem die Kooperation des Patienten während der Biopsie, da andernfalls insbesondere das Risiko für Blutungen und einen Pneumothorax signifikant steigt.

\* Die Fleischner Society ist eine internationale, multidisziplinäre Arbeitsgemeinschaft spezialisiert auf Thoraxradiologie, die sich der Diagnostik und Behandlung von Lungenerkrankungen widmet.

Die Entstehung eines Pneumothorax ist mit 0 - 61 % die häufigste Komplikation bei Lungenbiopsien. [2]

Es gibt mehrere Faktoren, die den Erfolg einer Biopsie beeinflussen. Dazu zählen die Lokalisation und Größe des Rundherdes, sowie die Wahl der Biopsie-Technik und die Materialien, die letztendlich verwendet werden. Nicht zuletzt sind die Erfahrung des Facharztes für Pulmologie oder Radiologie, der die Biopsie durchführt und die des Pathologen, der die Proben untersucht, von entscheidender Bedeutung für den Erfolg.

## **2.1 Die transbronchiale Biopsie (TBB)**

Bevor die Untersuchung durchgeführt wird, erfolgt eine erneute Indikationsprüfung durch den Untersucher. Der Patient wird am Rücken liegend gelagert. Da die Untersuchung zumeist in leichter Sedierung oder sogar Vollnarkose durchgeführt wird, ist die Anwesenheit eines Anästhesisten obligat. Die Art der Sedierung wird individuell entschieden. Nicht nur der Untersucher selbst, sondern alle im Endoskopieraum Anwesenden, müssen Bereichskleidung und einen Mundschutz tragen. Anschließend wird der Patient bronchoskopisch endotracheal intubiert. Die Verwendung eines Mund- und Zahnschutzes aus Kunststoff ist obligat. Zusätzlich zur Sedierung wird noch ein Lokalanästhetikum (meist Xylocain) über das Bronchoskop eingespritzt, um den Hustenreiz zu unterdrücken. Bei Unverträglichkeit wird die Biopsie ohne zusätzliches Lokalanästhetikum durchgeführt. Nach erfolgter Intubation wird das Bronchoskop entfernt und der Tubus an die Beatmungsmaschine angeschlossen. Bevor das Bronchoskop erneut eingebracht wird, werden die Vitalparameter überprüft. Sofern alle Parameter im Normbereich sind, kann die Biopsie fortgeführt werden.

Bei zentralen, das Bronchialsystem obliterierenden Rundherden, führt man die Biopsie mittels starrem Bronchoskop durch. Der Vorteil ist ein größerer Spielraum im einsehbaren Bereich. Ebenso kann Fremdgewebe darüber leicht entfernt werden. Bei Rundherden, die weiter in der Peripherie liegen, ist ein flexibles Bronchoskop notwendig. Zur Bildgebung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Endobronchialer Ultraschall (EBUS) eignet sich insbesondere zur Darstellung der

Lymphknoten, aber auch zentraler, Bronchus-naher Rundherde. Für periphere Rundherde ist diese Methode nicht geeignet, da die Luft in der Lunge tieferes Eindringen des Schalls verhindert. Hier hat sich die Durchleuchtung mittels C-Bogen (Abbildung 5) bewährt, da sie einfach und kostengünstig ist. Als negativer Aspekt ist die Strahlenbelastung für alle im Endoskopieraum Anwesenden zu erwähnen. Zusätzlich gibt es noch die Möglichkeit der Darstellung mittels peripherer Ultraschallsonde. Dieses System ist allerdings sehr teuer und wenig verbreitet.

Das Bronchoskop wird möglichst nahe am Rundherd positioniert. Bei zufriedenstellender Einstellung erfolgt die Biopsie mittels Zange, Nadel, Bürste oder bronchoalveolärer Lavage (BAL). Zur histopathologischen Aufarbeitung sind nur solide Gewebsanteile von einer Zangen- oder Nadelbiopsie geeignet. Nicht solide Bestandteile können jedoch zur zytologischen Beurteilung herangezogen werden. In den meisten Fällen werden die Biopsate sowohl zytologisch als auch histologisch beurteilt.

Sofern die Biopsie komplikationslos verläuft, wird das Bronchoskop direkt nach der Probenentnahme entfernt werden und der Patient aus der Sedierung erwachen. Mindestens zwei Stunden nach der Bronchoskopie sollte der Patient noch stationär überwacht werden. Aufgrund der Lokalanästhesie können noch Schluckbeschwerden auftreten, daher sollte auf Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme in dieser Zeit verzichtet werden.

Die häufigste Sofortkomplikation bei der bronchoskopischen Biopsie sind Blutungen. Es gibt mehrere Möglichkeiten der Intervention, die je nach Lokalisation und Schweregrad gewählt werden. Leichtere Blutungen sistieren unter der Gabe von Eiswasser und/oder Adrenalin lokal. Stärkeren Blutungen können mittels Ballontamponade oder Argon-Plasma-Coagulation gestillt werden.

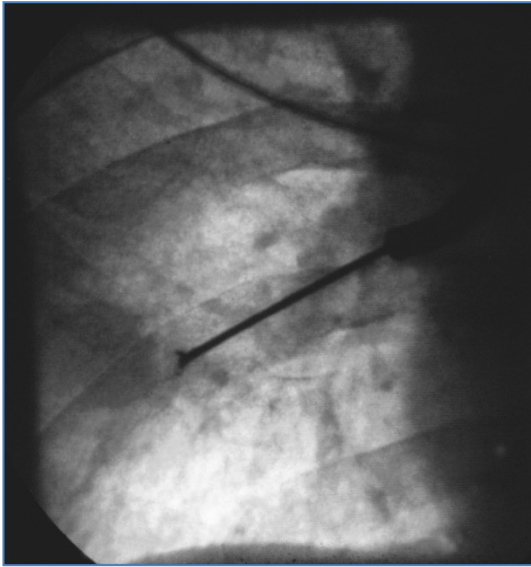
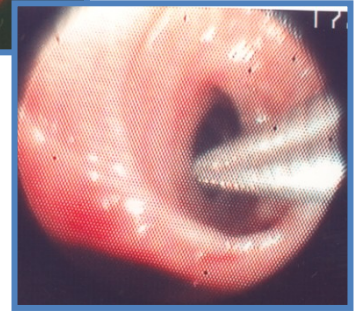
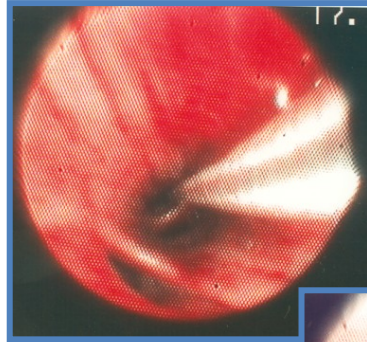
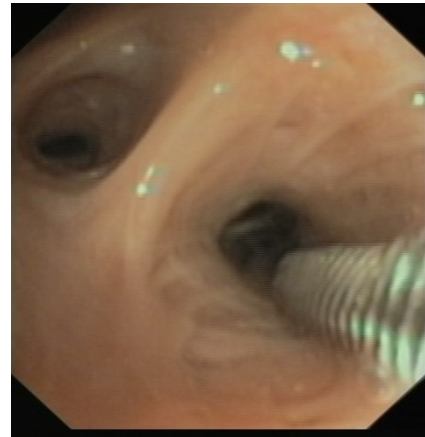
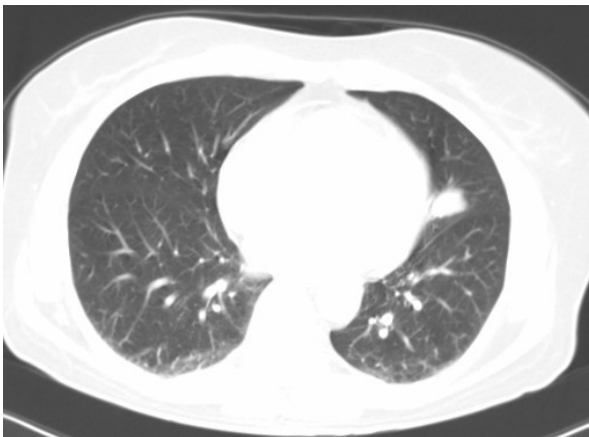


Abbildung 1: Biopsie unter Durchleuchtung\*



Abbildungen 2 und 3: Probenentnahme transbronchial\*



Abbildungen 4 und 5: Probenentnahme aus dem Segment L5\*

## 2.1 Die transthorakale Biopsie (TTB)

Ein venöser Zugang ist, im Sinne des Komplikationsmanagements, für den Eingriff erforderlich. Der Patient wird in der gewünschten Position am CT-Tisch gelagert, je nach Zugang zum Rundherd in Bauch- oder Rückenlage. Anschließend wird in

---

\* mit freundlicher Genehmigung von OA Dr. G. Ambrosch

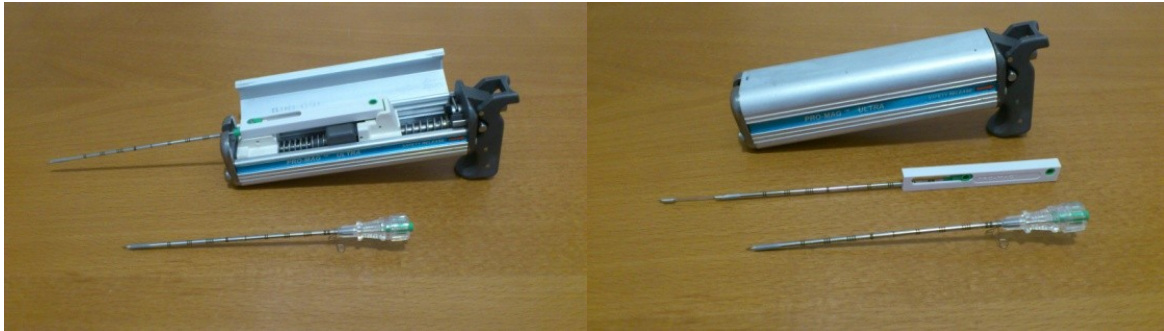
der endgültigen Position eine aktuelle Bilderserie angefertigt und der Bereich, in dem der Rundherd liegt, im Detail ausgewählt. Die Auswahl der Einstichstelle erfolgt unter Berücksichtigung der Interkostalräume und Schonung der Lappenspalten. Unter Kontrolle im eingestellten Weichteilfenster wird nun die Einstichstelle angezeichnet. Diese muss sorgfältig desinfiziert und steril abgedeckt werden. Der Radiologe kleidet sich ebenso steril ein. Die gewählte Einstichstelle wird nun mit Procain-Hydrochlorid 2 % (Maximaldosis: 20 ml) Lösung lokal betäubt. Dabei muss man darauf achten, dass die Pleura nicht betäubt wird, da dies das Risiko für das Auftreten eines Pneumothorax begünstigt [2, 7]. Sofern möglich wählt man gerade Nadelverläufe, da schräge Verläufe technisch schwieriger durchzuführen sind. Nun wird die Stanze vorbereitet. Die Coaxial-Nadel wird entlang einer Markierung unter ständiger Kontrolle bis zum Rundherd vorgeschoben. Die Stanze wird eingebracht und Gewebe entnommen. In der Regel werden drei oder mehr Stanzzyylinder entnommen. Danach wird die Nadel wieder entfernt. Die Präparate werden in Formalin eingelegt an das Institut für Pathologie geschickt.

Der Patient verbleibt nach der Punktion eine Stunde im Vorraum des CT zur Beobachtung. Sollten in dieser Zeit Komplikationen auftreten, können diese früh erkannt und je nach Bedarf therapiert werden. Nach Ablauf der Stunde wird ein Kontroll - Röntgen zur Diagnostik eines eventuell aufgetretenen Pneumothorax oder Hämatothorax angefertigt. Je nach Bedarf wird der Patient danach stationär oder intensivmedizinisch weiter überwacht, da auch die Gefahr von Spätkomplikationen besteht.

Aufgrund des Kooperationserfordernisses des Patienten soll keine tiefe Sedierung erfolgen. Das Atemanhalten des Patienten während des Einführens der Nadel ist maßgeblich am Erfolg der Probenentnahme beteiligt. Auch können je nach Zeitpunkt der Atemphase bestimmte Abschnitte der Lunge besser erreicht werden, beispielsweise die basalen Segmente in Expiration. Empfohlen wird postpunktionell eine Lagerung mit der Punktionsstelle nach unten [2, 8, 9].

Die Biopsie erfolgt bei Patienten dieser Studie an einem 64-Zeilen CT. Durch die Verwendung einer Coaxial-Nadel können mehrere Gewebstanzen entnommen werden, ohne mehrfach die Pleura durchdringen zu müssen. Die weiter

verwendeten Core-Cut-Biopsienadeln haben eine Stärke von 16 oder 18 Gauge (Abbildungen 2 und 3). Damit ist gewährleistet, dass die entnommenen Proben zur histopathologischen Aufarbeitung geeignet sind. Nadeln mit 16 Gauge werden aufgrund der besseren Präparate und somit der besseren histopathologischen Beurteilbarkeit bevorzugt.



Abbildungen 6 und 7: Coaxial-Nadel, Core-Cut Nadel und Schussapparat



Abbildung 8: Rundherd in Segment R2\*

---

\* mit freundlicher Genehmigung von OA Dr. G. Ambrosch

### 3 Patienten und Methoden

Die Auswahl des Patientenkollektivs erfolgte retrospektiv. Es wurde eine Liste aller Patienten erstellt, von welchen, in den Jahren 2007 bis 2011, ein oder mehrere Präparate zur Diagnostik am Institut für Pathologie eingegangen sind. Als Zuweiser wurde das Institut für Radiologie und die Abteilung für Pulmologie bestimmt. Aus dem so ermittelten Kollektiv wurden all jene ausgeschlossen, deren Präparat nicht die Lunge, sondern Pleura betrafen, sowie die einer Tumornachsorge postoperativ unterzogen wurden. Letztere wären für die Studie nicht repräsentativ, da bereits eine Manipulation an der Lunge erfolgt war. Ein weiteres Ausschlußkriterium ergab sich aus der Methodik der Präparatgewinnung bzw. -befundung. In allen Fällen handelte es sich um Biopsate, die primär histologisch beurteilt wurden und lediglich ergänzend zytologisch betrachtet wurden. Nicht alle Patienten, welche sich einer TTB unterzogen, wurden im gleichen pulmologischen Zentrum transthorakal biopsiert. Dadurch wurde die Auswahl auf zwei pulmologische Spezialzentren beschränkt. Damit konnten insgesamt 743 Patienten inkludiert werden, welche in diesem Zeitraum transbronchial und/oder transthorakal biopsiert wurden (siehe Abbildung 9).

Effektiv ausgewertet wurden 598 Patienten, die im Spezialzentrum 1 transbrochial biopsiert wurden, 105 Patienten, die vom Spezialzentrum 2 zur TTB überwiesen wurden, sowie weiteren 40 Patienten, die ohne vorherigem Biopsieversuch aus beiden Zentren zur TTB geschickt wurden. Ein Patient wurde im Zentrum 1 einer TBB unterzogen, jedoch wegen eines zweiten Rundherdes direkt zur TTB überwiesen. Daraus resultiert, dass aus dem Zentrum 1 aus den gewählten Jahren alle TBB integriert wurden, jedoch aus dem Zentrum 2 nur diejenigen, deren TBB zu keiner definitiven Diagnostik führte. Aus diesem Grund wurden für die Ergebnisse der TBB nur die Daten aus Zentrum 1 herangezogen, für die Ergebnisse der TTB jedoch die zugewiesenen Patienten aus beiden Zentren.

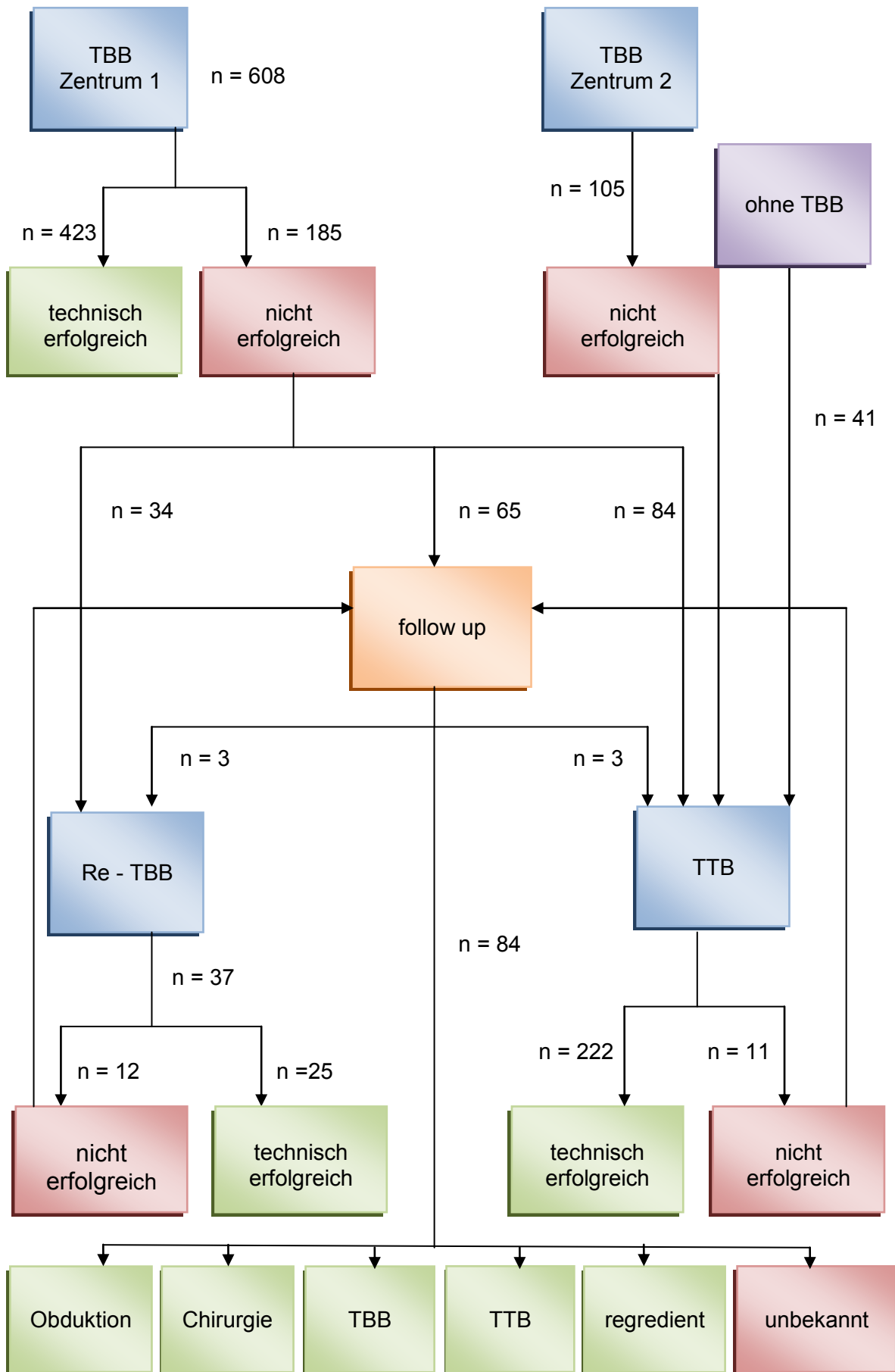


Abbildung 9: Schematische Darstellung des Weges bis zur Diagnose

Das Kollektiv umfasste 455 Männer (61,2 %) und 288 Frauen (38,8 %) mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren (Streuung: 19 - 87). Die Anamnese ergab 366 Raucher, 151 ehemalige Raucher, 181 Nichtraucher und 45 Patienten, bei denen keine Raucheranamnese erhoben wurde.

### **3.1 Datenerhebung**

Mithilfe der erstellten Listen wurden alle Patientenakten in MEDOCS® aufgearbeitet. Erfasst wurden dabei das Patientenalter zum Zeitpunkt der Biopsie, Geschlecht sowie Raucheranamnese. Ergänzend wurden bestehende relevante Begleiterkrankungen erhoben. Von jedem Patienten wurden die aktuellen CT-Bilder aufgerufen, der suspekte Rundherd vermessen und der maximale Durchmesser festgehalten. Dieser Rundherd wurde den Lungensegmenten (siehe Abbildungen 10 und 11) und Zonen zugeordnet. In dieser Studie wurde die Lunge in drei Zonen eingeteilt. Die innerste Zone wurde als Kernzone bezeichnet und entspricht etwa dem inneren „Drittel“ der Lunge. Der Lungenmantel wurde in zwei Hälften unterteilt. Die innere Hälfte wurde als innere Mantelzone bezeichnet (mittleres „Drittel“), die äußere als periphere Mantelzone entsprechend äußerem „Drittel“ (siehe Abbildungen 12 und 13 a und b). Rundherde, die aufgrund ihrer Größe zonenübergreifend waren, wurden der zentraleren Zone zugerechnet.

Aus der Literatur ist bekannt, dass kleine Rundherde transbronchial schlecht zu biopsieren sind [3]. Jeder Rundherd wurde retrospektiv in den CT-Bildern vermessen und der maximale Durchmesser dokumentiert. Anschließend wurden sie nach ihrer Größe in vier Kategorien unterteilt: < 1 cm, 1 - 2 cm, 2 - 3 cm und > 3 cm. Daraus ist ersichtlich, dass auch Lungenmassen (> 3 cm) in die Betrachtung mit einbezogen wurden. Entgegen der Definition wurden diese, aufgrund der besseren Lesbarkeit, ebenfalls als Rundherde bezeichnet. Kleine Rundherde werden im Allgemeinen seltener biopsiert. Erst größere Herde werden vermehrt symptomatisch.

Die Biopsien wurden in die Kategorien transbronchiale Biopsie (TBB) und transthorakale Biopsie (TTB) eingeteilt. In beiden Kategorien wurde dokumentiert, wie viele Präparate jeweils entnommen wurden, ob Komplikationen auftraten, zu

welcher Diagnose die histopathologische Auswertung geführt hat und ob diese Diagnose auch gesichert ist. Dieser Punkt wurde durch weiterführende Kontrollen, operative Sanierung oder auch Obduktionen bestätigt beziehungsweise widerlegt.

Aufgrund der Tatsache, dass manche Patienten mehr als einen Rundherd in der Bildgebung aufwiesen und in manchen Fällen eine gesicherte Diagnose erst in der Verlaufsuntersuchung gestellt werden konnte, ist die Anzahl an Biopsien nicht mit der Zahl der Patienten übereinstimmend.

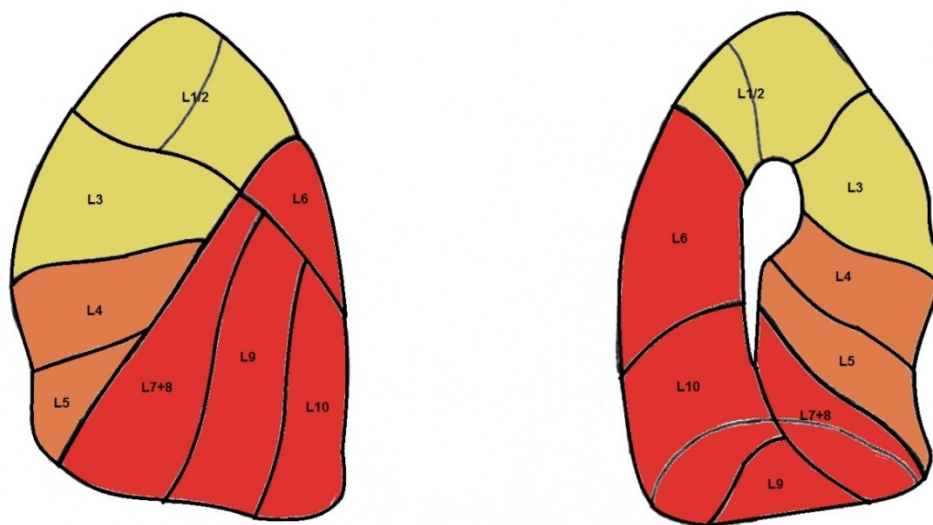


Abbildung 10: Segmente der linken Lunge, von lateral (links), von medial (rechts)

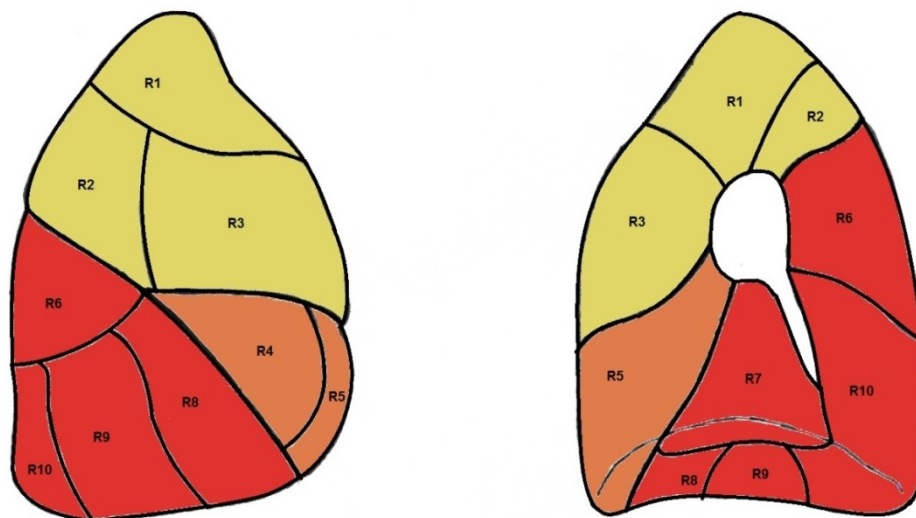


Abbildung 11: Segmente der rechten Lunge, von lateral (links), von medial (rechts)

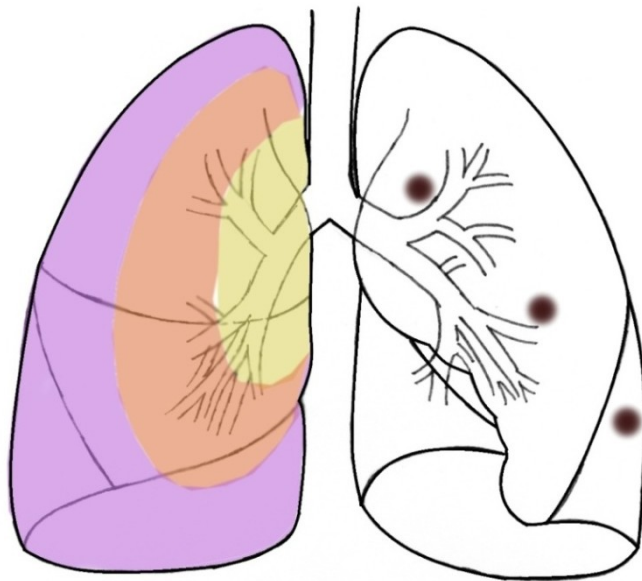


Abbildung 12: Einteilung der Zonen, mit Rundherden

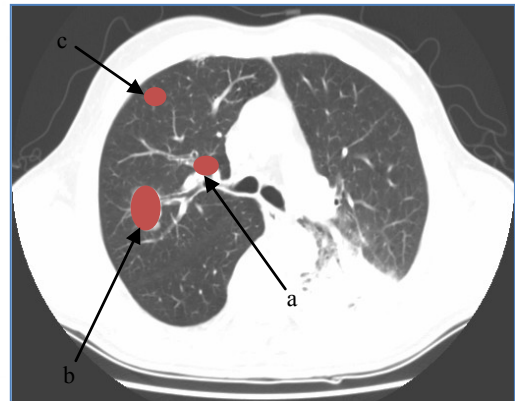


Abbildung 13: Beispiele\*  
 (a) Kernzone  
 (b) innere Mantelzone  
 (c) periphere Mantelzone

Alle Patienten wurden mit einer fortlaufenden Nummer codiert (pseudonymisiert). Die gesammelten Daten wurden nur mit diesem Code versehen gespeichert und anschließend ausgewertet. Nur autorisierte Personen hatten Zugriff auf die Originaldaten.

### 3.2 Auswertung

Die erfassten Daten jedes Patienten wurden ins Statistikprogramm SPSS® Version 19.0 übertragen. Insgesamt wurden vier Datensätze erstellt.

Die graphische Darstellung mittels Balkendiagramm und die tabellarische Auflistung wurde ebenfalls unter der Verwendung von SPSS® Version 19.0 realisiert.

---

\* mit freundlicher Genehmigung von OA Dr. G. Ambrosch

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Technischer Erfolg**

Die Biopsie wurde als technisch erfolgreich angenommen, wenn das gewonnene Präparat eine sichere histopathologische Diagnostik ermöglichte. Dies war einerseits abhängig von der Menge des Präparates sowie dessen Qualität. Biopsien, bei denen die Präparatqualität für die histopathologische Diagnostik unzureichend war, wurden als technisch nicht erfolgreich angenommen. Eine vorläufige Dignitätsbeurteilung wurde dennoch durchgeführt und in Kontrolluntersuchungen gemäß der Fleischner Society bestätigt oder widerlegt [6].

### **4.2 TBB**

Die erhobenen Daten beziehen sich lediglich auf jene Patienten, die im gewählten Zeitraum im Spezialzentrum 1 transbronchial biopsiert wurden. Es handelt sich um 598 Patienten. Davon 357 Männer (59,7 %) und 241 Frauen (40,3 %) mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren (Streuung: 24 - 87). Bei 10 Patienten wurden jeweils zwei Rundherde biopsiert. Daraus ergeben sich 608 verschiedene Rundherde gesamt. Insgesamt handelt es sich um 645 Biopsien. Diese setzen sich aus 553 Patienten, die nur ein Mal biopsiert wurden, 33 Patienten mit zwei Biopsien eines Rundherdes, 10 Patienten mit jeweils zwei Rundherden und zwei Patienten mit jeweils drei Biopsien, zusammen.

In 423 Biopsien war die TBB technisch erfolgreich. Bei 22 Patienten war die Rebiopsie und bei zwei Patienten die Re-Rebiopsie technisch erfolgreich (siehe Tabelle 2). Von den übrigen 161 Rundherden, wurden 84 zur TTB überwiesen. Bei 77 Biopsien erfolgte die Kontrolluntersuchung in anderen Krankenhäusern. In

wenigen Fällen wurde die TTB zwar ins Auge gefasst, allerdings wurde aufgrund der Lokalisation von dieser Methode abgesehen. Bei 84 Patienten, die transthorakal biopsiert wurden, erfolgte bei einem Patienten im weiteren Verlauf eine transbronchiale Rebiopsie, zwei wurden in anderen Krankenhäusern diagnostiziert und bei einem Patienten wurde wegen fehlender therapeutischer Konsequenz von einer invasiven Diagnostik abgesehen. Weitere 77 Patienten kamen ohne TTB in diesem Zentrum zu weiteren Kontrollen. In drei Fällen wurden die Patienten einer Rebiopsie unterzogen, 10 Patienten transthorakal biopsiert, während 19 Patienten wegen des Malignitätsverdachts direkt operiert wurden. In sieben Fällen erfolgte keine weitere Abklärung, da extrapulmonale Metastasen biopsiert und immunhistochemisch eindeutig einem Primum der Lunge zugeordnet werden konnten. Zwei Patienten verstarben wenige Wochen nach der Biopsie und die Diagnose wurde durch eine Obduktion gestellt. Bei 18 Patienten war der Rundherd in den Kontrollen gemäß der Fleischner Society [6] deutlich regredient bzw. konnte nicht mehr nachgewiesen werden und es wurde von der invasiven Diagnostik abgesehen. Keine Aussage über die Dignität gab es in 13 Fällen, da die Patienten trotz Empfehlung bzw. Terminvereinbarung zu keinen Kontrollen erschienen und in fünf Fällen wurde wegen fehlender therapeutischer Relevanz von der Diagnostik abgesehen.

Gesamt konnte in 459 Fällen Malignität diagnostiziert werden. In 19 Fällen blieb die Dignität unbekannt und in 130 Fällen war der Rundherd als benigne zu werten. Die Anamnese ergab 306 Raucher, 125 ehemalige Raucher, 148 Nichtraucher und 19 Patienten, bei denen keine Raucheranamnese dokumentiert wurde.

**Technischer Erfolg der TBB**

	Ja	Nein	2x negativ	beim 2. Versuch	beim 3. Versuch	Total
Anzahl	423	185	12	23	2	645 (608)
Prozent (%)	65,6 (69,6 %)	28,7 (30,4 %)	1,9 (0)	3,6 (0)	0,3 (0)	100,0

Tabelle 2: Erfolge der TBB

## 4.2.1 Zone

Von den 608 Rundherden befanden sich 310 in der Kernzone, 217 in der inneren Mantelzone und 81 in der peripheren Mantelzone.

Die Verteilung der 608 Rundherde ist in Tabelle 3 a und b aufgelistet.

<b>Zonen</b>				
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	Total
Anzahl	310	217	81	608
Prozent (%)	51,0	35,7	13,3	100,0

<b>Zonen</b>				
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	Total
Anzahl	324	236	85	645
Prozent (%)	50,2	36,6	13,2	100,0

Tabelle 3 a und b: TBB: Verteilung auf die Zonen  
(a) Rundherde einzeln, (b) Biopsien gesamt

Die Erfolgsraten der Rundherde der Kernzone waren 86,5 % bei primärer Biopsie und sekundär (nach Rebiopsien) 86,4 %. Bei Rundherden der inneren Mantelzone waren es 60,6 % primär und 56,6 % sekundär. Für die periphere Mantelzone waren die Erfolgsraten 28,4 % primär und 31,8 % sekundär.

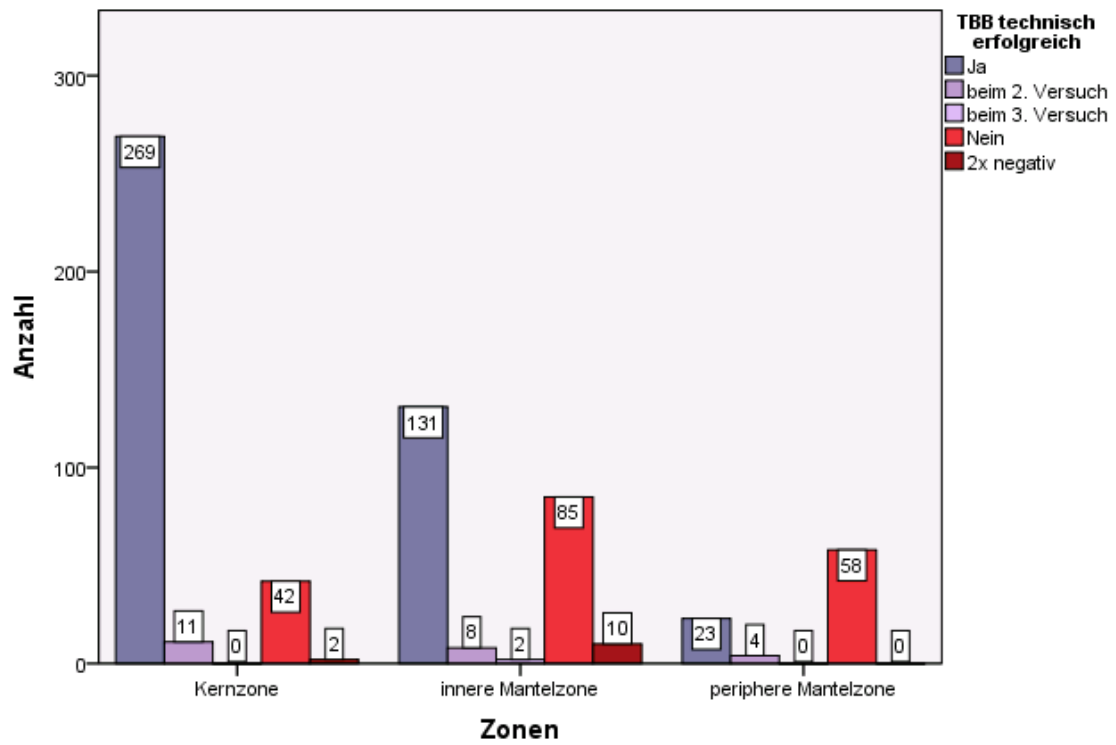
Die detaillierte Auflistung der Erfolgsraten befindet sich in Tabelle 4 a und b mit grafischer Darstellung in Abbildung 14.

<b>TBB technisch erfolgreich * Zonen</b>				
	Zonen			Total
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	
Ja	269 (86,5 %)	131 (60,6 %)	23 (28,4 %)	423 (69,6 %)
Nein	42	85	58	185
2x negativ	2	10	0	12
beim 2. Versuch	11	8	4	23
beim 3. Versuch	0	2	0	2
<b>Total</b>	<b>324 (311)</b>	<b>236 (216)</b>	<b>85 (81)</b>	<b>645 (608)</b>

<b>TBB technisch erfolgreich * Zonen</b>				
	Zonen			Total
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	
Ja	280	142	27	449
Nein	44	94	58	196
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>236</b>	<b>85</b>	<b>645</b>
Gesamterfolg in Prozent (%)	86,4	60,2	31,8	69,6

Tabelle 4 a und b: TBB: Erfolg nach Zonenabhängigkeit  
(a) aufgliedert, (b) gesamt

### Zonenabhängigkeit



### Zonenabhängigkeit

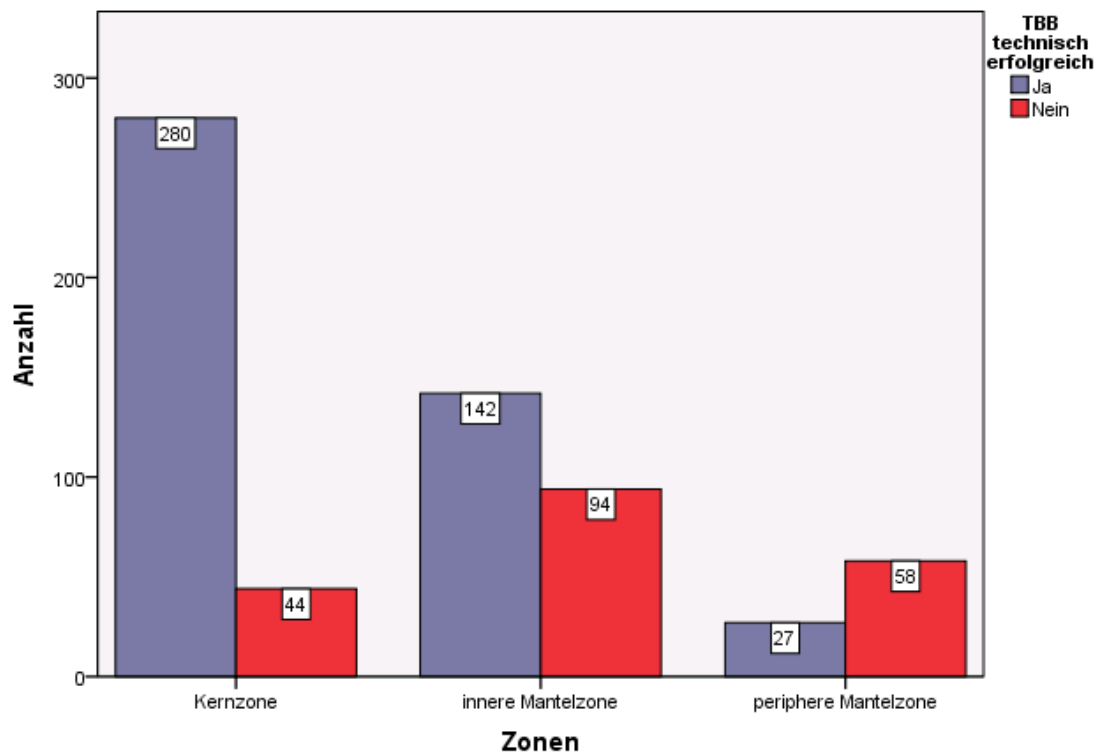


Abbildung 14 a und b: TBB: Erfolg in Abhängigkeit der Lokalisation  
(a) aufgliedert, (b) gesamt

## 4.2.2 Segment

Die Zuordnung der Rundherde zu den Segmenten erfolgte zum Einen während der transbronchialen Biopsie und zum Anderen retrospektiv im Rahmen der Studie mittels der vorhandenen CT-Bilder. Es wurden ebenfalls Biopsien aus Lymphknoten entnommen. Hauptsächlich handelte es sich um die Lymphknoten (LK) 2R, 4L / R, 7, 10L / R sowie 11L / R. Die Einteilungen Oberlappen (OL), Lingula (Ling.) bzw. Mittellappen (ML) und Unterlappen (UL) bezeichnen Rundherde, deren Lage jedem Segment des betreffenden Lappens zuzuordnen war.

Die Verteilung der Rundherde befindet sich in den Tabellen 5 und 6 und in Abbildung 15.

**Segmente der linken Lunge**

	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	Ling.	UL	LK	Total
Anzahl	68	35	8	4	42	1	10	11	17	18	3	1	10	228
Prozent (%)	11,2	5,8	1,3	0,7	6,9	0,2	1,6	1,8	2,8	3,0	0,5	0,2	1,6	37,5

Tabelle 5: TBB: Verteilung auf die Segmente der linken Lunge

**Segmente der rechten Lunge**

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	OL	ML	UL	LK	Total
Anzahl	53	59	65	21	14	70	5	12	21	15	12	17	1	15	380
Prozent (%)	8,7	9,7	10,7	3,5	2,3	11,5	0,8	2,0	3,5	2,5	2,0	2,8	0,2	2,5	62,5

Tabelle 6: TBB: Verteilung auf die Segmente der rechten Lunge

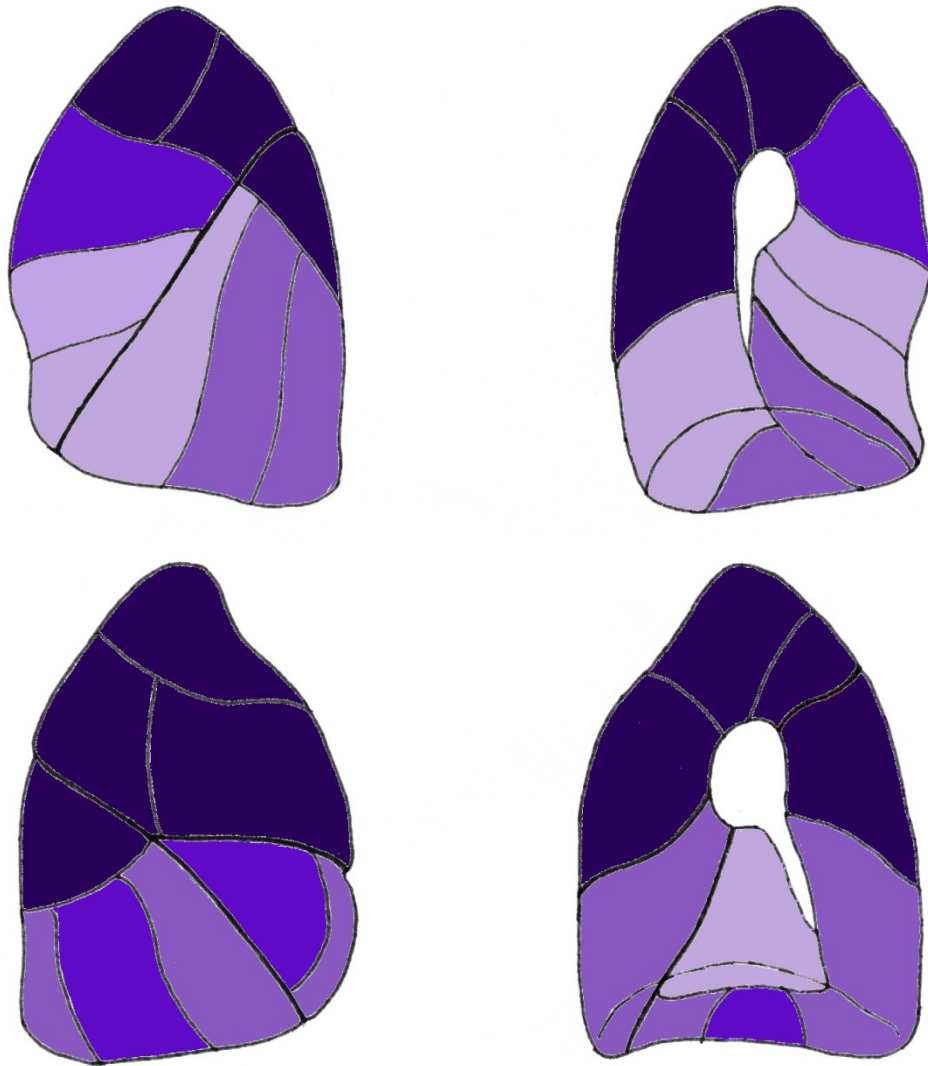
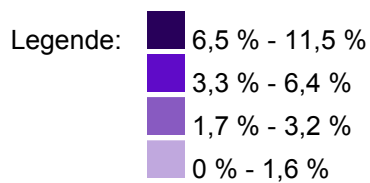


Abbildung 15 : Verteilung der Rundherde, linke Lunge (oben) und rechte Lunge (unten)



Von den 645 Biopsien wurden 241 in der linken Lunge durchgeführt. Mit einer Gesamtzahl von 71 Biopsien (29,5 %) waren die Rundherde im Segment L1/2 lokalisiert. Bei 45 Biopsien (18,7 %) befanden sich die Rundherde im Segment L6 und 36 Biopsien (14,9 %) wurden aus dem Segment L3 entnommen. Die

fehlenden 89 Biopsien verteilten sich zwischen 0,4 und 8,7 % auf die übrigen Segmente bzw. Einteilungen.

Die genaue Aufteilung ist in Tabelle 7 a und b angeführt.

<b>TBB technisch erfolgreich * Segmente der linken Lunge</b>														
	Segmente der linken Lunge													Total
	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	Ling.	UL	LK	
Ja	43	29	3	3	30	1	5	6	13	13	3	1	10	160
Nein	25	6	5	1	12	0	5	5	4	5	0	0	0	68
2x negativ	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	5
beim 2. Versuch	3	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	7
beim 3. Versuch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>45</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>241</b>

<b>TBB technisch erfolgreich * Segmente</b>														
	Segmente													Total
	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	Ling.	UL	LK	
Ja	46	30	3	3	32	1	6	6	13	14	3	1	10	168
Nein	25	6	7	1	13	0	5	5	4	7	0	0	0	73
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>45</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>241</b>
Gesamterfolg in Prozent (%)	64,8	83,3	30	75	71,1	100	54,5	54,5	76,5	66,7	100	100	100	69,7

Tabelle 7 a und b: TBB: Erfolg: Segmente der linken Lunge  
(a) aufgegliedert, (b) gesamt

Aus Segment L1/2 konnte in 63,2 % Fällen (64,8 % sekundär) der Rundherd technisch erfolgreich biopsiert werden, in 82,9 % (83,3 % sekundär) aus L3, in 37,5 % (30 % sekundär) aus L4, in 75 % aus L5, in 69,8 % (71,1 % sekundär) aus L6, in 100 % aus L7, in 50 % (54,5 % sekundär) aus L8, in 54,5 % aus L9 und in 76,5 % aus dem Segment L10.

Bei Rundherden, die mehrere Segmente einnahmen, konnten 72,2 % - 100 % technisch erfolgreich biopsiert werden, bei den Lymphknoten 100 %.

Die grafische Darstellung der Ergebnisse befindet sich in Abbildung 16.

### Segmente der linken Lunge

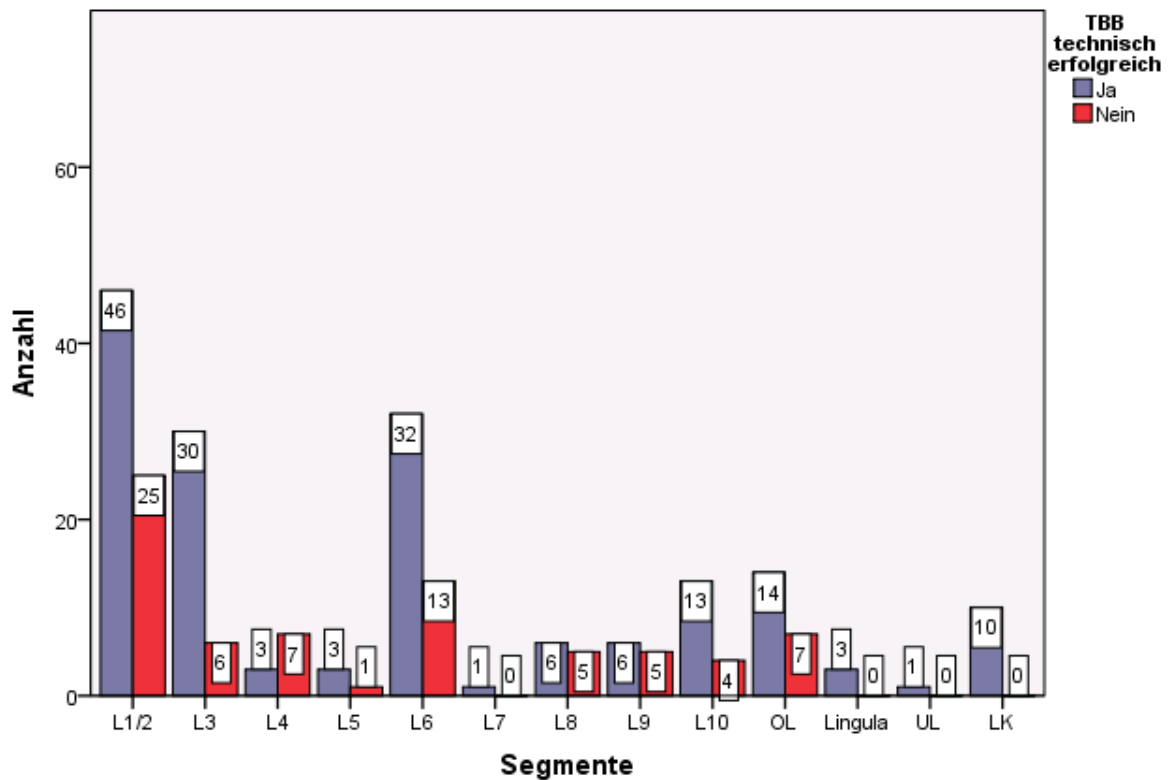


Abbildung 16 a und b: TBB: Erfolg in Bezug auf die Lungensegmente links, gesamt

Die übrigen 404 Biopsien wurden in der rechten Lunge durchgeführt. Mit einer Gesamtzahl von jeweils 72 Biopsien (17,8 %) waren die Rundherde in den Segmenten R3 und R6 lokalisiert. Bei 63 Biopsien (15,6 %) befanden sich die Rundherde im Segment R2, 55 Biopsien (13,6 %) wurden aus dem Segment R1, 25 Biopsien (6,2 %) aus dem Segment R4 und 23 Biopsien (5,7 %) wurden aus dem Segment R9 entnommen. Die fehlenden 94 Biopsien verteilten sich zwischen 0,2 und 4,5 % auf die übrigen Segmente, bzw. Einteilungen.

Die genaue Aufteilung ist in Tabelle 8 a und b angeführt.

<b>TBB technisch erfolgreich * Segmente der rechten Lunge</b>															
	Segmente der rechten Lunge														Total
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	OL	ML	UL	LK	
Ja	37	38	49	12	12	48	4	8	8	7	11	16	1	12	263
Nein	15	22	16	9	2	22	1	4	13	8	1	1	0	3	117
2x negativ	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
beim 2. Versuch	1	2	6	1	0	2	0	0	2	0	0	1	0	1	16
beim 3. Versuch	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>63</b>	<b>72</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>72</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>404</b>

<b>TBB technisch erfolgreich * Segmente</b>															
	Segmente														Total
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	OL	ML	UL	LK	
Ja	39	40	56	13	12	50	4	8	10	7	11	17	1	13	281
Nein	16	23	16	12	3	22	1	4	13	8	1	1	0	3	123
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>63</b>	<b>72</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>72</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>404</b>
Erfolg in Prozent (%)	70,9	63,5	77,8	52	80	69,4	80	66,7	43,5	46,7	91,7	94,4	100	81,2	69,6

Tabelle 8 a und b: TBB: Erfolg: Segmente der rechten Lunge  
(a) aufgegliedert, (b) gesamt

Aus Segment R1 konnte in 71,2 % der Fällen (70,9 % sekundär) der Rundherd technisch erfolgreich biopsiert werden, in 63,3 % (63,5 % sekundär) aus R2, in 75,4 % (77,8 % sekundär) aus R3, in 37,5 % (30 % sekundär) aus R4, in 85,7 % (80 % sekundär) aus R5, in 68,6 % (69,4 % sekundär) aus R6, in 80 % aus R7, in 66,7 % aus R8, in 38 % (43,5 % sekundär) aus R9 und in 46,7 % aus dem Segment R10.

Bei Rundherden, die mehrere Segmente einnahmen, konnten 91,7 % - 100 % technisch erfolgreich biopsiert werden, bei den Lymphknoten 80 %.

Die grafische Darstellung befindet sich in Abbildung 17 a und b und Abbildung 18.

### Segmente der rechten Lunge

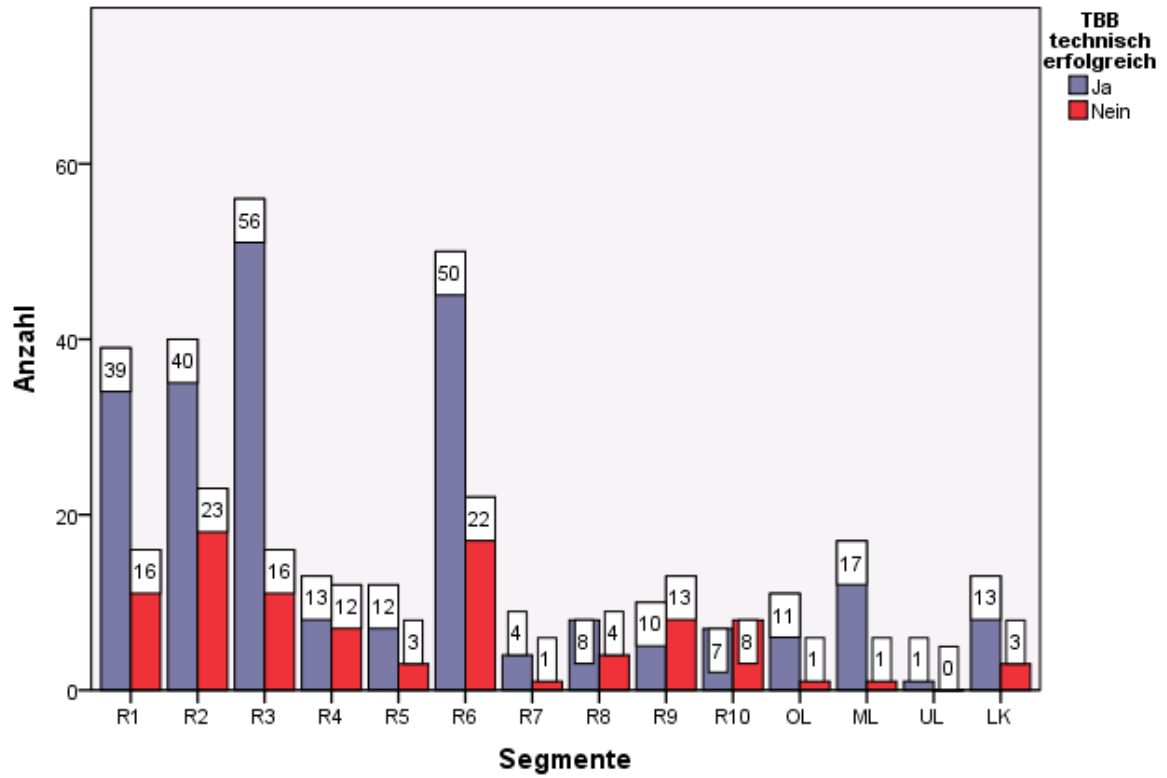


Abbildung 17 a und b: TBB: Erfolg in Bezug auf die Lungensegmente rechts  
(a) aufgliedert, (b) gesamt

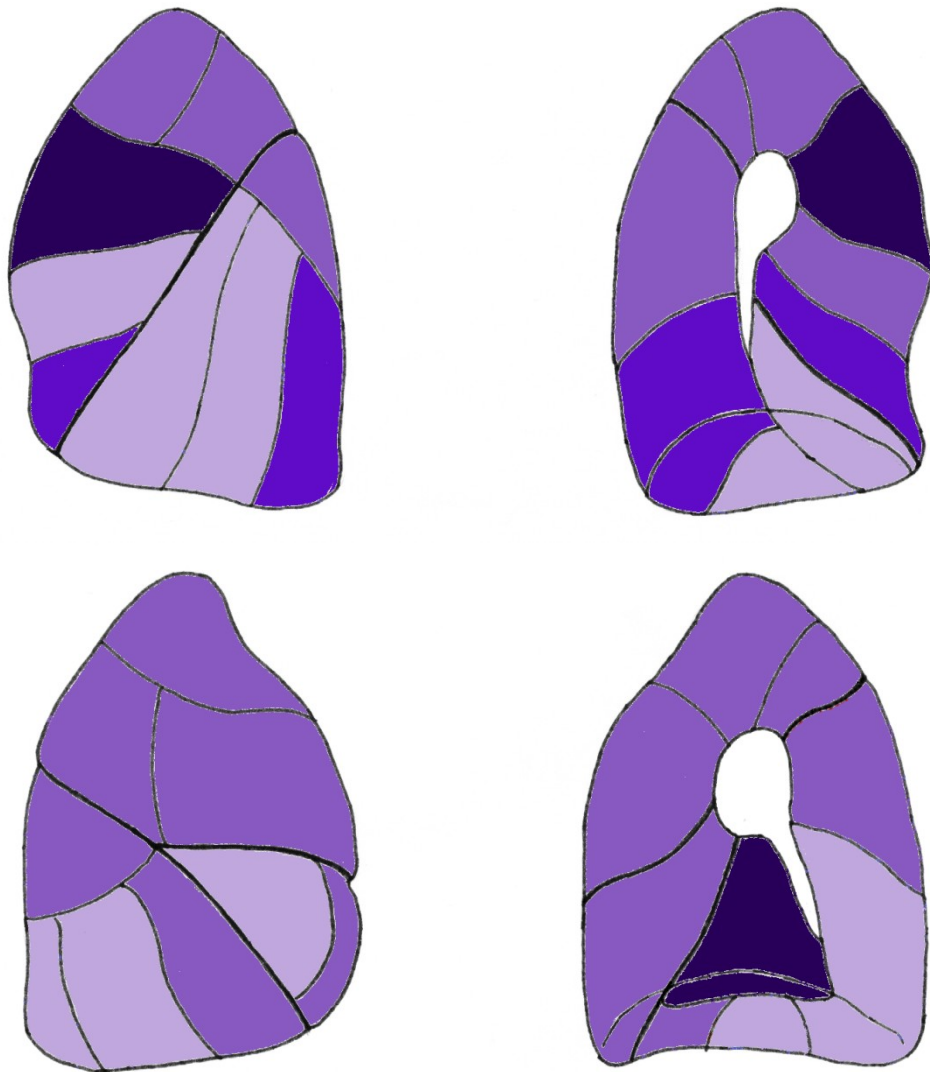
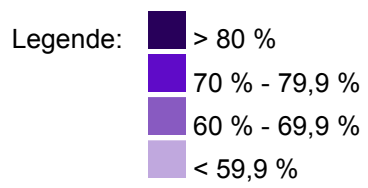


Abbildung 18 : Technischer Erfolg, linke Lunge (oben) und rechte Lunge (unten)



### 4.2.3 Größe

Bei 20 Biopsien waren die Rundherde kleiner als 1 cm. Bereits 129 biopsierte Rundherden waren zwischen 1 und 2 cm, 137 zwischen 2 und 3 cm und mit 359 Rundherden war der Hauptanteil der biopsierten Rundherde über 3 cm groß.

Die Verteilung befindet sich in Tabelle 9.

<b>Rundherdgröße</b>					
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	Total
Anzahl	20	119	128	341	608
Prozent (%)	3,3	19,6	21,1	56,1	100,0

Tabelle 9: TBB: Verteilung nach Rundherdgrößen

Der primäre technische Erfolg bei Rundherden < 1 cm lag bei 55 % (11 von 20), bei 1 - 2 cm 56,3 % (67 von 119), bei 2 - 3 cm 64,1 % (82 von 128) und bei > 3 cm 77,2 %. Die sekundäre technische Erfolgsrate lag bei Rundherden von 1 - 2 cm bei 56,6 %, bei 2 - 3 cm 64,2 % und bei > 3 cm 77,2 %

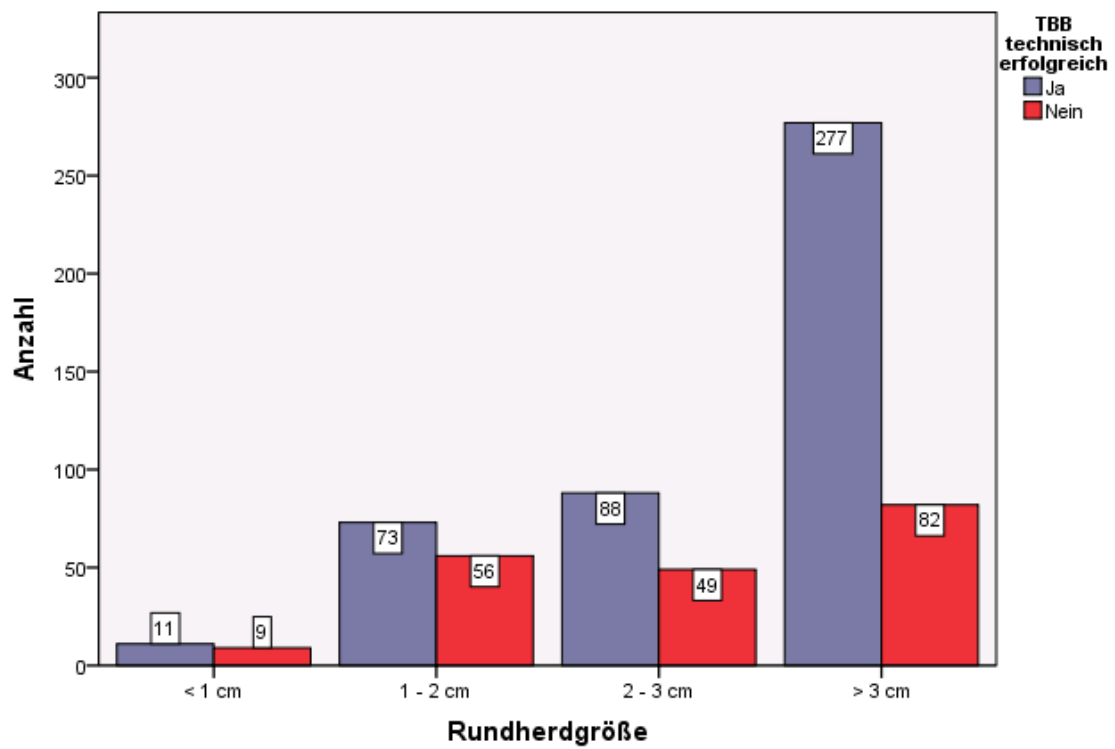
Die Auflistung der Zahlen findet sich in Tabelle 10 mit grafischer Darstellung in Abbildung 19.

<b>TBB technisch erfolgreich * Rundherdgröße</b>					
	Rundherdgröße				Total
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	
Ja	11 (55 %)	67 (56,3 %)	82 (64,1 %)	263 (77,1 %)	423
Nein	9	52	45	79	185
2x negativ	0	4	5	3	12
beim 2. Versuch	0	5	4	14	23
beim 3. Versuch	0	1	1	0	2
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>129 (119)</b>	<b>137 (128)</b>	<b>359 (341)</b>	<b>645 (608)</b>

<b>TBB technisch erfolgreich * Rundherdgröße</b>					
	Rundherdgröße				Total
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	
Ja	11	73	88	277	449
Nein	9	56	49	82	196
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>129</b>	<b>137</b>	<b>359</b>	<b>645</b>
Erfolg in Prozent (%)	55	56,6	64,2	77,2	69,6

Tabelle 10: TBB: Erfolg in Größenabhängigkeit  
(a) aufgegliedert, (b) gesamt

### Größenabhängigkeit



### Größenabhängigkeit

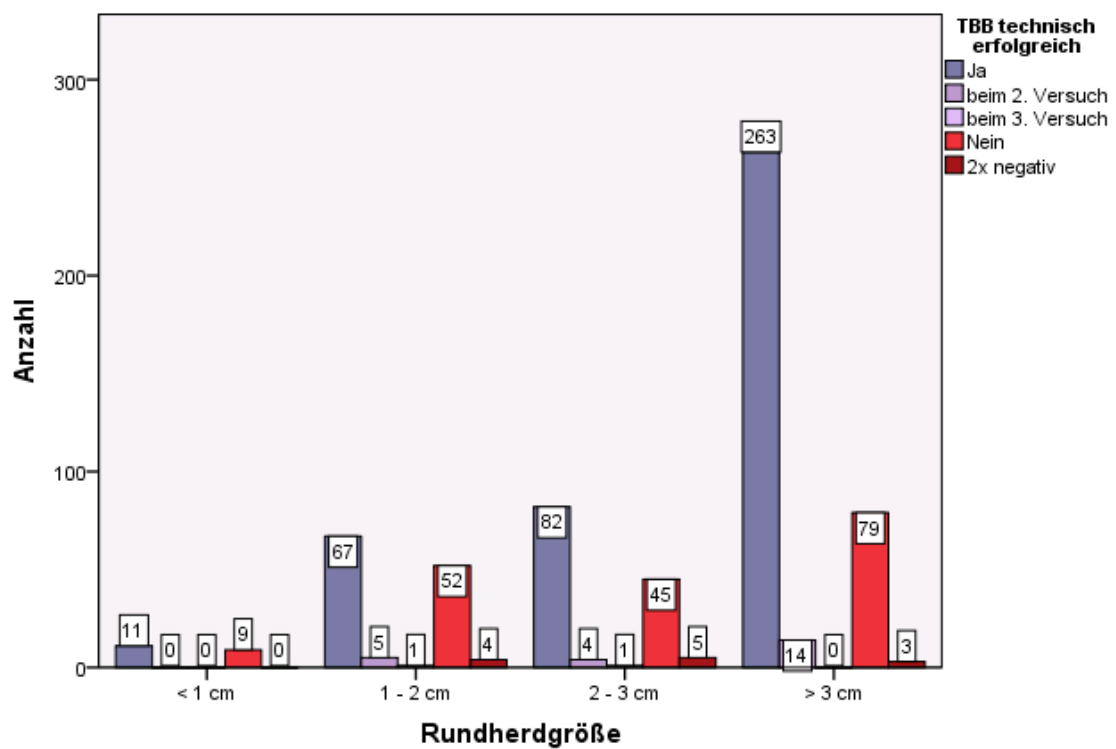


Abbildung 19 a und b: TBB: Erfolg in Abhängigkeit der Rundherdgröße

In Tabelle 11 ist der technische Erfolg in Abhängigkeit von Größe und Zonenzuteilung angeführt.

<b>TBB technisch erfolgreich * Rundherdgröße * Zonen</b>												
Größe	Zonen											
	Kernzone				innere Mantelzone					periphere Mantelzone		
	Ja	2. Versuch	Nein	2x neg.	Ja	2. Versuch	3. Versuch	Nein	2x neg.	Ja	2. Versuch	Nein
< 1 cm	5	0	1	0	4	0	0	3	0	2	0	5
1 - 2 cm	35	1	11	0	25	2	1	24	4	7	2	17
2 - 3 cm	41	1	5	1	34	2	1	23	4	7	1	17
> 3 cm	188	9	25	1	68	4	0	35	2	7	1	19
<b>Total</b>	<b>269</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>131</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>85</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>58</b>

<b>TBB technisch erfolgreich * Rundherdgröße * Zonen</b>						
Größe	Zonen					
	Kernzone		innere Mantelzone		periphere Mantelzone	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
< 1 cm	5	1	4	3	2	5
1 - 2 cm	36	11	28	28	9	17
2 - 3 cm	42	6	38	26	8	17
> 3 cm	197	26	72	37	8	19
<b>Total</b>	<b>280</b>	<b>44</b>	<b>142</b>	<b>94</b>	<b>27</b>	<b>58</b>

Tabelle 11 a und b: TBB: Erfolg in Abhängigkeit von Größe und Lokalisation  
(a) aufgliedert, (b) gesamt

In den Tabellen 12 und 14 ist der technische Erfolg in Abhängigkeit der Segmente und der Zonen angeführt. Die Tabellen 13 und 15 zeigen den technischen Erfolg in Abhängigkeit von der Rundherdgröße und den Segmenten.

**TBB technisch erfolgreich \* Segmente der linken Lunge \* Zonen**

Zonen	Segmente der linken Lunge														Total													
	L1/2		L3		L4		L5		L6		L7		L8				L9		L10		OL		Ling.		UL		LK	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Kernzone	28	4	20	1	2	0			22	7			3	3	2	0	4	1	8	1	2	0			10	0	101	17
innere Mantelzone	16	14	6	3	1	4	3	1	7	3	1	0	2	1	3	3	7	2	6	6	1	0	1	0			54	37
periphere Mantelzone	2	7	4	2	0	3			3	3			1	1	1	2	2	1									13	19
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>168</b>	<b>73</b>

Tabelle 12: TBB: linke Lunge

**TBB technisch erfolgreich \* Segmente \* Rundherdgröße**

Größe	Segmente der linken Lunge														Total													
	L1/2		L3		L4		L5		L6		L7		L8				L9		L10		OL		Ling.		UL		LK	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
< 1 cm	4	3	0	1			1	0	1	0																	6	4
1 - 2 cm	9	7	3	2	1	1			3	5			2	1	4	2	6	2	2	3					1	0	31	23
2 - 3 cm	8	4	10	2	0	2	2	1	7	4			2	1	0	2	2	1	3	0	1	0			1	0	36	17
> 3 cm	25	11	17	1	2	4			21	4	1	0	2	3	2	1	5	1	9	4	2	0	1	0	8	0	95	29
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>168</b>	<b>73</b>

Tabelle 13: TBB: linke Lunge

**TBB technisch erfolgreich \* Segmente der rechten Lunge \* Zonen**

Zonen	Segmente der rechten Lunge																Total													
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8				R9		R10		OL		ML		UL		LK	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Kernzone	25	4	17	5	33	3	6	1	5	0	36	6	4	0	5	1	6	2	2	0	10	1	17	1			13	3	179	27
innere Mantelzone	11	8	20	9	20	10	4	9	6	3	14	7	0	1	3	2	4	5	4	3	1	0			1	0			88	57
periphere Mantelzone	3	4	3	9	3	3	3	2	1	0	0	9			0	1	0	6	1	5								14	39	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>281</b>	<b>123</b>

Tabelle 14: TBB: rechte Lunge

**TBB technisch erfolgreich \* Segmente \* Rundherdgröße**

Größe	Segmente der rechten Lunge																Total													
	R1		R2		R3		R4		R5		R6		R7		R8				R9		R10		OL		ML		UL		LK	
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
< 1 cm	2	0	0	2	1	0					1	2					0	1					1	0					5	5
1 - 2 cm	4	0	5	5	10	3	2	6	4	2	5	9			2	1	2	2	0	3			4	0			4	2	42	33
2 - 3 cm	6	7	4	3	13	6	4	6	5	0	11	2	1	1	0	1	1	4	1	2	3	0	1	0			2	0	52	32
> 3 cm	27	9	31	13	32	7	7	0	3	1	33	9	3	0	6	2	7	6	6	3	8	1	11	1	1	0	7	1	182	53
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>281</b>	<b>123</b>

Tabelle 15: TBB: rechte Lunge

### 4.3 TTB

Insgesamt wurden im gewählten Zeitraum 230 Patienten transthorakal biopsiert. Es handelt sich um 154 Männer (67 %) und 76 Frauen (33 %), mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren (Streuung: 19 - 87). Davon wurden 84 im Zentrum 1 transbronchial biopsiert. Weitere 105 Patienten kamen als Zuweisung nach erfolgloser TBB aus Zentrum 2 und weitere 41 Patienten kamen mit Zuweisung ohne vorheriger Diagnostik des Rundherdes aus beiden Spezialzentren, wobei in einem Fall ein weiterer Rundherd davor transbronchial in Zentrum 1 diagnostiziert wurde. Im Fall der 41 Patienten wurde aufgrund der Lokalisation der Rundherde vorab in den pulmologischen Zentren entschieden, dass eine Biopsie mit größter Wahrscheinlichkeit zu keinem verwertbaren Ergebnis führt.

Von den erwähnten 230 Patienten waren 219 Biopsien technisch erfolgreich. Bei den fehlenden 11 Patienten wurden drei am gleichen Institut technisch erfolgreich rebiopsiert (insgesamt sechs Biopsien) (siehe Tabelle 16). Die Erfolgsraten rechtfertigen somit das leicht erhöhte Komplikationsrisiko. In einem Fall wurde im pulmologischen Zentrum 1 eine Rebiopsie technisch erfolgreich durchgeführt. Von den verbleibenden sieben Patienten wurden zwei gemäß der Fleischner Society [6] keiner weiteren invasiven Diagnostik unterzogen, da der Rundherd regredient, bzw. in Kontrolluntersuchungen nicht mehr nachweisbar war, in einem Fall wurde eine Rebiopsie transbronchial in einem anderen Zentrum durchgeführt, drei Patienten wurden operiert und ein Patient wurde wegen fehlender therapeutischer Konsequenz keiner weiteren invasiven Diagnostik unterzogen.

Gesamt konnten in 170 Fällen Malignität diagnostiziert werden. In einem Fall blieb die Dignität unbekannt und in 59 Fällen war der Rundherd als benigne zu werten. Die Anamnese ergab 109 Raucher, 47 ehemalige Raucher, 46 Nichtraucher und 28 Patienten, bei denen keine Raucheranamnese erhoben wurde.

TTB technisch erfolgreich				
	Ja	Nein	beim 2. Versuch	Total
Anzahl	219	11	3 (0)	233 (230)
Prozent (%)	94,0 (95,2)	4,7 (4,8)	1,3 (0)	100,0

Tabelle 16: Erfolge der TTB

### 4.3.1 Zone

Bei den 41 Patienten, die ohne TBB zur TTB überwiesen wurden, handelte es sich überwiegend um Rundherde, die in der peripheren Mantelzone lokalisiert waren (70,7 %). In der inneren Mantelzone lagen 22 % und 7,3 % in der Kernzone.

Von den zugewiesenen Patienten aus Zentrum 1 lagen 8,3 % der Rundherde in der Kernzone, 47,6 % in der inneren Mantelzone und 44,1 % in der peripheren Mantelzone. Von den Patienten, welche aus Zentrum 2 zugewiesen wurden, lagen 13,3 % der Rundherde in der Kernzone, 40 % in der inneren Mantelzone und 46,7 % in der peripheren Mantelzone.

Die Verteilung gegliedert nach Zuweiser ist in Tabelle 17 angeführt.

TTB: Zonen				
	Zonen			Total
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	
Zentrum 1	7	40	37	84
Zentrum 2	14	42	49	105
primäre TTB	3	9	29	41
Total	24	91	115	230

Tabelle 17: TTB: Verteilung auf die Zonen

Die grafische Darstellung der Ergebnisse aus Tabelle 17 befindet sich in Abbildung 20.

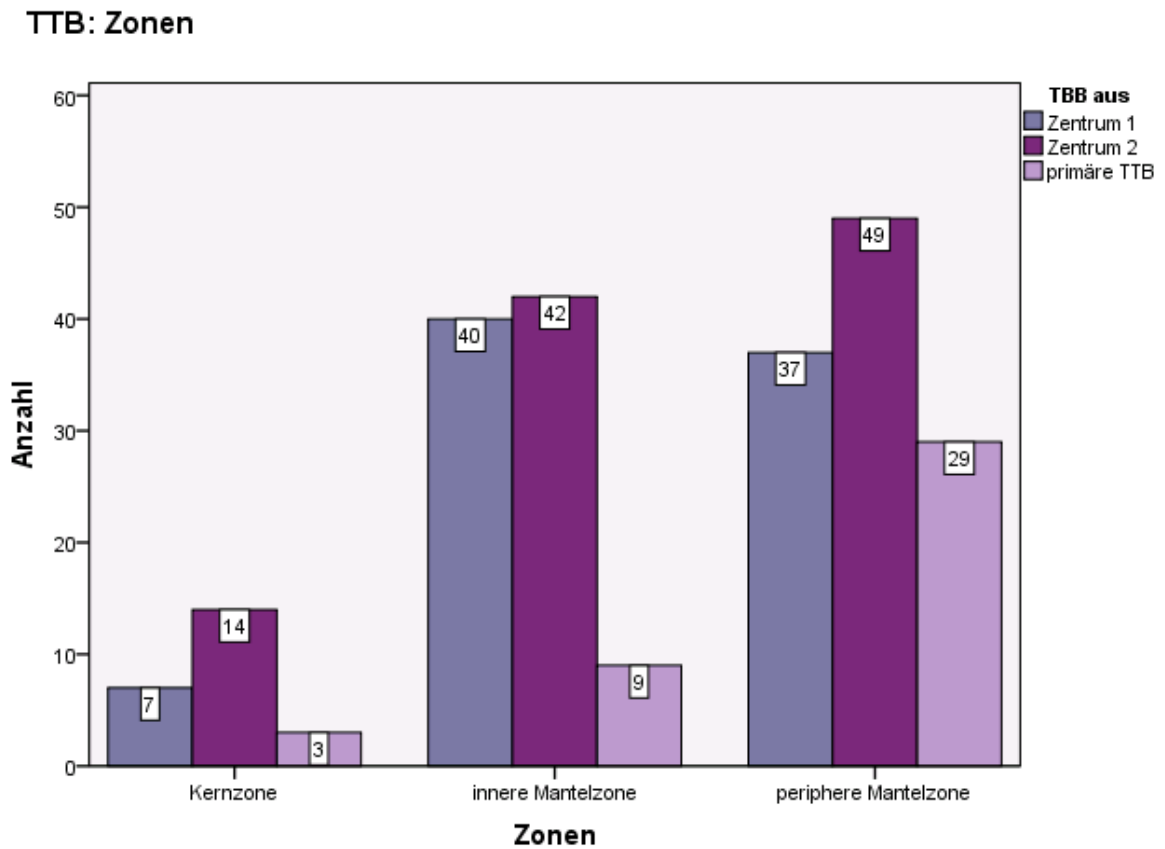


Abbildung 20: TTB: Verteilung auf die Zonen

Die Verteilungswerte befinden sich in den Tabellen 18 a und b.

<b>TTB Zonen</b>				
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	Total
Anzahl	24	91	115	230
Prozent (%)	10,4	39,6	50,0	100,0

<b>TBB Zonen</b>				
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	Total
Anzahl	310	217	81	608
Prozent (%)	51,0	35,7	13,3	100,0

Tabelle 18 a und b: Vergleich der Zonen TTB und TBB

In der Kernzone wurden alle 24 Biopsien (100 %) erfolgreich durchgeführt, in der inneren Mantelzone waren es primär 93,5 % und in der peripheren Mantelzone 93,2 % primär. Die sekundäre Erfolgsrate lag bei Rundherden der inneren Mantelzone bei 94,5 % und der peripheren Mantelzone bei 94,8 %.

Die technischen Erfolge der TTB in Bezug auf die Zonen sind in Tabelle 19 aufgelistet.

<b>Zonen * TTB technisch erfolgreich</b>				
	Zonen			Total
	Kernzone	innere Mantelzone	periphere Mantelzone	
Ja	24 (100 %)	86 (94,5 %)	109 (94,8 %)	219 (95,2 %)
Nein	0	5	6	11
beim 2. Versuch	0	1	2	3
Total	24	92 (91)	117 (115)	233 (230)
Gesamterfolg in Prozent (%)	100	94,6	94,9	95,3

Tabelle 19: Erfolge der TTB nach Zonen

### 4.3.2 Segment

Wie aus den Tabellen 20 und 21 ersichtlich, ist die Verteilung der Rundherde auf die Segmente sehr inhomogen.

<b>TTB: Segmente der linken Lunge</b>											
	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	Total
Zentrum 1	15	4	2	0	4	0	1	2	3	3	34
Zentrum 2	15	2	3	0	4	2	0	3	6	3	38
primäre TTB	4	3	6	1	3	0	1	1	2	1	22
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>94</b>

Tabelle 20: TTB: Verteilung auf die Segmente der linken Lunge

<b>TTB: Segmente der rechten Lunge</b>												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R8	R9	R10	OL	ML	Total
Zentrum 1	4	13	3	4	2	11	2	5	5	1	0	50
Zentrum 2	6	13	11	3	0	9	5	6	8	4	2	67
primäre TTB	0	2	6	2	1	2	1	1	3	0	1	19
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>136</b>

Tabelle 21: TTB: Verteilung auf die Segmente der rechten Lunge

Die grafische Darstellung der Werte aus den Tabellen 20 und 21 befinden sich jeweils in den Abbildungen 21 und 22.

### TTB: Segmente der linken Lunge

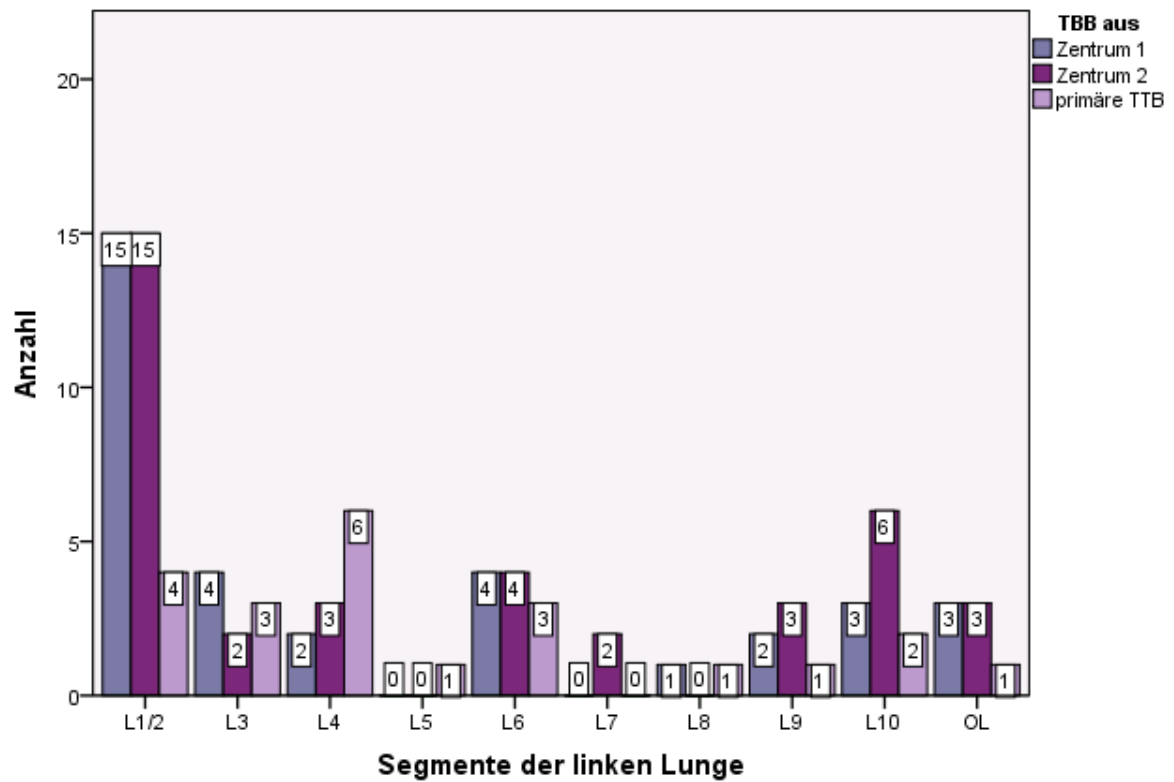


Abbildung 21: TTB: Segmente der linken Lunge

### TTB: Segmente der rechten Lunge

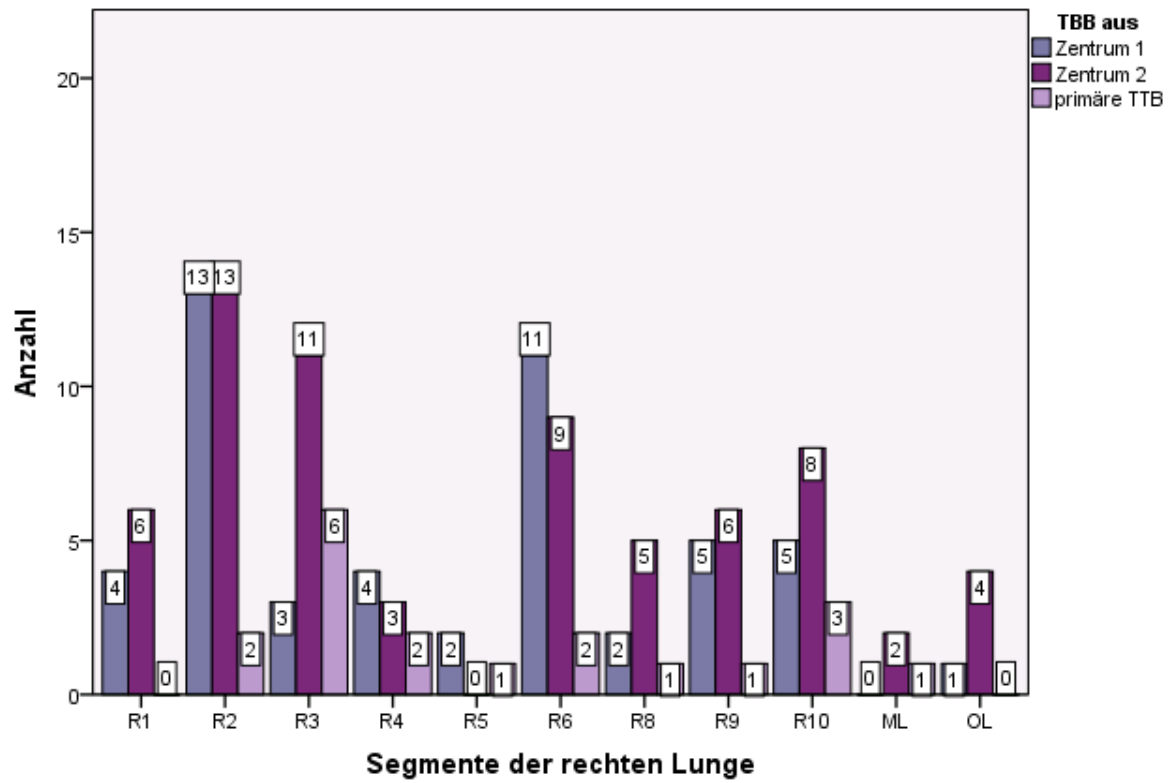


Abbildung 22: TTB: Segmente der rechten Lunge

Die Vergleichswerte zur TBB befinden sich in den Tabellen 22 a und b sowie 23 a und b.

**TTB: Segmente der linken Lunge**

	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	Ling.	UL	LK	Total
Anzahl	34	9	11	1	11	2	2	6	11	7	0	0	0	94
Prozent (%)	14,8	3,9	4,8	0,4	4,8	0,9	0,9	2,6	4,8	3,0	0	0	0	40,9

**TBB: Segmente der linken Lunge**

	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	Ling.	UL	LK	Total
Anzahl	68	35	8	4	42	1	10	11	17	18	3	1	10	228
Prozent (%)	11,2	5,8	1,3	0,7	6,9	0,2	1,6	1,8	2,8	3,0	0,5	0,2	1,6	37,5

Tabelle 22 a und b: Vergleich der Verteilung: linke Lunge

**TTB: Segmente der rechten Lunge**

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R8	R9	R10	OL	ML	UL	LK	Total
Anzahl	10	28	20	9	3	22	8	12	16	5	3	0	0	136
Prozent (%)	4,3	12,2	8,7	3,9	1,3	9,6	3,5	5,2	7,0	2,2	1,3	0	0	59,1

**TBB: Segmente der rechten Lunge**

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	OL	ML	UL	LK	Total
Anzahl	53	59	65	21	14	70	5	12	21	15	12	17	1	15	380
Prozent (%)	8,7	9,7	10,7	3,5	2,3	11,5	0,8	2,0	3,5	2,5	2,0	2,8	0,2	2,5	62,5

Tabelle 23 a und b: Vergleich der Verteilung: rechte Lunge

Primär technisch erfolgreich waren 97,1 % der Biopsien aus Segment L1/2, 77,8 % aus L3, 81,8 % aus L4, 90 % aus R1, 90,9 % aus R6, 87,5 % aus R8 und 91,7 % aus dem Segment R9. In den Segmenten L5, L6, L7, L8, L9, L10, R2, R3, R5 und R10 waren 100 % der Biopsien erfolgreich. Im Segment R7 wurde keine Biopsie durchgeführt.

Die Erfolgsraten aller Segmente lagen, sowohl der rechten als auch der linken Lunge, zwischen 77,8 % und 100 %, wobei der Anteil der Segmente mit 100 % Erfolg deutlich überwiegen.

Die Erfolge der TTB in Bezug auf die Lungensegmente sind in den Tabellen 24 a und b aufgelistet.

<b>Segmente der linken Lunge * TTB technisch erfolgreich</b>											
	Segmente der linken Lunge										Total
	L1/2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	OL	
Ja	33	7	9	1	11	2	2	6	11	7	89
Nein	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5
beim 2. Versuch	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>95 (94)</b>
Gesamterfolg in Prozent (%)	97,1	77,8	83,3	100	100	100	100	100	100	100	94,7

<b>Segmente der rechten Lunge * TTB technisch erfolgreich</b>												
	Segmente der rechten Lunge											Total
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R8	R9	R10	OL	ML	
Ja	9	28	20	8	3	20	7	11	16	5	3	130
Nein	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	6
beim 2. Versuch	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>138 (136)</b>
Gesamterfolg in Prozent (%)	90,9	100	100	88,9	100	91,3	87,5	91,7	100	100	100	95,7

Tabelle 24 a und b: Erfolge der TTB nach Segmenten

### 4.3.3 Größe

Bei den 41 Patienten, die ohne TBB zur TTB überwiesen wurden, handelte es sich überwiegend um kleine Rundherde. Der Anteil der Rundherde kleiner als 1 cm lag bei 4,9 %, zwischen 1 und 2 cm bei 39 %, zwischen 2 und 3 cm bei 26,8 % und über 3 cm bei 29,3 %.

Von den zugewiesenen Patienten aus Zentrum 1 waren 2,6 % der Rundherde unter 1 cm, 27,8 % zwischen 1 und 2 cm, 23,5 % zwischen 2 und 3 cm und 46,1 % über 3 cm. Von den Patienten, welche aus Zentrum 2 zugewiesen wurden, waren 0,9 % der Rundherde unter 1 cm, 24,8 % zwischen 1 und 2 cm, 23,8 % zwischen 2 und 3 cm und 50,5 % über 3 cm.

<b>TTB: Rundherdgröße</b>					
	Rundherdgröße				Total
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	
Zentrum 1	3 (2,6 %)	22 (27,8 %)	18 (23,5 %)	41 (46,1 %)	84
Zentrum 2	1 (0,9 %)	26 (24,8 %)	25 (23,8 %)	53 (50,5 %)	105
primäre TTB	2 (4,9 %)	16 (39 %)	11 (26,8 %)	12 (29,3 %)	41
Total	6 (2,6 %)	64 (27,8 %)	54 (23,5 %)	106 (46,1 %)	230

Tabelle 25: TTB: Verteilung nach Rundherdgröße

Die grafische Darstellung der Ergebnisse aus Tabelle 25 befindet sich in Abbildung 23.

## TTB: Rundherdgröße

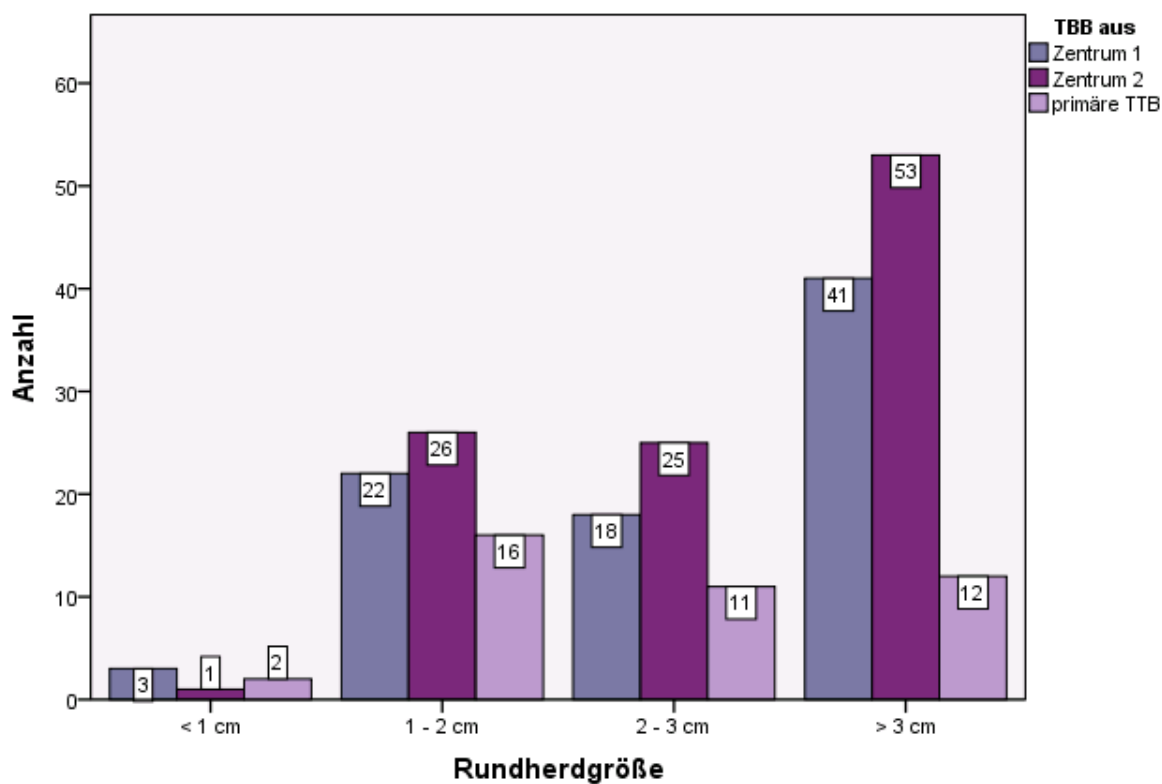


Abbildung 23: TTB: Verteilung nach Rundherdgröße

Die genauen Verteilungen sind in den Tabellen 26 a und b angeführt.

Rundherdgröße					
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	Total
Anzahl	6	64	54	106	230
Prozent (%)	2,6	27,8	23,5	46,1	100,0

Rundherdgröße					
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	Total
Anzahl	20	119	128	341	608
Prozent (%)	3,3	19,6	21,1	56,1	100,0

Tabelle 26 a und b: Vergleich der Größe

Bei Rundherden < 1 cm waren 66,7 % der Biopsien (4 von 6), bei 1 - 2 cm 93,7 %, bei 2 - 3 cm 94,4 % primär und 94,5 sekundär, und bei > 3 cm 98,1 % primär und sowie sekundär.

Die Erfolge der TTB in Bezug auf die Zonen sind in Tabelle 27 aufgelistet.

<b>Rundherdgröße * TTB technisch erfolgreich</b>					
	Rundherdgröße				Total
	< 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm	> 3 cm	
Ja	4 (66,7 %)	60 (93,7 %)	51 (94,4 %)	104 (98,1 %)	219 (95,2 %)
Nein	2	4	3	2	11
beim 2. Versuch	0	0	1	2	3
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>64</b>	<b>55 (54)</b>	<b>108 (106)</b>	<b>233 (230)</b>
Gesamterfolg in Prozent (%)	66,7	93,7	94,5	98,1	95,3

Tabelle 27: Erfolge der TTB nach Rundherdgröße

## 4.4 Komplikationen

Lokoregionäre Einblutungen nach TTB welche keiner Therapie bedurften, wurden nicht als Komplikation gewertet. Diese werden vom Patienten meist nicht registriert und bedingen allenfalls milde Hämoptysen, die ohne Behandlung sistieren.

Ebenso wurden offenbar technisch bedingte minimale Luftansammlungen im Pleuraspalt, die eine Stunde nach Biopsie im Thoraxröntgen nicht mehr nachweisbar waren, nicht als Komplikation gewertet. Solche traten bei 17 Biopsien (7,3 %) der TTB auf.

Demgegenüber wurden Ereignisse wie Blutdruck- , Sättigungsabfall und Bronchospasmus die keiner gesonderten Therapie bedurften bei der TTB nicht als Komplikation gewertet, da diese durch die Manipulation unmittelbar entstehen und im Allgemeinen abklingen, sobald der Reiz aussetzt. Diese traten jedoch sehr selten (1,2 %) auf.

Als leichte Komplikationen wurde der asymptomatische Pneumothorax mit Spontanremission, ohne Therapiebedarf gewertet.

Als schwere Komplikation wurden gewertet:

### 1. therapiebedürftige Blutungen:

Therapie: Zur Blutstillung kommen je nach Schweregrad verschiedene endobronchiale Therapieansätze zur Anwendung. Bei leichteren Blutungen werden diese mittels Eiswasser und/oder Adrenalin lokal gestillt. Bei mittelschweren Blutungen gibt es die Möglichkeit der Ballontamponade und in schweren Fällen ist eine Koagulation notwendig.

### 2. therapiebedürftiger Pneumothorax:

Therapie: Die Thoraxdrainage wurde von der Chirurgischen Abteilung des Zentrums angelegt.

### 3. Tod

#### 4.4.1 TBB

Die Komplikationen der 645 Biopsien sind in Tabelle 28 zusammengefasst. Davon verliefen 547 (84,9 %) komplikationslos.

Komplikationen der TBB		
	Anzahl	Prozent (%)
<i>keine</i>	547	84,9
Pneumothorax < 1 h	3	0,5
Pneumothorax > 1h	6	0,9
therapiebedürftiger Pneumothorax	1	0,2
therapiebedürftige Blutung	88	13,7
Total	645	100,0

Tabelle 28: Komplikationen der transbronchialen Biopsie

Nach 10 Biopsien (1,6 %) trat ein Pneumothorax auf. Nur einer davon war therapiebedürftig. Bei 88 von 645 Biopsien traten therapiebedürftige Blutungen auf. In fünf Fällen war die Argon-Plasma-Coagulation notwendig. In acht Fällen wurde die Blutung mittels Ballontamponade gestillt. Bei den restlichen 75 Fällen reichte die lokale Gabe von Eiswasser und/oder Adrenalin zur Blutstillung.

#### 4.4.2 TTB

In Tabelle 29 sind die Komplikationen der TTB aufgelistet.

Daraus ergibt sich eine Rate von 69,1 % (161 von 233) der Biopsien, die komplikationslos verliefen.

### Komplikationen der TTB

	Anzahl	Prozent (%)
<i>keine</i>	161	69,1
Pneumothorax > 1h	56	24,0
therapiebedürftiger Pneumothorax	8	3,4
therapiebedürftige Blutung	6	2,6
Hämatothorax	1	0,4
Todesfall	1	0,4
<b>Total</b>	<b>233</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 29: Komplikationen der transthorakalen Biopsie

Nach 56 Biopsien (24 %) trat unmittelbar postinterventionell oder innerhalb einer Stunde ein Pneumothorax auf. Dieser war allerdings asymptomatisch und nur radiografisch nachweisbar. Bei allen Patienten erfolgte die Resorption spontan.

In 8 Biopsien (3,4 %) trat ein therapiebedürftiger Pneumothorax auf. Keiner der acht Patienten war ein Akutfall zur Intervention.

Bei sechs Patienten (2,6 %) traten postinterventionell therapiebedürftige Blutungen auf. Alle Blutungen wurden endobronchial durch lokale Eiswasser- und/oder Adrenalingabe gestillt.

In einem Fall kam es nach einer TTB zum Tode des Patienten. Es handelte sich um einen Hochrisikopatienten mittleren Alters. Er war kardiovaskulär vorerkrankt und hatte wegen eines ausgeprägten Lungenemphysems eine drastisch reduzierte Lungenfunktion. Die histologische Abklärung des Rundherdes war allerdings von therapeutischer Konsequenz, sodass das erhöhte Risiko sowohl vom Patienten, als auch vom Radiologen in Kauf genommen wurde. Nach Auftreten von Hämoptysen geriet der Patient in Panik, es entwickelte sich ein Pneumothorax mit drastischem Sauerstoffsättigungsabfall. In weiterer Folge war eine kardio-pulmonale Reanimation notwendig und der Patient wurde intensivpflichtig. Primär konnte der Patient zwar stabilisiert werden, verstarb jedoch drei Wochen später auf der Intensivstation an den Folgen seiner Grunderkrankungen.

## 5 Diskussion

Die Anzahl an Lungenbiopsien ist in den letzten Jahren stetig gestiegen. Der Grund dafür ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen. Zum Einen nimmt die Anzahl an Karzinomen stetig zu und zum Anderen werden durch den breiten Einsatz von radiologischer Diagnostik immer mehr Rundherde als Zufallsbefund entdeckt. Nur sehr wenige Rundherde werden aufgrund deren Symptomatik diagnostiziert, die Hauptzahl sind Zufallsbefunde. Die genaue Diagnostik eines suspekten Rundherdes hat aufgrund der gezielten Therapiemöglichkeiten (TT, targeted therapy) einen hohen Stellenwert eingenommen.

Die Dignität eines Rundherdes kann nach den Kriterien der Fleischner Society mit entsprechender Wahrscheinlichkeit abgeschätzt werden. Diesem Schema zufolge werden Rundherde entweder in entsprechenden zeitlichen Intervallen kontrolliert oder einer Biopsie unterzogen. [6]

Als Biopsiemethode ist die TBB möglich. Ebenso geeignet ist die etwas invasivere Methode der TTB. VATS hat bereits im Idealfall einen kurativen Effekt, ist allerdings invasiver, verglichen mit den beiden oben genannten Methoden, und nur für bestimmte Rundherde einsetzbar. Als letzte Methode wäre die Operation zu erwähnen. Sie erlaubt aufgrund der Präparate, genau wie die VATS, bereits eine Tumorklassifikation und ist im Idealfall kurativ.

Warum also nicht alle Rundherde operieren? Viele der Rundherde sind benigne und somit nicht resektionswürdig. Aufgrund der Invasivität ist diese Methode nur für malignitätsverdächtige Rundherde indiziert, bei denen durch vorangegangene Biopsien keine histopathologische Diagnostik erzielt werden konnte.

An vielen pulmologischen Zentren ist die Zytologie nach wie vor eine gängige Methode. Diese zytologische Beurteilung von Rundherden ist jedoch eine unsichere Methode und ursächlich für falsch positive Ergebnisse. Im Fall der TBB

wurde die Falsch-positiv-Rate mit 1 - 21 % beschrieben, für die TTB mit 0 - 18 % [10, 11, 12, 13, 14]. Diese Raten entstehen nahezu ausschließlich aufgrund der zytologischen Beurteilung [15]. Im Sinne der TT ist die zytologische Aufarbeitung der Präparate obsolet.

Vergleicht man Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit von TBB und TTB, schneidet die TTB durchschnittlich besser ab. TBB: Sensitivität: 36 - 97 %, Spezifität: 96 - 100 %, Genauigkeit 89 % [12, 13]. TTB: Sensitivität: 88 - 95,5 %, Spezifität: 96 - 100 %, Genauigkeit: 91 - 96,2 % [10, 11, 13, 14]. Diese Werte beziehen sich auf Histologie und Zytologie. Aus oben genanntem erklärt sich auch hier die große Schwankungsbreite der beschriebenen Zahlen von Sensitivität und Spezifität.

Die Ergebnisse zeigen, dass Rundherde, die in der Kernzone gelegen sind, mittels TBB in hohem Maße technisch erfolgreich waren. Primär konnten 86,5 % erfolgreich biopsiert werden. In der inneren Mantelzone waren die Resultate mit 60,6 % bereits schlechter. In der peripheren Mantelzone konnten lediglich 28,4 % der Biopsien technisch erfolgreich durchgeführt werden. Diese Resultate korrelieren mit jenen bestehender Studien [2, 13].

Mit 86,5 % Erfolg sind die Resultate der Kernzone zwar gut, dennoch mussten 13,5 % der Patienten (entspricht knapp jedem achten) rebiopsiert werden. Mit 83,3 % technischem Erfolg bei Rundherden unter 1 cm und 88,2 % bei Rundherden über 3 cm ist die Varianz auch nicht so breit, dass man den Erfolg als größenabhängig bezeichnen kann. Der Grund hierfür liegt in der Möglichkeit in einigen Fällen die Biopsie mittels EBUS durchzuführen. Dadurch lässt sich ein Bronchus-naher Rundherd exobronchial besser darstellen. Ebenso gering ist die Varianz in der inneren und peripheren Mantelzone. Der Unterschied im Erfolg bei kleinen und großen Rundherden ist 5 %. In erster Linie liegt der wesentliche Unterschied in der Lage des Rundherdes zum Bronchus. Ist der Rundherd endobronchial gelegen sind wesentlich bessere Erfolgsraten zu erwarten als bei exobronchial gelegenen Rundherden. Bei Biopsien von exobronchialen Rundherden, muss der durchführende Facharzt für Pulmologie durch die Bronchialwand in das Lungengewebe stechen. Dies ist technisch schwieriger, als einen Bronchus-obstruierenden Anteil eines Rundherdes zu biopsieren.

Im Gegensatz dazu konnten bei der TTB über alle Zonen ausgezeichnete Ergebnisse verbucht werden. In der Kernzone wurden alle 24 Biopsien (100 %) erfolgreich durchgeführt, in der inneren Mantelzone waren es 93,5 % und in der peripheren Mantelzone 93,2 %. Die erhobenen Daten korrelieren mit den Erfahrungen auf früheren Studien [3].

Für den Erfolg der TBB ist die Wahl des Bronchoskops entscheidend. Diese ist je nach Lokalisation des Rundherdes zu treffen. Je nach Modell und Hersteller variiert der Durchmesser zwischen 3 und 6 mm. Der Kanal für die Biopsiematerialien ist ebenso unterschiedlich gelegen. Bei manchen Arten ist der Kanal in Blickrichtung der Kamera gelegen, bei anderen ist die Öffnung jedoch seitlich davon. Der Durchmesser der Hauptbronchien beträgt im Durchschnitt 8 - 12 mm beim Erwachsenen. Über die Segmentbronchien bis zu den Bronchiolen nimmt der Durchmesser auf bis 1 mm ab. Somit können peripher gelegene Rundherde nicht unter Sicht biopsiert werden. Die optische Kontrolle für periphere Rundherde wird mittels Durchleuchtung (C-Bogen), als gängigste Methode, durchgeführt. Da die Bilder hierbei nicht Dreidimensional sind, ist die exakte Positionierung nicht sicher möglich. Das erschwert periphere Biopsien. Im Gegensatz dazu, sind, bei der TTB, die Lokalisation des Rundherdes und die Position der Biopsienadel im Moment der Biopsie genau sichtbar. Zusätzlich entsteht durch die Biopsie eine postbiopsische Luftspur, an der sich erkennen lässt, ob der Rundherd getroffen wurde. Im Zweifelsfall kann durch die liegende Coaxial-Nadel eine weitere Biopsie, positionskorrigiert, durchgeführt werden.

Die geringe Anzahl der TTB in der Kernzone beruht zum Einen auf den guten Ergebnissen der transbronchialen Biopsien und zum Anderen darauf, dass exobronchiale Rundherde wenn möglich über den mediastinalen Weg transthorakal biopsiert werden. Damit wurden sie vom Institut für Pathologie nicht als Lungenpräparat bezeichnet und diese Einzelfälle wurden nicht integriert. Die Biopsie von zentral gelegenen Rundherden ist über den mediastinalen Weg einfacher und wird daher, wenn möglich bevorzugt. Der lange Zugangsweg durch die Lunge bis in die zentralen Regionen kann bei nicht sorgfältiger Nadelführung zu erhöhten Komplikationsraten führen [8]. Insbesondere ist die Gefahr der

Gefäßverletzung erhöht. Bei sorgfältiger Wahl der Nadelführung ist dies zu verhindern [15].

Damit kann aus den Ergebnissen geschlossen werden, dass für die Kernzone ist der TBB aufgrund der hohen Erfolgsraten der Vorzug zu geben ist. Dahingegen sollten Rundherde der peripheren Mantelzone primär mittels TTB biopsiert werden. Für die innere Mantelzone soll die Entscheidung je nach Größe des Rundherdes und Lage zu den Bronchien entschieden werden.

Bei der TTB zeigte die Segmentzuordnung der Rundherde keine Relevanz für den technischen Erfolg. Der Erfolg bei der TBB zeigte eine starke Schwankung über die einzelnen Segmente. Mit jeweils unter 50 % technischem Erfolg waren die Resultate aus den Segmenten R9 und R 10 besonders schlecht. Demnach wäre auch für diese Segmente primär die TTB. Im Gegensatz dazu wurden die Erfolgsraten in den basalen Unterlappensegmenten besonders gut beschrieben [19]. Da die Fallzahlen jedoch unzureichend waren, lässt diese Betrachtung keine eindeutige Aussage zu.

Bei kleinen Rundherden konnten bei der TBB, mit 55 % (unter 1 cm) und 56,3 % (zwischen 1 und 2 cm), wesentlich bessere Resultate erzielt werden als in der Literatur beschrieben [3, 10]. Dennoch sind diese Werte nicht zufriedenstellend. Bei Rundherden über 2 cm konnten, mit 64,1 %, Resultate erzielt werden die der Gesamterfolgsrate der TBB entspricht. Rundherde mit über 3 cm Größe konnten in 77,2 % technisch erfolgreich biopsiert werden.

Bezüglich der Rundherdgröße zeichnet sich ab, dass größere Rundherde auch mittels TTB etwas besser erreicht werden. Mit 66,7 % technischem Erfolg bei Rundherden unter 1 cm konnte zumindest noch ein Wert erzielt werden, der mit dem Gesamterfolg der TBB über alle Rundherddurchmesser vergleichbar ist. Bei Rundherden zwischen 1 und 2 cm waren bereits 93,7 % technisch erfolgreich, 92,7 % zwischen 2 und 3 cm und 96,3 % über 3 cm. Diese Resultate stimmen mit den Daten aus der Literatur überein [5, 18].

Im Vergleich der Fallzahlen aus TBB und TTB zeigt sich, dass größere Rundherde (über 3 cm) seltener zur TTB überwiesen werden als kleinere. Dies ist auf die guten Ergebnisse der transbronchialen Biopsie bei großen Rundherden

zurückzuführen. Der Anteil der großen Rundherde der transbronchialen Biopsien liegt bei 56,1 %, die der transthorakalen nur mehr bei 46,1 %. Der Anteil kleinerer Rundherde divergiert nicht so stark. Es liegt nahe, dass die geringe Zahl der kleinen Rundherde in dieser Studie an der allgemein geringen Gesamtzahl kleiner Rundherde liegt. Zwar sind die Ergebnisse der TBB für kleine Rundherde nicht zufriedenstellend, dennoch waren sie mit über 50 % wesentlich besser als in der Literatur beschrieben. Zum Einen liegt dies an der Spezialisierung des Zentrum 1 und den somit erfahrenen Untersuchern und zum Anderen an der Methodik. Die Ergebnisse der Literatur entstanden zum Teil nur durch Zytologie. Bestätigt wird dies durch eine weitere Studie, die annähernd vergleichbare Werte aufweist [17]. Dabei wurden die Biopsate histologisch beurteilt.

Daraus ist ersichtlich, dass insbesondere die Erfolgsrate der TBB mit der Größe des Rundherdes steigt. Somit liegt nahe, dass größere Rundherde (> 3 cm) primär mittels TBB biopsiert werden können, kleine (< 2 cm) jedoch mittels TTB. Für Rundherde von 2 - 3 cm ist die Lokalisation entscheidend. Bei zentralen, Bronchus-nahen Rundherden ist die Erfolgchance für die TBB wesentlich höher als bei peripheren.

Der technische Erfolg, in Bezug auf Größe und Lokalisation, der beiden Methoden im Vergleich zeigt, dass die TTB der TBB überlegen war. Die TTB konnte bei allen Rundherden unabhängig von Größe und Lokalisation sehr gute Resultate erzielen. Der technische Erfolg war primär 95,2 % und sekundär 95,3 %. Die Ergebnisse der TBB, dieser Studie, korrelieren mit den Ergebnissen die in der Literatur beschrieben wurden [4]. Primär waren 69,6 % technisch erfolgreich.

Viele Faktoren beeinflussen die Erfolgsrate einer Biopsie. Nicht nur Größe und Lokalisation eines Rundherdes sind wesentliche Punkte, sondern auch die Erfahrung des Untersuchers. Für die Durchführung einer TTB ist selbstverständlich eine ausreichende Expertise des Facharztes für Radiologie notwendig. Die Erfolgsraten der TBB sind jedoch extrem untersucherabhängig, insbesondere in technisch schwierigen Situationen.

Erkennbar ist dies an den Zuweisungen aus dem pulmologischen Spezialzentrum 2. In diesem Zentrum werden nur selten periphere Rundherde biopsiert und davon

in den meisten Fällen lediglich Proben zur zytologischen Beurteilung entnommen [15].

Die TBB und die TTB unterscheiden sich methodenbedingt in der Häufigkeit und Art der Komplikationen. Der Pneumothorax mit Spontanremission ohne Symptomatik als milde Komplikation trat gehäuft bei der TTB auf (24 %) und war bei der TBB selten (0,9 %). Therapiebedürftige Blutungen traten vermehrt bei der TBB auf (13,7 %) und selten bei der TTB (2,6 %). Der therapiebedürftige Pneumothorax ist eine seltene Komplikation bei beiden Methoden, 0,2 % bei der TBB und 3,4 % bei der TTB.

Bei der Biopsatentnahme zur histopathologischen Diagnostik sind Blutungen die Hauptkomplikation. Da beim Auftreten von schweren Blutungen keine Interventionsmöglichkeiten bestehen werden in manchen Zentren daher primär zytologische Ausstriche entnommen, bei denen die Gewinnung weniger invasiv erfolgt.

Die Suche nach Vergleichswerten für die TBB in der Literatur ergab keine verwertbaren Ergebnisse. Nach dieser Recherche liegt die Pneumothoraxrate zwischen 0,03 % und 3 % und die Blutungsrate zwischen 0,01 % und 4 % [12]. Diese Daten sind jedoch nur bedingt vergleichbar, da sich darunter Biopsien befinden, die rein zytologisch betrachtet wurden.

Aus der Literatur sind die Komplikationsraten der TTB mit großer Varianz zu entnehmen. Die Pneumothoraxraten liegen zwischen 5 % und 57 %, Thoraxdrainage bedürfen davon zwischen 0,5 % und 17 %. Blutungen treten zwischen 4 % und 27 % auf. Vereinzelt sind Fälle von Hämatothorax, Infektionen, Embolien, Tumorstreuung und Tod beschrieben. [2, 7, 8, 9, 10, 11]

Laut Literatur sind als Komplikationen für die TTB maximal 20,5 % Pneumothoraxrate, zusätzlich 3,1 % Pneumothorax mit Notwendigkeit einer Thoraxdrainage, 5,3 % therapiebedürftige Blutungen und 0,15 % Todesfälle anzustreben. [2]

Vergleicht man nun die erzielten Werte mit den Werten aus der Literatur, so wurden wesentlich bessere Resultate erzielt. Die Ergebnisse sind annähernd mit den Empfehlungen vergleichbar.

Betrachtet man die erzielten Werte kritisch, so fällt auf, dass zwar die Gesamtrate der Komplikationen bei der TTB höher ist, allerdings in Hinsicht auf schwere Komplikationen sogar geringer als die der TBB. Daher relativiert sich die Komplikationsrate als Argument für die Wahl der Biopsiemethode.

Die Wahl der Methode wird erst in Bezug auf Patienten mit bestehenden Begleiterkrankungen und dem damit verbundenen Komplikationsrisiko relevant. Ein erhöhtes Risiko für die Entstehung eines Pneumothorax bei der TTB besteht bei Patienten mit COPD und/oder Lungenemphysem [8, 16].

### **Auffälligkeiten**

Bei der Betrachtung der Verteilung der Rundherde auf die Segmente fällt auf, dass knapp 50 % aller Rundherde in den Oberlappensegmenten lokalisiert waren. Betrachtet man zusätzlich die Anzahl der malignen Rundherde, kann man einen direkten Schluss zu den Erfahrungen der Fleischner Society ziehen. Sie besagen, dass maligne Rundherde hauptsächlich in den Oberlappensegmenten lokalisiert sind [6].

Von den insgesamt 743 Patienten wurden bei sechs Patienten (0,8 % des Gesamtkollektivs) keine Kontrolluntersuchungen zur Diagnosestellung durchgeführt. Begründet wurde dies durch die fehlende therapeutische Konsequenz. Diesbezüglich muss hinterfragt werden, ob die Indikation zur Erstbiopsie kritisch genug gestellt wurde.

## **Schlussfolgerung**

1. In der Kernzone und bei Rundherddurchmessern  $> 3\text{cm}$  war die TBB ausreichend erfolgreich.
2. In der inneren und peripheren Mantelzone jedoch sinkt die Erfolgsrate der TBB insbesondere bei Rundherden  $< 3\text{cm}$  signifikant ab und es sollte daher zur Vermeidung von Zweit- oder Rebiopsien primär die TTB angewendet werden.
3. Aufgrund der geringen Fallzahlen für einzelne Segmente kann der segmentbezogene technische Erfolg der beiden Biopsieverfahren nicht aussagekräftig verglichen werden.
4. Der technische Erfolg scheint bei der TBB stärker von der Erfahrung des Untersuchers beeinflusst zu sein als bei der TTB.
5. Allgemeinzustand und Begleiterkrankungen sind bei der Auswahl des für den Patienten schonendsten Biopsieverfahrens neben den bereits angeführten Kriterien in Betracht zu ziehen.
6. TBB und TTB weisen ähnlich geringe Komplikationsraten auf und sind bezüglich ihrer Invasivität vergleichbar.

## **Limitation der Ergebnisse**

Da in gewissen Teilbereichen die Fallzahlen zu klein waren, konnten keine statistisch signifikanten Aussagen bezüglich der Ergebnisse getroffen werden. In diesen Bereichen sind die technischen Erfolge der TBB nur zu erraten. Ebenso wurde nicht thematisiert, ob die Rundherde endo-, oder exobronchial lagen.

## 6 Literaturverzeichnis

---

- [1] Bergmann T, Bölükbas S, Beqiri S, Trainer S, Schirren J. Solitary pulmonary nodule: Assessment and therapy. *Der Chirurg* 2007; 78; 8: 687-697.
- [2] Manhire A, Charig M, Clelland C, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax* 2003; 58: 920-936.
- [3] Sawabata N, Yokota S, Maeda H, et al. Diagnosis of solitary pulmonary nodule: optimal strategy based on nodal size. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2006; 5:105-108.
- [4] Chechani V. Bronchoscopic Diagnosis of solitary pulmonary nodules and lung masses in the absence of endobronchial abnormality. *Chest* 1996; 109: 620-625.
- [5] Li H, Boiselle PM, Shepard J-AO, et al. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous needle aspiration biopsy of the lung: comparison of small and large pulmonary nodules. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 105-109.
- [6] MacMahon H, et al. Guidelines for management of small pulmonary nodules detected on CT scans: A statement from the Fleischner Society. *Radiology* 2005; 237: 395-400.
- [7] Tsai I-C, et al. CT-guided core biopsy of lung lesions: a primer. *AJR* 2009; 193:1228-1235.
- [8] Wu C C, Maher M M, Shepard J-A O. Complications of CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: prevention and management. *AJR* 2011; 196: W678-W682.
- [9] Dennie C J, Matzinger F R, Marriner J R, Maziak D E. Transthoracic needle biopsy of the lung: results of early discharge in 506 outpatients. *Radiology* 2001; 219: 247-251.

- [10] Montaudon M, Valerie L, Pariente A, et al. Factors influencing accuracy of CT-guided percutaneous biopsies of pulmonary lesions. *Eur. Radiol. J.* 2004; 14: 1234-1240.
- [11] Laurent F, Latrabe V, et al. CT-guided transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules smaller than 20 mm: results with an automated 20-gauge coaxial cutting needle. *Clinical Radiology* 2000; 55: 281-287.
- [12] Tekavec J, et al. The role of transbronchial lung biopsy in the diagnosis of solitary pulmonary nodule. *Coll. Antropol.* 27 2003; 2: 669-675.
- [13] Schreiber G, McCrory D C. Performance characteristics of different modalities for diagnosis of suspect lung cancer: summary of published evidence. *Chest* 2003; 123: 115-128.
- [14] Quint L E, Kretschmer M, Chang A, Nan B. CT-guided thoracic core biopsies: value of a negative result. *Cancer Imaging* 2006; 6: 163-167.
- [15] Prim. Univ.- Prof. Dr. F. Flückiger. 2012: mündliche Mitteilung.
- [16] Rizzo S, Preda L, Raimondi S, et al. Risk factors for complications of CT-guided lung biopsies. *Radiol. med.* 20011; 116: 548-563.
- [17] Chechani V. Bronchoscopic diagnosis of solitary pulmonary nodules and lung masses in the absence of endobronchial abnormality. *Chest* 1996; 109: 620-625.
- [18] Laurent F, Latrabe V, Vergier B, Montaudon M, Vernejoux J - M, Dubrez J. CT-guided transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules smaller than 20 mm: results with an automated 20-Gauge coaxial cutting needle. *Clinical Radiology* 2000; 55: 281-287.
- [19] Eberhardt R, Ernst A, Herth F J F. Ultrasound-guided transbronchial biopsy of solitary pulmonary nodules less than 20 mm. *Eur. Respir. J.* 2009; 34: 1284-1287.
- Cardella J F, et al. Quality improvement guidelines for image-guided percutaneous biopsy in adults. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2003; 14: 227-230.

- Tan B B, Flherty K R, Kazerooni E A, Iannettoni M D. The solitary pulmonary nodule. *Chest* 2003; 123: 89-96.
- Eberhardt R, Anantham D, Ernst A, Feller-Kopman D, Herth D. Multimodality bronchoskopic diagnosis of peripheral lung lesions: a randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2007; 176: 36-41.
- Guimarães M D, et al. Predictive success factors for CT-guided fine needle aspiration biopsy of pulmonary lesions. *Clinics* 2009; 64 (12): 1139-1144.
- Kazerooni E A, Lim F T, Mikhail A, Martinez F J. Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung. *Radiology* 1996; 198: 371-375.
- Lima C D, Nunes R A, Saito E H, Higa C, Cardona Z J F, Santos D B. Results and complications of CT-guided transthoracic fine-needle aspiration biopsy of pulmonary lesions. *J. Bras. Pneumol.* 2011; 37 (2): 209-216.
- Laurent F, Latrabe V, Vergier B, et al. Percutaneous CT-guided biopsy of the lung: comparison between aspiration and automated cutting needles using a coaxial technique. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2000; 23: 266–272.
- Arakawa H, Nakajima Y, Kurihara H, et al. CT-guided transthoracic needle biopsy: a comparison between automated biopsy gun and fine needle aspiration. *Clin. Radiol.* 1996; 51: 503–506.
- Richardson CM, Pointon KS, Manhire AR, et al. Percutaneous lung biopsies: a survey of UK practice based on 5444 biopsies. *Br. J. Radiol.* 2002; 75: 731–735.
- Yeow KM, See LC, Lui KW, et al. Risk factors for pneumothorax and bleeding after CT-guided percutaneous coaxial cutting needle biopsy of lung lesions. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2001; 12: 1305–1312.
- Yankelevitz DF, Vazquez M, Henschke CI. Special techniques in transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules. *Radiol. Clin. North. Am.* 2000; 38: 267–279.

# Anhang

## Arbeitsablauf:

Organisation: Konzeptformular  
Studienprotokoll  
Ethikkommissionsantrag

Literaturrecherche (PubMed, GoPubMed):

Suchbegriffe: pulmonary nodule  
transbronchial biopsy  
transthoracic biopsy  
CT-guided biopsy  
bronchoscopic biopsy  
percutaneous biopsy of the lung

Einschränkung: histology  
lung (biopsy)

Ergänzung: complications / complication rates  
guidelines  
success / technical success  
risk factors  
pulmonary mass

Durch die Einschränkung konnten nur wenige, thematisch relevante Arbeiten zitiert werden.

Pseudonymisierung der Patientenliste (ursprünglich 1107 Patienten)

Datensammlung mit MEDOCS® (siehe Anhangstabelle)

Überprüfung der Ein- / Ausschlusskriterien (effektiv 743 Patienten inkludiert)

Abrufen der aktuellen CT-Bilder

Schrittweise Dokumentation während der Durchführung einer transthorakalen sowie transbronchialen Biopsie.

Übertragen der gesammelten Daten codiert in SPSS®

Auswertung der Daten, Erstellen der Tabellen und Grafiken

Zeichnen der anatomischen Abbildungen (wegen Datenschutz vorhandener Abbildungen)

Effektive Schreibarbeit

Erhobene Daten

Pseudo- nym.	Geschl.	Alter	Raucher.	Risikof.	Größe in cm und Schema	BSK und CT Probenzahl	BSK und CT Diagnose	BSK und CT Kompl.	Biopsie aussagek.	Zonen	Segment I inks / rechts	Dignität Biopsie und follow up
1	m / w			R / N / E / U					J / N			B / M
2												
3												
4												
5												