

Aus der Klinik für Kinderchirurgie  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Wertigkeit des minimal-invasiven Zugangs für thoraxchirurgische  
Erkrankungen im Kindesalter

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Eva Schmidtberg  
aus Aix-en-Provence

Gutachter:     1. Priv.-Doz. Dr. W. Barthlen  
                  2. Prof. Dr. B. Niggemann  
                  3. Prof. Dr. K.-D. Rückauer

Datum der Promotion: 13.12.2007

**à mes grands-parents**

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>Geschichte der Thorakoskopie</b>	<b>8</b>
1.1.1	Frühgeschichte der Endoskopie	8
1.1.2	Moderne Endoskopie	8
1.1.3	Geburt der Thorakoskopie	9
1.1.4	„Internistische“ Thorakoskopie („Pleuroskopie“)	11
1.1.5	„Chirurgische“ Thorakoskopie	12
1.1.6	Pädiatrische Thorakoskopie	13
<b>1.2</b>	<b>Mögliche Einsatzbereiche der Thorakoskopie bei Kindern</b>	<b>14</b>
1.2.1	Erkrankungen der Thoraxwand	14
1.2.2	Erkrankungen im Bereich der Pleura	15
1.2.3	Erkrankungen der Lunge	16
1.2.4	Erkrankungen im Bereich des Mediastinums	19
1.2.5	Zwerchfellhernien	20
<b>1.3</b>	<b>Kontraindikationen</b>	<b>20</b>
<b>1.4</b>	<b>Komplikationen</b>	<b>21</b>
<b>1.5</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>PATIENTEN UND METHODE</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Patienten</b>	<b>22</b>
2.1.1	Maligne Grunderkrankung	22
2.1.2	Interstitielle / Diffuse Lungenerkrankungen	29
2.1.3	Pleuraerguss / Pleuraempyem	32
2.1.4	Lungensequester	34
2.1.5	Benigne intrathorakale Tumore	35
2.1.6	Andere Erkrankungen	35

<b>2.2</b>	<b>Methode</b>	<b>36</b>
2.2.1	Perioperatives Management	36
2.2.2	Instrumentarium	38
2.2.3	Thorakoskopietechniken	41
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>Maligne Grunderkrankung</b>	<b>46</b>
<b>3.2</b>	<b>Diagnostische Thorakoskopie bei interstitiellen und diffusen Lungenerkrankungen</b>	<b>51</b>
<b>3.3</b>	<b>Pleuraerguss / Pleuraempyem</b>	<b>53</b>
<b>3.4</b>	<b>Lungensequester</b>	<b>55</b>
<b>3.5</b>	<b>Resektion von benignen intrathorakalen Tumoren</b>	<b>56</b>
<b>3.6</b>	<b>Andere Erkrankungen</b>	<b>57</b>
<b>3.7</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>58</b>
3.7.1	Ergebnis der telefonischen Nachbefragung	59
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>60</b>
<b>4.1</b>	<b>CO2-Insufflierung</b>	<b>60</b>
<b>4.2</b>	<b>Präoperative CT-gestützte Markierung</b>	<b>61</b>
<b>4.3</b>	<b>Maligne Grunderkrankung</b>	<b>64</b>
<b>4.4</b>	<b>Diagnostische Thorakoskopie</b>	<b>70</b>
<b>4.5</b>	<b>Pleuraerguss / Pleuraempyem</b>	<b>72</b>
<b>4.6</b>	<b>Lungensequester</b>	<b>78</b>
<b>4.7</b>	<b>Benigne intrathorakale Tumore</b>	<b>78</b>
<b>4.8</b>	<b>Zwerchfelldefekt und OP-Nadel</b>	<b>80</b>

<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>84</b>
	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>92</b>
	<b>LEBENS LAUF</b>	<b>93</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	
	Abb. 1 Jacobaeus bei der Kauterisierung von Pleuraadhäsionen (10).....	11
	Abb. 2 CT Patient 2 : Osteosarkometastasen .....	23
	Abb. 3: metastasenverdächtige Rundherde .....	28
	Abb. 4: unklarer retroperitonealer, pararenaler Tumor .....	29
	Abb. 5: Markierungsdraht im präoperativen Thorax-CT (Patient 7 mit PNET).....	37
	Abb. 6: Lagerung und Positionierung des OP-Teams .....	38
	Abb. 7: Durchschneiden von Adhäsionen .....	39
	Abb. 8: Fassen von Adhäsionen.....	40
	Abb. 9: Clip-Ligatur.....	40
	Abb. 10: Schema Linearstapler .....	41
	Abb. 11: Lagerung des Patienten und Anordnung der Trokare (18).....	42
	Abb. 12 Faszange und Linearstapler bei atypischer Teilresektion.....	43
	Abb. 13 Klammernähte bei atypischer Teilresektion .....	43
	Abb. 14: Markierungsdraht über der PNET-Metastase.....	62
	Abb. 15: Fassen des zu resezierenden Areals .....	63
	Abb. 16: Absetzen des Areals mit dem Linearstapler.....	63
	Abb. 17: Bluttrockene Klammernähte bei atypischer Teilresektion nach Drahtmarkierung.....	64
	Abb. 18: multiple Metastasen eines NNR-Karzinoms.....	67
	Abb. 19: Osteosarkometastase (Patient 2).....	69

Abb. 20: Atypische Teilresektion Osteosarkometastase (Patient 2).....	70
Abb. 21: präoperatives Röntgen-Thorax: vollständige Verschattung der linken Lunge nach dreiwöchiger Erkrankungsdauer, Punktion und Drainage.....	75
Abb. 22: Intraoperativer Befund der ersten VATS: Pleuraverwachsungen.....	76
Abb. 23: Röntgen-Thorax vier Tage nach erster VATS: deutlicher Rückgang des Befundes .....	76
Abb. 24: Intraoperativer Befund der zweiten VATS: Fibrinschwarten.....	77
Abb. 25: postoperatives Röntgen-Thorax nach einigen Wochen.....	77
Abb. 26: präoperatives Röntgen-Thorax mit OP-Nadel .....	81
Abb. 27: OP-Nadel (Ausschnitt aus Abb. 21) .....	82
Abb. 28: Fassen der OP-Nadel mit Zange .....	82
Tab. 1: Maligne Grunderkrankung – Intraoperativer Verlauf .....	48
Tab. 2: Maligne Grunderkrankung - Postoperativer Verlauf .....	49
Tab. 3: Maligne Grunderkrankung - Untergruppen.....	50
Tab. 4: Maligne Grunderkrankung - Biopsieergebnisse .....	50
Tab. 5: Diagnostische Thorakoskopie – Intraoperativer Verlauf.....	51
Tab. 6: Diagnostische Thorakoskopie - Biopsieergebnisse.....	52
Tab. 7: Diagnostische Thorakoskopie – postoperativer Verlauf .....	52
Tab. 8: Pleuraempyem – Prä- und Intraoperativer Verlauf .....	54
Tab. 9: Pleuraempyem - Postoperativer Verlauf.....	55
Tab. 10: Lungensequester – Intraoperativer Verlauf .....	56
Tab. 11: Benigne Tumore – Intraoperativer Verlauf .....	56
Tab. 12: Benigne Tumore - Postoperativer Verlauf .....	57
Tab. 13: Andere Erkrankungen - Intraoperativer Verlauf.....	57
Tab. 14: Andere Erkrankungen - Postoperativer Verlauf.....	57
Tab. 15: Thorakoskopie – Intraoperativer Verlauf .....	58
Tab. 16: Thorakoskopie– Postoperativer Verlauf .....	59

# 1 Einleitung

Ein Grundprinzip des ärztlichen Handelns ist das Abwägen zwischen der Notwendigkeit einer Therapie und dem Risiko, durch diese Therapie dem Patienten noch mehr Schaden zuzufügen. „So viel wie nötig, so wenig wie möglich“ könnte in diesem Sinne auch das Motto der minimal-invasiven Chirurgie lauten. Nach der fast explosionsartigen Verbreitung und stetigen Optimierung dieser Operationsmethode seit den 80-90er Jahren in der Erwachsenen Chirurgie hat sie in den letzten Jahren immer mehr Einzug auch in die Kinderchirurgie genommen. Der folgende geschichtliche Abriss soll zunächst die Entwicklung von den ersten endoskopischen Untersuchungen vor ca. 2400 Jahren bis zur heutigen videoassistierten Thoraxchirurgie bei Kindern darstellen.

## 1.1 Geschichte der Thorakoskopie

### 1.1.1 Frühgeschichte der Endoskopie

Erste Belege für endoskopische Untersuchungsmethoden finden sich bei Hippokrates (460-375 v. Chr.), der mit Hilfe eines Spekulum rektale Untersuchungen durchführte. Auch erste einfache gynäkologische Spekulen stammen aus dieser Zeit. Im ersten Jahrhundert nach Christus wurden in Rom und Pompeji mit Hilfe von schon relativ weit entwickelten Spekulen vaginale Untersuchungen durchgeführt. Auch in Mesopotamien war dies spätestens im 5. Jh. n. Chr. der Fall, wie der Babylonische Talmud belegt. Der Bagdader Arzt Abulkasim war wahrscheinlich um das Jahr 1000 der Erste, der versuchte durch einen Spiegel mehr Licht für die Untersuchung der Vagina und der Zervix zu schaffen. Jedoch war die Qualität dieser Untersuchungen auch in den folgenden Jahrhunderten weiterhin durch die mangelhafte Beleuchtung eingeschränkt. Selbst Leonardo da Vinci und Giulio Cesare Aranzi gelang es im 16. Jahrhundert trotz innovativer Fokussierungstechniken noch nicht, befriedigende Beleuchtungsverhältnisse zu schaffen. Auch Ärzte in Spanien, Schottland und Frankreich versuchten, mit konkaven Spiegel oder Laternen und bikonvexen Linsen das Problem zu lösen (20, 28).

### 1.1.2 Moderne Endoskopie

Einen echten Fortschritt erzielte im Jahre 1805 Philipp Bozzini in Frankfurt (9). Mit seinem genialen „Lichtleiter“, einem Spekulum in das eine Kerze und ein Spiegel platziert wurden, untersuchte er als Erster endoskopisch die Harnblase einer Frau. Er



untersuchte auch Harnröhre, Rektum, Vagina und Pharynx und erkannte schon damals den Nutzen, den sein Lichtleiter auch für Untersuchungen der Lunge haben könnte (31). Seine Erfindung wurde allerdings aus politischen Gründen durch die Ärzteschaft vorerst zurückgewiesen und als „Spielzeug“ abgetan (28, 49).

Erst ab 1843 erlangte die Endoskopie größere Anerkennung, als Antonin Desormeaux in Paris als neue Lichtquelle eine Kerosinlampe in Bozzinis Zystoskop einsetzte und seine Monographie „De l'endoscopie“ veröffentlichte. 1868 erfand der Zahnarzt Julius Bruck in Breslau als Erster eine elektrische, interne Lichtquelle - einen erhitzten Platinfaden.

Maximilian Nitze gelang es 1877 durch die Entwicklung eines bahnbrechenden Linsensystems, das Bild im Endoskop richtig herum und vergrößert zu sehen. Nitzes Zystoskop wurde erfolgreich in Europa vertrieben. Einen weiteren wichtigen Fortschritt für die Endoskopie ermöglichte die Erfindung der Glühbirne von Thomas Edison 1879, die anschließend in verkleinerter Version in Nitzes Zystoskop integriert wurde (20, 28, 53). Nitzes Zystoskop fand in der Endoskopie sämtlicher Organe mit natürlicher Öffnung seine Anwendung und gehörte bald zum diagnostischen Standard.

### 1.1.3 Geburt der Thorakoskopie

Ungefähr zeitgleich tat sich ein Mailänder Arzt auf einem ganz anderen Gebiet hervor. Im Jahre 1882 führte Forlanini an seinen durch Lungentuberkulose erkrankten Patienten als Erster einen künstlichen Pneumothorax durch. Er hatte bemerkt, dass Kavernen in der Lunge kollabierten und abheilten, wenn sich ein Spontanpneumothorax oder ein ausgedehnter Erguss entwickelten. Er führte in der vorderen Axillarlinie eine Hohnadel ein, durch die anschließend Luft oder Stickstoff in den Pleuraraum insuffliert wurde. Diese Methode wurde in mehreren Artikeln in der italienischen *Gazzetta degli Ospitali* veröffentlicht (22) und in der Folge als Kollapstherapie der Tuberkulose weit verbreitet angewendet. Schwierigkeiten ergaben sich jedoch oft durch Adhäsionen zwischen den beiden Pleurablättern, die einen vollständigen Pneumothorax verhinderten (10).

Den frühesten Bericht über eine Thorakoskopie haben wir dem irischen Arzt Samuel Gordon zu verdanken. In seinem Artikel aus dem Dublin Quarterly Journal of Medical Science schreibt er 1866 über ein elfjähriges Mädchen, das wegen eines eitrigen Pleuraergusses durch seinen Kollegen Francis Richard Cruise behandelt wurde. Cruise

benutzte ein Endoskop, das er in Anlehnung an Desormeaux Endoskop selbst entworfen hatte und vor allem für Zystoskopien verwendete. Die Patientin wurde neun Monate lang mit einer Thoraxdrainage behandelt, woraufhin sich eine Fistel bildete. Gordon berichtet erst am Ende seines Artikels, dass Cruise regelmäßig über diese Fistel mit seinem Endoskop die Pleura untersuchte und so den Fortschritt der Behandlung kontrollierte. Cruise selber publizierte nie etwas über seine Thorakoskopie und dem Internisten Hans-Christian Jacobaeus, der gemeinhin als der Vater der Thorakoskopie gilt, war er wahrscheinlich nicht bekannt (31).

Denn erst 1910, rund fünfzig Jahre später, veröffentlichte Jacobaeus in Stockholm in der „Münchener Medizinischen Wochenschrift“ erstmals einen Artikel „Über die Möglichkeit, die Zystoskopie bei Untersuchungen seröser Höhlungen anzuwenden“. Er bezog sich darin auf Nitzes Zystoskop und Forlaninis künstlichen Pneumothorax und stellte seine neuen Techniken vor, mit denen er Peritoneum und Pleurahöhle untersuchen wollte.

Er legte drei Bedingungen für diese Verfahren, die er Laparoskopie und Thorakoskopie nannte, fest. Erstens musste es möglich sein, den Trokar in die Körperhöhle einzuführen, ohne die Organe zu beschädigen oder zu große Schmerzen beim Patienten zu verursachen. Zweitens musste die Flüssigkeit der serösen Höhle durch ein durchsichtiges Medium ersetzt werden, und drittens musste das Zystoskop klein genug sein, damit es durch den Trokar eingeführt werden konnte. Jacobaeus Trokar hatte einen Durchmesser von 5,7 mm und sein Zystoskop von 4,7 mm (50).

Zunächst interessierte er sich vor allem für die Inspektion des Peritoneums und konnte verschiedenste pathologische Befunde, wie z.B. Leberzirrhose, maligne Tumore, Syphilis und Tuberkulose diagnostizieren. Bald jedoch verlagerte er seine Pionierarbeit auf die Thorakoskopie, deren diagnostischen und therapeutischen Wert er schnell erkannte. In den folgenden Jahren untersuchte er Hunderte von Patienten und erstellte grundlegende Kriterien zur Ätiologie und Klassifikation von Krankheiten wie der tuberkulösen Pleuritis, dem malignen Pleuraerguss, dem rheumatoiden Pleuraerguss, dem Empyem, dem parapneumonischen Erguss und dem idiopathischen Pneumothorax. Er konnte zwischen primären und sekundären Tumoren der Pleura, der Lunge und des Mediastinums unterscheiden und seine Untersuchungsmethode wurde von europäischen Lungenspezialisten weitläufig anerkannt und angewendet (37, 50).

Auf der Grundlage von Forlaninis Kollapstherapie der Lungentuberkulose entwickelte Jacobaeus 1913 seine Technik zur elektrokaustischen Lyse von Adhäsionen. Das Thorakoskop wurde je nach Lage der im Röntgenbild zu vermutenden Adhäsionen, meistens vom Rücken des Patienten aus, in den Pleuraraum eingeführt. Anschließend wurde der Galvanokauter durch eine zweite Eintrittsstelle, meist in der vorderen Axillarlinie, eingeführt (37, 50).



Abb. 1 Jacobaeus bei der Kauterisierung von Pleuraadhäsionen (10)

Jacobaeus unterschied zwischen lateralen, langen und strangartigen Adhäsionen, die leicht zu kauterisieren waren und apikalen, kurzen und membranösen Adhäsionen, bei denen die Gefahr, die Lunge zu beschädigen, groß war. Er erlangte gute klinische Ergebnisse bei 67% seiner Patienten, und auch andere Autoren, z.B. Unverricht, berichteten von ähnlich guten Resultaten (10, 89).

Bis in die fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurde die „Operation nach Jacobaeus“ in Europa und Nordamerika zur Therapie der Lungentuberkulose eingesetzt. Es entstanden zahlreiche Publikationen, Lehrbücher und Thoraxmodelle - 1930 in Berlin sogar eine „endothorakale Kinematographie“ - über diese Operationstechnik (75). Durch die Einführung des Streptomycins wurde die Thorakoskopie jedoch überflüssig und geriet größtenteils in Vergessenheit.

#### 1.1.4 „Internistische“ Thorakoskopie („Pleuroskopie“)

Trotz Jacobaeus Pionierarbeit in diesem Bereich wurde die sogenannte „internistische“ oder „diagnostische“ Thorakoskopie, die von Pneumologen über eine oder zwei Eintrittsstellen unter Lokalanästhesie oder stärkerer Sedierung ausgeführt

wird, vor allem von amerikanischen Internisten kritisch gesehen. Erst seit den siebziger Jahren wurde sie in Europa, maßgeblich von Sattler aus Wien, Swierenga aus Utrecht, Boutin aus Marseille und Brandt aus Berlin, verbreitet (11, 71). Durch zwei internationale Thorakoskopie-Symposien, 1980 in Marseille und 1987 in Berlin, wurde diese Methode in Europa und Nordamerika weiter etabliert. Heute gehört die „internistische“ Thorakoskopie (oder auch Pleuroskopie) zur Weiterbildung des Pneumologen (50) und wird zur Diagnose unklarer Pleuraexsudate oder diffuser Lungenerkrankungen, zur Biopsie von Zwerchfell, Lunge, Mediastinum und Perikard aber auch zur Therapie des Spontanpneumothorax und zur Talkum-Puderung (Pleurodese) eingesetzt.

#### 1.1.5 „Chirurgische“ Thorakoskopie

Die Thorakoskopie wurde vereinzelt auch schon früh zur Therapie anderer Krankheiten als der Tuberkulose angewendet, wie zum Beispiel beim idiopathischen Pneumothorax durch Sattler in Wien (72), zur Sympathektomie (47), beim Empyem, bei Zysten (84), bei malignen Pleuratumoren und zur Entfernung von Fremdkörpern (82). Erst Anfang der neunziger Jahre kam es jedoch zur Etablierung der heutigen „therapeutischen“ oder „chirurgischen“ Thorakoskopie, die bei Vollnarkose und über mindestens drei Trokareintrittsstellen ausgeführt wird.

Zunächst wurde die Laparoskopie in der Gynäkologie und der Urologie und erst dann in der Abdominalchirurgie vorgebracht. Schon in den dreißiger Jahren wurden laparoskopisch Tubensterilisationen durchgeführt, und es war auch der Gynäkologe Kurt Semm, der 1982 als erster eine laparoskopische Appendektomie durchführte. 1987 erfolgte die erste laparoskopische Cholezystektomie. Auch die Apparatur der sogenannten „minimal-invasiven Chirurgie“ wurde von den „Laparoskopikern“ auf grundlegende Weise verbessert. Ab den fünfziger/sechziger Jahren wurden die von Fourestier et al. entwickelte Kaltlicht-Fiberglas- und die von Hopkins entwickelte Stablinsenoptik eingeführt. Dadurch wurde die Verbrennungsgefahr im Operationsgebiet durch das Warmlicht von Glühbirnen gebannt und gleichzeitig die Sicht erheblich verbessert (49). Kurz darauf kamen erstmals Videosysteme zum Einsatz. Die erste farb-video-assistierte Laparoskopie führten 1968 Kalk und Lindner in Hamburg durch (12).

An die Erfolge der laparoskopischen Chirurgie anknüpfend erlebte Anfang der neunziger Jahre auch die „video-assistierte Thoraxchirurgie“ (VATS) einen regelrechten Aufschwung, der bis heute anhält. Indikationen bestehen heute in der Erwachsenen Chirurgie bei Spontanpneumothorax, Hämatothorax, Chylothorax, Pleuraempyem, bronchopleuralen Fisteln, Sympathektomie, Zysten- und Tumorsektion, Perikardfenestration, zur Pleurodese und im diagnostischen Bereich zur Biopsie-, Abstrich- und Ergussgewinnung (35).

#### 1.1.6 Pädiatrische Thorakoskopie

Der Einsatz von Laparoskopie und Thorakoskopie bei Kindern war zunächst nicht möglich, da die kleinen Verhältnisse erheblich kleinere Geräte als bei Erwachsenen erforderlich machten, jedoch Lichtverhältnisse und Bildqualität mit der Größe des Endoskops drastisch abnahmen. Die Erfindung der Glasfaseroptik und der Kaltlichtquelle ermöglichte schließlich Stephen Gans die Entwicklung entsprechend verkleinerter Instrumente, die in den siebziger Jahren erstmalig zur Laparoskopie bei Kindern angewandt wurden. Grundlegend für die Verbesserung der Operationstechnik bei Kindern war 1971 die Publikation seiner ersten Erfahrungen in diesem Bereich (24). Schon bei einem 6 Monate alten Säugling war eine Laparoskopie möglich, wie Cognat 1974 berichtete (17). Seitdem hat auch in der Kinderchirurgie die Laparoskopie einen stetig wachsenden Stellenwert erlangt (49).

Ähnlich ist der Verlauf der pädiatrischen Thorakoskopie. Klimkovich berichtete 1971 als Erster von deren Anwendung bei Lungen- und Mediastinaltumoren, Zysten, Lungenanomalien, Spontanpneumothorax und Empyem (43). Mitte der siebziger Jahre wurde durch Rodgers die diagnostische Thorakoskopie bei Kindern etabliert. Die thorakoskopisch durchgeführten Biopsien ermöglichten bereits die histopathologische Diagnose von intrathorakalen Tumoren mit einer Sensitivität von 100% (49, 63).

Mit der Weiterentwicklung der Instrumente und der Videosysteme hat die Zahl der Indikationen zur „minimal-invasiven Chirurgie“ seit den achtziger Jahren ständig zugenommen. Die der Thorakotomie inhärente Morbidität sowie lange postoperative Schmerzen, Brustwanddeformationen, Skoliosen, die Schwächung der Schultergürtelmuskulatur, Pleuraverwachsungen und die zu Obstruktionen führende Schonung der Atemmuskulatur versucht man durch den Einsatz der VATS zu

verhindern. Die postoperativ zirkulierenden Entzündungsparameter scheinen vermindert zu sein, und auch das kosmetische Ergebnis ist besser. Zudem scheint die Thorakoskopie, bei bestimmten Indikationen bezüglich der Übersicht während der Operation von Vorteil zu sein, sowie Schon-, Liege- und Drainagezeiten zu verkürzen (6, 42).

## **1.2 Mögliche Einsatzbereiche der Thorakoskopie bei Kindern**

Zunächst sollen die möglichen Einsatzbereiche und Indikationen für einen thorakoskopischen Eingriff bei Kindern erörtert werden.

### **1.2.1 Erkrankungen der Thoraxwand**

#### *1.2.1.1 Trichterbrust (Pectus excavatum)*

Bei dieser kongenitalen Fehlbildung kommt es zur trichterförmigen Einziehung der vorderen Thoraxwand. Die tiefste Stelle des Trichters liegt in der Regel im kaudalen Drittel des Brustbeins. In schweren Fällen kann das Brustbein der Wirbelsäule fast anliegen, wobei Herz- und Lungenfunktion nur sehr selten beeinträchtigt sind. Die operative Korrektur wird von den Betroffenen meist aus psychisch-kosmetischen Gründen gewünscht.

Die konventionelle chirurgische Therapie besteht aus der Aufrichtung des Sternums durch Rippenosteotomien, querer oder medianer Sternotomie und meist aus der Implantation von Brustwandstabilisatoren, die zwei bis drei Jahre bleiben. Nach der konventionellen Therapie kam es relativ oft zu Komplikationen (20%) (90), so dass sie meist erst bei Jugendlichen durchgeführt wurde. Außerdem war das kosmetische Ergebnis durch lange Narben beeinträchtigt. Heute werden mit der Trichterbrustkorrektur nach Nuss unter thorakoskopischer Kontrolle bevorzugt Kinder zwischen 6 und 12 Jahren behandelt. Dabei werden nur drei kleine interkostale Inzisionen benötigt, wodurch Operationsdauer und postoperative Schmerzbelastung verkürzt und das kosmetische Ergebnis verbessert werden (16, 54). Probleme der Nuss-OP sind die Dislokation der Stabilisatoren, Rezidive sowie Verletzung von Pericard und Herz.

## 1.2.2 Erkrankungen im Bereich der Pleura

### 1.2.2.1 *Spontanpneumothorax*

Der primäre Spontanpneumothorax entsteht durch rupturierte, subpleurale Bullae, während dem sekundären Spontanpneumothorax eine chronische Lungenerkrankung, z. B. Zystische Fibrose oder Asthma, zugrunde liegt. Die Standardtherapie besteht zunächst aus Sauerstoffgabe, Drainage und Aspiration. Jedoch haben diese Methoden hohe Rezidivraten (57%) (15). Der nächste Schritt - mechanische oder Talkum Pleurodese, Resektion der Bullae oder/und der betroffenen Pleura- und Lungenabschnitte - bedeutet in der konventionellen Therapie eine offene Operation. Mittlerweile wird die Thorakoskopie von vielen Autoren als Methode der ersten Wahl nach dem Versagen der konservativen Therapie und in komplizierten Fällen empfohlen. Studien haben gezeigt, dass die Eingriffe thorakoskopisch ebenso gut gelingen wie bei der Thorakotomie, dass die Morbidität verringert, der gesamte Krankenhausaufenthalt verkürzt, der Bedarf an Schmerzmitteln geringer und die Lungenfunktion verbessert wird. Cook et al. berichten außerdem, dass die Gesamtkosten geringer sind, wenn nach einem ersten Rezidiv eine Thorakoskopie gewählt wird, als wenn nach mehreren Rezidiven schließlich eine Thorakotomie durchgeführt wird (15, 55, 61).

### 1.2.2.2 *Pleuraempyem*

Die meisten Pleuraempyeme bei Kindern entstehen als Komplikation einer bakteriellen Pneumonie. Es werden drei Krankheitsstadien unterschieden: Als erstes das frühe exsudative Stadium, welches normalerweise mit Antibiotika, Büllau-Drainage und Fibrinolyse behandelt wird. Im zweiten, fibrinopurulenten Stadium entstehen Fibrinsepten, die durchbrochen werden müssen. Außerdem muss auch die Pleurahöhle gespült und debridiert werden. Im dritten, organisierten Stadium bildet sich eine Pleuraschwarte, durch die Lungenfunktion und -ausdehnung zum Teil erheblich beeinträchtigt werden. Traditionell werden Pleuraempyeme relativ lange mit einer Drainage behandelt, wobei in rund 50% der Fälle letztlich doch eine Thorakotomie zur Dekortikation benötigt wird.

In den letzten Jahren hat die Thorakoskopie zur Therapie eines Pleuraempyems an Bedeutung gewonnen, jedoch gibt es keinen wirklichen Konsens darüber, wann und zu welchem Zeitpunkt sie am besten eingesetzt werden sollte. Ein systematischer Vergleich von 44 englisch- und spanischsprachigen retrospektiven Studien, die

zwischen 1987 und 2002 publiziert wurden, hatte insgesamt als einzig sicheres Ergebnis, dass der gesamte Krankenhausaufenthalt bei früh eingesetzter VATS und Thorakotomie kürzer ist als bei reiner Drainage- und Fibrinolysetherapie (25).

Eine Studie von Doski et al. ergab, dass in Fällen, in denen eine Thorakotomie nach Thoraxdrainage und Fibrinolyse durchgeführt wurde, die Liegezeiten und Drainagezeiten länger waren als in Fällen, in denen eine Thorakoskopie initial oder im Mittel nach 4,5 Tagen konservativer Therapie eingesetzt wurde. Auch die Gesamtzahl der Behandlungsmaßnahmen war in der Thorakotomiegruppe größer. Die kürzesten Liege- und Drainagezeiten ergaben sich bei den Patienten, die als initiale Therapie eine Thorakoskopie erhielten (21).

Auch Chen et al. und Kalfa et al. empfehlen, die konservative Therapie nicht länger als vier Tage zu versuchen, und dann die VATS einzusetzen. Denn wenn später als nach 4 Tagen operiert wurde, so waren Operations- und Liegezeit, Drainagedauer und Antibiotikatherapie signifikant erhöht (14, 40).

#### *1.2.2.3 Chylothorax*

Nach Operationen im Thorax kann es zu einer Verletzung des Ductus thoracicus kommen und zum Erguss des Chylus in die Pleura. Bei Neugeborenen kann dies auch spontan geschehen. Versagt die konservative Therapie, muss das Leck aufgesucht und ligiert oder geclipt werden. Es liegen wenige Literaturberichte vor, dass der Eingriff per Thorakoskopie durchführbar ist, und dass die mit einer Thorakotomie einhergehende Morbidität so verhindert werden kann (27, 83).

### 1.2.3 Erkrankungen der Lunge

#### *1.2.3.1 Angeborene Fehlbildungen der Lunge*

##### Kongenitales lobäres Emphysem:

Durch bronchiale Fehlbildungen entsteht eine Überblähung eines oder mehrerer Lungenlappen. Meist sind Oberlappen oder Mittellappen betroffen. Das gesunde Lungengewebe wird dadurch komprimiert und meistens entsteht innerhalb der ersten Lebenswochen eine zunehmende Dyspnoe, die eine Resektion des überblähten Lappens nötig macht.

##### Kongenitale Lungenzysten:



Durch ungleichmäßiges Wachstum oder Versprengungen von Zellen während des embryonalen Wachstums der Atemwege entstehen solitäre oder multiple, bronchioläre (Wabenlunge) oder alveoläre Zysten. Besteht wie beim kongenitalen lobären Emphysem eine Kompression des gesunden Lungengewebes, oder kommt es zu rezidivierenden Infektionen, muss der befallene Lungenabschnitt reseziert oder einzelne Zysten ausgeschält werden (86). Eine besondere Form ist die kongenitale zystische adenomatoide Malformation (CCAM), bei der es in seltenen Fällen zur Entartung kommen kann, und die daher frühzeitig reseziert werden muss.

#### Lungensequestration:

Bei dieser Lungenanomalie besteht ein vom normalen Lungengewebe getrennter Lungenabschnitt aus einer amorphen histologischen Struktur. Dieser Lungenabschnitt besitzt eine atypische arterielle Versorgung (oft aus der Aorta abdominalis) und meist keine Verbindung zum Bronchialbaum. Man spricht von extralobärer Sequestration, wenn Sequester und Lunge jeweils von eigener Pleura überzogen sind und von intralobärer Sequestration, wenn beide einen gemeinsamen Pleuraüberzug haben. Die Indikation zur Resektion besteht aufgrund der Volumenbelastung und bei rezidivierenden Infektionen (4, 73, 80).

Rothenberg und Glüer berichten von den Vorteilen der thorakoskopischen Lobektomie bei Lungenfehlbildungen gegenüber der offenen Thorakotomie auch schon bei Neugeborenen (26, 67). Diese Operationstechnik ist sicher und effektiv. Ein Problem ist auch bei routinierten Operateuren die längere Operationsdauer als bei der offenen Lobektomie (67). Postoperative Schmerzen und Erholungszeiten sind vermindert. Die Liegezeiten sind insgesamt ebenfalls verkürzt (2,5 Tage) (65), wobei Neugeborene und Säuglinge deutlich länger liegen (7 Tage) als Kinder (26).

#### *1.2.3.2 Lungentumore / Metastasen*

Primär in der Lunge entstandene benigne oder maligne Tumore sind bei Kindern selten. Häufiger kommen Metastasen von malignen Knochentumoren (Osteosarkom, Ewing-Sarkom), Weichteilsarkomen (Rhabdomyosarkom, peripherer neuroektodermaler Tumor (PNET), Synovialsarkom) und vom Nephroblastom (Wilms-Tumor) vor.

Zur Abklärung der radiologischen Befunde und zur Therapiewahl ist oft eine Biopsie erforderlich. Gegenüber der Feinnadelbiopsie bietet die Thorakoskopie den entscheidenden Vorteil, dass größere Mengen an Biopsat unter direkter Sicht

gewonnen werden können. Ferner besteht die Möglichkeit, in einem Eingriff gleichzeitig diagnostisch und therapeutisch tätig zu sein, indem Metastasen auch vollständig reseziert werden können (98). Diese Methode wird als effektiv und auch bei sehr kranken Kindern als sicher und ökonomisch bezeichnet. Ist zur Resektion der Umstieg auf den offenen Zugang nötig, ist dies ohne Komplikation machbar. Die VATS ermöglicht ein genaueres Staging und den frühzeitigeren Beginn der Chemotherapie. Operations- sowie Liegezeiten sind verglichen mit der Thorakotomie verkürzt (79, 95).

Ein ungelöstes Problem ist jedoch, dass der Operateur via minimal-invasiver Chirurgie nicht in der Lage ist, mit der Hand Metastasen zu palpieren und somit genauer lokalisieren zu können. Es wird gesagt, dass dies gerade beim Osteosarkom ein limitierender Faktor für eine Thorakoskopie ist, da bei dieser Tumorart die Zahl der Metastasen im Röntgenbild oft unterschätzt wird. Unklar bleibt auch, ob es ein Risiko für Impfmetastasen in der Thoraxwand gibt - also die Kontamination des umliegenden Gewebes mit malignen Zellen während des Bergens des Biopsats (81, 97).

Zusätzliche Sicherheit bei tiefer liegenden oder sehr kleinen Rundherden kann deren vorherige Markierung mit einer Drahtspirale und/oder Methylenblau liefern. Unter CT-Kontrolle werden 0,2 bis 0,5 ml Methylenblau unter die Pleura oberhalb des Rundherdes gespritzt. An dieser Markierung kann sich der Operateur dann bei der Biopsie orientieren. Dies ermöglicht einen minimal-invasiven Zugang in Situationen, wo sonst die offene Operation nötig wäre (57, 73, 77, 80, 94, 95).

### *1.2.3.3 Lungeninfiltrate*

Es gibt verschiedenste Erkrankungen des Lungenparenchyms, deren Diagnose durch eine Biopsie gesichert werden kann. Diese beinhalten z. B. interstitielle Lungenerkrankungen, wie idiopathische Lungenfibrosen und lympho-plasmazelluläre Pneumonien sowie allergische Alveolitis, zystische Fibrose, Sarkoidose, Kollagenosen oder Virus- und Pilz-Pneumonien. Die genaue Diagnosestellung ist unerlässlich, um die richtige Therapie wählen zu können, und die Thorakoskopie ermöglicht dies mit hoher Sensitivität und Spezifität (67, 79).

## 1.2.4 Erkrankungen im Bereich des Mediastinums

### 1.2.4.1 *Thymektomie bei juveniler Myasthenia gravis*

Bei dieser Autoimmunerkrankung werden Antikörper gegen Acetylcholinrezeptoren gebildet, was zu fortschreitender Muskelschwäche führt. Ist die medikamentöse Therapie erfolglos, ist eine Thymektomie indiziert. Verglichen mit dem traditionellen transsternalen Vorgehen liegen die Vorteile eines thorakoskopischen Eingriffs hier vor allem in den verminderten postoperativen Schmerzen. Für diese ohnehin schon geschwächten Patienten, bedeutet das weniger Komplikationen durch eine weniger eingeschränkte Atemfunktion. Die Methode ist gut durchführbar und geht mit einer kürzeren postoperativen Liegezeit und einem besseren kosmetischen Ergebnis einher (45, 78).

### 1.2.4.2 *Mediastinaltumoren*

Auch im Mediastinum auftretende Tumore können durch eine Thorakoskopie biopsiert und exzidiert werden. Hier kommen vorwiegend Lymphome, Neuroblastome und Ganglioneurome, sowie bronchogene Zysten und Duplikationszysten des Ösophagus vor. Traditionelle Zugänge sind die Mediastinoskopie, Sternotomie und Thorakotomie mit ihrer größeren Morbidität und längeren postoperativen Schonzeit. Mit der VATS erhält man einen guten Zugang, gute Übersicht, und falls nötig, ist der Umstieg leicht möglich (19, 79, 81).

### 1.2.4.3 *Tracheomalazie*

Bei der Tracheomalazie liegt eine Wandschwäche der Trachea vor, was zur kompletten Verlegung des Lumens führen kann. Zur Wandstabilisation ist die Aortopexie über die Thorakotomie Mittel der Wahl. Aber es gibt auch Berichte über ein minimal-invasives Vorgehen, was ebenso effektiv zu sein scheint (51, 74).

### 1.2.4.4 *Erkrankungen des Ösophagus*

#### Ösophagusachalasie

Die Standardtherapie der Ösophagusachalasie ist die Myotomie nach Heller. Es gibt Berichte, dass diese auch über die VATS durchführbar ist (52). Es wird empfohlen, die Myotomie laparoskopisch gleichzeitig mit einer Fundoplikatio durchzuführen, um einem gastroösophagealen Reflux vorzubeugen (59, 64).

## Ösophagusatresie und ösophagotracheale Fistel

1998 wurde von Rothenberg und Lobe die erste thorakoskopische Korrektur einer Ösophagusatresie an einem drei Monate alten Säugling durchgeführt. Seitdem gibt es mehrere Berichte, die zeigen, dass auch hier die VATS möglich ist und die Nachteile eines offenen Eingriffes umgangen werden können. Allerdings ist die Technik vor allem der Anastomosierung sehr schwierig, da die Platzverhältnisse begrenzt sind (5, 68, 70, 92).

### *1.2.4.5 Persistierender Ductus Arteriosus (PDA)*

Bei Früh- und Neugeborenen wird ein medikamentöser Verschluss des Ductus durchgeführt. Gelingt dies nicht, kann ein interventioneller Verschluss mit Coils erfolgen. Die Ligatur und Durchtrennung des Ductus Botalli kann aber auch über eine Thorakotomie durchgeführt werden. Es gibt Literaturberichte, die zeigen, dass das Klippen über VATS beim minimalen PDA gut durchzuführen ist. Schwierigkeiten ergeben sich bei Säuglingen mit niedrigem Geburtsgewicht und durch die Blutungsgefahr (38, 93).

### 1.2.5 Zwerchfellhernien

Erste Berichte zeigen, dass der Verschluss von Hernien bei Kindern via Thorakoskopie gut durchführbar ist. Jedoch ist bei Neugeborenen Vorsicht geboten, da es bei ihnen durch die CO<sub>2</sub>-Insufflation zu erhöhten PCO<sub>2</sub>-Werten mit Azidosen kommen kann (3, 7).

## **1.3 Kontraindikationen**

Es gibt nur wenige Situationen, die gegen den Einsatz der Thorakoskopie sprechen. Eine davon ist das Vorliegen von erheblichen und großflächigen Verwachsungen der Pleurablätter. Diese verhindern schon zu Beginn des Eingriffes das Einführen des Optiktrokars und sind selbst im konventionellen Verfahren sehr schwierig zu lösen (49, 98). Ebenso ist der minimal-invasive Zugang nicht möglich, wenn ein adäquater Pneumothorax nicht geschaffen oder beibehalten werden kann. Dies geschieht meist aufgrund von Verwachsungen der Pleurablätter. Aber auch eine kontralaterale Pneumonektomie, die Intoleranz gegenüber der einseitigen Ventilation, schwere

chronische oder akute Atmungsinsuffizienz und die Hochfrequenzüberdruckbeatmung sprechen gegen die Anlage eines Pneumothorax und somit gegen die Thorakoskopie. Bei Patienten, die eine Koagulopathie in Kombination mit einer Sepsis oder einer Chemotherapie vorweisen, ist die Hämostase oftmals besser im offenen Verfahren zu erreichen. Relative Kontraindikationen sind vorausgegangene Thoraxdrainagen und Thorakoskopie (49).

Außerdem sind mangelnde chirurgische und anästhesiologische instrumentelle Ausrüstung und Erfahrung klare Kontraindikationen für die Durchführung einer Thorakoskopie (98).

#### **1.4 Komplikationen**

Es kann zu verschiedenen Arten von Komplikationen während des Eingriffes kommen. Bei schleimreichen, obstruktiven Lungenerkrankungen können vor allem bei Doppellumentubus-Intubationen mit kleinen und kleinsten Tubusdurchmessern Tubusobstruktionen entstehen. Es kann zu Strukturverletzungen am Lungenparenchym, Herz, herznahen Gefäßen und Nerven sowie hämodynamischen Alterationen bei der CO<sub>2</sub>-Insufflation kommen (49, 98). Es kann auch bei der Pneumothoraxanlage zu einer CO<sub>2</sub>- oder Luftembolie in den Lungengefäßen kommen. Außerdem besteht die Gefahr, Organe, wie Leber und Milz, mit den Trokaren zu verletzen. Letztlich besteht die Gefahr des Kammerflimmerns, wenn monopolare Elektrokauter zu nah an das Herz oder den Nervus Vagus gelangen (49).

Postoperative Komplikationen bestehen, wie bei herkömmlichen Thoraxoperationen, aus Wundinfekt, Atmungsinsuffizienz, Luftleckage, Arrhythmie und Blutung (98).

Spezifische Komplikationen der VATS sind Interkostalneuralgie, Impfmetastasierung der Thoraxwand und Hautemphyseme bei unterlassener Interkostalnaht an der Eintrittsstelle des Trokars (98). Außerdem können nach der Entfernung der Drainage ein persistierender oder wiederkehrender Pneumothorax sowie ein Spannungspneumothorax auftreten (49).

#### **1.5 Zielsetzung**

Literaturberichte der letzten Jahre haben die Vorteile der minimal-invasiven

Thoraxchirurgie hervorgehoben. Anhand der in der Klinik für Kinderchirurgie der Charité durchgeführten Thorakoskopien soll diese Operationsmethode im Hinblick auf ihre Indikationen, technische Durchführbarkeit, Effektivität und Ergebnisse evaluiert werden. Es soll anhand der Komplikationen, der Konversionsraten und des postoperativen Verlaufs festgestellt werden ob die video-assistierte Thoraxchirurgie bei Kindern „hält, was sie verspricht“.

## **2 Patienten und Methode**

### **2.1 Patienten**

Es wurden aus den Datenbanken der Charité 32 Patienten rekrutiert, an denen, zwischen 1996 und 2003 an der Klinik für Kinderchirurgie Campus Virchow-Klinikum (einmal Campus Mitte), ein videoassistierter thorakoskopischer Eingriff, im Bereich der Lunge, Pleura oder in einzelnen Fällen auch der Thoraxwand, des Zwerchfells und des hinteren Mediastinums, durchgeführt wurde. Anhand der Patientenakten, OP-Berichte, Röntgen-, CT- und MRT-Bilder, der Videoaufzeichnungen der Operationen und der Auswertung des Zustands der Patienten ein bis sieben Jahre postoperativ wurde die Wertigkeit der Thorakoskopie evaluiert. Die Kinder, 21 Jungen und 11 Mädchen, waren zum Zeitpunkt des Eingriffs zwischen 3 Wochen und 19 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 10 Jahre. Das Patientenkollektiv wurde in sechs Gruppen unterteilt: Maligne Grunderkrankung, Pleuraerguss/Pleuraempyem, Diffuse Lungenerkrankungen/Diagnostische Thorakoskopie, Lungensequestrationen, Benigne intrathorakale Tumore. In die 6. Gruppe wurden zwei Fälle mit seltenen Indikationen zusammengefasst. Im Folgenden werden die einzelnen Patienten vorgestellt.

#### **2.1.1 Maligne Grunderkrankung**

Zur Abklärung verdächtiger Befunde bei maligner Grunderkrankung wurde die Thorakoskopie bei 14 Patienten (15 Operationen) eingesetzt. Drei von diesen Patienten waren an einem Osteosarkom erkrankt, zwei an einem embryonalen Rhabdomyosarkom und zwei weitere an einem peripheren neuroektodermalen Tumor (PNET). Ein Kind litt an einem B-Non-Hodgkin Lymphom, zwei andere an einem M. Hodgkin sowie zwei an einem Wilms-Tumor. Jeweils ein Kind war an einem Synovialsarkom und einem Nebennierenrindenkarzinom erkrankt. Das

Durchschnittsalter der Kinder war 11 Jahre und 4 Monate. Die Zeitangaben beziehen sich auf die VATS.

#### 2.1.1.1 Osteosarkom

- Patient 1: 17 Jahre alt

*Anamnese:* Acht Monate präoperativ beginnende Schmerzen und Schwellung am linken distalen Oberschenkel. Die Probeexzision ergab ein hochmalignes osteoblastisches Osteosarkom und es wurde mit einer präoperativen Chemotherapie begonnen. Nach drei Monaten erfolgte die Tumorresektion und Prothesenimplantation, anschließend Fortführen der Polychemotherapie. Die Thorax-CT zeigten Rundherde im linken Oberlappen und rechten Mittellappen.

- Patient 2: 19 Jahre alt

*Anamnese:* Fünf Jahre präoperativ Erstdiagnose eines Osteosarkoms am rechten distalen Femur. Nach dreimonatiger Polychemotherapie erfolgte die Tumorresektion mit Amputation und Plastik. Zwei Jahre präoperativ wurde dann rechts eine hilusnahe Lungenmetastase auf konventionelle Weise entfernt und eine dreimonatige Chemotherapie angeschlossen. Im Rahmen der Nachsorge waren auf Röntgen-Thorax und CT zwei Rundherde links perikardnah im Segment 4 und links pleuranah im Segment 6 sichtbar.



Abb. 2 CT Patient 2 : Osteosarkometastasen

- Patientin 3: 12 Jahre alt

*Anamnese:* Zwei Jahre präoperativ begannen intermittierende Schmerzen im rechten Schulterbereich. Das Röntgenbild zeigte eine pathologische Fraktur des proximalen Humerus. Nach histologischer Sicherung des Osteosarkoms erfolgten eine Polychemotherapie und eine weite Tumorsektion mit Implantation einer Endoprothese. Ein Röntgen-Thorax zur Kontrolle zeigte zwei metastasenverdächtige Rundherde peripher im rechten Unterlappen, die auch nach drei weiteren Chemotherapie-Blöcken unverändert blieben.

#### 2.1.1.2 Embryonales Rhabdomyosarkom

- Patient 4: 3 Jahre alt

*Anamnese:* Im Alter von 9 Monaten wurde die Diagnose eines embryonalen Rhabdomyosarkoms links paravertebral in Höhe LWK 2/3 gestellt. Daraufhin erfolgten die makroskopisch komplette Tumorsektion und eine viermonatige Chemotherapie. Fünf Monate nach der Operation zeigte sich eine Raumforderung im OP-Bereich, die Biopsie zeigte keinen Tumornachweis. Jedoch wurde dann fünf Monate präoperativ ein Rezidiv entfernt und gleichzeitig im Thorax-CT ein metastasenverdächtiger Rundherd links im Lungensegment 10 von ca. 8 mm Durchmesser entdeckt. Nach einer erneuten Chemotherapie und einer paravertebralen Strahlentherapie waren im CT dann keine pulmonalen Rundherde mehr zu sehen. *Erkrankungen:* Ifosamid bedingte Tubulopathie, Enzephalopathie

- Patient 5: 3 Jahre alt

*Anamnese:* Einen Monat präoperativ setzten Bauchschmerzen, Dysurie und hohes Fieber ein. Die Zystoskopie zeigte eine intravesikuläre Raumforderung und die anschließende Biopsie ergab ein botryoid wachsendes embryonales Rhabdomyosarkom der Blase und Prostata. Es wurde eine Polychemotherapie durchgeführt. Ein Thorax-CT zeigte rechts dorsobasal bis laterobasal einen metastasenverdächtigen Befund.

#### 2.1.1.3 PNET

- Patientin 6: 7 Jahre alt



*Anamnese:* Sechs Wochen präoperativ erst andauernde Schmerzen im rechten Bein, dann schmerzhaftige Schwellung dorsal am rechten Oberschenkel und der rechten Glutealregion sowie sehr hohes Fieber. Ein MRT bestätigte den Verdacht auf eine solide Raumforderung und die Biopsie ergab die *Diagnose* eines PNET gluteal rechts. Ein Thorax-CT zeigte einen metastasenverdächtigen Rundherd dorsobasal rechts.  
*Erkrankungen:* Adipositas

- Patient 7: 12 Jahre alt

*Anamnese:* Zweieinhalb Jahre präoperativ wurde erstmals ein kleiner Tumor am linken Unterkiefer bemerkt. Nach einem Jahr erfolgte eine subtotale Entfernung der Glandula parotis. Daraufhin waren rasches Tumorwachstum, beginnende Schluckstörungen, Hörminderung links sowie lokale Schmerzen zu verzeichnen. Fünf Monate präoperativ wurde mit einer Radiochemotherapie begonnen. Das Thorax-CT zeigte im Segment 3 der linken Lunge einen metastasenverdächtigen Herd. Dieser wurde präoperativ mit einer Drahtspirale markiert. .

#### 2.1.1.4 B-Non-Hodgkin Lymphom

- Patient 8a: 12 Jahre alt (1. OP)

*Anamnese:* Seit dem siebten Lebensjahr bestanden rezidivierende Pneumonien und Bronchitiden mit Infiltraten im Röntgen-Thorax, zwei Monate präoperativ wiederholt Fieber. Das Spiral-CT zeigte eine Raumforderung basal im Unterlappen der rechten Lunge. Weitere Erkrankungen: Familiäre fokale glomeruläre Sklerose, posttransplantäre lymphoproliferative Erkrankung, renale Hypertonie, renaler Kleinwuchs, Pubertas tarda, M.Cushing, Hypogammaglobulinämie, Schwerhörigkeit  
*Operationen:* Nierentransplantation

- Patient 8b: 13 Jahre alt (2. OP)

Nach neunwöchiger Polychemotherapie im Anschluss an die erste OP, sollte eine zweite Thorakoskopie durchgeführt werden, um den Therapieerfolg festzustellen.

#### 2.1.1.5 M. Hodgkin

- Patient 9: 17 Jahre

*Anamnese:* Eineinhalb Jahre präoperativ wurde nach einer Lymphknotenexstirpation erstmals die Diagnose eines cervikal, supraklavikulär und mediastinal lokalisierten nodulär sklerosierenden M. Hodgkin Stadium II B gestellt. Nach einer dreimonatigen Chemotherapie konnte eine komplette Remission festgestellt werden. Drei Monate später jedoch kam es zu einem Rezidiv, welches fünf Monate lang durch eine Radiochemotherapie behandelt wurde. Zwei Monate präoperativ begann die Verschlechterung des Allgemeinzustandes mit Appetitverlust, Fieber, Dyspnoe und Husten. Zwei Wochen präoperativ erfolgte die stationäre Aufnahme wegen Pneumonie und Perikarderguss. Das CT zeigte neue Lymphknotenkonglomerate auf Nierenhöhe und eine Größenprogredienz der pulmonalen mediastinalen Lymphknoten rechts paravertebral. *Erkrankungen:* Pneumonie, Perikarderguss, Parapsoriasis en petites plaques am Unterschenkel

- Patient 10: 18 Jahre

*Anamnese:* Drei Jahre präoperativ erkrankte der Patient an einem M. Hodgkin vom nodulär-sklerosierenden Typ im Stadium II EB und wurde mit einer Radiochemotherapie behandelt. Ein Jahr später wurde ein Rezidiv im Stadium IV mit disseminiertem Lungenbefall, Lymphknotenbefall beidseitig supraklavikulär, cervikal, mediastinal und axillär rechts festgestellt. Es folgte eine sechsmonatige Radiochemotherapie, die schlecht toleriert wurde. Aufgrund eines verdächtigen Befunds im Röntgen-Thorax wurde einen Monat präoperativ der Verdacht auf ein intrapulmonales 2. Rezidiv gestellt. *Operationen:* CT-gestützte Lungenpunktion im Bereich der Lingula 2 Jahre präoperativ *Erkrankungen:* Osteomyelitis nach Unterschenkelfraktur unter der Chemotherapie

#### 2.1.1.6 Nephroblastom (Wilms-Tumor)

- Patient 11: 5 Jahre

*Anamnese:* Vier Jahre präoperativ wurde bei einer Routineuntersuchung eine Nephroblastomatose festgestellt. Die Chemotherapie war erfolgreich. Anschließend wurde 1,5 Jahre präoperativ ein Restherd durch eine linke Heminephrektomie entfernt. Eine Biopsie der rechten Niere ergab die Diagnose Nephroblastom mit hoher Malignität. Es wurde weitere sechs Monate eine Chemotherapie durchgeführt. Kurz darauf kam es zum Rezidiv des Nephroblastoms der linken Niere, was eine erneute

Polychemotherapie zur Folge hatte und anschließend die Tumornephrektomie links. In der Folge wurden ebenfalls pankreatische Tumoranteile sowie die Milz entfernt und weitere Radiochemotherapien durchgeführt. Das letzte Röntgen-Thorax begründet den Verdacht auf eine diffuse pulmonale Metastasierung. *Operationen:* Heminephrektomie links, Tumornephrektomie links, Pankreasschwanzresektion, Splenektomie

- Patientin 12: 10 Jahre

*Anamnese:* Vier Monate präoperativ begann bei der Patientin eine abdominale Symptomatik mit zunehmenden Bauchschmerzen, Durchfall, Erbrechen, deutlicher Gewichtsabnahme und ausgeprägter Müdigkeit. Nach einem Monat erfolgte die stationäre Aufnahme. Es wurde eine Polychemotherapie durchgeführt, welche schlecht vertragen wurde. Anschließend erfolgte die Tumornephrektomie rechts. Ein Thorax-CT zeigte Residuen der primären Lungenmetastasierung. *Operationen:* Tumornephrektomie Weitere Erkrankungen: Medikamententoxisches Syndrom durch die Chemotherapie mit zerebralen Krampfanfällen und Diffusionsstörungen, arterieller Hypertonus

#### 2.1.1.7 Synovialsarkom

- Patient 13: 13 Jahre

*Anamnese:* Fünf Jahre präoperativ wurde erstmals die Diagnose eines Synovialsarkoms in der linken Fossa Poplitea gestellt. Es folgten konventionelle Chemotherapien, Tumorresektionen sowie eine Lokalbestrahlung, jedoch folgten regionale Rezidive im Strahlenfeld. Eineinhalb Jahre präoperativ wurde eine isolierte hypertherme Extremitätenperfusion durchgeführt sowie iliace und inguinale Lymphknotenexstirpationen. Ein halbes Jahr später erfolgte eine radikale Resektion mit zunächst gutem Verlauf, aber nach sechs Monaten zeigte das Röntgen-Thorax multiple metastasenverdächtige Herde in der Lunge. Die anschließende Chemotherapie brachte keine Verkleinerung des Befundes. *Operationen:* Tumorresektionen, Radikalresektion, diagnostische Thorakoskopie (Robert-Rössle-Klinik Charité) *Erkrankungen:* rezidivierende Pleuropneumonien

### 2.1.1.8 Nebennierenrindenkarzinom

- Patient 14: 12 Jahre

*Anamnese:* Drei Wochen präoperativ begannen erste Symptome mit Atembeschwerden. Das Röntgen-Thorax zeigte metastasenverdächtige Herde, und das Abdomen-MRT einen unklaren Tumor. Es erfolgte präoperativ die CT-gestützte Markierung mit einem Markierungsdraht. (Abb. 3 und 4)

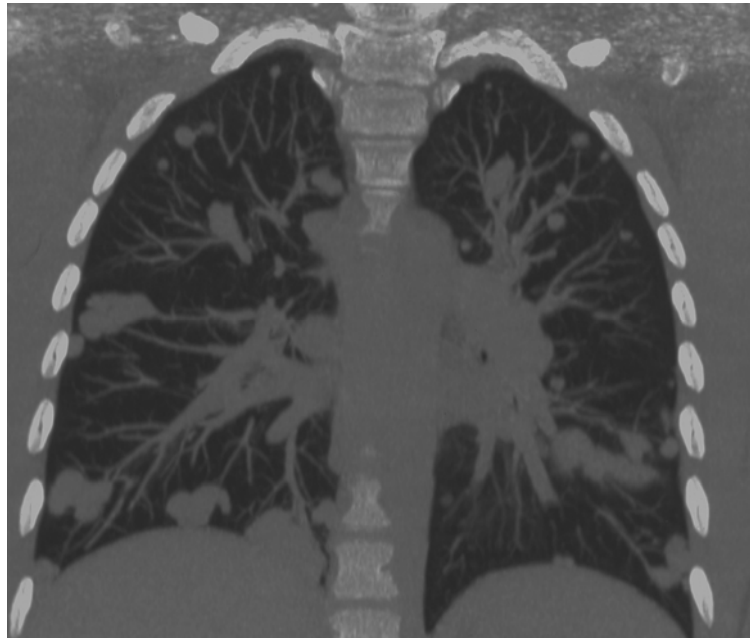


Abb. 3: metastasenverdächtige Rundherde

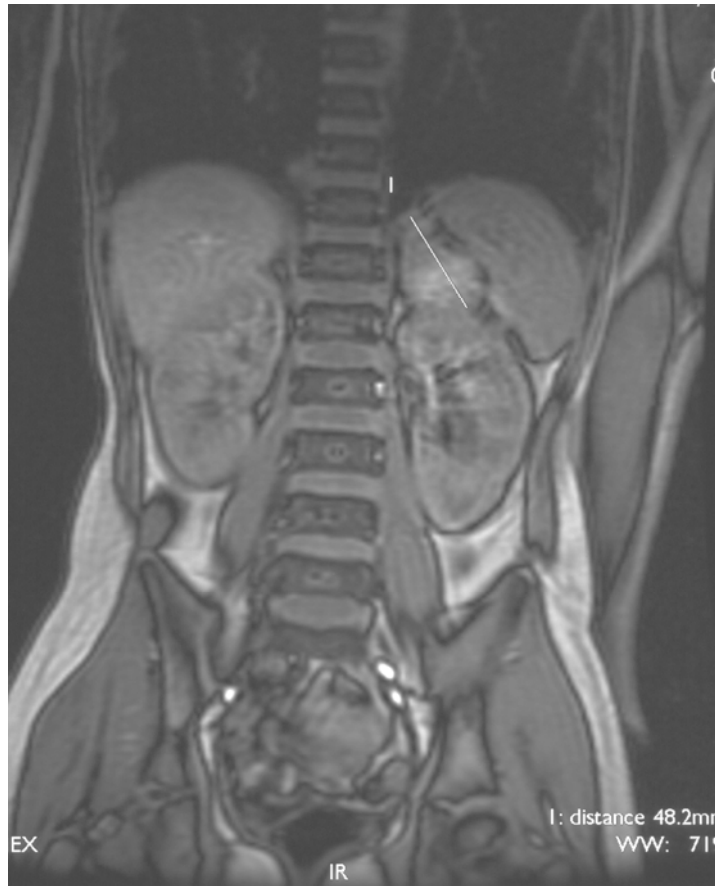


Abb. 4: unklarer retroperitonealer, pararenaler Tumor

### 2.1.2 Interstitielle / Diffuse Lungenerkrankungen

- Patientin 21: 16 Jahre

*Diagnose* : interstitielle Lungenerkrankung unklarer Genese

*Anamnese*: Im Rahmen von Untersuchungen wegen einer Keratokonjunktivitis war auf einem Lungen-CT sieben Monate präoperativ erstmals eine deutliche interstitielle Zeichnungsvermehrung zu sehen. Differentialdiagnostisch wurde eine Lungenfibrose erwogen. Es gab keinen Anhalt für eine Sarkoidose. Im Kontroll-CT war keine Progredienz zu sehen. Jedoch war eine Verschlechterung der Lungenfunktion bei subjektiver Beschwerdefreiheit zu verzeichnen. Zur weiteren Abklärung sollte die Thorakoskopie durchgeführt werden. *Erkrankungen*: beidseitige chronisch rezidivierende Keratokonjunktivitis seit sieben Jahren, Verdacht auf Tuberkulose bei starker Tuberkulin-Reaktion

- Patient 23: 16 Jahre

*Diagnose* : respiratorische Insuffizienz bei akuter Bronchiolitis

*Anamnese*: Mehrere Monate präoperativ stellten sich eine Abnahme der Leistungsfähigkeit und eine zunehmende Verschlechterung der Lungenfunktion ein. Eine Woche präoperativ erfolgte die Aufnahme wegen akuter Luftnot beim Treppensteigen. *Befund*: reduzierter Allgemeinzustand und Ernährungszustand, cervical kleine Lymphknoten tastbar, Atemgeräusche rechts etwas abgeschwächt, ubiquitär Giemen, Sättigung 95% bei 3l O<sub>2</sub>-Gabe. *Erkrankungen*:  $\beta$ -Thalassämie, Z.n. Knochenmarkstransplantation, chron GVHD mit Gelenkkontrakturen, Z.n. Urbasonpuls- und Endoxantherapie, Herpes Zoster, Toxoplasmose, Adenovirusinfektion

- Patient 24: 12 Jahre

*Diagnose* : interstitielle Lungenerkrankung unklarer Genese

*Anamnese*: Seit früher Kindheit bestand eine restriktive Ventilationsstörung mit afebrilen Hustenattacken und rezidivierenden Pneumonien. Die Vorstellung erfolgte wegen neueren Dyspnoephasen, gelegentlicher Abgeschlagenheit und Müdigkeit. *Befund*: guter Allgemeinzustand, Lunge seitengleich gut belüftet, keine Rasselgeräusche, Trichterbrust, Trommelschlegelfinger. *Erkrankungen*: Trichterbrust, Konzentrationsschwäche

- Patient 25a: 11 Jahre

*Diagnose* : Vd. auf Aspergillom

*Anamnese*: Sechs Wochen präoperativ war erstmals im Röntgen-Thorax ein Rundherd in der linken Lunge zu sehen und im CT mehrere Rundherde in beiden Lungenflügeln. Wegen des Verdachts auf eine Aspergillose wurde eine Antibiotische Therapie begonnen. Das Kontroll-CT nach drei Wochen zeigte eine rückläufige Tendenz der Rundherde, die bei der zweiten Kontrolle jedoch stagnierte. Deshalb wurde der Entschluss zur thorakoskopischen PE gefasst. *Befund*: guter Allgemeinzustand, rückläufiger Nasopharynx-Tumor. *Erkrankungen*: rezidivierende Bronchitis, Asthma, schwere aplastische Anämie (SAA), Z.n. allogener Blutstammzelltransplantation, Lymphozytengabe und akuter GVHD, unklare

Hepatitis/Hepathopathie, schwere Mononukleose, EBV-Infektion, Nasopharynx-Tumor  
*Operationen:* laparoskopische Leberbiopsie, Knochenmarkstanzbiopsie, Biopsie des Nasopharynx-Tumor

- Patient 25b: 11 Jahre

*Diagnose :* Vd. auf Aspergillom

*Anamnese:* Auf dem Thorax-CT waren weiterhin bestehende Rundherde im Bereich der apikalen Lingula zu sehen. *Befund:* guter Allgemeinzustand, Lunge unauffällig  
*Erkrankungen:* s.o., zusätzlich Z.n. zweiter Blutstammzelltransplantation

- Patientin 26: 3 Jahre

*Diagnose :* Vd. auf Lungenfibrose

*Anamnese:* Seit der zweiten Lebenswoche bestanden alle vier bis sechs Wochen fieberhafte bronchio-pulmonale Infekte mit trockenem oder produktivem Husten und Zyanose unter Belastung. Insgesamt fünf stationäre Aufenthalte wegen rezidivierender Pneumonien und wiederholtem O<sub>2</sub>-Bedarf. Zwei Wochen präoperativ war auf dem Thorax-CT beidseitig eine Lungenfibrose mit retikulärer Zeichnungsvermehrung, Verdickung der Interlobien und dem Air-Trapping Phänomen zu sehen. *Befund:* stabiler Allgemeinzustand, blass, Herz rhythmisch rein, Lunge beiderseits gut belüftet, Eupnoe.  
*Erkrankungen:* rezidivierende Pneumonien, Cor pulmonale, Asthma bronchiale

- Patientin 32: 3 Wochen alt

*Diagnose :* komplexe intrapulmonale Fehlbildung

*Anamnese:* Nach Einleitung in der 38/5 SSW Spontangeburt aus Hinterhauptlage. Geburtsgewicht 2490 g, Länge 48 cm, Kopfumfang 33 cm, APGAR 8-5-6, pH 7,28. Es kam postnatal zur schnellen Verschlechterung mit Bradykardie, Sättigungsabfall, Intubation und Beatmung. Es bestand weiterhin eine SaO<sub>2</sub>-Differenz zwischen oberer und unterer Extremität von 15%. Vom dritten Lebenstag an war das Kind spontan atmend, jedoch mit zunehmender Tachydyspnoe, und seit einer Woche präoperativ wieder beatmungspflichtig. *Erkrankungen:* offener Ductus arteriosus Botalli mit

bidirektionalem Shunt, Vorhofseptumdefekt, AV-Anastomose zur Pulmonalvene, Rechtsherzvergrößerung, pulmonale Hypertonie, rezidivierende Pneumonie

### 2.1.3 Pleuraerguss / Pleuraempyem

- Patient 15a: 6 Jahre

*Diagnose* : Exsudative Pleuropneumonie mit rezidivierenden Ergüssen links

*Anamnese*: Drei Wochen präoperativ Erkrankungsbeginn mit zunächst abdominalen Schmerzen, kurz darauf Dyspnoe und Nachtschweiß. Fünf Tage präoperativ zusätzlich Erbrechen und Fieber bis 40°C, stationäre Aufnahme und Pleurapunktion links. Der Erguss bildete sich rasch nach, so dass am nächsten Tag ein Pleuradrain gelegt wurde. Auch dieser führte zu keiner suffizienten Entleerung des Pleuraergusses. Eine Sonographie zeigt in der linken Thoraxhälfte ausgedehnte wabig-netzige Strukturen im gesamten Pleuraraum von basal bis apikal. Lunge luftleer, hilusnah komprimiert. *Antibiose*: Ceftazidim, Gentamycin, Flucloxacillin

- Patient 15b: 6 Jahre

*Anamnese*: siehe Patient 15a. Eine Woche nach dem ersten Eingriff war im Röntgen-Thorax peripher noch ein deutlicher Erguss sichtbar, bei erheblich gebesserter Klinik und normaler Temperatur. Es wurde zur Kontrolle eine zweite Thorakoskopie durchgeführt. *Antibiose*: zusätzlich Erythromycin

- Patient 16: 4 Jahre

*Diagnose* : Pneumonie, Pleuraempyem, Pleuraschwarte, Pleuraerguss, Infektion mit Staphylokokkus aureus (MRSA).

*Anamnese*: Drei Wochen präoperativ begann die Erkrankung mit Fieber bis 39,5°C, Husten, Bauchschmerzen. Eine Wochen später erfolgte die Aufnahme in ein auswärtiges Krankenhaus. Dort wurde eine Pleurapunktion durchgeführt, die 400 ml bernsteinfarbenes Exsudat hervorbrachte. Drei Tage später wurde eine Thoraxdrainage gelegt, die fünf Tage lag, und in deren Exsudat ein MRSA nachgewiesen wurde. Danach erfolgte die Verlegung in die Kinderchirurgie des Vichow-Klinikums. Das Röntgen-Thorax zeigte rechts einen 2 cm dicken mantelförmigen Pleuraerguss und eine



nur mäßig belüftete Lunge. Weitere Erkrankungen: vor kurzem Scharlach und Konjunktivitis. *Antibiose*: Vancomycin, Tobramycin, Infectomycin, Erythromycin

- Patientin 17: 15 Jahre alt

*Diagnose* : abszedierende Pleuropneumonie rechts

*Anamnese*: Die Patientin hatte eine Woche präoperativ rechts thorakale Schmerzen mit Tachydyspnoe. Wegen des Verdachts auf interstitielle Pneumonie erfolgte die Aufnahme in ein auswärtiges Krankenhaus, wo eine Therapie mit Erythromycin begonnen wurde. Der klinische Zustand verschlechterte sich bei Ergussbildung und raumfordernden Prozessen/Infiltraten in der rechten Lunge. Nach vier Tagen erfolgte die Abszessentleerung und das Legen einer Pleuradrainage für 2 Tage. Es wurden Enterokokken nachgewiesen. Auf dem Röntgen-Thorax zeigte sich die vollständige Verschattung der rechten Thoraxhälfte. *Erkrankungen*: Asthma bronchiale, rezidivierende Pneumonien, Lungenatelektasen, Verdacht auf Sarkoidose. *Antibiose*: Meropenem, Vancomycin, Gentamycin, Fluconazol

- Patient 18: 4 Jahre

*Diagnose* : Pleuropneumonie, , Pleuraerguss, Hämatothorax

*Anamnese*: Seit zwei Monaten präoperativ bestand eine fieberhafte Infektion mit Gewichtsabnahme. Unter Antibiotikatherapie kam es zur zeitweisen Besserung. Sechs Tage präoperativ verschlechterte sich der Allgemeinzustand wieder mit starken Bauchschmerzen, hohem Fieber und Husten. Vier Tage präoperativ erfolgte die Aufnahme in ein Krankenhaus. In der Sonographie war ein ca. 2 cm breiter Pleuraerguss sowie ein Hämatom sichtbar. Es wurde eine Pleurapunktion durchgeführt, dann die Verlegung ins Virchow-Klinikum. Im Röntgen-Thorax zeigten sich weiterhin eine vollständige Verschattung der rechten Lunge und dystelektatische Veränderungen der linken Lunge. *Erkrankungen*: rezidivierende Anginen. *Antibiose*: Cefuroxim, Erythromycin, Gentamycin

- Patient 19: 16 Jahre alt

*Diagnose* : beidseitig rezidivierende Pleuraergüsse

*Anamnese:* Seit drei Monaten präoperativ bestanden mehrfach punktierte rezidivierende Pleuraergüsse. Ein Monat präoperativ begann die stationäre Behandlung wegen Zunahme der Ergüsse mit Atemnot, Tachykardie und Fußödemen. Trotz großlumiger Drainagen kam es immer wieder zu Rezidiven. *Erkrankungen:* myelodysplastisches Syndrom (MDS) vom Typ der refraktären Anämie seit einem Jahr, Z.n. Knochenmarkstransplantation und chronischer GVHD

- Patient 20: 7 Jahre

*Diagnose :* Pleuropneumonie rechts, Pleuraerguss

*Anamnese:* Einen Monat präoperativ hatte der Patient eine Varizelleninfektion. Nach einer Woche setzten hohes Fieber, thorakale Schmerzen, dann die Verschlechterung des Allgemeinzustands mit Tachydyspnoe und Schonhaltung ein. Zwei Wochen präoperativ erfolgte die stationäre Aufnahme. Radiologisch war rechts ein Pleuraerguss zu sehen. Eine Pleuradrainage wurde angelegt, die in zwei Wochen über 3l Exsudat fördert. Es wurde täglich mit Varidase gespült und die Atmung mittels O2-Brille und CPAP unterstützt. Sonstige Erkrankung: Asthma. *Antibiose:* Cefuroxim, Clindamycin, Vancomycin

#### 2.1.4 Lungensequester

- Patientin 30: 6 Jahre

*Diagnose:* extralobäre Lungensequestration

*Anamnese:* Seit einem Jahr präoperativ bestand bei gutem Allgemeinzustand eine chronisch rezidivierende unproduktive Hustensymptomatik, ohne Atemnot, ohne Allergien und ohne kardialen Befund. Im Röntgen-Thorax war im linken Lungenhilus ein Tumor sichtbar.

- Patientin 31: 10 Jahre

*Diagnose:* intralobäre Lungensequestration

*Anamnese:* Seit dem fünften Lebensmonat bestanden rezidivierende Infekte der oberen Luftwege und schwere Bronchitiden mit Fieber und Atemnot. Im Röntgen-Thorax waren mehrere große zystische Veränderungen im rechten Oberlappen und

Spiegelbildung zu sehen. Zwei Monate präoperativ erfolgte die Aufnahme wegen Verdachts auf Pneumonie bei Dyspnoe, Husten, Fieber und reduziertem Allgemeinzustand. Die Antibiotikatherapie brachte eine Besserung der Symptomatik. *Erkrankungen*: Hyper-IgE-Syndrom, rezidivierende Mittelohrentzündungen und Luftwegsinfekte. *Operationen*: drei beidseitige Mastoidektomien

#### 2.1.5 Benigne intrathorakale Tumore

- Patient 22: 3 Jahre

*Diagnose* : Neurofibromatose Typ I (M. Recklinghausen)

*Anamnese*: Die seit dem ersten Lebensjahr bekannte Neurofibromatose mit intraspinaler (Th 9/10) und thorakaler (Th 8) Raumforderung wurde zunächst mit einer Polychemotherapie nach Low Grade Glioma Protokoll behandelt. In der geplanten Operation sollte erst (durch den Neurochirurgen) der intraspinale Tumor teilreseziert und anschließend die Thorakoskopie durchgeführt werden. *Operationen*: Leistenhernie.

- Patientin 27: 12 Jahre

*Diagnose* : intrathorakales Lipom

*Anamnese*: Die Patientin hatte subjektiv keine Beschwerden. Es war lediglich ein gedämpftes Atemgeräusch über dem linken dorsalen Unterlappen zu hören. Aus der ambulanten bildgebenden Diagnostik ergab sich der hochgradige Verdacht auf ein Lipom. *Operationen*: Tonsillektomie, Polypektomie. *Erkrankungen*: Neurodermitis

#### 2.1.6 Andere Erkrankungen

- Patient 28: 10 Jahre

*Diagnose* : Zwerchfelldefekt bei Peritonealdialyse

*Anamnese*: Seit zwei Jahren präoperativ erhielt der Patient eine ambulante Peritonealdialyse bei familiärer renaler Grunderkrankung. Sechs Wochen präoperativ kam es zu einer hypertensiven Krise mit kardialer Dekompensation und Lungenödem. Im Röntgen-Thorax war ein Pleuraerguss rechts zu sehen, der punktiert, drainiert und nach wiederholter Nachbildung mehrmals abgezogen wurde.

Wegen des Verdachts auf einen Zwerchfelldefekt wurde auf die Hämodialyse umgestiegen. *Befund* : stabiler Allgemeinzustand, kachektisch, blass, rechts basal abgeschwächtes Atemgeräusch. *Erkrankungen*: chronische Niereninsuffizienz bei Nephroblastomatose, nephrogene Hypertonie, Osteoporose. *Operationen*: Zirkumzision, beidseitige Nephrektomien

- Patientin 29: 16 Jahre

Diagnose : verlorene OP-Nadel

*Anamnese*: Wegen des Verdachts auf einen spinalen Prozess bei starker neurologischer Symptomatik der unteren Extremitäten war eine Kernspintomographie geplant. Dafür musste erst eine OP-Nadel entfernt werden, die nach dem operativen Verschluss eines Ventrikelseptumdefekts im Operationsgebiet verblieben war. Die Nadel befand sich auf dem CT rechts paraaortal dorsal des linken Vorhofes und wurde mit einem Draht markiert. *Erkrankungen*: Z.n. Rhabdomyosarkom, progrediente Paraparese, Skoliose, Restpulmonalstenose, Pulmonalklappeninsuffizienz. *Operationen*: Ventrikelseptumdefekt, Rhabdomyosarkomentfernung am Knie

## **2.2 Methode**

### 2.2.1 Perioperatives Management

#### 2.2.1.1 Bildgebende Verfahren

Kurze Zeit vor dem Eingriff wurde bei jedem Patienten ein Röntgenbild im anteroposterioren und seitlichen Strahlengang, und je nach Indikation eine Computertomographie, des Thorax erstellt (40).

Bei drei Patienten wurde eine tiefliegende suspektae Läsion unmittelbar präoperativ unter CT-Kontrolle mit einem Draht markiert und in gleicher Narkose die Thorakoskopie durchgeführt (57). Auch postoperativ und im weiteren Verlauf wurden zur Kontrolle Röntgen-Thoraxbilder gemacht.



Abb. 5: Markierungsdraht im präoperativen Thorax-CT (Patient 7 mit PNET)

#### 2.2.1.2 Lagerung

Standardmäßig erfolgte die seitliche Lagerung, die durch Kippungen um die Körperlängsachse über die OP-Tisch-Regulation optimiert wurde, je nachdem wo sich die Läsion befand. Um die Interkostalräume zu vergrößern, wurde bei maximaler Überstreckung der Arm auf einer Armschiene über den Kopf oder in einem rechten Winkel positioniert (49, 98).

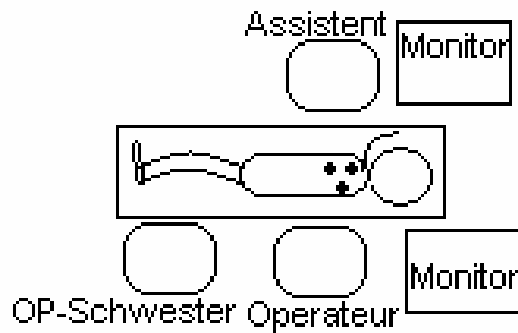


Abb. 6: Lagerung und Positionierung des OP-Teams

### 2.2.1.3 Anästhesie

Bei Erwachsenen ist eine Thorakoskopie oft unter lokaler Anästhesie machbar. Bei Kindern ist dies, auf Grund ihrer verminderten Fähigkeit zur Kooperation, nicht möglich. Bei unseren Patienten wurden alle Eingriffe unter Vollnarkose durchgeführt. (49, 98) Um den zu operierenden Lungenflügel im kollabierten Zustand zu halten, wurden Kinder ab 30-40 kg zur seitengetrenten Ventilation mit einem Doppellumentubus intubiert. Bei kleineren Patienten wurde eine einseitige Intubation durchgeführt und der Hauptbronchus des zu operierenden Lungenflügels mit einem Ballonkatheter blockiert. Die Intubation erfolgte bronchoskopiegesteuert (49, 67, 79, 98).

### 2.2.2 Instrumentarium

Es wurden Optik-Licht-Kamera-Systeme von den Firmen STORZ und WOLF eingesetzt. Die 5 und 10 mm Hopkins-Optiken ( = Thorakoskope ) in 0°-, 30°, 25°- und 35°-Ausrichtung wurden mit einer 300 W-Xenon-Lichtquelle sowie einer CCD (charge-coupled-device)-Chipkamera verbunden, die ihrerseits an einen hochauflösenden TV-Monitor angeschlossen war. Die Systeme beinhalten auch einen CO<sub>2</sub>-Insufflator, der einmal eingesetzt wurde, um die Sichtverhältnisse im Thoraxraum bei nicht ausreichend kollabierter Lunge zu verbessern (69).

Der Trokar, eine „dolchartige starke Nadel mit Griff und dreikantiger Spitze“ (58), steckt in der Trokarhülse und wird nach dem Einstechen in die Körperhöhle unter Zurücklassung der Hülse entfernt. Durch diese werden anschließend die Optik und die anderen stabartigen Instrumente eingeführt. Es wurden überwiegend 5 und 10 mm aber auch 7, 12, 13 und 15 mm-Trokarhülsen verwendet: Mehrweghülsen von den Firmen

STORZ und WOLF und Einwegehülsen von der Firma AUTOSUTURE. Anders als bei der Laparoskopie wurden vornehmlich stumpfe Trokare und schraubbare Hülsen eingesetzt.

Durch die 5 mm-Trokarhülsen wurde mit Hilfe von Taststäben von DUFNER und STORZ die Lunge in einer Position fixiert, inspiziert und palpiert. Auch Fibrinbeläge oder Adhäsionen wurden mit Taststäben gelöst. Bei der Präparation wurden zum stumpfen Durchtrennen von Fibrinsträngen, Adhäsionen und Pleuraschwarten 3 mm-Dissektoren von DUFNER eingesetzt. Zur scharfen Durchtrennung von Pleuraverwachsungen wurden endoskopische Scheren von DUFNER und STORZ durch 5 mm-Trokarhülsen verwendet. Durch die Anwendung bipolarer Scheren war hier auch die Möglichkeit der Koagulation gegeben.

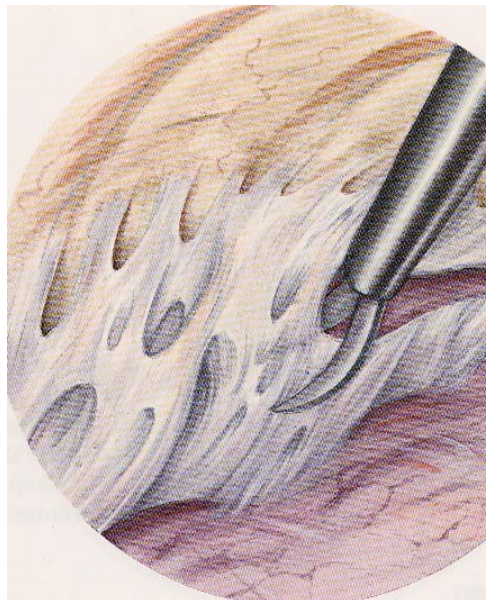


Abb. 7: Durchschneiden von Adhäsionen

Um Probeexzisionen zu entnehmen und zum Fassen von Lungenparenchym, Pleura und Fibrinbelägen wurden scharfe und stumpfe 3, 5, 7 und 15 mm-Zangen von DUFNER, STORZ und WOLF verwendet, die ebenfalls zur mono- und bipolaren Koagulation eingesetzt werden konnten.

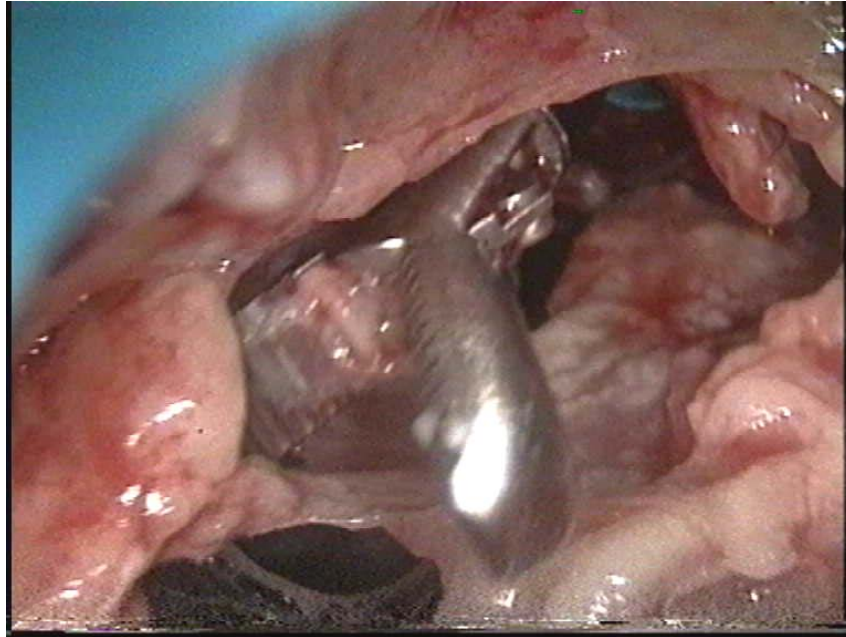


Abb. 8: Fassen von Adhäsionen

Zur Abtragung von benignen Tumoren im Thoraxraum wurde eine 5,5 mm Einweg-Ultraschallschere (Ultracision Harmonic Scalpell) von der Firma ETHICON eingesetzt.

Bei der Entnahme von Biopsien des Lungenparenchyms wurden einzelne Clips aus einem 10mm-Einweg-Clipapplikator von ETHICON zur Gefäßligatur genutzt.

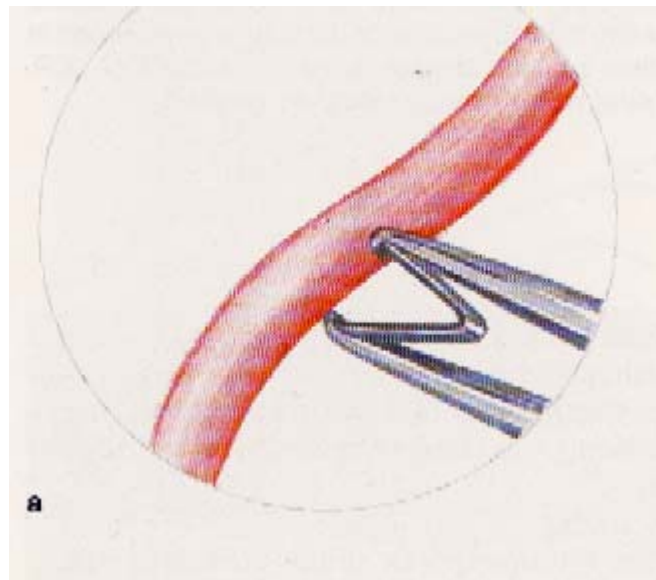


Abb. 9: Clip-Ligatur



Einweg-Linearstapler/-cutter (ETHICON) applizieren sechs Reihen 3 mm-Gewebe- oder 2,5 mm-Gefäßklammern und trennen gleichzeitig das Gewebe zwischen den zwei mittleren Klammerreihen. Sie wurden durch 10, 12 und 13 mm Trokarhülsen während der Lungenteilresektionen oder Biopsieentnahmen zur Gefäß- und Gewebeversorgung eingesetzt (69).

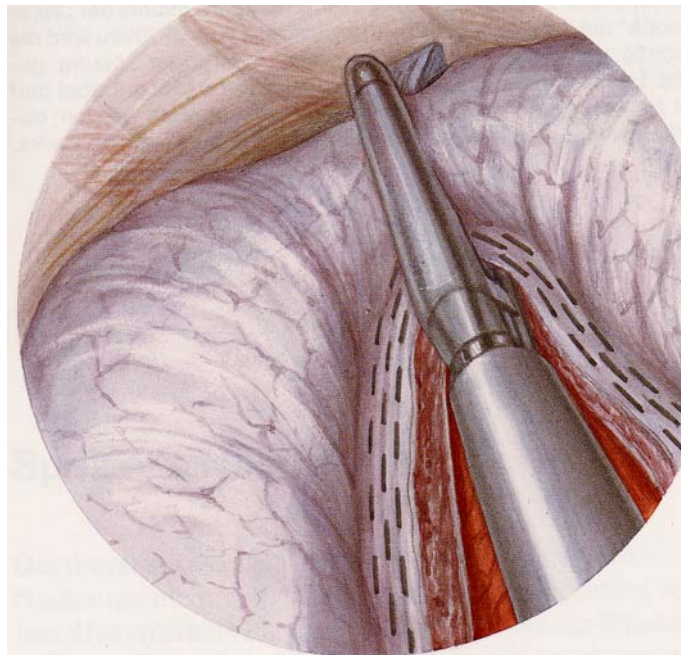


Abb. 10: Linearstapler

Zur Versorgung eines Zwerchfeldefekts wurde ein Zweikomponenten-Gewebekleber (Tissucol Duo Quick von der Firma BAXTER) verwendet, der aus zwei Lösungen, Fibrinogen und Faktor XIII einerseits sowie Thrombin andererseits, besteht.

### 2.2.3 Thorakoskopietechniken

Nach der korrekten Lagerung des Patienten wurde das Operationsgebiet im Hinblick auf ein eventuelles Umsteigen auf die Thorakotomie großzügig desinfiziert und steril abgedeckt. Nach der Palpation der Interkostalräume erfolgte mit dem Stichskalpell eine erste Inzision, dann die stumpfe Interkostalpräparation und das Durchstoßen der Pleura am oberen Rippenrand. Dieser erste Zugang für den Optiktrokar wurde im 3. bis 7. (meist im 4.) Interkostalraum, überwiegend in der mittleren oder vorderen Axillarlinie, gelegt. Seltener in der hinteren Axillarlinie oder der Medioklavikularlinie. Nach der

Exploration der Thoraxhöhle, der Inspektion der Lunge und der Lokalisierung des zu operierenden Areals, wurden eine bis zwei weitere Trokarhülsen gelegt. Meist wurde dabei ein Dreieck gebildet, mit der Optik als Spitze des Dreiecks und die weiteren Trokare zwischen Optik und Läsion. Anschließend wurde mittels Taststab und Fasszange die Lunge fixiert, um den suspekten Bezirk darzustellen (49, 69, 98).

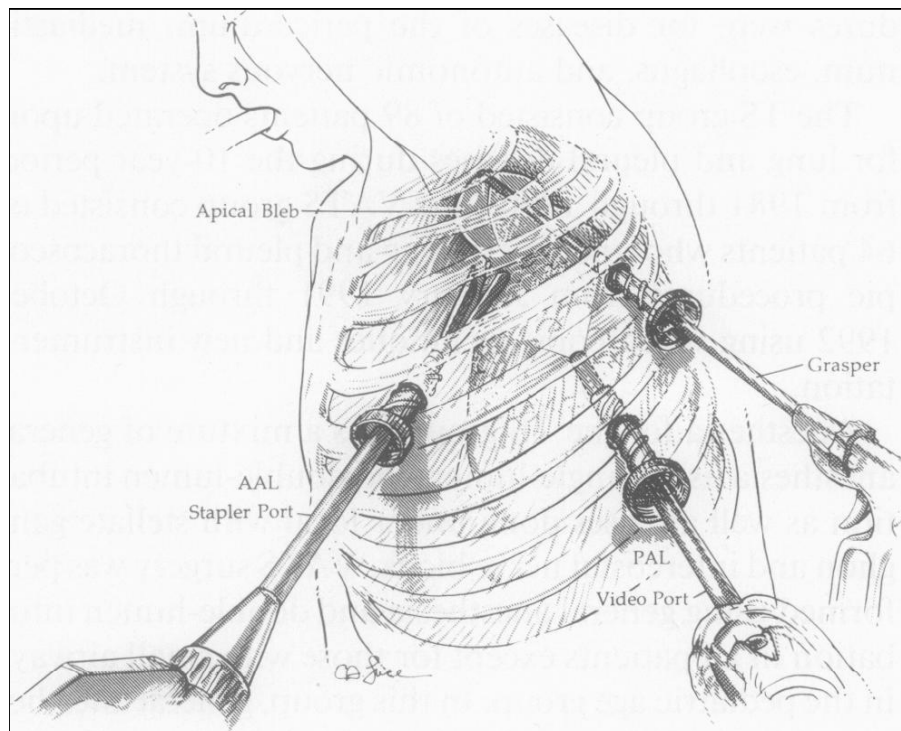


Abb. 11: Lagerung des Patienten und Anordnung der Trokare (18)

### 2.2.3.1 Biopsie / atypische Teilresektion

Bei den Patienten mit malignen Grunderkrankungen wurde die Biopsie überwiegend als atypische Teilresektion („Wedge-Resektion“) mit dem Linearstapler durchgeführt. Diese Methode besitzt eine hohe Sensitivität und Spezifität und gleichzeitig einen direkten therapeutischen Nutzen (49, 69, 98). Bei Patienten mit einer Anzahl von einer bis drei Metastasen wurden alle diese Bereiche reseziert. Die Resektate waren ca. 1x2 bis 5x6 cm groß.

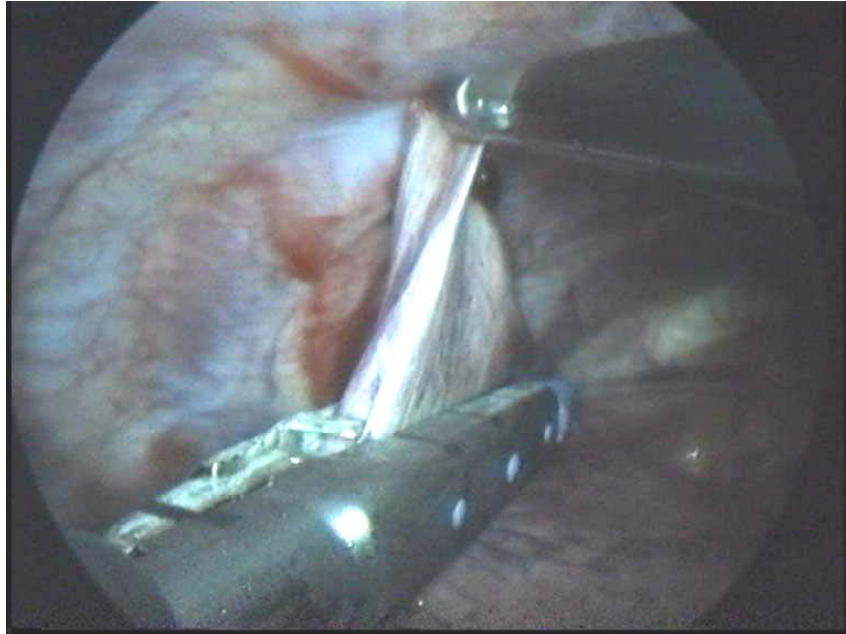


Abb. 12 Fasszange und Linearstapler bei atypischer Teilresektion

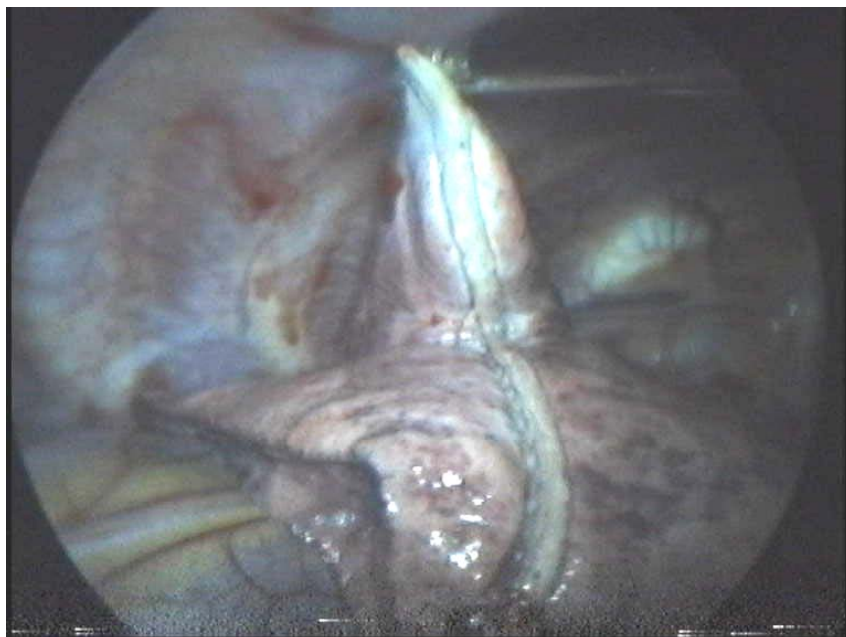


Abb. 13 Klammernähte bei atypischer Teilresektion

Zur Lokalisierung einer tiefer im Parenchym liegenden Metastase wurde bei den Patienten mit PNET und dem mit NNR-Karzinom ein CT-gesteuerter Markierungsdraht eingesetzt (49, 98).

Bei Patienten mit multipler Metastasierung wurde im Sinne einer rein diagnostischen Thorakoskopie die Biopsie einer einzigen Metastase durchgeführt (98). Dies geschah mit dem Linearstapler oder der Biopsiezange.

Erschien dem Operateur bei der Inspektion der Lunge eine vermeintliche Metastase als normales Gewebe (z.B. Fettgewebe), wurde ebenfalls mit der Zange eine Probe entnommen und eine Schnellschnittuntersuchung durchgeführt, um Klarheit über die Dignität zu erhalten und den weiteren Verlauf der Operation zu bestimmen (98).

Bei diffusem Befall der Lungen, also bei den Patienten mit interstitieller Lungenerkrankung unklarer Genese, Bronchiolitis, Fibrose und diffusem Aspergillom wurde das Lingulasegment als Biopsieziel gewählt. Die Lingula ist repräsentativ für das restliche Lungengewebe und ist mit dem Linearstapler leicht zu reseziieren (98). Die Biopsie erfolgte, indem die Lingula durch einen Trokarzugang luxiert und extracorporal mittels Linearstapler teilreseziert wurde („snare technique“) (67). Bei Bedarf wurde zusätzlich mit Linearstapler oder Biopsiezange eine Probe von besonders verändertem Lungengewebe aus dem Unterlappen gewonnen.

Nach Überprüfung der Lunge auf Bluttrockenheit und Luftdichte durch das Blähen der Lunge wurde eine Drainage durch eine der Trokaröffnungen gelegt. Dann erfolgte die Entfernung der Trokare unter Sicht und der schichtweise Wundverschluss (49, 98).

### *2.2.3.2 Pleuraerguss / Pleuraempyem*

Wenn schon eine oder zwei Thoraxdrainagen lagen, wurden diese entfernt, und die bereits bestehenden Zugänge für die Trokare genutzt (98). Adhäsionen, Fibrinstränge und Fibrinschwarten wurden mittels Taststab, Faszange und Dissektor gelöst, bis die Lunge sich zunehmend belüftbar und atemverschieblich zeigte. Im Falle einer Infektion mit multiresistentem Staphylococcus wurde ein Abstrich gemacht und Fibrinbelagmaterial gewonnen. Die Pleurahöhle wurde mit physiologischer Ringerlösung gespült und abgesaugt (49, 98). Durch die Arbeitskanäle wurden unter Sicht eine bis zwei Bülaudrainagen eingelegt. Anschließend wurden über die Drainagen 20000 bis 25000 IE Urokinase in den Thoraxraum instilliert (98).

Lagen keine Verschwartungen, Adhäsionen oder Beläge vor, war lediglich der Einsatz des Optiktrokar erforderlich. Bestand ein Erguss, wurde dieser abgelassen.

Bei erheblichen Verschwartungen konnte sich kein Pneumothorax bilden und dadurch mit dem Thorakoskop nicht vollständig in den Pleuraraum eingegangen werden. Führte der Versuch, die Fibrinschwarten digitoklastisch, mit dem Taststab oder der Faszange zu lösen nicht zu einer befriedigenderen Übersicht, wurde auf das offene Verfahren umgestiegen (49, 98).

#### *2.2.3.3 Lungensequester*

Der Sequester wird freigelegt, indem das umliegende Lungengewebe mit Schere und Dissektor präpariert wird, wobei Vena cava, Ösophagus, Trachea und andere vitale Strukturen geschont werden. Die versorgenden Gefäße des Lungensequesters werden durchtrennt, und dieser vollständig exstirpiert (49, 98).

Besteht eine Kontraindikation zur Thorakoskopie, wird die konventionelle Thorakotomie eingesetzt. Bei unseren Patienten war dies aufgrund von breitflächigen Adhäsionen der Lunge an die Thoraxwand und erheblichen Verwachsungen der Raumforderung mit vitalen Strukturen der Fall.

#### *2.2.3.4 Benigne intrathorakale Tumore*

Die Abtragung der Tumore erfolgte mit dem Ultraschallmesser und der Faszange. Im Falle des Lipoms wurde als erstes eine Schnellschnittuntersuchung veranlasst, welche die Diagnose bestätigte. Mit dem Ultraschallmesser wurde das Gewebe morcelliert und dann mit der Faszange entfernt. Um Nervenstrukturen nicht zu gefährden, wurde aufgrund der Gutartigkeit der Tumore die radikale Entfernung nicht erzwungen. Blutgefäße wurden mit dem Ultraschallmesser koaguliert. Es wurden Drainagen durch die Arbeitskanäle gelegt, und die Trokareinstichstellen schichtweise verschlossen (49, 98).

#### *2.2.3.5 Zwerchfelldefekt*

Nach Einführen der Optik und eines Taststabes konnte das Centrum tendineum des M. phrenicocostalis inspiziert werden. Die Peritonealhöhle wurde mit Peritonealdialysat, dem 5 ml Indigokarmin zugesetzt wurden, aufgefüllt. Nach kurzer Zeit fand sich das Dialysat im Pleuraspalt. Es kam durch zwei winzige Zwerchfellücken im Ansatz des M.

phrenicocostalis. Nach Entleerung der Peritonealhöhle und Absaugen des Pleuraraumes wurde auf beide Zwerchfelldefekte jeweils eine Plombe von 2 ml Fibrinkleber aufgebracht. Anschließend erfolgte der schichtweise Verschluss der zwei Zugänge.

### **3 Ergebnisse**

Die Auswertung der thorakoskopischen Eingriffe erfolgte auf Grundlage der Einteilung der Patienten in die sechs Indikationsgruppen. Innerhalb der Gruppe der malignen Grunderkrankungen wurde außerdem zwischen rein diagnostischen und therapeutisch-diagnostischen Eingriffen unterschieden.

In der Gruppe der Pleuraempyeme wurde der präoperative Verlauf anhand der Zeitdauer der Erkrankung und deren Therapie ausgewertet. Bei Allen wurde das Bestehen von Risikofaktoren für einen chirurgischen Eingriff erhoben. Zu den Risikopatienten wurden diejenigen Kinder gezählt, die nach der Klassifizierung der Amerikanischen Gesellschaft für Anästhesie (ASA) mindestens zur Risikogruppe III (schwere Allgemeinerkrankung mit regelmäßiger Medikation und/oder Leistungsminderung) gehörten. Dabei handelte es sich um Krebserkrankungen, Lungenerkrankungen oder Herzfehler (76, 98).

Der intraoperative Verlauf wurde anhand der OP-Dauer, der Konversionsrate auf die Thorakotomie und der Komplikationsrate bei den Thorakoskopien ausgewertet.

Für den postoperativen Verlauf wurden die postoperativen Komplikationen, die Liegezeiten auf der Intensivstation und der Normalstation erhoben. Weiterhin wurde die Dauer der Thoraxdrainage und die Art und Dauer der Beatmung festgehalten. Außerdem wurde die Rezidivrate untersucht und der gesundheitliche Zustand der Kinder ein bis sieben Jahre postoperativ telefonisch erfragt.

#### **3.1 Maligne Grunderkrankung**

Es wurden bei 14 Kindern 16 Thorakoskopien zur Abklärung metastasenverdächtiger Rundherde bei maligner Grunderkrankung eingesetzt. Die Kinder waren zwischen 3 und 19 Jahre alt (Mittelwert 12 Jahre). Die durchschnittliche OP-Zeit betrug 79 Minuten und lag zwischen 50 und 150 Minuten. In einem Fall wurde beidseits thorakoskopiert, und in

einem Fall wurde nur die Inspektion der Lunge vorgenommen. Es wurde in keinem Fall auf eine Thorakotomie umgestiegen und es gab während der Operationen keine Komplikationen. Aufgrund ihrer malignen Grunderkrankungen besaßen in dieser Gruppe alle Kinder mindestens einen Risikofaktor in Bezug auf den thorakoskopischen Eingriff. Es musste kein Kind postoperativ nachbeatmet werden. Bei insgesamt fünf Kindern (33 %) erfolgte nach der Operation eine zusätzliche Sauerstoff-Gabe über eine O2-Brille für durchschnittlich 2 Tage. Die postoperative Liegedauer auf der ITS betrug im Durchschnitt 3 Tage, die gesamte postoperative Liegedauer 7 Tage. Eine Thoraxdrainage wurde in zwölf Fällen benötigt (80%). Sie verblieb durchschnittlich 3 Tage. Der postoperative Verlauf war in 14 Fällen komplikationslos (98%). Bei einem Kind traten 8 Tage nach dem Entfernen der Drainagen erneut ein Pneumothorax auf, der mit einer Thoraxdrainage behandelt wurde.

In 15 Fällen wurden aus verdächtigem Lungengewebe Proben gewonnen, die histologisch untersucht wurden, wobei bei drei Patienten der verdächtige Herd präoperativ im CT mit einem Anker markiert wurde. Dreimal wurde die Biopsie mit einer Faszange durchgeführt. Davon ergab die histologische Untersuchung zwei positive und einen richtig negativen Befund. Sensitivität und Spezifität waren hier also 100%.

Insgesamt 12 Mal erfolgte die Biopsie als atypische Teilresektion. Davon ergab die histologische Untersuchung in 8 Fällen einen positiven Befund, d.h. der Verdacht einer Metastase wurde bestätigt. Von insgesamt 10 Metastasenbefunden wurde die Thorakoskopie durch die atypische Teilresektion also in 80% gleichzeitig diagnostisch und therapeutisch wirksam. In einem Fall lautete die Histologie auf normales Lungengewebe, jedoch zeigte sich im Verlauf eine Progression der Metastasen im Thorax-CT. Es handelte sich somit um einen falschnegativen Befund (Sensitivität 89%). In 3 Fällen ergab die histologische Untersuchung der Resektate einen richtig negativen Befund, d.h. es gab keine Hinweise auf Tumorzellen in den Resektaten und der Verlauf bestätigte die Abwesenheit von Metastasen (Spezifität 100%).

Bei einem Patienten wurde keine Resektion von Lungengewebe durchgeführt. Bei der Inspektion während der Thorakoskopie war kein auffälliges Lungengewebe zu sehen. Das entsprach der im präoperativen Thorax-CT zu erkennenden Remission der Metastasen. Der positive Verlauf bestätigte diesen Befund, der somit ebenfalls als richtig negativ zu werten ist. Bei den 3 tiefer liegenden suspekten Arealen, die mit einem Anker markiert waren, gab es zwei positive und einen richtig negativen Befund.

Insgesamt ergaben sich in der Gruppe der malignen Grunderkrankungen eine Sensitivität von 91 % und eine Spezifität von 100%.

Tab. 1: Maligne Grunderkrankung – Intraoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	Grunderkrankung	<i>Alter</i>	<i>Biopsieart</i>	<i>OP- Dauer (min)</i>
1	Osteosarkom	17	Atypische Teilresektion (bds)	115 <b>bds</b>
2	Osteosarkom	19	Atypische Teilresektion	85
3	Osteosarkom	12	Atypische Teilresektion	55
4	Embryonales Rhabdomyosarkom	3	Keine	50
5	Embryonales Rhabdomyosarkom	3	Zangenbiopsie	65
6	PNET Glutealregion	7	Atypische Teilresektion	55
7	PNET Mandibula	12	Atypische Teilresektion	50
8a	B-Non-Hodgkin Lymphom	12	Atypische Teilresektion	65
8b	B-Non-Hodgkin Lymphom	13	Atypische Teilresektion	95
9	M. Hodgkin	17	Atypische Teilresektion	150
10	M. Hodgkin	18	Zangenbiopsie	75
11	Wilms-Tumor	5	Zangenbiopsie	90
12	Wilms-Tumor	10	Atypische Teilresektion	90
13	Synovialsarkom	13	Atypische Teilresektion	60
14	NNR-Karzinom	12	Atypische Teilresektion	90
<b>Durchschnitt</b>		<b>12</b>		<b>79</b>



Tab. 2: Maligne Grunderkrankung - Postoperativer Verlauf

Pat.	Postop. Komplikationen	Liegedauer Gesamt (Tage)	Liegedauer ITS (Tage)	O2-Brille (Tage)	Drainage Liegedauer (Tage)	Zustand bei follow-up
1	Nein	(1,5 Monate wegen Chemoth.)	4	1	2 rechts 3 links	Gut
2	Nein	7	2	2	5	k.A.
3	Nein	7	3	nein	Nein	Gut
4	Nein	(2,5 Monate wegen Chemoth.)	1	nein	Nein	an Rezidiv verstorben
5	Nein	9	7	nein	Nein	Gut
6	Nein	9	6	2	4	Gut
7	Nein	4	1	nein	k.A.	k.A.
8a	Nein	9	2	nein	2	k.A.
8b	Nein	10	4	nein	3	k.A.
9	Pneumothorax Hautemphysem	(17 wegen Chemoth.)	2	nein	6	an Grunderkrankung verstorben
10	Nein	5	3	nein	2	k.A.
11	Nein	7	3	nein	3	an Grunderkrankung verstorben
12	Nein	(5,5 Monate wegen Chemoth.)	2	nein	2	Gut
13	Nein	6	2	6	5	an Grunderkrankung verstorben
14	Nein	6	3	1	2	k.A.
<b>Durchschnitt</b>		<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	

Tab. 3: Maligne Grunderkrankung - Untergruppen

	Tho- rako- skopien	OP-Dauer (min) (einmal bds)	Postop. Kompli- kationen	Liege- dauer Gesamt (Tage)	Liege- dauer ITS (Tage)	O2-Brille (Tage)	Drainage Liegedauer (Tage)
Atyp- ische	12	83 (einmal bds)	1 (9%)	7	3	2 (46%)	3 (91%)
Zangen- biopsie	3	77	0	7	4	0	3 (67%)
Inspek- tion	1	50	0	-	1	0	0

Tab. 4: Maligne Grunderkrankung - Biopsieergebnisse

Patient	Biopsieart	Histologie
1a	Atypische Teilresektion	Richtig negativ Tumorfrees Lungengewebe (linke Seite)
1b	Atypische Teilresektion	Richtig negativ Tumorfrees Lungengewebe (rechte Seite)
2	Atypische Teilresektion	Positiv proliferationsfreie Osteosarkometastasen
3	Atypische Teilresektion	Positiv proliferationsfreie Osteosarkometastasen
4	Keine	Richtig negativ Keine (bei Inspektion Lunge unauffällig )
5	Zangenbiopsie	Richtig negativ Pseudolobuliertes lipomatöses Fettgewebe
6	Atypische Teilresektion	Richtig negativ ( <i>Markierungsdraht</i> ) Kein Nachweis einer Metastase des bekannten PNET
7	Atypische Teilresektion	Positiv ( <i>Markierungsdraht</i> ) Lungenmetastase eines Weichteiltumors
8a	Atypische Teilresektion	Positiv (rechte Seite) differenziertes großzelliges B-Non-Hodgkin-Lymphom
8b	Atypische Teilresektion	Positiv (linke Seite) Rezidiv / Persistenz des B-Non-Hodgkin-Lymphoms
9	Atypische Teilresektion	Positiv M. Hodgkin-Rezidiv
10	Zangenbiopsie	Positiv teils nekrotische, teils fibrosierte Hodgkin-Infiltrate
11	Zangenbiopsie	Positiv metastatisches Wachstum eines blastenreichen Nephroblastoms
12	Atypische Teilresektion	Positiv multiple Metastasen
13	Atypische Teilresektion	Falsch negativ Kein Hinweis auf Zellen eines Synovialsarkom
14	Atypische Teilresektion	Positiv ( <i>Markierungsdraht</i> ) Metastasen eines NNR-Karzinoms
		<b>Sensitivität 91 %</b> <b>Spezifität 100%</b>

### 3.2 Diagnostische Thorakoskopie bei interstitiellen und diffusen Lungenerkrankungen

Bei 6 Patienten mit diffusen Lungenerkrankungen wurden 7 rein diagnostische Thorakoskopien durchgeführt. Bei einem Kind wurde 7 Monate nach der ersten Biopsieentnahme, auf Grund des erneuten Verdachts eines Aspergilloms, eine zweite Biopsie entnommen. Die Kinder waren zwischen drei Wochen und 16 Jahren alt (durchschnittlich 10 Jahre). In sechs von sieben Fällen (86%) handelte es sich um Risikopatienten. Die thorakoskopischen Eingriffe dauerten im Durchschnitt 54 Minuten. Der kürzeste Eingriff dauerte 31 Minuten und der längste 80 Minuten. Es musste einmal zum offenen Verfahren gewechselt werden (14%), da sich der Pneumothorax nicht ausreichend ausbildete, und das Abdrängen der Lunge durch die Instrumente von der Patientin kardial nicht toleriert wurde. Es kam zu keinen intraoperativen Komplikationen.

Tab. 5: Diagnostische Thorakoskopie – Intraoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Alter</i>	<i>Risikofaktoren</i>	<i>Op-Dauer (min)</i>	<i>Umstieg auf Thorakotomie</i>
21	16	nein	55	Nein
23	16	Ja	30	Nein
24	12	Ja	65	Nein
25a	11	Ja	80	Nein
25b	11	Ja	65	Nein
26	3	Ja	31	Nein
32	3 Wochen	Ja	-	Kontraindikation (Pneumothorax nicht herzustellen)
<b>Durchschnitt</b>	<b>10</b>		<b>54</b>	

Von den 6 entnommenen Biopsien stellten sich bei der histologischen Untersuchung 5 als positiv und eine als richtig negativ heraus. Die Diagnose konnte in allen Fällen gesichert werden (Sensitivität und Spezifität 100%).

Im postoperatorischen Verlauf kam es zu keinen Komplikationen. Die Liegedauer auf der ITS betrug im Schnitt 2 Tage. Der gesamte postoperative Krankenhausaufenthalt betrug durchschnittlich 7 Tage. Es musste kein Kind maschinell beatmet werden. Drei

Patienten (50%) bekamen für einen Tag Sauerstoff über die O2-Brille. Vier Patienten (67%) bekamen eine Thoraxdrainage, die nach durchschnittlich 2 Tagen entfernt wurden.

Tab. 6: Diagnostische Thorakoskopie - Biopsieergebnisse

<i>Pat.</i>	<i>Diagnose</i>	<i>Biopsieart</i>	<i>Histologie</i>
21	Interstit. Lungenerkrankg. Unklarer Genese	Lingula Untere Lappen Linearstapler	Positiv Floride Bronchitis / Alveolitis
23	Resp. Insuffizienz bei Bronchiolitis obliterans	Lingula Linearstapler	Positiv Bronchiolitis obliterans organisierende Pneumonie
24	Vd. auf Lungenemphysem	Untere Lappen Linearstapler	Positiv Lungenemphysem und CAM
25a	Vd auf Aspergillom links	Untere Lappen Biopsiezange	Positiv Aspergillom
25b	Vd auf Aspergillom links	Lingula Linearstapler	Richtig negativ Kein Nachweis mehr von Pilzen
26	Vd auf Fibrose	Lingula Linearstapler	Positiv Bronchiolitis, Lungenfibrose Vd. Aspiration
			<b>Sensitivität 100%</b> <b>Spezifität 100%</b>

Tab. 7: Diagnostische Thorakoskopie – postoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Liegedauer gesamt</i>	<i>Liegedauer ITS (Tage)</i>	<i>Beatmung (Tage)</i>	<i>Drainage Liegedauer (Tage)</i>	<i>Zustand bei follow-up</i>
21	8	2	nein	2	Manchmal Stiche an einer Trokareintrittsstelle
23	8	3	nein	1	Gleichbleibend Schlecht durch die Grunderkrankung
24	6	1	nein	Nein	k. A.
25a	10	2	O2 1	2	Wechselhaft durch Grunderkrankung
25b	5	1	O2 1	Nein	s.o.
26	3	2	O2 1	2	k. A
<b>Durch- schnitt</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	

### **3.3 Pleuraerguss / Pleuraempyem**

Es wurden bei sechs Patienten sieben Thorakoskopien auf Grund postpneumonischer Pleuraergüsse und Pleuraempyeme durchgeführt. Das Durchschnittsalter der Kinder betrug 8 Jahre. Die Erkrankung bestand bereits seit 6 bis 90 Tagen. Bei fünf Patienten wurde vorher versucht, den Erguss mit einer Drainage zu behandeln. Bei einem Patienten wurden Drainagen und Pleurapunktionen eingesetzt, bei einem anderen nur eine Pleurapunktion. Alle Patienten wurden mit Antibiotika behandelt. Zum Zeitpunkt der Thorakoskopie befand sich die Erkrankung bei je einem Patienten im exsudativen und im fibrinopurulenten Stadium. Bei vier Patienten befand sie sich bereits im organisierten Stadium. Es gab drei Risikopatienten.

Die Thorakoskopien dauerten im Durchschnitt 63 Minuten (ohne den beidseitigen Eingriff 61 min). Bei zwei Patienten (29 %) musste rasch auf eine Thorakotomie umgestiegen werden, da wegen der Verschwartungen die Anlage eines Pneumothorax und damit eine ausreichende Übersicht nicht möglich war. Es lag somit eine Kontraindikation für die VATS vor. Es kam bei keinem der thorakoskopischen Eingriffe zu Komplikationen.

Bei einem Kind (Patient 15a) bestand nach zwei Wochen bei erheblich gebesserter Klinik weiterhin ein deutlicher Erguss. Daraufhin wurde eine zweite Thorakoskopie durchgeführt (Patient 15b). Bei einem zweiten Kind, kam es 24 Tage postoperativ zu erneuten Pleuraergüssen mit Hämatothorax, die eine Mini-Thorakotomie erforderlich machten (Rezidivrate 40%). Die durchschnittliche postoperative Liegezeit auf der ITS betrug 11 Tage, die gesamte Liegedauer 29 Tage. Die Werte für die gesamte Liegedauer von drei Patienten gingen hier nicht mit ein. Ein Kind wurde nach der Intensivstation in ein anderes Krankenhaus verlegt. Ein anderes litt an einer malignen Grunderkrankung, an der es noch während dieses Krankenhausaufenthaltes verstarb, und bei einem Patienten wurden während des gleichen Aufenthaltes zwei Thorakoskopien durchgeführt.

Ein Kind (20 %) musste postoperativ maschinell beatmet werden. Drei weitere Patienten (60%) bekamen durchschnittlich 7 Tage Atmungsunterstützung durch CPAP. Ein Kind benötigte einen Tag lang die Sauerstoffbrille. In fünf Fällen (bei einem Kind auf beiden Seiten) wurde eine Thoraxdrainage gelegt (53%). Sie wurden nach durchschnittlich 12 Tagen gezogen. Bei allen Kindern war der Verlauf auf die

Thorakoskopie bezogen komplikationslos.

Tab. 8: Pleuraempyem – Prä- und Intraoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Alter</i>	<i>Dauer der Erkrankung und Initiale Therapie</i>	<i>Stadium der Erkrankung</i>	<i>Risikofaktoren</i>	<i>Op- Dauer (min)</i>	<i>Umstieg auf Thorakotomie</i>
15a	6	21 Tage Drainage Antibiose	Fibrino- purulentes Stadium	Nein	85	nein
15b	6	35 Tage Drainage Antibiose	Organisiertes Stadium	nein	60	nein
16	4	21 Tage Drainage Antibiose	Organisiertes Stadium	Nein	65	nein
17	15	7 Tage Drainage Antibiose	Organisiertes Stadium	Ja	-	Kontraindikation: Pneumothorax nicht möglich
18	4	6 Tage Punktion Antibiose	Organisiertes Stadium	nein	-	Kontraindikation: Pneumothorax nicht möglich
19	16	90 Tage Punktionen Drainagen Antibiose	Exsuatives Stadium	Ja	70 <b>bds</b>	nein
20	7	21 Tage Drainage Antibiose	Kein Erguss keine Fibrinstränge	Ja	35	nein
<b>Durchschnitt</b>	<b>8</b>	<b>29</b>			<b>63</b>	

Tab. 9: Pleuraempyem - Postoperativer Verlauf

Pat.	Liegedauer Gesamt (Tage)	Liegedauer ITS (Tage)	Beatmung (Tage)	Drainage Liegedauer (Tage)	Rezidiv	Zustand bei follow-up
15a	-	11 (bis 2. OP)	CPAP 11	11	1 Kontrolle nach 2 Wochen	k. A.
15b	14	3	CPAP 3	12	nein	k. A.
16	(Verlegung in anderes Krankenhaus)	8	CPAP 8	4	nein	Gut
(17)	-	-	-	-	-	-
(18)	-	-	-	-	-	-
19	(33 verlängerter und letaler Verlauf durch die maligne Grunderkrankung)	1	O2 1	Rechts 14 Links 20	1 Mini-Thorakotomie nach 24 Tagen	an maligner Grunderkrankung verstorben
20	43	34	Maschinelle Beatmung 21	nein	nein	Gut
<b>Durchschnitt</b>	<b>29</b>	<b>11</b>		<b>12</b>		

### 3.4 Lungensequester

Zur Resektion von Lungensequestrationen wurde bei zwei Patientinnen im Alter von sechs und zehn Jahren die Thorakoskopie eingesetzt. Bei einer Patientin bestanden Risikofaktoren.

Bei beiden Kindern wurde rasch zur konventionellen Thorakotomie gewechselt: Bei der extralobären Lungensequestration wegen der starken Verwachsung des Sequesters mit der linken Lungenarterie und bei der intralobären Sequestration wegen der großflächigen Verwachsungen der Pleurablätter.

Tab. 10: Lungensequester – Intraoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Alter</i>	<i>Risikofaktoren</i>	<i>Op-Dauer (min)</i>	<i>Umstieg auf Thorakotomie</i>
30	6	Nein	-	Wegen schwieriger Anatomischer Situation
31	10	ja	-	Kontraindikation: großflächige Verwachsungen der Pleurablätter

### 3.5 Resektion von benignen intrathorakalen Tumoren

Bei einem Jungen von drei Jahren und einem Mädchen von 12 Jahren wurden thorakoskopisch ein Neurofibrom und ein Lipom subtotal reseziert. Im Falle des Neurofibroms wurde erst der intraspinale Anteil durch die Neurochirurgen über einen dorsalen Zugang entfernt. In derselben Sitzung wurde anschließend der intrathorakale Anteil durch die Kinderchirurgen thorakoskopisch reseziert. Die Operationen dauerten durchschnittlich 180 Minuten und verliefen ohne Komplikationen.

Auch der postoperative Verlauf war komplikationslos. Das Mädchen erhielt einen Tag lang Sauerstoff über die O2-Brille. Beide Kinder bekamen eine Drainage. Bei der Patientin mit dem Lipom verblieb sie 2 Tage. Bei dem anderen Patienten lag über die Drainagedauer keine Information vor. Die durchschnittliche Liegedauer auf der Intensivstation war 4 Tage. Die gesamte Liegedauer betrug 11 Tage.

Tab. 11: Benigne Tumore – Intraoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Diagnose</i>	<i>Alter</i>	<i>Risikofaktor</i>	<i>OP- Dauer (min)</i>
22	Neurofibrom	3	Ja	135
27	Lipom	12	nein	225



Tab. 12: Benigne Tumore - Postoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Liegedauer Gesamt (Tage)</i>	<i>Liegedauer ITS (Tage)</i>	<i>O2-Brille (Tage)</i>	<i>Drainage Liegedauer (Tage)</i>	<i>Zustand bei follow-up</i>
22	12	4	nein	Ja	Gut
27	10	3	1	2	Gut
<b>Durchschnitt</b>	<b>11</b>	<b>4</b>			

### 3.6 Andere Erkrankungen

Bei einem zehnjährigen Jungen, der zu den Risikopatienten gehörte, wurde ein Defekt des Zwerchfells mit Fibrinkleber verschlossen. Die Thorakoskopie dauerte 85 Minuten und verlief ohne Komplikationen. Er blieb 5 Tage auf der Intensivstation und benötigte weder Thoraxdrainage noch Beatmungshilfen. Der postoperative Verlauf war komplikationslos. Zu einem Rezidiv kam es nicht. Bei einer 16 Jahre alten Patientin wurde die VATS zur Suche einer verlorenen OP-Nadel eingesetzt. Diese wurde zuvor mit Hilfe eines Drahts CT-gesteuert markiert. Nachdem die Nadel gefunden war, erfolgte der Umstieg auf das offene Verfahren, da die Exstirpation thorakoskopisch nicht möglich war.

Tab. 13: Andere Erkrankungen - Intraoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Diagnose</i>	<i>Alter</i>	<i>Risikofaktor</i>	<i>OP-Dauer (min)</i>	<i>Umstieg auf Thorakotomie</i>
28	Zwerchfelldefekt	10	Ja	85	Nein
29	OP-Nadel	16	Ja	-	Exstirpation Thorako-skopisch nicht möglich
Durchschnitt		13		85	

Tab. 14: Andere Erkrankungen - Postoperativer Verlauf

<i>Pat.</i>	<i>Liegedauer Gesamt</i>	<i>Liegedauer ITS</i>	<i>Beatmung (Tage)</i>	<i>Drainage Liegedauer</i>	<i>Rezidiv</i>	<i>Zustand bei follow-up</i>
28	(37 wegen Grunderkrankung)	5	0	nein	Nein	k.A.

### 3.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Es wurden bei 31 Kindern im Alter zwischen 3 Wochen und 19 Jahren (Durchschnitt 10 Jahre) 36 thorakoskopische Eingriffe durchgeführt. Bei sechs von diesen Eingriffen wurde, meist wegen der schlechten Übersicht durch einen unzureichenden Pneumothorax, auf die konventionelle Thorakotomie umgestiegen (17%). In der Gruppe der Thorakoskopien lag der Anteil der Risikopatienten bei 83%, in der Gruppe der Umstiege bei 67%. Die Dauer der Thorakoskopien, ohne Umstiege und ohne die zwei beidseitigen Eingriffe, war durchschnittlich 75 Minuten. Es kam zu keinen intraoperativen Komplikationen.

Tab. 15: Thorakoskopie – Intraoperativer Verlauf

Gruppe	Thorako- skopien ohne Umstieg	Umstieg	OP-Dauer (min) n=29 (einmal bds)	Pat. mit		Kompli- kationen
				Risikofaktoren	Umstieg	
				Thorako- skopien ohne Umstieg		
Maligne Grunderkrankung	16	0	79(einmal bds)	16	0	0
Diagnostische Thorakoskopie	6	1	54	5	1	0
Pleuraempyem	5	2	63	2	1	0
Lungensequester	0	2	-	0	1	-
Benigne Tumore	2	0	180	1	0	0
Andere	1	1	85	1	1	0
<b>Summe</b>	<b>30</b>	<b>6 (17%)</b>		<b>25</b>	<b>4 (14%)</b>	<b>0</b>
<b>Durchschnitt</b>			<b>75</b>			

Im postoperativen Verlauf kam es bei einem Kind in der Gruppe der atypischen Teilresektionen bei maligner Grunderkrankung zu Komplikationen (Pneumothorax und Hautempysem). Innerhalb dieser Gruppe bedeutet das eine Komplikationsrate von 9%. Die gesamte Komplikationsrate lag bei 4%. Es kam bei zwei Kindern in der Gruppe der entzündlichen Erkrankungen zu einem Rezidiv, welches eine zweite Thorakoskopie bzw. eine Thorakotomie erforderlich machten. Die Rezidivrate lag dadurch bei 40% bzw. insgesamt bei 7%.

Die postoperative Liegezeit auf der Intensivstation betrug durchschnittlich 4 Tage. Die gesamte postoperative Liegezeit lag im Durchschnitt bei 9 Tagen. Es konnten bis auf ein Kind (3%) alle nach der Operation rasch extubiert werden. 10% benötigten nach dem Eingriff während durchschnittlich einer Woche noch Atmungsunterstützung durch CPAP. Rund ein Drittel der Kinder erhielten nach der Operation noch kurzzeitig (1 Tag) Sauerstoff über die O2-Brille. Die Patienten bekamen bei 77% der Thorakoskopien eine Thoraxdrainage, die nach durchschnittlich 5 Tagen gezogen wurde.

Tab. 16: Thorakoskopie– Postoperativer Verlauf

Gruppe	Rezidiv (n=29)	Postop. Kompli- kationen (n=28)	Liege- dauer Gesamt (Tage) (n=21)	Liege- dauer ITS (Tage) (n=29)	Beatmung (Tage) (n=29)			Drainage Liege- dauer (Tage) (n=22)
					maschinell	CPAP	O2-Brille	
Maligne Grunderkrankung	0	1	7	3	0	0	2	3
Diagnostische Thorakoskopie	0	0	7	2	0	0	1	2
Pleuraempyem	2	0	29	11	21	7	1	12
Benigne Tumore	0	0	11	4	0	0	1	2
Andere	0	0	-	5	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>2 (7%)</b>	<b>1 (4%)</b>						
<b>Durchschnitt</b>			<b>9</b>	<b>4</b>	<b>21 (3%)</b>	<b>7 (10%)</b>	<b>1 (35%)</b>	<b>5 (77%)</b>

### 3.7.1 Ergebnis der telefonischen Nachbefragung

Ein bis sieben Jahre postoperativ sollte der derzeitige Zustand der 26 Patienten erhoben, bei denen die Thorakoskopie ohne Umstieg durchgeführt worden war. Neun

dieser Patienten konnten wegen fehlender Kontaktdaten nicht befragt werden (follow-up rate 65%). Es wurde nach Einschränkungen oder Schmerzen durch die Operation gefragt sowie nach dem subjektiven Gesundheitszustand und der Belastbarkeit im Alltag. Neun (53%) der 17 befragten Patienten gaben an, keine Beschwerden zu haben, und sie schätzten ihren Gesundheitszustand sowie ihre Belastbarkeit als gut ein. Ein Patient (6%) gab an, manchmal Stiche an einer Trokareintrittsstelle zu spüren und bei Belastung manchmal Atemnot zu haben. Bei zwei Kindern lag weiterhin eine schwerwiegende Grunderkrankung vor, durch die sie gleich bleibend wie vor der Thorakoskopie gesundheitlich sehr eingeschränkt waren. Fünf Patienten (29%) waren zur Zeit der Erhebung bereits an ihrer malignen Grunderkrankung verstorben.

## **4 Diskussion**

### **4.1 CO<sub>2</sub>-Insufflierung**

Bei der Laparoskopie ist die CO<sub>2</sub>-Insufflierung unentbehrlich, um für die Instrumente in der Bauchhöhle Platz zu schaffen und die Übersicht zu verbessern. Auch bei der Thorakoskopie kann CO<sub>2</sub> in die Pleurahöhle insuffliert eingesetzt werden, um den Lungenkollaps zu verbessern, und die Verletzung des Parenchyms durch die Trokare zu verhindern. Der Nachteil besteht darin, dass durch das CO<sub>2</sub> kardiovaskuläre Komplikationen auftreten können. Allerdings wird auch die einseitige Lungenventilation, die bei der VATS Standard ist, gerade von Kindern nicht immer toleriert, wie z.B. Rothenberg berichtet. Er insuffliert bei allen seinen Patienten CO<sub>2</sub> in niedrigem Druck (4 mmHg) und niedrigem Flow (1l/min) in den Thorax (67). Kalfa verwendet CO<sub>2</sub>-Drücke von 6 bis 10 mmHg. Einige Autoren berichten vom Einsatz dieser Technik nur in einzelnen Fällen (61). Andere verzichten gänzlich darauf (13). Auch bei unseren Operationen wurde nur einmal, bei der Lipom-Exstirpation, CO<sub>2</sub> mit einem Druck von 5 mmHg verwendet. Die einseitige Ventilation wurde von allen Patienten toleriert. Um eine Verletzung der Lunge zu verhindern, wurde als Erstes immer ein stumpfer Trokar verwendet und alle weiteren Trokare unter Sicht eingeführt. Ob eine routinemäßige CO<sub>2</sub>-Insufflierung die Umstiegsrate beeinflusst, ist fraglich. Rescorla setzte sie je nach Situation ein und erlangte eine Umstiegsrate von 12,5%. Sowohl bei Kalfa - mit CO<sub>2</sub>-Insufflierung- als auch bei Chang - ohne diese Methode- gab es gar keine Umstiege. Zwei der vier Umstiege bei unseren Patienten erfolgten wegen des ungenügenden Pneumothorax. Die bei diesen zwei Patienten bestehenden starken Pleuraverschwartungen hätten jedoch auch durch eine CO<sub>2</sub>-Insufflierung nicht gelöst

werden können.

#### **4.2 Präoperative CT-gestützte Markierung**

Tiefer (0,5-2cm) liegende oder sehr kleine (kleiner als 1cm) Metastasen kann der Chirurg bei einer Thorakoskopie nicht durch die Palpation der Lunge lokalisieren. Deshalb wird in solchen Fällen traditionell eine Thorakotomie bevorzugt. Jedoch wird nun auch bei Kindern die in der Erwachsenen Chirurgie routinemäßig verwendete CT-gestützte Markierung vermehrt eingesetzt. Es gibt verschiedene Methoden, um die Markierung vorzunehmen. Bei unseren drei Patienten wurde unmittelbar vor der Operation ein Draht unter CT-Kontrolle in den Rundherd eingebracht und erst nach dem Einbringen der Trokare und der Lokalisation des zu entfernende Areals vom Operateur entfernt. Partrick et al. (57) berichten über 13 präoperative Markierungen von Lungenmetastasen vor deren thorakoskopischen Entfernung/Biopsierung bei 12 Kindern im Alter von 4 bis 19 Jahren. Die OP-Zeiten betragen 45 bis 75 (Mittel 55) Minuten und es gab weder Konversionen noch intra- oder postoperative Komplikationen. Hier wurde CT-gesteuert unter die Pleura über dem Rundherd durch eine Nadel 0,2 – 0,5 ml Methylenblau injiziert und die Nadel sofort wieder entfernt. Der Operateur orientierte sich also einzig an der gefärbten Pleura. Diese Methode birgt jedoch Risiken. Zum einen wird das Methylenblau innerhalb von ca. drei Stunden resorbiert und die Markierung ist dann nicht mehr vorhanden, zum anderen kann zu viel injiziert werden, so dass das markierte Areal viel zu groß ist. Außerdem kann die Nadel zu tief eingebracht werden und das Methylenblau seitlich der Metastase injiziert werden. Da es keine anderen Orientierungspunkte gibt, wird dann gesundes Gewebe reseziert ohne dass es zunächst auffällt. Dies war bei Partrick bei einem Patienten der Fall. Bei Rothenberg wurden Rundherde durch CT-gesteuerte Injektion von 1 ml Eigenblut unter die Pleura markiert. Bei einem Patienten war anschließend bei der Thorakoskopie die Markierung nicht mehr zu sehen, und es wurde auch hier nur gesundes Gewebe gewonnen. Waldhausen et al. kombinierten zwei Methoden, wodurch die Umstiegsrate von 9% auf null gesenkt wurde: Erst wurde ein Draht CT-gesteuert in den Rundherd eingeführt und belassen, dann wurde zusätzlich noch Methylenblau injiziert. In allen zehn Fällen war eine Diagnosestellung komplikationslos und ohne Umstieg möglich. Spurbeck et al. markierten ebenfalls bei einigen ihrer Patienten präoperativ die pulmonalen Metastasen. Auch hier wurde die Tatsache unterstrichen, dass bei einer

insgesamt hohen Konversionsrate keine Konversion und keine Komplikationen in den Fällen vorkamen, in denen eine präoperative Markierung stattgefunden hatte.

Auch bei unseren Patienten kam es zu keiner der bei der Drahtmarkierung möglichen Komplikationen wie Pneumothorax oder Blutung. Allerdings kam es einmal zur Dislokation des Drahtes, der sich, wie die thorakoskopische Inspektion zeigte, nicht mehr im Lungenparenchym sondern in der Thoraxwand befand. Trotzdem konnte aus oberflächlichen Metastasen Gewebe entnommen werden. Die korrekte Diagnose konnte in allen Fällen gestellt werden. Es wurde auch einmal die Drahtmarkierung bei der Patientin mit einer OP-Nadel im hinteren Mediastinum eingesetzt, die dadurch gefunden werden konnte. Die präoperative Drahtmarkierung erscheint sinnvoll, aber eine Dislokationsrate von 25% ist hoch, und die Methode birgt Risiken für den Patienten. Die Indikation muss also vorsichtig gestellt und die Drahtplatzierung von einem erfahrenen Radiologen durchgeführt werden.

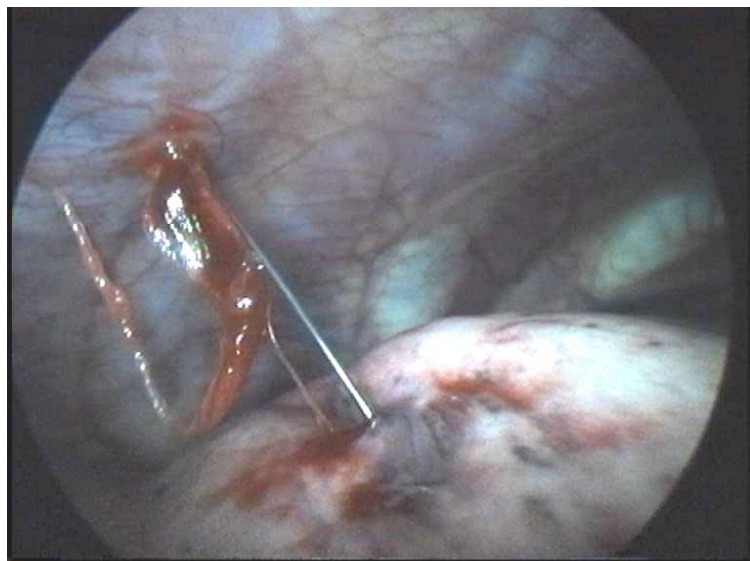


Abb. 14: Markierungsdraht über der PNET-Metastase



Abb. 15: Fassen des zu resezierenden Areal

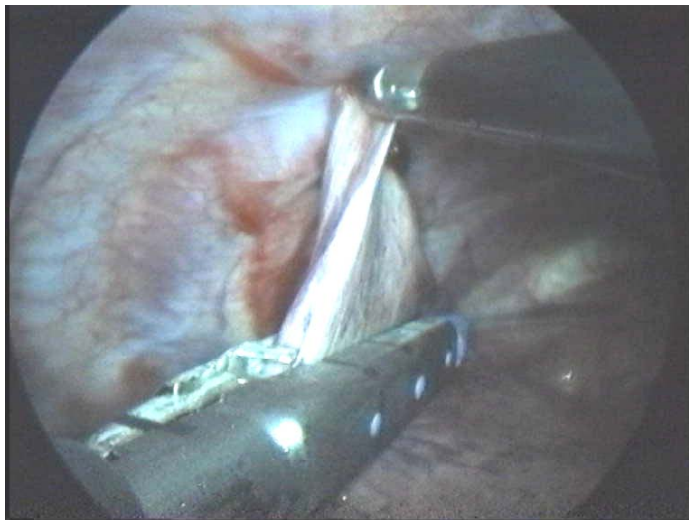


Abb. 16: Absetzen des Areal mit dem Linearstapler



Abb. 17: Bluttrockene Klammernähte bei atypischer Teilresektion nach Drahtmarkierung

### 4.3 Maligne Grunderkrankung

In der Klinik für Kinderchirurgie der Charité wurden zwischen 1996 und 2003 bei 14 Kindern 16 Thorakoskopien zur Abklärung metastasenverdächtiger Rundherde bei maligner Grunderkrankung eingesetzt. In zwölf Fällen wurden durch eine atypische Teilresektion („wedge-resection“) die Metastasen entfernt, und drei Mal wurde Material aus den verdächtigen Rundherden mittels Zangenbiopsie gewonnen. Zu den Erkrankungen gehörten das Osteosarkom, das embryonale Rhabdomyosarkom, das PNET, das B-Non-Hodgkin Lymphom, der Morbus Hodgkin, der Wilms-Tumor, das Synovialsarkom und das NNR-Karzinom.

Rothenberg berichtet von 24 thorakoskopischen atypischen Teilresektionen von metastasenverdächtigen Rundherden bei malignen Grunderkrankungen (67). Smith et al. evaluieren thorakoskopische 28 atypische Teilresektionen und eine Biopsie bei 29 Patienten mit Metastasen bei malignen Grunderkrankungen wie vor allem Osteosarkom, Ewing Sarkom, Rhabdomyosarkom oder Wilms Tumor. Spurbeck et al. berichten von 49 thorakoskopischen Biopsien oder Resektionen von mediastinalen Tumoren und intrapulmonalen Metastasen bei primären Erkrankungen wie unter anderem Wilms Tumor, Ewing Sarkom, Rhabdomyosarkom, Osteosarkom aber auch entzündlichen Erkrankungen, die bei uns in einer eigenen Gruppe zusammengefasst wurden. Warmann et al. vergleichen in einer prospektiven Studie konventionelle und



minimal-invasive Eingriffe bei Patienten mit abdominellen und thorakalen malignen Tumorerkrankungen. Die 21 Laparoskopien und Thorakoskopien sind in einer Gruppe zusammengefasst, so dass der Vergleich mit unseren Patienten etwas schwierig ist. Waldhausen führte bei 40 Patienten mit malignen Grunderkrankungen (Wilms Tumor, Rhabdomyosarkom, Ewings Sarkom, Hepatoblastom, Neurolemmome) thorakoskopische Biopsien von radiologisch auffälligen Lungenherden durch (95).

Unsere Patienten waren zwischen 3 und 19 Jahre alt (Mittelwert 12 Jahre) und somit vom Durchschnittsalter her vergleichbar mit den Patienten bei Rothenberg (12 Jahre), Spurbeck (13 Jahre) und Smith (14 Jahre). Deutlich jünger waren die Kinder bei Waldhausen (8,8 Jahre) und Warmann (5 Jahre). Die untere Altersgrenze lag bei vier Autoren im Säuglingsalter (sieben Tage bei Warmann, drei Wochen bei Rothenberg, sechs Monate bei Spurbeck und zwölf Monate bei Waldhausen) und war somit deutlich niedriger als bei uns und bei Smith (4 Jahre). Bei Spurbeck war der älteste Patient mit 27 Jahren deutlich älter als unsere Patienten und die der anderen Autoren (16 bis 21 Jahre).

Unsere durchschnittliche OP-Zeit betrug 79 Minuten und lag zwischen 50 und 150 Minuten. In einem Fall wurde beidseits thorakoskopiert, und in einem Fall wurde nur die Inspektion der Lunge vorgenommen. Die von diesen zwei Fällen bereinigte OP-Zeit ist ebenfalls 79 Minuten, und die durchschnittliche OP-Zeit allein der wedge resections liegt bei 80 Minuten. Bei Rothenberg lag sie bei 34 Minuten und bei Smith bei 60 Minuten. Da die Operationsmethode bei Smith und Rothenberg im Prinzip mit der unseren übereinstimmt, ist der Unterschied bei den OP-Zeiten am ehesten in der unterschiedlichen Routine der Operateure zu begründen. Gerade die minimal-invasiven Methoden stellen außergewöhnlich hohe Ansprüche an die Geschicklichkeit, das dreidimensionale Vorstellungsvermögen und die visuell-motorische Koordination des Operateurs, so dass sich die Zahl der durchgeführten Operationen sehr stark auf die OP-Zeit auswirkt (2). In unserer kinderchirurgischen Klinik wurden in sieben Jahren 12 wedge resections durchgeführt. Rothenberg führte in sechs Jahren 24 dieser Eingriffe durch, Smith et al. in sieben Jahren 28. Noch größer ist der Unterschied, wenn man die Gesamtzahlen der thorakoskopischen Eingriffe betrachtet. Bei Rothenberg waren es allein in der Kategorie „thorakoskopische Lungenresektion“ über 100 Eingriffe, also mindestens drei Mal mehr als die Gesamtheit aller an unserem Hause durchgeführten thorakoskopischen Lungenoperationen in einem vergleichbaren Zeitraum. Zudem

gehört Rothenberg schon seit Anfang der neunziger Jahre zu den Pionieren der minimal-invasiven Kinderchirurgie und es würde im Gegenteil eher verwundern, wenn sich diese Routine nicht in einer drastischen Verkürzung der OP-Zeit niederschlagen würde.

Bei unseren 16 Thorakoskopien wurde in keinem Fall auf eine Thorakotomie umgestiegen und es gab während der Operationen keine Komplikationen. Bei einem Kind (2%) kam es nach 2 Wochen zu leichten postoperativen Komplikationen: 8 Tage nach dem Entfernen der Drainagen traten erneut ein Pneumothorax und ein Hautemphysem auf, die eine Woche anhielten. Bei Smith gab es einen Fall (3%) von intraoperativen Komplikationen durch starken Blutverlust bei einer atypischen Teilresektion. Es gab keinen Umstieg auf eine Thorakotomie und keine postoperativen Komplikationen. Rothenberg berichtet von keinen Intra- oder postoperativen Komplikationen. In 8% wurde zur Thorakotomie gewechselt, um eine großflächige Resektion des Parenchyms vorzunehmen, nachdem durch die Schnellschnittuntersuchung die Malignität gesichert war.

Eine therapeutische Indikation bestand bei unseren Eingriffen, wenn einzelne (weniger als 3) metastasenverdächtige Herde zu finden waren, und diese thorakoskopisch entfernt werden konnten. Dies war bei 75% unserer Patienten der Fall. Bei zu zahlreicher Metastasierung wurde allein zur Diagnosestellung eine Biopsie entnommen und auf eine weitere chirurgische Therapie verzichtet. Von unseren insgesamt 10 histologisch positiven Befunden wurde die Thorakoskopie durch die atypische Teilresektion also in 80% gleichzeitig diagnostisch und therapeutisch wirksam. Bei Spurbeck wurden komplette Metastasen in 23% der Fälle reseziert, bei Warmann in 43%. Ob man bei der atypischen Teilresektion prinzipiell von einer vollständig kurativen Operation sprechen kann ist umstritten, da sich sowohl in der minimal-invasiven als auch offenen Methode kleinste Herde weder sehen noch palpieren lassen. Somit muss man immer davon ausgehen, dass man nur die größten Ansammlungen der Tumorzellen als Rundherde sehen und entfernen kann. Da die Prognose jedoch auch dadurch eindeutig positiv beeinflusst wird (67), ist die atypische Teilresektion der einfachen Biopsie wenn möglich vorzuziehen.



Abb. 18: multiple Metastasen eines NNR-Karzinoms

Spurbeck gibt eine Konversionsrate von 29%, aufgrund von Schwierigkeiten beim Auffinden der zu biopsierenden Läsion und der missglückten Biopsieentnahme, an. Intraoperative Komplikationen gab es in 3 Fällen wegen Blutungen und Abfall der Sauerstoffsättigung. Allerdings sind mediastinale Eingriffe und Biopsien bei infektiösen Lungenerkrankungen hier mit eingeschlossen. Postoperativ gab es keine Komplikationen. In den Fällen, wo eine präoperative CT-gestützte Markierung der Metastasen vorgenommen worden war, gab es keine Schwierigkeiten bei der Biopsie.

Bei Warmann waren keine intra- oder postoperative Komplikationen mit den minimal-invasiven Eingriffen assoziiert. Die Konversionsrate bei Waldhausen liegt bei 9%. Es musste eine Thorakotomie durchgeführt werden, da der radiologisch gesicherte Rundherd thorakoskopisch nicht zu finden war. Es kam zu je einer (2%) intraoperativen und postoperativen Komplikation. Bei einem Kind konnte kein Pneumothorax hergestellt werden, wodurch es zur Verletzung des Lungenparenchyms beim Einführen des ersten Trokars kam. Die zweite Komplikation war ein Pneumothorax, der sich nach dem Entfernen der Thoraxdrainage einstellte.

In unserem Kollektiv musste kein Kind postoperativ nachbeatmet werden. Bei insgesamt fünf Kindern (33 %) erfolgte nach der Operation eine zusätzliche Sauerstoff-Gabe über eine O<sub>2</sub>-Brille für durchschnittlich 2 Tage. Die postoperative Liegedauer auf der ITS betrug im Durchschnitt 3 Tage, die gesamte postoperative Liegedauer 7 Tage.

Eine Thoraxdrainage wurde bei 91% der wedge resections und 67% der Zangenbiopsien benötigt. Sie verblieb durchschnittlich 3 Tage. Andere Autoren berichten über sehr viel kürzere postoperative Liegezeiten. Bei Rothenberg sind es ein Tag, bei Smith et al. 1,6 Tage und bei Waldhausen zwei Tage. Viele unserer Patienten wurden von der ITS direkt auf die onkologische Station verlegt, um eine Chemotherapie zu erhalten. Andere blieben aufgrund ihres bereits präoperativ bestehenden schlechten Allgemeinzustandes länger auf der Kinderchirurgischen Station, als es von der Operation an sich her nötig gewesen wäre. Deshalb wurde die Liegedauer auf der ITS gesondert erhoben. Aber selbst die durchschnittlichen drei Tage auf dieser Station sind mehr als die gesamte postoperative Liegezeit bei den anderen Autoren. Diese berichten auch über kürzere Drainageliegezeiten (ein halber Tag bei Smith et al. und ein Tag bei Rothenberg). Außerdem benötigten bei ihnen weit weniger Patienten überhaupt eine Thoraxdrainage (respektive 44% und ca. 30%) und kein Autor berichtet über Sauerstoffgaben. Einflussfaktoren bei der Länge der postoperativen Liegezeit sind unter anderem sicherlich die Drainage- und Sauerstoffpflichtigkeit des Patienten. So könnte man spekulieren, dass in anderen Häusern (in den USA) einerseits durch eine größere Operationsroutine die Indikationen dazu enger gestellt werden, und andererseits durch die Zunahme der „fast track“ Chirurgie und die stärkere Ökonomisierung des Gesundheitswesens, die Patienten schneller in die ambulante Weiterbehandlung entlassen werden. So wurden bei Smith et al. OP-, Liege- und Drainagezeiten auch zur Kostenevaluation herangezogen. Aus ihrer Kürze wurde direkt auf die Kostengünstigkeit und somit auf die Überlegenheit der minimal-invasiven Methode geschlossen.

Insgesamt ergaben sich in der Gruppe der malignen Grunderkrankungen eine Sensitivität von 91% und eine Spezifität von 100%. 93% dieser thorakoskopischen Eingriffe ermöglichten eine korrekte Diagnosestellung, was für diese Methode spricht. In einem Fall lautete die Histologie auf normales Lungengewebe, jedoch zeigte sich im Verlauf eine Progression der Metastasen im Thorax-CT. Es handelte sich somit um einen falschnegativen Befund. Bei Waldhausen war in allen Fällen die korrekte Diagnosestellung möglich. Bei Warmann konnte in sechs von sieben Tumorbiopsien (86%) anhand des Biopsiematerials die Diagnose gestellt werden. Die „Erfolgsrate“ bei Smith lag bei 96,6%. Erfolg wurde definiert als eine korrekte Diagnosestellung anhand des Biopsats und die vollständige thorakoskopische Entfernung des oder der suspekten

Läsion. In einem Fall wurde nicht die im CT-Bild zu sehende Metastase des Osteosarkoms entfernt, sondern, wie sich später herausstellte, ein fibrotischer Knoten. Bei Osteosarkometastasen ist bekannt, dass deren Zahl im CT oft unterschätzt wird (67, 81). Deshalb sollen sie wegen der fehlenden Palpationsmöglichkeit der Thorakoskopie eher durch eine Thorakotomie biopsiert werden. Bei unseren drei Patienten gab es keine Schwierigkeiten, die Osteosarkometastasen zu finden und zu resezieren. Auch die Bildgebung im Verlauf zeigte, dass die Herde entfernt wurden und keine Metastasen „übersehen“ wurden.



Abb. 19: Osteosarkometastase (Patient 2)

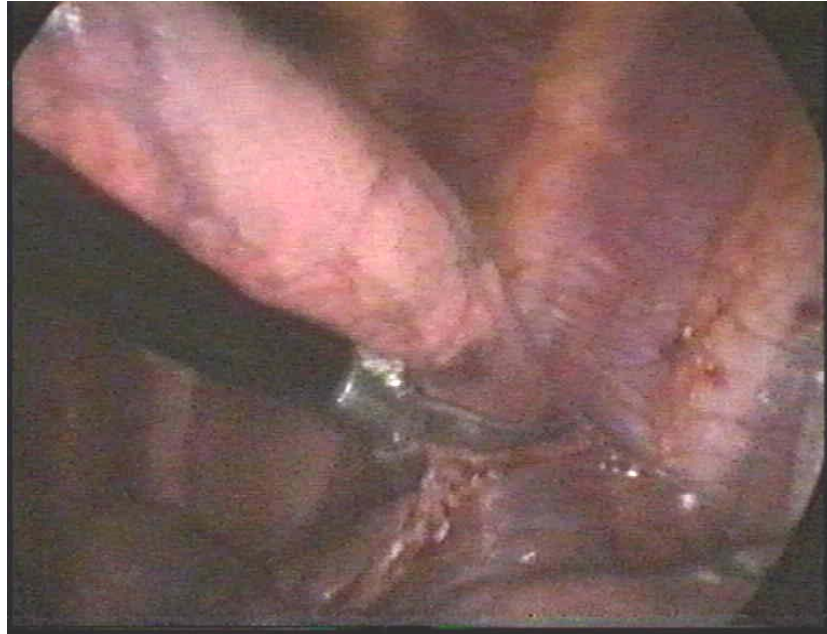


Abb. 20: Atypische Teilresektion Osteosarkometastase (Patient 2)

Das Problem der „port-site recurrence“ d.h. die Streuung von malignen Zellen in das Gewebe an der Trokareintrittsstelle beim Bergen des Resektats (91) konnte bei unseren Patienten nicht festgestellt werden. Um diesem Risiko vorzubeugen verwenden manche Operateure Bergebeutel, wenn die Größe des Resektats es zulässt (67). Andere bergen das Material durch eine Trokarhülle, um den Kontakt mit der Thoraxwand zu verhindern (61), so auch bei unseren Eingriffen.

Nach einem bis sieben Jahren postoperativ waren 56% unserer Patienten noch am Leben und in Remission (Follow-Up Rate 60%). Von den drei Patienten mit Osteosarkometastasen konnten zwei befragt werden: beiden ging es gut.

Das Follow-Up nach einem Monat bis sieben Jahren bei Smith zeigte eine Überlebensrate von 68% und eine Remissionsrate („no evidence of disease“) von 58%. Von den Patienten mit Osteosarkomen waren 56% noch am Leben und in Remission. Bei Waldhausen waren beim Follow-Up 70% der Patienten noch am Leben.

#### **4.4 Diagnostische Thorakoskopie**

Die Thorakoskopie bei Kindern wurde als erstes zur Biopsie bei interstitiellen/diffusen Lungenerkrankungen eingesetzt (66). Anfang der neunziger Jahre wurde das Material

noch mit Hilfe von Zangen gewonnen (69). Aber auch Biopsien mit einem Nd:YAG-Laser wurden im Universitätsklinikum Benjamin Franklin in Berlin durchgeführt. Die Kinder waren zwischen drei Wochen und zehn Jahren alt und zumeist an rezidivierenden Pneumonien erkrankt (56, 96). Diese Methode konnte sich aber nicht durchsetzen. Grundsätzlich besteht das Problem, dass oft keine Bluttrockenheit erreicht wird, und dann mit Fibrinkleber das Gewebe versiegelt werden muss (56). Außerdem kann es zur Zerstörung von Parenchym kommen. Seit der Entwicklung von endoskopischen Klammernahtgeräten wird auch in der Pädiatrie standardmäßig die atypische Teilresektion bei der diagnostischen Thorakoskopie eingesetzt, um größere Proben entnehmen zu können. Dabei kann das Lungengewebe nach extracorporal luxiert und dann offen abgesetzt werden. Der Endo-Gia bietet einen sichereren Wundverschluss als der Laser, oder die bei Rothenberg eingesetzten Ligaturen („Endoloops“) (67).

Prinzipiell kann mit allen Methoden eine korrekte Diagnosestellung erfolgen, und damit die weitere Therapie festgelegt werden (56, 67, 79).

Die Operationsdauer liegt unter einer Stunde, zwischen 26 (Rothenberg) und 54 Minuten (unsere Patienten). Bei Smith und Pape sind es respektive 48 und 45 Minuten. Zu intraoperativen Komplikationen kommt es meist nicht, sie können dennoch schwerwiegend sein. Smith berichtet von 15 Biopsien, bei denen in einem Fall das Zwerchfell und die Leber verletzt wurden. Auch postoperativ gibt es meist keine Schwierigkeiten, jedoch kann es in seltenen Fällen zu oberflächlichen Wundinfektionen kommen (56). Umstiege auf die Thorakotomie sind ebenfalls rar (56, 61, 67). Jedoch gelang es bei unserer drei Wochen alten Patientin mit komplexen intrapulmonalen Gefäßfehlbildungen nicht, die prall elastische Lunge mit der Faszange zu greifen. Kardial tolerierte der Säugling zudem schlecht das Abdrängen der Lunge nach medial, so dass das offene Verfahren gewählt werden musste. Auch andere Operateure berichten von Schwierigkeiten beim Fassen von interstitiell verändertem Lungenparenchym, das oft sehr steif ist, und dadurch nicht nach extracorporal luxiert werden kann (67). Rothenberg empfiehlt auch in diesen Fällen die CO<sub>2</sub>-Insufflierung. Dieses wäre jedoch von dieser Patientin kardiorespiratorisch wahrscheinlich nicht toleriert worden.

Die postoperative Liegezeit war bei unseren Patienten mit sechs Tagen relativ lang. Pape berichtet von vier, Rescorla von 2,5 Tagen. Sehr kurz sind die Liegezeiten wieder

bei Smith (1,8 Tage) und bei Rothenberg (1,1 Tag). Thoraxdrainagen werden bei Rothenberg praktisch nie eingesetzt, so dass viele seiner Patienten noch am Operationstag entlassen werden können. Bei uns wurde in vier von sechs Fällen eine Drainage für zwei Tage gelegt, ähnlich wie bei Rescorla.

Die video-assistierte Thorakoskopie ist auch bei Patienten mit schweren Grunderkrankungen eine sichere und etablierte Methode, um bei unklaren interstitiellen Lungenerkrankungen eine Diagnose stellen zu können. Selten muss auf das offene Verfahren umgestiegen werden und der postoperative Verlauf ist meist komplikationslos (62).

#### **4.5 Pleuraerguss / Pleuraempyem**

Fünf Jungen und einem Mädchen im Alter von 4 bis 16 Jahren (Mittelwert 8 Jahre) wurden wegen postpneumonischer Pleuraergüsse und Pleuraempyeme thorakoskopisch operiert. Alle Patienten hatten zum Zeitpunkt der ersten Thorakoskopie schon eine konservative Therapie mit Antibiotika erhalten. Fünf hatten eine Thoraxdrainage und ein Patient bereits eine Pleurapunktion erhalten. Das intraoperativ beschriebene Stadium war in vier Fällen das organisierte Stadium 3, jeweils einmal lag das fibrinopurulente (2.) und das exsudative (1.) Stadium vor. Bei einem Patienten wurde intraoperativ gar kein Pleuraerguss festgestellt.

Die Erkrankung bestand zum Zeitpunkt der Operation im Durchschnitt bereits seit 27 Tagen (zwischen 6 und 90 Tagen). Das ist sehr viel länger als andere in der Literatur beschriebene präoperative Erkrankungszeiten (von 11,5 Tagen bei Doski bis 17 bei Liu und Chang) (13, 21, 48). Allerdings ist der Vergleich dadurch erschwert, dass nur wenige andere Studien die VATS als Sekundärintervention, d.h. nach bereits erfolgter Drainage oder Pleurapunktion, evaluierten. Kercher, Cohen und Liu untersuchten Fälle in denen die Thorakoskopie als primärer invasiver Eingriff nach erfolgloser antibiotischer Therapie eingesetzt wurde. Was auch erklärt, warum die Dauer der Symptome vor der ersten Operation in diesen Fällen relativ kurz war. Allerdings ist sie in den beiden Studien, in denen es eine Vergleichsgruppe „Thorakoskopie nach bereits erfolgter Thoraxdrainage“ gab, auch sehr viel kürzer (11,5 Tage bei Doski und 15 Tage bei Tönz). Die Patienten bei Knudtson wurden nach einem stadienabhängigen Algorithmus behandelt: Die VATS wurde eingesetzt, sobald im Röntgen, Ultraschall



oder CT das fibrinopurulente Stadium zu erkennen war. Somit hatte nur ca. die Hälfte der Patienten schon eine Punktion oder Drainage vor der VATS erhalten. Die präoperative Erkrankungsdauer war 14 Tage (44).

Wenn man davon ausgeht, dass die OP-Voraussetzungen nach einer Erkrankungsdauer von 27 (bzw. Median 21) Tagen im Vergleich eher schlechter sind, könnte man erwarten, dass dann auch die OP-Dauer, Umstiegs- oder Komplikationsrate größer sind. Das ist aber nur bedingt der Fall. Tatsächlich lag die Operationsdauer bei unseren fünf erfolgreichen thorakoskopischen Eingriffen zwischen 35 und 85 Minuten (Mittelwert 63 Minuten), wobei in einem Fall sogar zusätzlich in derselben Sitzung auf der anderen Seite eine Pleurapunktion mit Drainageeinlage erfolgte. Chang berichtet über OP-Zeiten von 112 Minuten, Doski von 107 Minuten, Kalfa von 104 Minuten und Liu von 81 Minuten. Die von uns ermittelte OP-Dauer liegt also weit darunter. Auch dann, wenn man die Eingriffe weglässt, bei denen kein Pleuraerguss gefunden wurde, oder die im exsudativen Stadium stattfanden. Bei letzteren wurde nur der Erguss abgelassen und keine weiteren zeitaufwändige Maßnahmen wie das Zertrennen von Fibrinsträngen oder Pleuraschwarten vorgenommen und sie sind dementsprechend kürzer verlaufen. Allerdings bleiben so nur noch drei thorakoskopische Eingriffe, die im Stadium 2 oder 3 erfolgreich durchgeführt wurden, was einen repräsentativen Vergleich nicht mehr wirklich zulässt.

Von sieben Eingriffen kam es zweimal zum Umstieg auf die konventionelle Thorakotomie (28%). Beide Male lag dies an starken Verwachsungen, die das Kollabieren der Lunge nicht zuließen. Knudtson, Kent, Cohen und Chang berichten von 0% Umstiegen, Doski jedoch von 8% und Tönz von 80%. Bei Kalfa, in dessen Studie primäre und sekundäre VATS gemischt waren, kam es auch zu keinem Umstieg. Allerdings ist dies die einzige Studie, in der es überhaupt zu intraoperativen Komplikationen (wegen schlechter Übersicht) kam. So könnte man spekulieren, ob die Indikation zum Umstieg hier eventuell sehr eng gestellt wurde. Man könnte außerdem daraus schließen, dass bei sekundär erfolgter VATS die Umstiegsrate größer ist als bei den Eingriffen, die als erste invasive Therapie erfolgten. Jedoch lässt sich anhand unserer Daten im Unterschied zu der Studie von Kalfa von der Dauer der Erkrankung nicht auf die OP-Dauer, Drainagedauer oder Umstiegsrate schließen. Insbesondere die zwei Umstiege fanden genau bei den beiden Patienten statt, bei denen die Erkrankungsdauer am kürzesten war (6 und 7 Tage). Allerdings setzt Kalfa die Grenze

schon bei einer Erkrankungsdauer von vier Tagen, die bei all unseren Patienten bereits überschritten war. Der postoperative Krankenhausaufenthalt war bei unseren Patienten am längsten (Mittelwert 27, Median 25 Tage), wobei der Aufenthalt auf der ITS zwischen einem und 34 Tagen vor allem auf die Beatmungshilfen durch CPAP in 3 Fällen und die maschinelle Beatmung in einem Fall zurückzuführen ist. Postoperative Liegezeiten bei Doski waren 5 Tage (Median), bei Tönz 11, Knudtson 13, Liu 14, Chang 19 und bei Kalfa 20 Tage. Postoperative Komplikationen gab es nicht, aber auch der anschließende Aufenthalt auf der Normalstation war bei unseren Patienten relativ lang, wobei eine korrekte Einschätzung hier schwierig ist. Denn von fünf Patienten wurde einer nach der ITS in das einweisende Krankenhaus zurückverlegt, ein weiterer Patient erhielt nach elf Tagen auf der ITS eine zweite Thorakoskopie und ein dritter Patient litt an einer malignen Grunderkrankung, an der er im Verlauf auch verstorben ist. So bleibt nur noch der Patient, der maschinell beatmet wurde und auch insgesamt die längste Liegezeit hatte – jedoch wurde bei ihm intraoperativ festgestellt, dass kein Pleuraerguss vorlag. Zweimal (40%) kam es zu einem zweiten Eingriff. Bei einem Patienten wurde nach elf Tagen nochmals thorakoskopiert und bei dem Patienten mit maligner Grunderkrankung nach 24 Tagen eine Mini-Thorakotomie durchgeführt. Kalfa und Tönz berichten von 20%, Chang von 0% und Liu von 2% zweiter Eingriffe (thorakoskopisch oder durch Thorakotomie) bei Rezidiven oder Fortbestehen des Empyems.

Alle diese Daten sind relativ widersprüchlich und es lässt sich auch anhand unserer Fälle, wegen der geringen Fallzahl und der uneinheitlichen Patientenpopulation keine eindeutige Aussage machen. Zusammenfassend kann man sagen, dass auch bei langer präoperativer Erkrankungsdauer die VATS relativ gut durchführbar ist, und es auch bei kurzen OP-Zeiten zu keinen intra- oder postoperativen Komplikationen kommt. Die Umstiegsrate ist jedoch unter Umständen hoch, wenn die Verwachsungen zu stark sind, und kein Pneumothorax geschaffen werden kann. Die postoperativen Drainagezeiten und Liegezeiten waren relativ lang und auch zweite Eingriffe nicht selten. Der Gesundheitszustand der Patienten im späteren Verlauf ist gut, wie auch in den anderen Studien gezeigt wurde. Die systematische Literaturanalyse von Gates und die von Kalfa und Alexiou vorgeschlagenen Algorithmen bestätigen, dass, bei fehlender klinischer Besserung durch Antibiotika, eine früh eingesetzte Operation (4 bis 5 Tage nach Symptombeginn) den Krankheitsverlauf günstiger beeinflusst als eine langwierige konservative Therapie.

Unsere zwei Umstiege waren bei den Patienten mit den bereits organisierten Empyemen indiziert. Also erscheint auch der stadienabhängige Algorithmus von Knudtson (44), dessen Ergebnisse sehr gut sind, als sinnvoll.

Exemplarisch zeigen die folgenden Aufnahmen den letztlich positiven Verlauf eines sechsjährigen Patienten mit einer fast sechswöchigen Erkrankungsdauer (Patient 15). Dieser Fall zeigt, dass eine VATS auch nach einer langen Erkrankungsdauer und nach mehreren Therapieversuchen mit Drainage und/oder Punktion zum Erfolg führen kann. Die Genesung der Pleura kann jedoch schleppend, und ein zweiter Eingriff nötig sein, um alle Verwachsungen zu lösen.

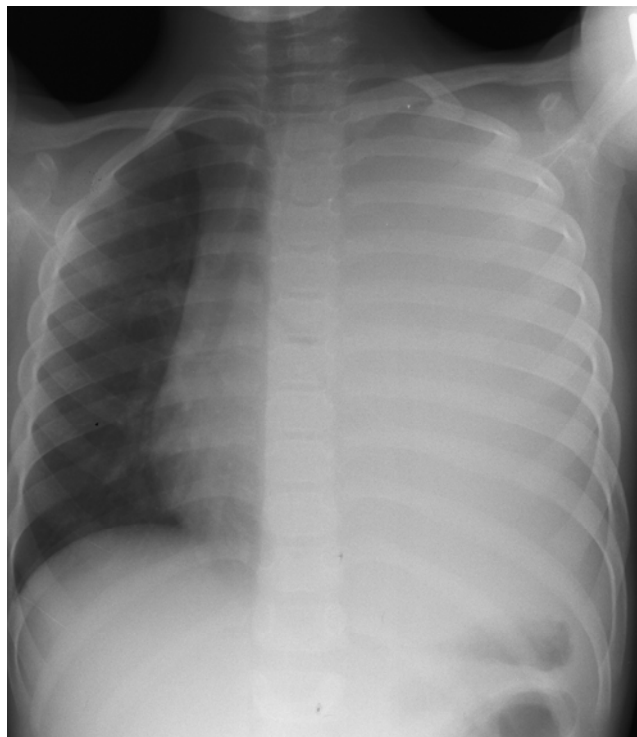


Abb. 21: präoperatives Röntgen-Thorax: vollständige Verschattung der linken Lunge nach dreiwöchiger Erkrankungsdauer, Punktion und Drainage

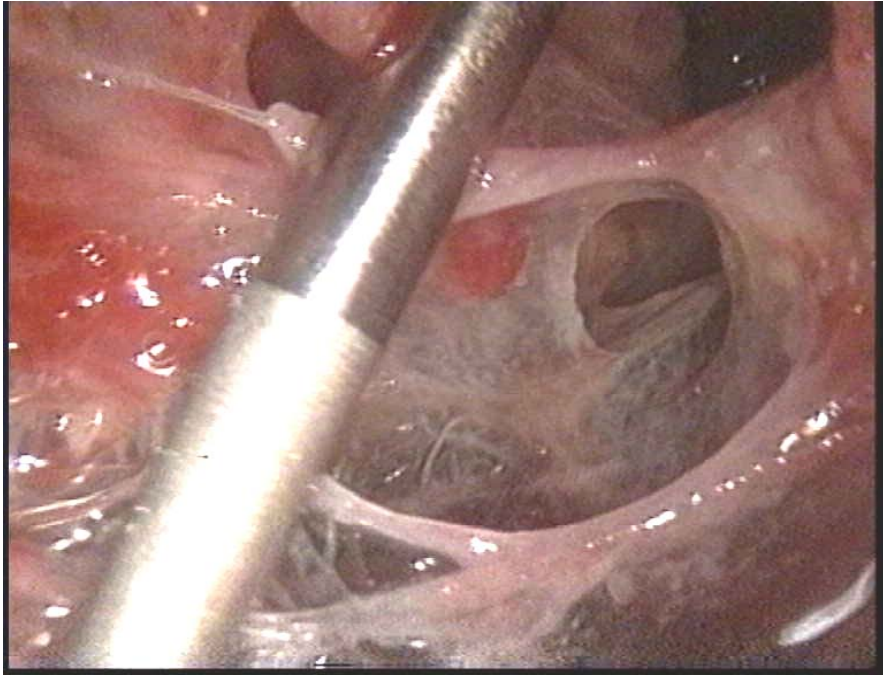


Abb. 22: Intraoperativer Befund der ersten VATS: Pleuraverwachsungen

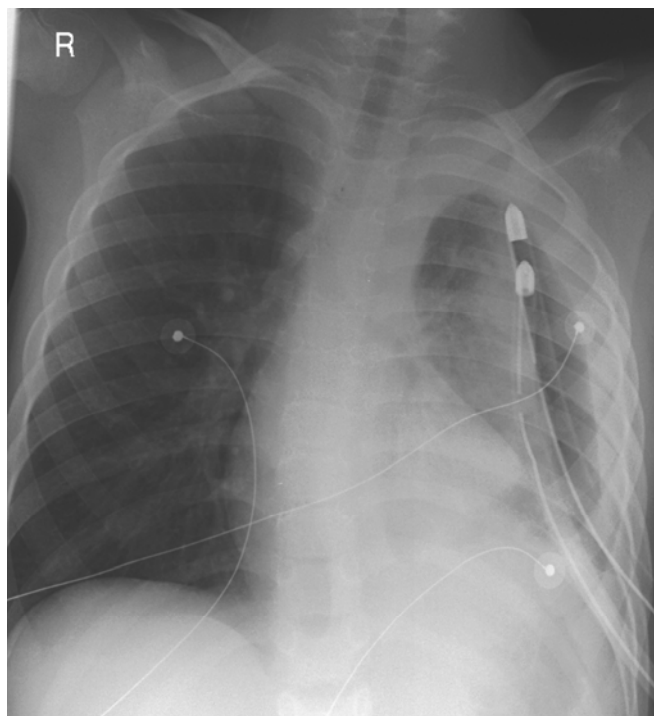


Abb. 23: Röntgen-Thorax vier Tage nach erster VATS: deutlicher Rückgang des Befundes

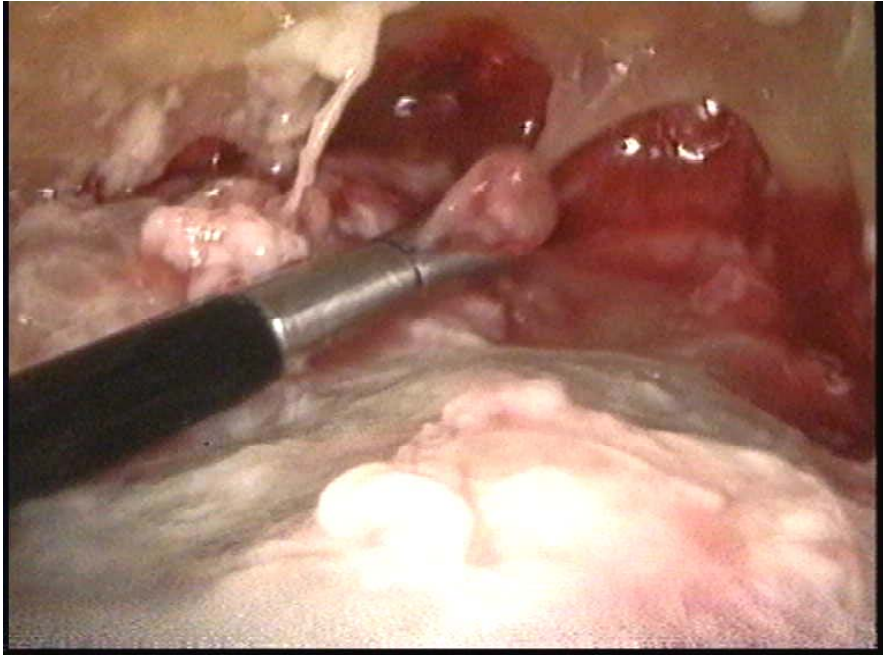


Abb. 24: Intraoperativer Befund der zweiten VATS: Fibrinschwarten



Abb. 25: postoperatives Röntgen-Thorax nach einigen Wochen

#### **4.6 Lungensequester**

Bei unseren beiden sechs und zehn jährigen Patientinnen mit Lungensequestrationen wurde kurze Zeit nach der thorakoskopischen Inspektion der Umstieg auf die konventionelle Thorakotomie beschlossen. Bei der einen Patientin war der Sequester mit der linken Lungenarterie sehr fest verwachsen und bei der anderen die Lunge breitflächig mit derben Adhäsionen an der Thoraxwand verhaftet, so dass die thorakoskopische Segment- bzw. Sequesterresektion nicht möglich war.

Einzelne Fallvorstellungen (46) zeigen, dass solche Eingriffe nicht zum Standard gehören und vornehmlich in spezialisierten Zentren durchgeführt werden. Denn gerade bei extralobären Sequestern besteht das Problem, dass eine atypische Gefäßversorgung besteht und wie bei einer Lobektomie große Gefäße und ein Bronchus durchtrennt werden müssen, was einen erheblichen Operationsaufwand und ein erhöhtes Blutungsrisiko für den Patienten darstellt. Lungensequester werden oft schon pränatal im Ultraschall diagnostiziert. Die erste erfolgreiche thorakoskopische Sequesterresektion bei einem Neugeborenen wurde 2002 von Glüer vorgestellt. Prinzipiell ist auch bei Säuglingen unter drei Monaten die VATS sicher durchführbar und ermöglicht gute kosmetische Resultate bei einer kurzen postoperativen Liegezeit von sieben Tagen (39). Auch Rothenberg (65) berichtet von komplikationslosen Lobektomien bei mehreren extra- und intralobären Lungensequestrationen. Wenn die technischen Voraussetzungen stimmen, und der Operateur die nötige Routine hat, ist auch bei Lungensequestern die video-assistierte Thorakoskopie sicher anzuwenden. Die Operationszeit ist verglichen mit der einer Thorakotomie nicht unbedingt kürzer. Jedoch sind postoperative Schmerzen und Liegezeit reduziert (67).

#### **4.7 Benigne intrathorakale Tumore**

Benigne Primärtumore in der Lunge bzw. im Thoraxraum bei Kindern sind sehr selten, und über die thorakoskopische Entfernung von Lipomen im Thoraxraum wird auch bei Erwachsenen nur in Einzelfällen berichtet (23, 29, 88). Die Lipome gehen meist von der Pleura parietalis aus und können die Lungenfunktion beeinträchtigen (23). Unsere zwölfjährige Patientin hatte subjektiv keine Beschwerden. Bei ihr war während einer Routineuntersuchung eine Dämpfung des Atemgeräuschs über dem linken Unterlappen festgestellt worden. Wenn eine Größenzunahme im Röntgen-Thorax

oder CT zu sehen ist, oder der Patient Beschwerden hat, sollte man den Tumor entfernen. Grundsätzlich ist auch bei benigne erscheinenden Prozessen, eine Biopsie zum Ausschluss einer Malignität (z.B. Liposarkom) indiziert. Also bietet sich die VATS an, denn wenn bei der Schnellschnittuntersuchung die Diagnose eines Lipoms bestätigt wird, kann man in derselben Sitzung den Tumor komplikationslos reseziieren (23, 29, 88). Allerdings kann die extrem weiche Konsistenz, das Greifen mit der Faszange erschweren, was auch zur Verlängerung der Operationszeit führen kann. Diese lag in unserem Fall bei 225 Minuten. Das Lipom erstreckte sich bei unserer Patientin über den gesamten unteren linken Hemithorax, und verdrängte das Lingulasegment um zwei Interkostalräume nach kranial. Die Lunge war ansonsten normal konfiguriert, und auch das Lipom hatte keine auffällig starke Vaskularisierung. Da die Gutartigkeit des Tumors gesichert war, wurde auf eine radikale Resektion im Bereich des Herz-Zwerchfell-Winkel verzichtet, um einer Verletzung des Nervus phrenicus vorzubeugen. Die postoperativen Verläufe waren komplikationslos. Furrers 45-jährige Patientin wurde nach sechs, unsere Patientin nach zehn Tagen entlassen. Die Drainagen verblieben nur kurze Zeit (respektive einen und zwei Tage). Der Gesundheitszustand der Patienten war beim Follow-Up gut, und es kam zu keinem Rezidiv (29).

Auch benigne neurogene Tumore im Thoraxraum können per VATS reseziert werden. Es gibt keine Studien über solche Eingriffe bei Kindern, aber bei Erwachsenen werden kleinere, extraspinale Tumore komplikationslos entfernt (8, 99). Meist handelt es sich um Schwannome oder Ganglioneurome (85) ausgehend von sympathischen, vagalen oder interkostalen Nerven. Neurofibrome sind seltener. Sie befinden sich meist im hinteren Mediastinum oder an der Thoraxwand, wie bei unserem Patient. Es können spezielle Komplikationen in Form von Lähmungen (z.B. Horner Syndrom) oder Sensibilitätsstörungen auftreten (8). Bei unserem Patienten konnte der 2x1x1cm kleine Tumor mit der Ultraschallschere und der bipolaren Schere so morcelliert werden, dass Nervenstrukturen gut gesehen und nicht beschädigt wurden, und dass es zu keiner neurologischen Symptomatik kam. Die OP-Zeiten sind allgemein relativ lang und können auch länger als beim offenen Verfahren sein (8). Bei uns dauerte die Operation 135 Minuten, bei Bousamra 171 Minuten und bei Yamaguchi 134 Minuten. Sie kann bei Kindern also auch kürzer als beim Erwachsenen sein, trotz der kleineren Thoraxverhältnisse. Postoperative Liegezeiten bei Erwachsenen sind kurz (8). Die

lange postoperative Liegezeit in unserem Fall ist am ehesten darauf zurückzuführen, dass die VATS im Anschluss an die intraspinale Exstirpation mit Laminektomie durchgeführt wurde.

#### **4.8 Zwerchfelldefekt und OP-Nadel**

Über den Verschluss von einzelnen kleinen Zwerchfelldefekten (5 x 10 mm), wie bei unserem Patienten, gibt es keine Literaturberichte. Unser Patient erhielt aufgrund seiner Nierenerkrankung eine Peritonealdialyse. So entstand die besondere Situation, dass die Dialyseflüssigkeit durch kleine Zwerchfellücken in den Pleuraraum gedrückt werden konnte, und einen rezidivierenden Erguss bildete. Die Lücken konnten bei der thorakoskopischen Inspektion rasch erkannt werden. Durch die Anfärbung mit Indigokarmin konnte der Weg des Dialysats nachvollzogen werden. Zwerchfellhernien oder -rupturen werden normalerweise mit Nähten oder Klammernahtgeräten versorgt (33). Es gibt auch die Möglichkeit, das Zwerchfell mit Kunststoffnetzen großflächig „abdichten“ (32). Für einen derart kleinen und unkomplizierten Defekt, wie bei unserem Patient, bietet sich jedoch die Versiegelung mit einem Fibrinkleber an, was thorakoskopisch rasch und effektiv möglich ist. Es gab keine intra- oder postoperativen Komplikationen und eine Drainage war nicht erforderlich. Knapp einen Monat nach dem Eingriff konnte mit der Peritonealdialyse wieder begonnen werden. Es bildete sich nach einer Woche zwar wieder ein kleiner Pleuraerguss, im Verlauf jedoch nicht mehr, so dass die weiteren Peritonealdialysen diesbezüglich komplikationslos verliefen.

Veröffentlichungen über die thorakoskopische Entfernung von Fremdkörpern aus Lunge oder Mediastinum bei Kindern sind rar. Beim Erwachsenen gibt es mehrere Fallberichte über die Entfernung von Kirschnerdrähten, die nach der Versorgung einer Klavikulafraktur dislozieren und in Lunge oder Mediastinum „wandern“ (30). Auch über die erfolgreiche thorakoskopische Entfernung einer Nadel aus dem linken Oberlappen bei einem 59-jährigen Mann wird berichtet (34).

Ein erster Fallbericht von 2004 über ein verschlucktes Geldstück, das die Ösophaguswand perforierte, zeigt, dass auch bei Kindern Fremdkörper aus dem Mediastinum thorakoskopisch erfolgreich entfernt werden können (60). Bei unserer Patientin wurde zwar die Nadel thorakoskopisch gefunden, aber die Entfernung gelang erst nach dem Umstieg auf die konventionelle Thorakotomie. Grundsätzlich erscheint es



gerechtfertigt bei Fremdkörperexstirpationen, erst den minimal-invasiven Zugang zu wählen und erst beim Misslingen der Exstirpation zur Thorakotomie zu wechseln, um dessen bereits erwähnten Spätfolgen zu umgehen. Der Umstieg ist immer komplikationslos möglich, und sollte je nach Situation individuell entschieden werden.

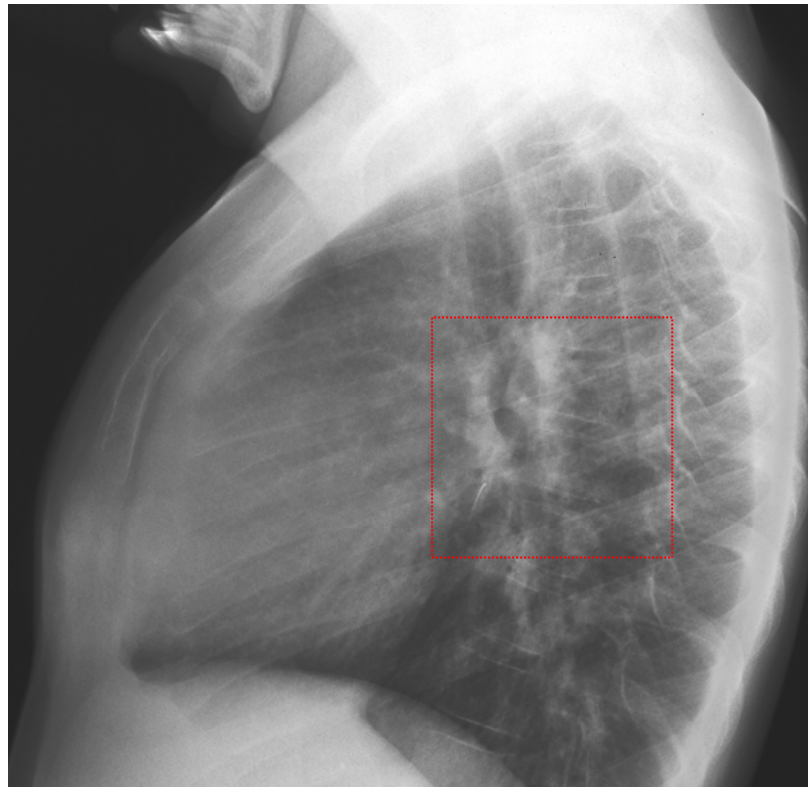


Abb. 26: präoperatives Röntgen-Thorax mit OP-Nadel

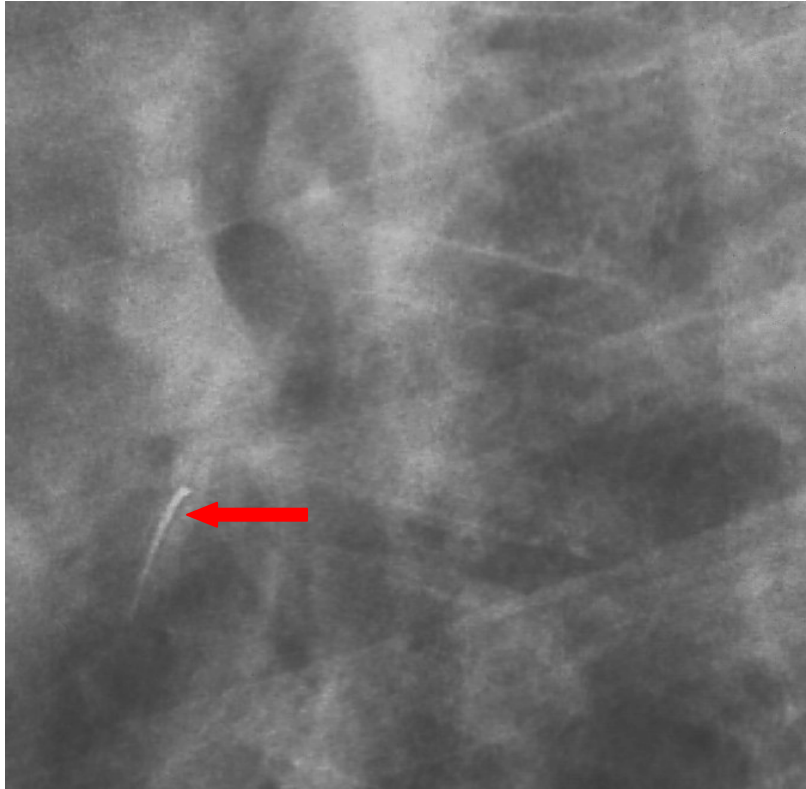


Abb. 27: OP-Nadel (Ausschnitt aus Abb. 21)

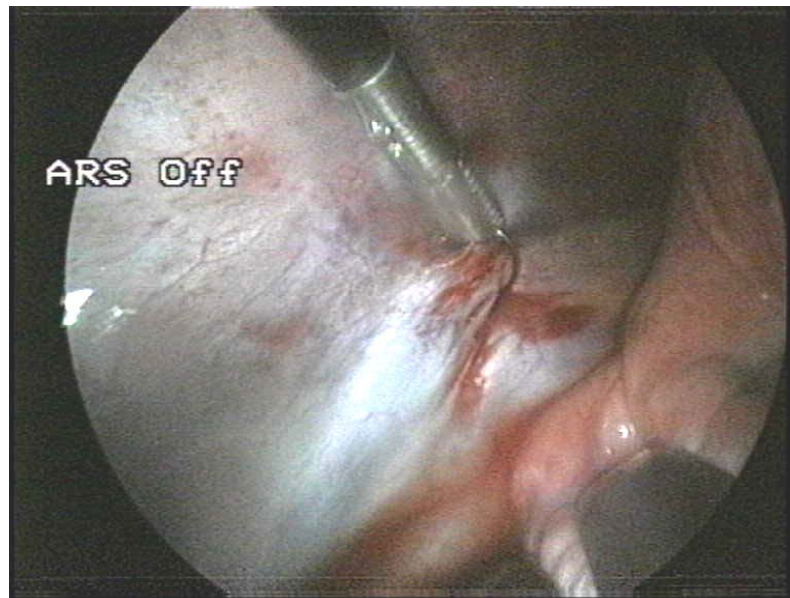


Abb. 28: Fassen der OP-Nadel mit Zange

## **5 Zusammenfassung**

Die video-assistierte Thorakoskopie bei Kindern ist eine für den Patienten sichere Methode, um bei unklaren diffusen/interstitiellen und malignen Grunderkrankungen durch eine Biopsie eine Diagnose stellen zu können. Die atypische Teilresektion ist ein komplikationsarmes Verfahren, das auch einen therapeutischen Nutzen haben kann. Kleinere benigne Tumore können problemlos reseziert werden. Der Einsatz beim Pleuraempyem ist machbar und sinnvoll, jedoch ist die Übersicht bei Verwachsungen häufig so eingeschränkt, dass ein Umstieg erwogen werden muss. Eine frühe chirurgische Therapie ist am effektivsten. Bei Patienten mit Risikofaktoren ist die VATS sicher anzuwenden. Sie ist jedoch eine technisch sehr anspruchsvolle Methode, deren Durchführbarkeit und Sicherheit mit der Routine des Operateurs steigt. Deshalb sind seltenere oder kompliziertere Eingriffe, wie die Resektion von Lungensequestrationen, eher in spezialisierten Zentren mit einer großen minimal-invasiven Routine sicher durchführbar.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Alexiou C et al. Is open thoracotomy still a good treatment option for the management of empyema in children? *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 1854-8
2. Allal H et al. Evaluation of 142 consecutive laparoscopic funduplications in children: effects of the learning curve and technical choice. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 921-926
3. Arca MJ et al. Early Experience With Minimally Invasive Repair of Congenital Diaphragmatic Hernias: Results and Lessons Learned. *J Pediatr Surg* 2003; 38(11): 1563-1568
4. Ashcraft KW, Holder TM. *Pediatric Surgery*. Philadelphia. W. B. Saunders Company 1993
5. Bax KM, Van Der Zee. Feasibility of thoracoscopic repair of esophageal atresia atresia with distal fistula. *J Pediatr Surg* 2002; 37: 192-196
6. Bax NMA. Ten Years of Maturation of Endoscopic Surgery in Children. *J Pediatr Surg* 2004; Vol 39, No 2: 146-151
7. Becmeur F et al. Thoracoscopic treatment for delayed presentation of congenital diaphragmatic hernia in the infant. *Surg Endosc* 2001; 15: 1163-1166
8. Bousamra M et al. A Comparative Study of Thoracoscopic vs Open Removal of Benign Neurogenic Mediastinal Tumors. *Chest* 1996; 109:1461-1465
9. Bozzini P. Lichtleiter, eine Erfindung zur Anschauung innerer Theile und Krankheiten nebst Abbildung. *J Pract Arzneykunde* 1806, 24:107
10. Braimbridge MV. The History of Thoracoscopic Surgery. *Ann Thorac Surg* 1993;56: 610-4
11. Brandt H-J, Kund H. Die Leistungsfähigkeit der diagnostischen Thorakoskopie. *Prax Pneumol* 1964; 18: 304-322
12. Brune IB, Schönleben K. *Laparo-Endoskopische Chirurgie*. München: Hans Marseille Verlag GmbH, 1993
13. Chang YT et al. Thoracoscopic Decortication: First-Line Therapy for Pediatric Empyema. *Eur Surg Res* 2005; 37: 18-21

14. Chen LE et al. Management of late-stage parapneumonic empyema. *J Pediatr Surg* 2002 Mar; 37(3):371-4
15. Cook CH et al. A cost-effective thoracoscopic treatment strategy for pediatric spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 1999; 13: 1208-1210
16. Croitoru DP et al. Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 2002; 37: 437-445
17. Cognat M et al. Laparoscopy in infants and adolescents *J Reprod Med* 1974; 13:11-12
18. Daniel TM, Kern JA, Tribble CG et al. Thoracoscopic Surgery for Diseases of the Lung and Pleura. *Annals of Surgery* 1993; 217(5): 566-575
19. David A et al. Thoracoscopic Resection of Mediastinal Masses in Infants and Children: An Evaluation of Technique and Results. *J Pediatr Surg* 2001; 36(8): 1165-1167
20. Davis CJ, Filipi CJ. A history of endoscopic surgery. In: Arregui ME, et al. (eds) *Principles of laparoscopic surgery: basic and advanced techniques*. Springer, New York, Berlin, Heidelberg, 1995; 3-20
21. Doski JJ et al. Management of Parapneumonic Collections in Infants and Children. *J Pediatr Surg* 2000; 35(2): 265-270
22. Forlanini C. A contribuzioni della terapia chirurgica della tisi. – Ablazione del Polmone? – Pneumotorace artificiale? *Gazz Osp* 1882;3(68):537-9, 585-7, 601-2, 609-10, 617-9, 625-7, 61-3, 657-60, 665-7, 689-91, 705-7
23. Furrer M, 35 R. Fallbericht: Endoskopische Resektion eines 5 cm großen intrathorakalen Lipoms. *Pneumologie* 1992; 42: 334-335
24. Gans S, Berci G. Advances in endoscopy of infants and children. *J Pediatr Surg* 1971; 6: 199-234
25. Gates RL et al. Does VATS Provide Optimal Treatment of Empyema in Children? A Systematic Review. *J Pediatr Surg* 2004; 39(3):381-386
26. Glüer S et al. Thoracoscopic Resection of Extralobar Sequestration in a Neonate. *J Pediatr Surg* 2002; 37:1629-1631
27. Graham DD et al. Use of video-assisted thoracic surgery in the treatment of

- chylothorax. *Ann Thor Surg* 1994; 57 (6): 1507-1512
28. Griffith DP, Wong HY: Die Geschichte der Endoskopie und Laparoskopie. In: Rassweiler J et al. (Hrsg.): *Laparoskopische Chirurgie in der Urologie*. Georg Thieme; Stuttgart, New York; 1995; 2-10
  29. Hayakawa M. Pleural lipoma: report of a case. *Kyobu Geka* 2005; 58(13): 1185-8
  30. Hegemann S et al. Kirschner wire migration in the contralateral lung after osteosynzthesis of a clavicular fracture. *Unfallchirurg* 2005; 108(11): 991-3
  31. Hoksch B et al. Thoracoscopy before Jacobaeus. *The Annals of Thoracic Surgery* 2002; 74(4): 1288-1290
  32. Huang PM et al. Thoracoscopic Diaphragmatic Repair for Hepatic Hydrothorax: Application of Pleural Flap and Mesh Onlay Reinforcement. *Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 54: 47-50
  33. Hüttl TP et al. Indikation, Technik und Ergebnisse der laparoskopischen Zwerchfellchirurgie. *Zentrabl Chir* 2002; 127: 598-603
  34. Ikeda H et al. Successful removal of an intrapulmonary aberrant needle under video-assisted thoracoscopic surgery: report of a case. *Kyobu Geka* 2005; 58(5): 407-9
  35. Inderbitzi R. *Chirurgische Thorakoskopie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1993
  36. Jacobaeus HC. Endopleurale Operationen unter Leitung des Thorakoskops. *Beitr Klin Tuberk* 1916;35:1
  37. Jacobaeus HC. The cauterization of adhesions in pneumothorax treatment of tuberculosis. *Surg Gynecol Obstet* 1921;32:493-500
  38. Jacobs JP et al. The modern approach to patent ductus arteriosus treatment. *Ann Thorac Surg* 2003; 76(5): 1421-7
  39. Jesch NK et al. Thoracoscopic resection of intra- and extralobar pulmonary sequestration in the first 3 months of life. *J Pediatr Surg* 2005; 40: 1404-1406
  40. Kaiser LR, Daniel TM. *Thoracoscopic surgery*. 1993 Little, Brown and Company Boston

41. Kalfa N et al. Ideal timing of thoracoscopic decortication and drainage for empyema in children. *Surg Endosc* 2004; 18: 472-477
42. Kirschner HJ, Fuchs J. Thorakoskopische Eingriffe in der Kinderchirurgie. *Monatsschr Kinderheilkd* 2002, 150: 1465-1471
43. Klimkovich IG, Geldt VG, Okulov AB et al. Thoracoscopy in children. *Khirurgiia (Mosk)* 1971; 47: 19-24
44. Knudtson J, Grewal H. Pediatric empyema – an algorithm for early thoracoscopic intervention. *JLS* 2004; 8(1): 31-4
45. Kogut KA et al. Thoracoscopic Thymectomy for Myasthenia gravis in children. *J Pediatr Surg* 2000; 35 (11): 1576-1577
46. Koizumi K et al. Thoracoscopic Surgery in Children. *J Nippon Med Sch* 2005; 72 1): 34-42
47. Kux E. Thorakoskopische Eingriffe am Nervensystem. Stuttgart: Thieme, 1954
48. Liu HP et al. Thoracoscopic-assisted management of postpneumonic empyema in children refractory to medical response. *Surg Endosc* 2002; 16: 1612-1614
49. Lobe TE, Schropp KP. Pediatric Laparoscopy and Thoracoscopy. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994
50. Loddenkemper R. Zur Geschichte und Zukunft der Thorakoskopie. *Pneumologie* 2004;58: 42-49
51. Malone PS, Kiely EM. Role of aortopexy in the management of primary tracheomalacia and tracheobronchomalacia. *Arch Dis Child* 1990; 65: 438-440
52. Mehra M et al. Laparoscopic and thoracoscopic esophagomyotomy for children with achalasia. *J pediatr Gastroenterol Nutr* 2001; 33(4): 466-71
53. Nitze M. Eine neue Beleuchtungs- und Untersuchungsmethode für Harnröhre, Harnblase und Rektum. *Wien med Wschr* 1879; 29: 713-716
54. Nuss D et al. Review and discussion of the complications of minimally invasive pectus excavatum repair. *Eur J Pediatr Surg* 2002; 12(4): 230-4

55. Özcan C et al. Thoracoscopic Treatment of Spontaneous Pneumothorax in Children. *J Pediatr Surg* 2003; 38(10): 1459-1464
56. Pape WP. Thorakoskopie im Kindesalter. Diss. Freie Univ. Berlin 1996
57. Partrick DA et al. Successful Thoracoscopic Lung Biopsy in Children Utilizing Preoperative CT-Guided Localization. *J Pediatr Surg* 2002; 37(7): 970-973
58. Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. 258., neu bearb. Aufl. Berlin : de Gruyter. 1998
59. Ramacciato G et al. The laparoscopic approach with antireflux surgery is superior to the thoracoscopic approach for the treatment of oesophageal achalasia. *Surg Endosc* 2002; 16(10): 1431-7
60. Raval MV et al. Case of the Missing Penny: Thoracoscopic Removal of a Mediastinal Coin. *J Pediatr Surg* 2004; 39: 1758-1760
61. Rescorla FJ et al. Efficacy of Primary and Secondary Video- Assisted Thoracic Surgery in Children. *J Pediatr Surg* 2000; 35 (1): 134-138
62. Rodgers BM. The Role of Thoracoscopy in Pediatric Surgical Practice. *Seminars in Pediatric Surgery* 2003; 12 (1): 62-70
63. Rodgers BM et al. Thoracoscopy for intrathoracic tumors. *Ann Thrac Surg* 1981; 31: 414-420
64. Rothenberg SS et al. Evaluation of minimally invasive approaches to achalasia in children. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 808-810
65. Rothenberg SS. Experience With Thoracoscopic Lobectomy in Infants and Children. *J Pediatr Surg* 2003; 38:102-104
66. Rothenberg SS et al. The Safety and Efficacy of Thoracoscopic Lung Biopsy for Diagnosis and Treatment in Infants and Children. *J Pediatr Surg* 1996; 31(1): 100-104
67. Rothenberg SS. Thoracoscopic lung resection in children. *J Pediatr Surg* 2000; 35:271-274
68. Rothenberg SS. Thoracoscopic Repair of Tracheoesophageal Fistula in Newborns. *J Pediatr Surg* 2002; 37(6): 869-872
69. Rothenberg SS. Thoracoscopy in Infants and Children. *Seminars in Pediatric*



- Surgery 1998; 7(4): 194-201
70. Rothenberg SS. Thoracoscopy in infants and children: the state of the art. J Pediatr Surg 2005; 40: 303-306
  71. Sattler A. Biopsie zur ätiologischen Diagnose pleuraler Ergüsse. Wien Med Wschr 1956; 106: 620-622
  72. Sattler A. Zur Behandlung des Spontanpneumothorax mit besonderer Berücksichtigung der Thorakoskopie. Beitr Klin Tuberk 1937; 89:395-408
  73. Sauer H et al. Checkliste Kinderchirurgie. Stuttgart, New York. Georg Thieme Verlag.1992
  74. Schaarschmidt K et al. A technique for thoracoscopic aortopericardiosternopexy. Surg Endosc 2002
  75. Siebert WW. Endothorakale Kinematographie. Dtsch med Wschr 1930; 1: 1003
  76. Siewert JR. Chirurgie. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2001
  77. Sitzmann FC. Pädiatrie. Georg Thieme Verlag. Stuttgart. 2002
  78. Skelly CL et al. Thoracoscopic thymectomy in children with myasthenia gravis. Am Surg 2003; 69(12): 1087-9
  79. Smith J et al. Thoracoscopic Surgery in Childhood Cancer. J Pediatr Hematol Oncol 2002;24(6):429-435
  80. Speer CP, Gahr M. Pädiatrie. Berlin, Heidelberg, New York. Springer 2001
  81. Spurbeck WW et al. Minimally Invasive Surgery in Pediatric Cancer Patients. Ann Surg Oncol 2004; 11(3): 340-343
  82. Stejnzajg, F: Pleuroscopic examinations in serous pleurisy. Probl Tuberk 1951; 2: 55 aus Lobe TE, Schropp KP. Pediatric Laparoscopy and Thoracoscopy. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1994
  83. Stringel G, Teixeira JA. Thoracoscopic ligation of the thoracic duct. JSLS 2000; 4: 239-242
  84. Swierenga J et al.. The Value of Thoracoscopy in the diagnosis and treatment affecting the pleura and lung. Pneumologie 1974; 151: 11-18
  85. Takeda S et al. Intrathoracic neurogenic tumors. Eur J Cardiothorac Surg

2004 Oct; 26(4): 807-12

86. Tölg C et al. Open vs thoracoscopic surgical management of bronchogenic cysts. *Surg Endosc* 2005; 19: 77-80
87. Tönz M et al. Is there a Place for Thoracoscopic Debridement in the Treatment of Empyema in Children? *Eur J Pediatr Surg* 2000; 10: 88-91
88. Umemori Y et al. A case of intrathoracic lipoma arising from the chest wall resected by video-assisted thoracoscopic surgery. *Kyobu Geka* 1998; 51(13): 1144-7
89. Unverricht W. Weitere Erfahrungen mit der Kaustik im Pleuraraum und der Thorako- und Laparoskopie. *Beitr Klein Tuberk* 1923; 55: 196-307
90. Ure BM, Jesch NK, Glüer S. What's New in Minimally invasive Paediatric Surgery? *Eur J Pediatr Surg* 2002; 12: 361-365
91. Ure BM et al. Thoracoscopic Surgery in Infants and Children. *Eur J Pediatr Surg* 2005; 15: 314-318
92. Van Der Zee DC, Bax NMA. Thoracoscopic repair of esophageal atresia with distal fistula. *Surg Endosc* 2003; 17: 1065-1067
93. Villa E et al. Paediatric video-assisted thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus: experience in more than 700 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25(3): 387-93
94. Waldhausen JH et al. Needle localization for thoracoscopic resection of small pulmonary nodules in children. *J Pediatr Surg* 1997; 32(11):1624-5
95. Waldhausen JHT et al. Minimally invasive surgery and clinical decision-making for pediatric malignancy. *Surg Edosc* 2000; 14:250-253
96. Waldschmidt J et al. Laseranwendung in der Kinderchirurgie. *Lasermedizin* 1991; 7: 115-125
97. Warmann S et al. A prospective study of minimally invasive techniques in pediatric surgical oncology: preliminary report. *Med Pediatr Oncol* 2003; 40(3): 155-7
98. Willital GH, Lehmann RR. *Chirurgie im Kindesalter*. Spitta-Verlag, Balingen 2000

99. Yamaguchi M et al. Surgical Treatment of Neurogenic Tumors of the Chest.  
Ann Thorac Cardiovasc Surg 2004;10(3): 148-151

## **Danksagung**

Ich bedanke mich bei Prof. Dr. Mau für die Ermöglichung einer Promotion an seiner  
Klinik sowie für entscheidende, gute Ratschläge.

Mein ganz besonders herzlicher Dank geht an PD Dr. Barthlen für die Überlassung  
des Themas, sein stets offenes Ohr und seine zügigen Korrekturen.

Für gut sortierte Patientenlisten bedanke ich mich bei Herrn Kraft, für hilfreiche Tipps  
bei Herrn Scholz und für die Hilfe bei der Recherche im OP bei Herrn Hijazi.

Vielen Dank an meine Freunde und „Leidensgenossen“, die mir stets motivierend  
und beratend zur Seite gestanden haben!

Ich danke vor allem meinen lieben Eltern und meinem Bruder, ohne deren  
Unterstützung ich diese Arbeit weder begonnen noch zu Ende gebracht hätte. Merci!

## **Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

## **Erklärung**

Ich, Eva Schmidtberg, erkläre, dass die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Wertigkeit des minimal-invasiven Zugangs für thoraxchirurgische Erkrankungen im Kindesalter“ von mir selbst und ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.