

Aus der Klinik für Kleintiere  
-Chirurgie-  
der Justus-Liebig-Universität Giessen  
und dem Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main  
Betreuer: Prof. Dr. E. Schimke  
Prof. Dr. M. Zegelman

**Minimal-invasive Thoraxchirurgie im Krankenhaus  
Nordwest in Frankfurt am Main vom 01. Januar 1996  
bis zum 31. März 2000 sowie Möglichkeiten der  
Thorakoskopie beim Hund, Pferd und Schwein.**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

Eingereicht von  
MICHAEL PARIZEK  
Tierarzt aus Frankfurt am Main

Giessen 2005

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

Dekan:

Prof. Dr. M. Reinacher

---

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. E. Schimke

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. M. Zegelman

|                           |   |          |
|---------------------------|---|----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b> |   | <b>I</b> |
| <b>1</b>                  | <b>Einleitung</b>   | 18       |
| 1.1                       | Zielstellung  | 19       |
| <b>2</b>                  | <b>Material und Methoden in der Humanmedizin</b>                  | 19       |
| 2.1                       | Techniken der thorakoskopischen Chirurgie                         | 21       |
| 2.1.1                     | Lagerung der Patienten und Zugänge                                | 21       |
| 2.1.2                     | Adhäsiolyse und Inspektion  | 22       |
| 2.1.3                     | Bullakoagulation  | 23       |
| 2.1.4                     | Bullaresektion  | 23       |
| 2.1.5                     | Pleurodese und Pleurektomie                                       | 24       |
| 2.1.6                     | Keilresektion der Lunge   | 25       |
| 2.1.7                     | Lobektomie  | 26       |
| 2.1.8                     | Hämatomausräumung und Hämostase                                   | 27       |
| 2.1.9                     | Empyem-Behandlung   | 27       |
| <b>2.2</b>                | <b>Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie</b>               | 27       |
| <b>2.3</b>                | <b>Komplikationen bei thorakoskopierten Patienten</b>             | 28       |
| <b>3</b>                  | <b>Material und Methoden bei Kleintieren</b>                      | 29       |
| <b>3.1</b>                | <b>Techniken der thorakoskopischen Chirurgie</b>                  | 30       |
| 3.1.1                     | Instrumentelle Ausrüstung   | 30       |
| 3.1.2                     | Lagerung des Patienten und Zugänge                                | 34       |
| 3.1.3                     | Primäre Lungentumoren, Lungenmetastasen<br>und Mediastinumtumoren | 37       |
| 3.1.4                     | Spontanpneumothorax mit emphysematösen<br>Bullae                  | 38       |
| 3.1.5                     | Vergrößerung der Hilus-Lymphknoten                                | 38       |
| 3.1.6                     | Perikarderguss  | 38       |

|   |           |
|---|-----------|
| <u>Inhaltsverzeichnis</u>                               | <u>II</u> |
| 3.1.7 Hernia diaphragmatica                             | 39        |
| 3.1.8 Pleuraergüsse                                     | 39        |
| 3.1.9 Persistierender rechter Aortenbogen               | 40        |
| <b>3.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie</b> | <b>40</b> |
| 3.2.1 Physiologische Befunde                            | 40        |
| 3.2.2 Intrathorakale Anatomie der linken Thoraxseite    | 41        |
| 3.2.2.1 Sichtbare Strukturen                            | 41        |
| 3.2.2.2 Neuro-vaskuläres System                         | 41        |
| 3.2.3 Intrathorakale Anatomie der rechten Thoraxseite   | 43        |
| 3.2.3.1 Sichtbare Strukturen                            | 43        |
| 3.2.3.2 Neuro-vaskuläres System                         | 44        |
| 3.2.4 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie      | 44        |
| <b>3.3 Komplikationen bei thorakoskopierten Tieren</b>  | <b>45</b> |
| <br>  |           |
| <b>4 Material und Methoden beim Pferd</b>               | <b>46</b> |
| <b>4.1 Techniken der thorakoskopischen Chirurgie</b>    | <b>46</b> |
| 4.1.1 Instrumentelle Ausrüstung                         | 46        |
| 4.1.1.1 Endoskope                                       | 47        |
| 4.1.1.2 Monitor, Videokamera und Videorecorder          | 49        |
| 4.1.1.3 Trokarhülsen und Trokare                        | 50        |
| 4.1.1.4 Endoskopische Instrumente                       | 53        |
| 4.1.1.5 Nadeln und Nahtmaterial                         | 54        |
| 4.1.2 Lagerung der Patienten und Zugänge                | 55        |
| 4.1.2.1 Lagerung und Zugänge am stehenden Pferd         | 55        |
| 4.1.2.2 Lagerung und Zugänge am liegenden Pferd         | 56        |
| <b>4.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie</b> | <b>57</b> |
| 4.2.1 Physiologische Befunde                            | 57        |

|  |            |
|--|------------|
| <u>Inhaltsverzeichnis</u>  | <u>III</u> |
| 4.2.1.1 Intrathorakale Anatomie der rechten Thoraxseite  | 58         |
| 4.2.1.2 Intrathorakale Anatomie der linken Thoraxseite   | 61         |
| 4.2.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie   | 62         |
| 4.2.2.1 Diagnostischer Einsatz und Klärung unklarer Befunde  | 62         |
| 4.2.2.2 Aspiration von Flüssigkeiten und Exsudatbestimmung   | 62         |
| 4.2.2.3 Biopsieproben  | 63         |
| 4.2.2.4 Thoraxabszesse, fibrinöse Pleuritis und pleurale<br>Adhäsionen   | 63         |
| 4.2.2.5 Perikarderguss und –fenestration   | 63         |
| 4.2.2.6 Lungenparenchymtumore und –nekrosen  | 64         |
| <b>4.3 Komplikationen bei thorakoskopierte n Pferden</b>   | <b>64</b>  |
| <br>   |            |
| <b>5 Durchführung und Ergebnisse der Thorakoskopie<br/>in der Humanmedizin</b>                                     | <b>64</b>  |
| <b>5.1 Videothorakoskopische Lobektomie</b>  | <b>64</b>  |
| 5.1.1 Anästhesie   | 64         |
| 5.1.2 Patientenlagerung  | 65         |
| 5.1.3 Instrumentarium und Zugänge  | 66         |
| 5.1.4 Durchführung der thorakoskopischen Lobektomie  | 68         |
| 5.1.4.1 Thorakoskopische Oberlappenresektion rechts  | 69         |
| 5.1.4.2 Thorakoskopische Mittellappenresektion rechts  | 70         |
| 5.1.4.3 Thorakoskopische Unterlappenresektion rechts   | 72         |
| 5.1.4.4 Thorakoskopische Oberlappenresektion links   | 74         |
| 5.1.4.5 Thorakoskopische Unterlappenresektion links  | 75         |
| 5.1.5 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten<br>Lobektomien am Krankenhaus Nordwest in<br>Frankfurt am Main | 77         |

|  |           |
|--|-----------|
| <u>Inhaltsverzeichnis</u>  | <u>IV</u> |
| <b>5.2 Thorakoskopische Pneumothoraxbehandlung</b>   | 79        |
| 5.2.1 Patientenvorbereitung  | 79        |
| 5.2.2 Durchführung der thorakoskopischen Pneumothorax-Behandlung am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main                    | 80        |
| 5.2.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Spontanpneumothoraxbehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main | 81        |
| <b>5.3 Thorakoskopische Pleuraempyem-Behandlung</b>  | 84        |
| 5.3.1 Durchführung der thorakoskopischen Empyembehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main                         | 84        |
| 5.3.2 Nachbehandlung   | 85        |
| 5.3.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Pleuraempyembehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main        | 86        |
| <b>5.4 Thorakoskopische Hämostase und Hämatothoraxbehandlung</b>   | 87        |
| 5.4.1 Patientenvorbereitung  | 87        |
| 5.4.2 Durchführung der thorakoskopischen Hämatothoraxbehandlung und Hämatothorax im Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main    | 88        |
| 5.4.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Hämatothoraxbehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main        | 88        |

|  |     |
|--|-----|
| Inhaltsverzeichnis   | V   |
| <b>5.5 Atypische Lungenkeil- und Segmentresektionen über VATS</b>  | 90  |
| 5.5.1 Patientenvorbereitung  | 90  |
| 5.5.2 Durchführung der atypischen Lungenkeilresektion über VATS am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main   | 90  |
| 5.5.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten atypischen Keil- und Segmentresektionen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main                               | 92  |
| <b>5.6 Ergebnisse aller durchgeführten VATS am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main</b>   | 94  |
| <b>5.7 Ergebnisse aller durchgeführten Thorakoskopien am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main</b>   | 95  |
| <b>5.8 Notwendige Konversionen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main</b>  | 96  |
| <b>5.9 Revisionen nach minimal-invasiven Thoraxeingriffen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main</b>   | 98  |
| <b>5.10 Postoperatives Fieber und perioperative Antibiotikagaben bei Patienten mit minimal-invasiven Thoraxeingriffen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main</b> | 99  |
| <b>5.11 Ergebnistabellen aller minimal-invasiven Thoraxeingriffe des Krankenhauses Nordwest in Frankfurt am Main</b>   | 101 |

---

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| <b>6</b>    | <b>Durchführung und Ergebnisse der Thorakoskopie in der Kleintiermedizin</b>  | 118 |
| <b>6.1</b>  | <b>Patientenvorbereitung und Narkose</b>  | 118 |
| 6.1.1       | Narkose   | 118 |
| <b>6.2</b>  | <b>Ein-Lungenventilation mit einem Doppellumentubus beim Hund</b>   | 119 |
| 6.2.1       | Doppellumentuben  | 119 |
| 6.2.2       | Anästhesiologischer Vorschlag bei einem Hund mit 25 kg Körpermasse  | 120 |
| 6.2.3       | Vorgehen bei einem Hund mit 25 kg Körpermasse   | 121 |
| 6.2.4       | Ergebnisse der Ein-Lungenventilation anhand eines Fallberichts der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität in Bern  | 122 |
| <b>6.3</b>  | <b>Durchführung der Thorakoskopie beim Kleintier</b>  | 122 |
| 6.3.1       | Maßnahmen nach abgeschlossenem thorakoskopischem Eingriff   | 124 |
| 6.3.2       | Drainage  | 125 |
| 6.3.3       | Probenentnahmen und Biopsien  | 126 |
| <b>6.4.</b> | <b>Thorakoskopische und laparoskopische Fenestration der thorakalen und lumbalen Intervertebralscheiben (T9-L7) bei Hunden am Western College of Veterinary Medicine der Universität in Saskatchewan (Kanada)</b> | 127 |
| 6.4.1       | Patientenvorbereitung und Narkose   | 127 |
| 6.4.2       | Durchführung  | 128 |

---

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| 6.4.3      | Ergebnisse der Thorakoskopien am Western<br>College of Veterinary Medicine in Saskatchewan<br>(Kanada)   | 128        |
| 6.4.3.1    | Komplikationen   | 129        |
| <b>6.5</b> | <b>Thorakoskopien bei Hunden. Diagnostik pleuraler<br/>Zustände: Experimentelle Studie der Ecole national<br/>de Medicine Vétérinaire in Sidid-Thabet in Tunesien<br/>und Animal Medical Center in New York, USA</b> | <b>130</b> |
| 6.5.1      | Material und Methoden  | 130        |
| 6.5.2      | Patientenvorbereitung  | 131        |
| 6.5.3      | Durchführung der Thorakoskopie   | 131        |
| 6.5.4      | Nachbehandlung   | 133        |
| 6.5.5      | Ergebnisse der experimentellen Studie an der<br>Ecole national de Medicine Vétérinaire in<br>Sidid-Thabet in Tunesien  | 133        |
| 6.5.5.1    | Pathologische Befunde  | 134        |
| 6.5.5.2    | Kontrolluntersuchungen der Patienten   | 134        |
| 6.5.6      | Ergebnisse der experimentellen Studie des Animal<br>Medical Centers in New York, USA   | 136        |
| <b>6.6</b> | <b>Durchführung der thorakoskopischen Peri-<br/>kardektomie</b>  | <b>136</b> |
| 6.6.1      | Durchführung   | 137        |
| 6.6.2      | Ergebnisse der thorakoskopischen Perikardektomie   | 138        |
| <b>6.7</b> | <b>Thorakoskopien bei Hunden in der chirur-<br/>gischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der<br/>Justus-Liebig Universität in Giessen</b>  | <b>139</b> |
| 6.7.1      | Patientenvorbereitung  | 139        |

---

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| 6.7.2        | Durchführung der Thorakoskopien an der chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen | 140 |
| 6.7.3        | Ergebnisse der Thorakoskopien an der chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen   | 141 |
| <b>6.8</b>   | <b>Die Behandlung des persistierenden rechten Aortenbogens durch die video-assistierte Thorakoskopie</b>                           | 143 |
| 6.8.1        | Vorbericht   | 143 |
| 6.8.2        | Narkose  | 144 |
| 6.8.3        | Durchführung der Thorakoskopie   | 144 |
| 6.8.4        | Nachbehandlung   | 146 |
| 6.8.5        | Ergebnisse der Thorakoskopien  | 147 |
| <b>6.9</b>   | <b>Thorakoskopische Behandlung emphysematöser Bullae bei 3 Hunden</b>  | 148 |
| 6.9.1        | Vorbericht   | 148 |
| 6.9.2        | Durchführung der Thorakoskopien  | 148 |
| 6.9.3        | Ergebnisse der Thorakoskopien  | 149 |
| <b>6.10.</b> | <b>Thorakoskopische Behandlung des persistenten Ductus arteriosus</b>  | 149 |
| 6.10.1       | Vorbericht   | 149 |
| 6.10.2       | Durchführung der Thorakoskopien  | 149 |
| 6.10.3       | Ergebnisse der Thorakoskopien  | 150 |
| <b>7</b>     | <b>Durchführung und Ergebnisse der Thorakoskopie beim Pferd</b>  | 150 |

---

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| <b>7.1</b> | <b>Sedation für thorakoskopische Eingriffe am stehenden Pferd</b>  | 150 |
| 7.1.1      | Phenothiazine  | 151 |
| 7.1.2      | Alpha-2-Rezeptoragonisten  | 151 |
| 7.1.3      | Opiate/Opioide   | 152 |
| 7.1.4      | Sedativkombinationen   | 152 |
| <b>7.2</b> | <b>Allgemeinnarkose für thorakoskopische Eingriffe am liegenden Pferd</b>  | 153 |
| 7.2.1      | Niederlegen des Pferdes  | 153 |
| 7.2.2      | Allgemeinnarkose   | 154 |
| <b>7.3</b> | <b>Patientenvorbereitung</b>   | 155 |
| <b>7.4</b> | <b>Durchführung der Thorakoskopie</b>  | 156 |
| 7.4.1      | Maßnahmen nach erfolgtem thorakoskopischem Eingriff  | 157 |
| 7.4.2      | Ergebnisse der Thorakoskopien am stehenden Pferd   | 159 |
| 7.4.2.1    | Ergebnisse der Studie von Mannsmann und Bernard-Strother anhand von vier Fallbeispielen                                      | 161 |
| 7.4.3      | Ergebnisse der Thorakoskopien am liegenden Pferd   | 165 |
| 7.4.4      | Komplikationen   | 167 |
| <b>8</b>   | <b>Ergebnisse und Durchführung der Thorakoskopie beim Schwein</b>  | 168 |
| <b>8.1</b> | <b>Patientenvorbereitung und Narkose</b>   | 168 |
| <b>8.2</b> | <b>Durchführung der thorakoskopischen Lobektomie an der Universitätsklinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie in Bern</b> | 169 |

|  |     |
|--|-----|
| Inhaltsverzeichnis   | X   |
| 8.2.1 Maßnahmen nach abgeschlossenem thorakoskopischem Eingriff                                  | 172 |
| 8.2.2 Ergebnisse der Studie der Universitätsklinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie in Bern | 173 |
| <b>9 Diskussion der minimal-invasiven Thoraxchirurgie in der Humanmedizin</b>                    | 174 |
| <b>9.1 Diskussion der Thorakoskopie</b>  | 174 |
| 9.1.1 Schlussfolgerungen   | 179 |
| <b>9.2 Diskussion der VATS</b>   | 180 |
| 9.2.1 Schlussfolgerungen   | 185 |
| <b>9.3 Grenzen der minimal-invasiven Chirurgie am Thorax</b>                                     | 185 |
| 9.3.1 Begrenzte Resektion des Bronchialkarzinoms   | 187 |
| 9.3.2 Minimal-invasive Chirurgie und Lungenmetastasen  | 188 |
| 9.3.3 Zusammenfassung  | 190 |
| 9.3.4 Schlussfolgerungen   | 191 |
| <b>10 Diskussion der Thorakoskopie in der Kleintiermedizin</b>                                   | 192 |
| <b>10.1 Material und Methoden</b>  | 192 |
| <b>10.2 Diskussion der Ein-Lungenventilation mit einem Doppellumentubus</b>                      | 193 |
| 10.2.1 Vorteile der einseitigen Beatmung   | 194 |
| 10.2.2 Nachteile der einseitigen Beatmung  | 194 |
| <b>10.3 Diskussion über die thorakoskopischen Techniken</b>                                      | 194 |

---

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| <b>10.4</b> | <b>Diskussion der thorakoskopischen und laparoskopischen Fenestration der Intervertebralscheiben im Hund</b>  | 198 |
| <b>10.5</b> | <b>Diskussion der thorakoskopischen Perikardektomie</b>   | 199 |
| <b>10.6</b> | <b>Diskussion der Ergebnisse der Thorakoskopien beim Hund</b>   | 200 |
| 10.6.       | Zusammenfassung   | 203 |
| <b>10.7</b> | <b>Diskussion der Ergebnisse der Thorakoskopien bei Hunden in der Chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen</b> | 204 |
| <b>11</b>   | <b>Diskussion der Thorakoskopie bei Pferden</b>   | 205 |
| <b>11.1</b> | <b>Diskussion über Material und Methoden</b>  | 205 |
| <b>11.2</b> | <b>Diskussion über die Sedation für thorakoskopische Eingriffe am stehenden Pferd</b>   | 206 |
| 11.2.1      | Vorteile der Sedation   | 207 |
| 11.2.2      | Nachteile der Sedation  | 207 |
| <b>11.3</b> | <b>Diskussion über die thorakoskopische Durchführung</b>  | 208 |
| <b>11.4</b> | <b>Diskussion der Ergebnisse der Thorakoskopien bei Pferden</b>   | 210 |
| <b>11.5</b> | <b>Zukunft der Thorakoskopie in der Pferde-<br/>medizin</b>   | 214 |
| <b>12</b>   | <b>Diskussion der thorakoskopischen Lobektomie beim Schwein</b>   | 214 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>  | <b>XII</b> |
| <b>12.1 Ist die thorakoskopische Lobektomie beim Kleintier und Pferd durchführbar?</b> | <b>216</b> |
| <b>13 Diskussion Kosten versus Nutzen beim Kauf einer Endoskopie-Ausrüstung</b>        | <b>217</b> |
| <b>13.1 Kosten versus Nutzen</b>   | <b>218</b> |
| <b>14 Zukunft und Erweiterungsmöglichkeiten der Thorakoskopie in der Tiermedizin</b>   | <b>218</b> |
| <b>14.1 Weiterentwicklung der Video-Thorakoskopie</b>                                  | <b>219</b> |
| <b>14.2 Endoskopische Ultraschalluntersuchungen</b>                                    | <b>220</b> |
| <b>14.3 Stillen innerer Blutungen</b>  | <b>222</b> |
| <b>14.4 Der Einsatz von Klammernahtgeräten</b>   | <b>225</b> |
| <b>15 Zusammenfassung</b>  | <b>226</b> |
| <b>16 Summary</b>  | <b>229</b> |
| <b>17 Literaturverzeichnis</b>   | <b>232</b> |
| <b>19 Abbildungsverzeichnis</b>  | <b>244</b> |

---

|                |  |
|----------------|--|
| A.             | = Arteria                              |
| Abb.           | = Abbildung                            |
| b.             | = bei(m)                               |
| Bronchialkarz. | = Bronchialkarzinom                    |
| °C             | = Grad Celsius                         |
| ca.            | = circa                                |
| Charr.         | = Charrier                             |
| chron.         | = chronisch(e)                         |
| cm             | = Zentimeter                           |
| COPD           | = Chronic-Obstructive-Pulmonal-Disease |
| CT             | = Computer-Tomographie                 |
| d.h.           | = das heißt                            |
| dl             | = Deziliter                            |
| DSH            | = Deutscher Schäferhund                |
| durchschnittl. | = durchschnittlich(e)                  |
| EK             | = Erythrozytenkonzentrat               |
| EKH            | = Europäische Kurzhaarkatze            |
| emphysem.      | = emphysematös(e)                      |
| etc.           | = et cetera                            |
| evtl.          | = eventuel                             |
| Fa.            | = Firma                                |
| fibrin.        | = fibrinös(e)                          |
| g              | = Gramm                                |
| ggr.           | = geringgradig                         |
| gran.          | = granulierend(es)                     |
| h              | = Stunde                               |
| hämorrh.       | = hämorrhagisch(es)                    |

---

|             |  |
|-------------|--|
| Herzinsuff. | = Herzinsuffizienz                     |
| HF          | = Hochfrequenz                         |
| hgr.        | = hochgradig                           |
| HPV         | = hypoxisch-pulmonale-Vasokonstriktion |
| i.d.R.      | = in der Regel                         |
| IE          | = Internationale Einheit               |
| i. m.       | = intramuskulär                        |
| infekt.     | = infektiös(er)                        |
| i. v.       | = intravenös                           |
| J.          | = Jahre (Alter)                        |
| JLU         | = Justus-Liebig-Universität            |
| kg          | = Kilogramm                            |
| KM          | = Körpermasse                          |
| l           | = Liter                                |
| li.         | = links                                |
| m           | = männlich                             |
| mbar        | = Millibar                             |
| mediast.    | = mediastinal(es)                      |
| mg          | = Milligramm                           |
| Mhz         | = Megahertz                            |
| Min.        | = Minuten                              |
| ml          | = Milliliter                           |
| mm          | = Millimeter                           |
| mm Hg       | = Millimeter Quecksilbersäule          |
| MRT         | = Magnet-Resonanz-Tomographie          |
| N.          | = Nervus                               |

---

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| OL          | = Oberlappen                       |
| Pat.        | = Patient(en)                      |
| PE          | = Probeexzision(en)                |
| PEEP        | = Positive-End-Expiratory-Pressure |
| p. o.       | = per os                           |
| postop.     | = postoperativ(e)                  |
| qcm         | = Quadratcentimeter                |
| re.         | = rechts(-er)                      |
| restl.      | = restlich(e)                      |
| retroperit. | = retroperitoneal                  |
| s.          | = siehe                            |
| s. c.       | = subkutan                         |
| Tab.        | = Tabelle                          |
| Thoraxinf.  | = Thoraxinfiltration               |
| u. a.       | = unter anderem                    |
| UL          | = Unterlappen                      |
| unkl.       | = unklar                           |
| UWSD        | = Under-Water-Seal-Drainage        |
| V.          | = Vena                             |
| v.          | = von(-m)                          |
| VATS        | = Video-Assisted-Thoracic-Surgery  |
| w           | = weiblich                         |
| z. B.       | = zum Beispiel                     |
| ZNS         | = Zentrales-Nervensystem           |
| z. T.       | = zum Teil                         |
| z. Zt.      | = zur Zeit                         |

## **1 Einleitung**

Die minimal-invasive Chirurgie wird inzwischen zur Behandlung pathologischer Zustände im Thoraxraum als Erweiterung der thoraxchirurgischen Palette akzeptiert. Welcher Platz und Stellenwert ihr innerhalb der Thoraxchirurgie in Zukunft zustehen wird, ist noch nicht endgültig geklärt. Die technische Entwicklung ist derzeit noch voll im Gang (WAYAND und WOISETSCHLÄGER 1992). Die wesentlichste technologische Entwicklung hierfür war ein endoskopisch applizierbares Klammernahtgerät, das den sofortigen luftdichten Verschluss einer Resektionsstelle an der Lunge ermöglicht (INDERBITZI et al. 1993). Mit der minimal-invasiven Chirurgie steht für den Thoraxraum eine operative Technik zur Verfügung, welche unter Schonung des Atemgürtels zunehmend neue Indikationen für sich zu erschließen vermag (WAYAND und WOISETSCHLÄGER 1992). An der Klinik für Gefäß- und Thoraxchirurgie des Krankenhauses Nordwest in Frankfurt am Main werden seit 1993 minimal-invasive Verfahren in der Thoraxchirurgie durchgeführt. Das Spektrum umfasst die rein thorakoskopischen Operationen ebenso wie die videoassistierte Thoraxchirurgie. Es werden folgende Krankheitsbilder behandelt:

- Klärung unklarer Befunde
- Pneumothorax
- Hämatothorax
- Pleuraempyeme
- Resektion benigner Tumoren der Lunge und des Mediastinums
- Talcum-Pleurodesen bei malignen Ergüssen

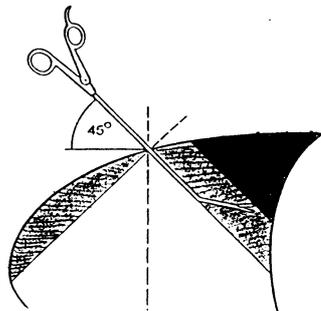
## 1.1 Zielstellung

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Jahrgänge 01/1996 bis 03/2000 nach den durchgeführten Eingriffen an Patienten und den aufgetretenen Komplikationen aufgeschlüsselt und mit den durchgeführten thorakoskopischen Eingriffen und aufgetretenen Komplikationen in der Tiermedizin verglichen. Es erfolgt auch ein entsprechender Vergleich mit der vorliegenden Literatur aus der Human- und Tiermedizin. Ziel dieser Arbeit ist es, durch eine Analyse der Resultate am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main und in der Tiermedizin den derzeitigen Nutzen, aber auch die Risiken der Thorakoskopie aufzuzeigen und unter Zuhilfenahme aktueller Literaturquellen zusätzliche Möglichkeiten zu skizzieren und zu diskutieren. Ein Analyseschwerpunkt soll hierbei sein: Inwieweit ist die Thorakoskopie in der Humanmedizin mit der in der Tiermedizin vergleichbar und welche thorakoskopischen Methoden sind gegebenenfalls aus der Humanmedizin auf die Tiermedizin übertragbar. Welchen Nutzen bringen der Tiermedizin bestimmte thorakoskopische Techniken und Methoden? Sind die Indikationen für bestimmte thorakoskopische Eingriffe vergleichbar mit denen der Humanmedizin?

## **2 Material und Methoden in der Humanmedizin**

Viele Basisverfahren werden an führenden Zentren der Humanmedizin in gleicher Weise vorgenommen. Diese Basisverfahren orientieren sich an Voraussetzungen wie Instrumentarium, Lagerung, Zugang, Beatmung, optischem System und Erfahrungen. Die Kommission „Endoskopische Thoraxchirurgie“ der Deutschen Gesellschaft für Thoraxchirurgie gab eine bundesweite Umfrage in Auftrag: Dieser zufolge war an 33 Zentren die

Einseitenbeatmung bei 2234 thorakoskopischen Eingriffen Standard. Es wurden am häufigsten 30° Winkeloptiken und Winkel- oder Bogeninstrumente verwendet. Sie bieten gegenüber geraden Instrumenten den Vorteil eines vergrößerten intrathorakalen Arbeitsraumes bei gleichbleibendem extrakorporalem Manövrierfeld (Abb.1).



**Abbildung 1** Die weiße Fläche stellt den Arbeitsraum gerader Instrumente dar, während der Arbeitsraum gewinkelter oder gebogener Instrumente die weiße Fläche zusammen mit der grauen Fläche darstellt (LINDER und TOOMES 1994).

Das Arbeiten an der Brustwand und die Präparation in der Thoraxkuppel werden mit Winkel- oder Bogeninstrumenten erst möglich. Eine Gasinsufflation des Thorax ist nicht nötig, um einen thorakoskopischen Eingriff problemlos durchführen zu können. Es werden zwei Methoden videothorakoskopischer Eingriffe unterschieden:

#### 1. Operative Videothorakoskopie:

Diese Methode ist die schonendste für den Patienten, stellt aber die höchsten Anforderungen an den Operateur. Es werden keine konventionellen chirurgischen Instrumente, sondern ausschließlich endoskopische Instrumente eingesetzt. Der Verschluss und die Abtrennung von Gefäßen und Bronchien wird mit endoskopischen Schneideklammernahngeräten vorgenommen. Das Operationsfeld sieht der Operateur über den angeschlossenen Monitor.

#### 2. Videoassistierte Thorakotomie (VATS):

Zusätzlich zu den Trokarinzisionen wird die „Gebrauchs-Thorakotomie“

angelegt. Diese ist eine 6 bis 10 cm lange Inzision. Sie ermöglicht dem Operateur die Palpation eines Organs und mit Hilfe des Rippensperrers einen direkten Blick auf das Operationsfeld. Über diese verlängerte Inzision können auch konventionelle chirurgische Instrumente zum Einsatz gelangen (KIRBY et al. 1993, LEWIS et al. 1992).

## **2.1 Techniken der thorakoskopischen Chirurgie**

### 2.1.1 Lagerung der Patienten und Zugänge

Die Lagerung der Patienten ist abhängig vom intrathorakalen Befund (EYPASCH et al. 1992). Durch Ausnutzung der Schwerkraft werden unterschiedliche thorakale Operationsfelder freigegeben und Retraktoren oder Faszangen oft nicht benötigt (Tab. 1). Gegenseitiges Blockieren der Instrumente und Lungenverletzungen werden so vermieden. Der Operateur stellt sich in räumliche Opposition zum thorakalen Befund. Die Trokarpositionen befinden sich in trigonaler Anordnung. Damit sich die Instrumente nicht behindern, ist der größtmögliche Abstand zwischen den Inzisionen anzustreben. Zuerst wird über die erste Inzision in der mittleren Axillarlinie im 6. Interkostalraum die Optik eingeführt. Jetzt können unter endoskopischer Kontrolle weitere Trokare platziert und durch diese Instrumente eingebracht werden. Einer dieser Trokare sollte möglichst in der gedachten Thorakotomielinie dorsal und der Zweite im selben Interkostalraum in der vorderen Axillarlinie liegen.

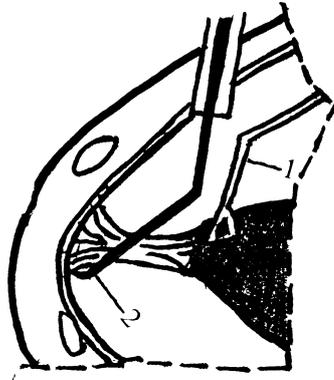
**Tabelle 1** Abhängig von der Position gibt die Schwerkraft unterschiedliche thorakale Operationsfelder beim Menschen frei.

| Lage                   | Freie Zugänge  |
|------------------------|--|
| Rückenlage             | Anteriore Lungensegmente<br>Lungenhilus von ventral<br>Vorderes Mediastinum<br>Vordere Brustwand                                 |
| Dorsale Halbseitenlage | Anteriore Lungensegmente<br>Vorderes Mediastinum<br>Anteriore Brustwand  |
| Seitenlage             | Laterale Lungensegmente<br>Lungenhilus via Lappenspalt<br>Vordere, laterale und dorsale Brustwand                                |
| Bauchlage              | Dorsale Lungensegmente<br>Lungenhilus von dorsal<br>Hinteres Mediastinum<br>Dorsale Brustwand<br>Grenzstrang<br>Brustwirbelsäule |

### 2.1.2 Adhäsiolyse und Inspektion

Zuerst werden die Brustwand, das Diaphragma, das Mediastinum und die Lunge untersucht. Um die Untersuchung vollständig durchführen zu können, muss die Lunge oft mit Parenchymfazzangen oder Retraktoren luxiert werden, da viele Abschnitte durch die Lunge verdeckt sind. Erleichtert wird die Inspektion durch eine komplette Atelektase, die sich bei der Ein-Lungenventilation im Verlauf der Operation einstellt. Behindert wird die vollständige Inspektion durch intrathorakale Adhäsionen. Diese müssen gelöst werden. Gewöhnlich wird die Adhäsiolyse mit der

monopolaren Hakchenelektrode, der Bipolar- oder Lasertechnik vorgenommen. Um Adhasiolysen in der Thoraxkuppel durchführen zu können sind Winkelinstrumente obligat (Abb. 2).



**Abbildung 2** Das Lungenparenchym steht unter leichtem Zug, während die Adhäsion mit der mono- oder bipolaren Haken­elektrode (2) gelöst wird (LINDER und TOOMES 1994).

### 2.1.3 Bullakoagulation

Oft ist die Ursache des Spontanpneumothorax eine Emphysembulla. Bullae können von unterschiedlicher Zahl, Ausdehnung und Größe sein. Die älteste Methode der Bullatherapie ist die Bullakoagulation. Am häufigsten wird die monopolare Elektrokoagulation durchgeführt. Diese Methode kann allerdings zur Fistelbildung durch Karbonisation führen. Verhindert werden kann die Karbonisation durch die Lasertechnik. Besonders bewährt haben sich hierbei die Neodym-YAG-Laser als thermische Laser (WEDER et al. 1993).

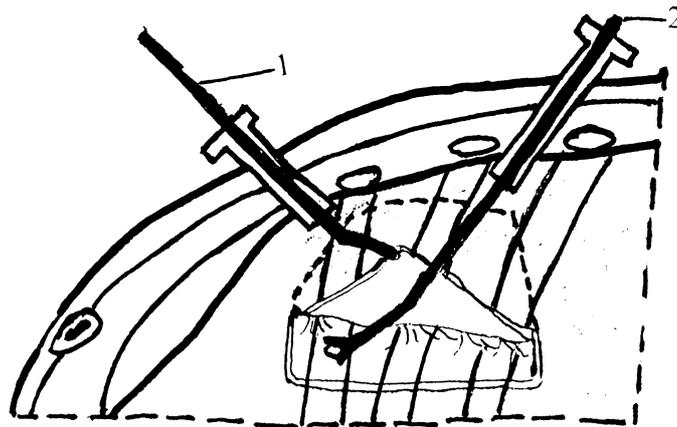
### 2.1.4 Bullaresektion

Bei großen Bullae wird oft die Bullaresektion durchgeführt. Sie ist die sicherste Bullatherapie. Das Ziel dieser Therapie ist der Leckverschluss und die Rezidivprophylaxe bei sekundärem Pneumothorax. Mit einer

doppelten Roeder-Schlinge mit Sicherheitsumstechung kann die gestielte Bulla entfernt werden. Durch die Sicherheitsumstechung kann die Roeder-Schlinge bei der Reexpansion der Lunge nicht abrutschen. Eine Bulla mit breiter Basis wird mit dem endoskopischen Schneideklammernahtgerät (Endo-GIA 30 oder 35, Auto-Suture) reseziert. Die Schneideklammernahtgeräte sind sicher und einfach zu handhaben.

#### 2.1.5 Pleurodese und Pleurektomie

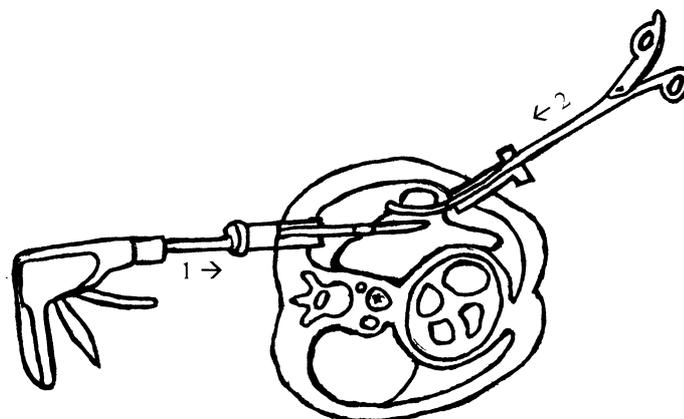
Die Behandlung der Pleura parietalis ist oft beim idiopathischen, rezidivierenden Pneumothorax erforderlich (BRETSTICKER et al. 1993, WEDER et al. 1993). Durch die gute intrathorakale Rundumsicht ist die Pleurodese auf endoskopischem Weg gut durchführbar. Es stehen verschiedene wirksame Methoden zur Verfügung wie die mechanische Pleurodese durch Aufrauen der Pleura parietalis, die thermische Pleurodese mit HF-, Agar-Beamer- oder Laserkoagulation und die Fibrin- oder Talcum-Pleurodese. Eine invasivere Methode ist die partielle Pleurektomie der Thoraxkuppel und der oberen 4 bis 5 Interkostalräume. Insbesondere bei rezidivierenden Pleuraergüssen maligner Ursache wird diese Methode oft als Palliativmaßnahme vorgenommen. Hierbei wird zunächst die Pleura parietalis von der Fascia endothoracica in jedem Interkostalraum mit Druckinjektionen hydraulisch abgelöst und die Resektionsränder parasternal neben den Mammargefäßen und paravertebral neben dem Grenzstrang mit dem Diathermiehäkchen demarkiert. Anschließend lässt sich die Pleura parietalis gut von der Brustwand ablösen (Abb. 3). Dieses schichtgerechte Vorgehen verhindert die gefürchteten großflächigen Blutungen der Brustwand.



**Abbildung 3** Partielle parietale Pleurektomie. 1 = atraumatische Klemme, 2 = Tupferklemme (LINDER und TOOMES 1994).

### 2.1.6 Keilresektion der Lunge

Die am häufigsten durchgeführte Methode der Bulla- oder Lungenrundherdresektion ist die thorakoskopische Keil- oder Segmentresektion. Hierbei wird das zu resezierende Lungenareal mit der atraumatischen Parenchymklemme ausgeklemmt und mit dem Klammernahtgerät reseziert, wobei die Parenchymklemme und das Klammernahtgerät in entgegengesetzter Richtung in einer gemeinsamen Ebene geführt werden (Abb. 4).



**Abbildung 4** Keilresektion mit Klemme (2) und Klammernahtgerät (1) in einer gemeinsamen Ebene (LINDER und TOOMES 1994).

Durch diese Methode wird ein unkontrolliertes Herausrutschen des Parenchyms beim Schließen des Klammernahtgerätes verhindert. Bei einer anderen Technik der Keilresektion werden das Klammernahtgerät und die Parenchymklemme durch dieselbe Inzision in den Thorax eingeführt. Bei dieser Methode blockieren sich oft die Instrumente gegenseitig und die Inzision muss verlängert werden.

### 2.1.7 Lobektomie

Die Lobektomie wird selten thorakoskopisch durchgeführt. Die häufigste minimal-invasive Methode ist die Lobektomie über die VATS (Videoassistierte Arbeitsthorakotomie). Hierbei wird eine Inzision auf 6 bis 10 cm Länge vergrößert (HAZERIGG et al. 1993). Auch bei diesem Vorgehen ist die Endo-Klammernahttechnik bei der Bronchus- und Gefäßversorgung die Regel (INDERBITZI et al. 1993, MCKENNA 1994). Auch resorbierbare Ligatur-Clips von Ethicon-Endo-Surgery werden eingesetzt (STAMATIS 1994). Durch die Arbeitsthorakotomie können auch konventionelle chirurgische Geräte zum Einsatz kommen. Die minimal-invasive Lobektomie kann bei jeder benignen Grunderkrankung vorgenommen werden, umstritten ist diese Methode bei malignen Erkrankungen wie Bronchialkarzinom oder Lungenmetastasen. Zunächst werden die Vene, danach die Segmentarterien und schließlich der Bronchus versorgt und durchtrennt. Die Bergung des Lungenlappens, insbesondere beim Malignom, erfolgt über einen Bergebeutel.

### 2.1.8 Hämatomausträumung und Hämostase

Eine intrathorakale Blutung kann posttraumatisch, postoperativ oder idiopathisch auftreten. Der Hämatothorax wird nur beim kreislaufstabilen Patienten thorakoskopisch behandelt. Zuerst wird das Hämatom vollständig aus dem Thorax entfernt und die Thoraxhöhle gespült. Erst jetzt sind Blutungsquellen zu erkennen. Nun kann die Hämostase durchgeführt werden. Großflächige Blutungen werden mit Argon-Beamer-, Bipolar- oder Laserkoagulation gestillt.

### 2.1.9 Empyem-Behandlung

Ist das Pleuraempyem nicht mehr mit Thoraxdrainagen zu behandeln, ist dies oft eine Indikation für die Thorakoskopie. Durch präoperative Diagnostik wird das Ausmaß und der genaue Ort des Empyems definiert. Anhand des präoperativen Befundes werden die Inzisionen gewählt. Zuerst muss der Eiter abgesaugt, die Pleurahöhle gespült und alle Nekrosen abgetragen werden. Danach führt der Operateur eine Adhäsioolyse durch und entfernt vorhandene Fibrinsegel. Es entsteht eine einzige kommunizierende Höhle. Schwarten müssen vollständig reseziert werden. Ist die vollständige Entfernung der Schwarten thorakoskopisch nicht möglich, muss dies über eine Thorakotomie geschehen. Danach wird eine Saug- und Spüldrainage instilliert und der Eingriff beendet.

## **2.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie**

- Diagnostischer Einsatz (Klärung unklarer Befunde)
- Spontanpneumothorax

- Hämatothorax
- Chylothorax
- Emphysem
- Pleuraempyem
- Talcum - Pleurodesen bei malignen Ergüssen
- Sympathektomie
- Bronchopleurale Fisteln
- Zysten- und Tumorsektion im Thoraxraum
- Perikardfenestration
- Resektion benigner Tumoren der Lunge - auch des Mediastinums
- Maligne Erkrankungen - nichtkleinzelliges Bronchialkarzinom

### **2.3 Komplikationen bei thorakoskopierte Patienten**

- venöse Blutung
- arterielle Blutung
- Lungenparenchymverletzung
- Lungenatelektase
- persistierender Pneumothorax
- Pneumonie
- Spannungspneumothorax
- generalisiertes Luftemphysem
- Lungenödem
- thorakale Dysästhesie

Häufig kommt es durch die oben genannten Komplikationen zum Thorakoskopieabbruch, dem Umstieg zur offenen Chirurgie, oder zur Reintervention (d.h. Rethorakoskopie oder Thorakotomie). Der Abbruch der Thorakoskopie ist per se nicht als Komplikation, sondern als Grenze

der Methode zu interpretieren. Hierbei ist nicht nur eine der obigen Komplikationen von Bedeutung, sondern auch sehr häufig die vollständige, narbig organisierte Obliteration des Pleuraraumes verantwortlich. Zur Vermeidung unnötiger Eingriffe gilt es deshalb, die pathologischen Veränderungen präoperativ mit exakter Anamnese und unter Zuhilfenahme bildgebender Verfahren, CT, MRT, Röntgenbild in zwei Ebenen, bei Verdacht auf eine früher durchgemachte Pleuritis, zu suchen (INDERBITZI und MOLNAR 1990). Ursachen, welche zum intraoperativen Umstieg führen können, sind technischer Natur oder durch Komplikationen bedingt. Reintervention wird aufgrund postoperativer Komplikationen, oder besonders häufig beim Auftreten von Krankheitsrezidiven notwendig. Hier steht wieder der Pneumothorax ganz im Vordergrund, aber auch der Hämatothorax.

### **3 Material und Methoden bei Kleintieren**

Die thorakoskopische Chirurgie ist sowohl für diagnostische Zwecke als auch für minimal-invasive Eingriffe eine äußerst wirksame Methode. Mit der Thorakoskopie können wichtige Erkenntnisse gewonnen und zahlreiche intrathorakale Krankheitszustände erfasst werden. Ein Vorteil dieser Methode ist die geringe Morbidität und Mortalität (BAUER und THOMAS 1983, MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Während eines thorakoskopischen Eingriffs kann der Operateur unter direkter Sichtkontrolle Material für bakteriologische, mykologische und histologische Untersuchungen gewinnen. Desweiteren können aus dem Thoraxraum gewonnene Flüssigkeiten analysiert und zytodiagnostisch untersucht werden. Durch die geringe Morbidität kann in vielen Fällen das Tier noch am gleichen Tag nach Hause entlassen werden. Die Kosten und

der Stress für Tier und Besitzer können minimiert werden. Oft haben Tierbesitzer eine Abneigung gegen die Thorakotomie. Der Entschluss zur Durchführung der Thorakoskopie fällt ihnen häufig ungleich leichter. Somit bietet die Thorakoskopie bei einem Tierbesitzer, der die Probethorakotomie nicht wünscht, eine exzellente Alternative, eine sichere Diagnose stellen zu können (GIELEN et al. 1998). Ist die Diagnose gesichert, kann der Tierhalter entscheiden, ob nichtinvasiv oder chirurgisch behandelt werden soll.

### **3.1 Techniken der thorakoskopischen Chirurgie**

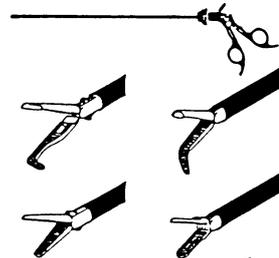
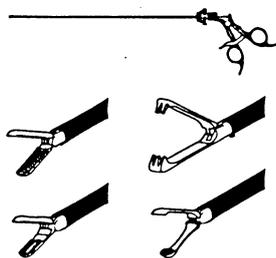
#### 3.1.1 Instrumentelle Ausrüstung

In der Regel wird für die Thorakoskopie die gleiche instrumentelle Ausrüstung wie für die Laparoskopie benötigt. Bei Großtieren wie auch bei einigen großen Hunderassen werden Laparoscope von 5 bis 10 mm Durchmesser verwendet. Athroskope von 1,9 oder 2,7 mm Durchmesser (Abb. 6) werden bei kleinen Hunderassen und Katzen eingesetzt (MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Da diese Instrumente keine Biopsiekanäle haben, muss für die Probenentnahme oder für Manipulationen die Brustwand zusätzlich punktiert werden. Zur initialen Perforation der Brustwand und zum Setzen eines Pneumothorax wird eine Verres-Nadel benutzt, bevor die Kanüle/Trokar -Kombination eingesetzt wird. Weitere Hilfsinstrumente sind Lichtquelle, Lichtleitkabel, Trokar und Kanüle, Biopsie-Zange und -Nadeln. Spezielle endoskopisch-chirurgische Instrumente für minimal-invasive Eingriffe sind Scheren, Klingen, Gewebe-Fasszangen, Nadelhalter, Absaugvorrichtung (Saug-Spül-Pumpe), Elektrokauter, Ligaturen, Nähte und Stapler (Abb.5a, b). Der Insufflator,

wie bei der Laparoskopie, wird für die Thorakoskopie nicht benötigt. Um eine Laparoskopie durchführen zu können, muss das Abdomen durch Gasinsufflation erweitert werden, damit Raum für die Untersuchung und Manipulation entsteht. Bei der Thorakoskopie entsteht dieser Raum durch den Pneumothorax, der sich von selbst bildet, wenn zugelassen wird, dass Luft durch die Rippen gestützte Kuppel in den Pleuraraum einfließt.

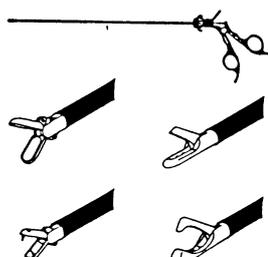
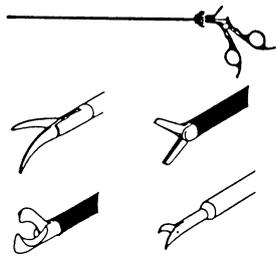
Greifzangen

Präparationszangen

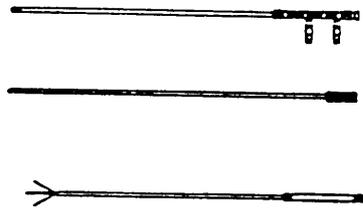


Scheren

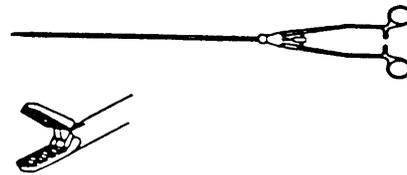
Biopsiezangen



Saug-Spül-Rohr  
Taststab, Retraktor

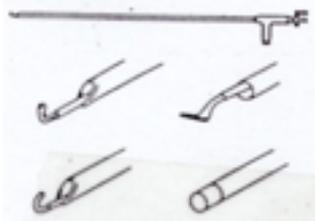


Nadelhalter



**Abbildung 5a** Endoskopisches Instrumentarium und Elektroden für die Hochfrequenz-Chirurgie (Fa. Olympus).

Elektroden

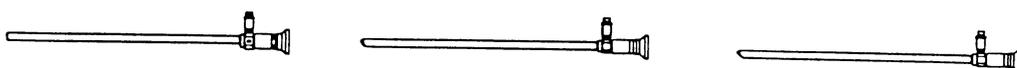


Trokare



**Abbildung 5b** Endoskopisches Instrumentarium (Fa. Olympus).

Endoskope, 10 mm, 0°, 30°, 45°



Endoskope, 5 mm, und OP-Optiken

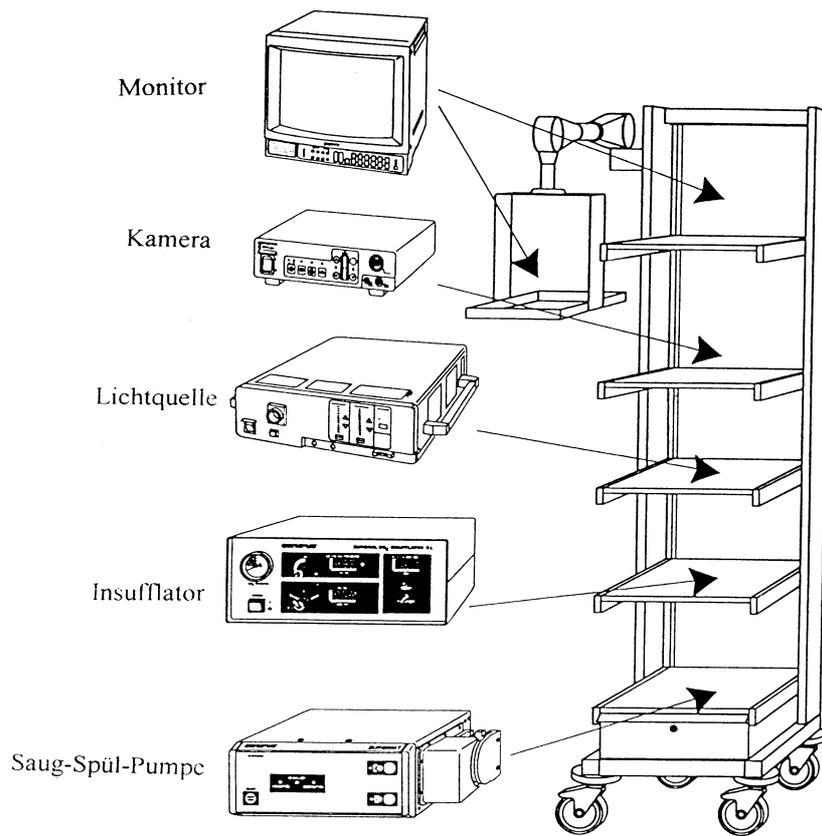


Endoskope, 4 mm, 0°, 30°



**Abbildung 6** Endoskopische Optiken (Fa. Olympus).

Selektive bronchiale Intubation wird beim Menschen routinemäßig durchgeführt. Bei Katze und Hund ist dies nicht der Fall. Bei diagnostischen Thorakoskopien oder bei minimal-invasiven chirurgischen Eingriffen von begrenzter Dauer wird sie nicht gebraucht. Größere oder länger dauernde Operationen bei Hunden und Katzen machen vielleicht selektive Bronchen-Intubationen nötig, oder werden durch sie erleichtert. Bei der videoassistierten Thorakoskopie wird der endoskopische Bildausschnitt durch die proximal auf das Endoskop aufgesetzte Kamera auf einen Monitor übertragen. Zum Einsatz kommen starre Endoskope mit Durchmessern von 5 und 10 mm und Längen von 30-35 cm. Auch Endoskope von geringerer Länge und mit Durchmessern von bis zu 1,8 mm werden verwendet. Die Endoskope weisen unterschiedliche Blickrichtungen auf, die von 0° bis 70° reichen. Wie in der Humanmedizin wird oft mit der 30° Optik gearbeitet. Damit ist es möglich, eine gewisse 3-Dimensionalität durch Umfahren einer Struktur zu erzeugen. Die Optik hat zwei Funktionen. Durch sie wird das Licht transportiert. Die Lichtmenge ist dabei vom Durchmesser der Optik abhängig. Die Optik dient auch zur Aufnahme des Bildes. Durch den Optikvorwärmer kann das Beschlagen der Optik intrakorporal vermieden werden. Um Platz zu sparen, wird häufig ein Geräteturm für videoassistierte endoskopische Eingriffe verwendet (Abb.7).



**Abbildung 7** Geräteturm für videoassistierte endoskopische Eingriffe (Fa.Olympus).

### 3.1.2 Lagerung der Patienten und Zugänge

Die Thorakoskopie wird unter Allgemeinnarkose und Beatmung bei positivem Druck durchgeführt. Die Lagerung der Patienten und die Position des Operateurs sind, je nach der Lokalisation des Defektes und Thoraxabschnittes, die untersucht oder operiert werden soll, anzupassen. Ein angemessen großer Thoraxbereich wird geschoren und routinemäßig für den aseptischen Eingriff vorbereitet. Die OP-Tücher werden fixiert. Von vorneherein soll bei der Vorbereitung des Operationsfeldes und der Umgebung bedacht werden, dass ein Übergang zur Thorakotomie nötig sein kann, ohne die Vorbereitung wiederholen, oder die Tücher neu

anlegen zu müssen. Dies ist das gebräuchliche Vorgehen bei der diagnostischen Thorakotomie, wenn die Öffnung des Thorax für den Fall geplant ist, dass ein chirurgischer Eingriff indiziert ist. Das gleiche gilt bei thorakoskopischen Eingriffen, wenn der Wechsel zur Thorakotomie nötig wird, um die geplante Maßnahme durchzuführen, oder um Komplikationen zu beherrschen. Der Ort für die erste Punktion des Thorax sollte nie direkt über der zu untersuchenden Läsion liegen, sondern in erreichbarer Nähe des Krankheitsherdes. Das Operationsinstrumentarium nahe der Läsion ermöglicht die direkte Betrachtung und den Einsatz der Instrumente in trigonaler Anordnung. In den meisten Fällen wählt man den Zugang von lateral, das heißt der Patient liegt in Seitenlage. Die dorsale Lagerung des Patienten erlaubt die Schaffung von Zugängen in beiden Hemithoraces innerhalb eines Eingriffs (DUPRE et al. 2001). An dem ausgewählten Ort wird ein kleiner Schnitt in der Haut vorgenommen. Anschließend wird die Verres-Nadel an dieser Stelle durch die Brustwand in das Pleuralumen geschoben. Durch Luftstrom in den Pleuraraum entsteht ein Pneumothorax und die Lunge kollabiert. Sobald der Lungenkollaps im erwünschten Maße ausgebildet ist, wird die Verres-Nadel durch einen Optiktrokar ersetzt. Mit dem Trokar wird subkutan ein Tunnel zwischen dem Eintrittsort durch die Haut und an der Stelle geschaffen, an der sie in den Brustraum eintritt, damit die Haut- und Pleuraöffnungen in verschiedenen Ebenen liegen und dadurch die Gefahr eines Lecks der Brustwand nach dem Entfernen der Instrumente geringer wird. Nach Einführen des Endoskops kann der Grad des Pneumothorax reguliert werden. Ist der Pneumothorax ausgebildet, wird mit intermittierend positivem Druck beatmet (MCCARTHY und MCDERMAID 1990, GIELEN et al. 1998). Will der Operateur Zugänge für Biopsien oder andere Probenentnahmen schaffen, oder kurative Manipulationen durchführen, so

kann jederzeit die Beatmung mit positivem Druck unterbrochen werden, um das Verletzungsrisiko zu minimieren. Besondere Vorsicht ist beim Platzieren des Thoraxtrokars für die Optik geboten. Ein übermäßig tiefes Eindringen des Optiktrokars kann zu Verletzungen von Brustorganen führen (GIELEN et al. 1998). Ist der Optiktrokar im Thorax platziert wird der Trokar entfernt, so dass nur noch die Trokarhülse im Brustkorb verbleibt. Durch diese Hülse wird nun das Endoskop eingeschoben und die intrathorakale Untersuchung kann beginnen. Findet der Operateur einen Pleuraerguss in großer Menge vor, so dass die Untersuchung verhindert oder erschwert wird, wird der Erguss durch eine Saugeinheit entfernt. Die Ergussentfernung erfolgt entweder durch die Endoskophülse oder durch eine zweite eingestochene Trokarhülse. Die gewonnene Flüssigkeit kann analysiert und zytologisch, bakteriologisch sowie mykologisch untersucht werden. Proben sind mit speziellen oder konventionellen Instrumenten aus dem Thorax entnehmbar. Diese Instrumente werden durch die Trokarhülsen in den Thorax eingebracht. Tru-Cut-Biopsie-Nadeln eignen sich gut für Proben aus dickschichtigem Lungengewebe und aus mediastinalen oder hilären Massen (MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Nach Beendigung der Untersuchung beginnt der Operateur mit der Entfaltung der Lunge und Entfernung der Instrumente. Zuerst werden die Arbeitstrokare unter Sicht aus der Brustwand herausgezogen. Die Inzisionen sind mit der Naht der oberflächlichen Faszie und der Hautnaht zu verschließen. Während der Beatmung mit positivem Druck öffnet der Operateur das Ventil des Optiktrokars, damit die Luft aus dem Pleuraspalt entweichen kann. An jedem maximalen Punkt der Inspiration wird das Ventil geschlossen, damit die Lunge nicht wieder zusammenfällt. Mit dieser Methode kann sich die Lunge wieder voll entfalten. Der Füllungszustand der Lunge kann mit dem noch im Thorax verbliebenen

Endoskop kontrolliert werden. Bei vollständig ausgedehnter Lunge wird eine Drainage gelegt. Die Drainage wird durch die Endoskoptrokarhülle weit genug im Thorax platziert. Die Trokarhülle wird dann entfernt, ohne die Lage der Drainage zu verändern (BAUER und THOMAS 1983, MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Durch kontinuierliche Saugdrainage wird in der Aufwachphase und über eine genügend lange postoperative Periode sichergestellt, dass die Lunge sich weiter vollständig entfalten kann. Vor dem Entfernen der Drainage sollte zur Kontrolle eine Röntgenaufnahme vom Thorax erstellt werden (MCCARTHY und MCDERMAID 1990).

### 3.1.3 Primäre Lungentumoren, Lungenmetastasen und Mediastinuntumoren

Durch das Thorakoskop sind oberflächlich gelegene Gewebe in der Lunge sichtbar. Dagegen können größere, tiefer gelegene Gewebe an eventuell darüberliegenden Atelektasen erkennbar sein. Tumoren des Mediastinums stellen sich oft als große, einzelne oder multiple Knoten dar. Diese Massen können den kranialen Thorax zum Teil ausfüllen oder sich auch als Knoten auf der Pleuroberfläche befinden. Grenzen des Erkennens und der Entnahme von Biopaten sind hauptsächlich dann gezogen, wenn intrathorakale Tumoren geringe Größe besitzen und tief im Lungen- oder Mediastinalgewebe liegen. Tumoren der Lunge und des Mediastinums sind mit der minimal-invasiven Technik entfernbar. Diese Knoten können mit der totalen oder partiellen Lobektomie (Keil- oder Segmentresektion) sowie mit der örtlichen Resektion aus dem Mediastinum reseziert werden.

### 3.1.4 Spontanpneumothorax mit emphysematösen Bullae

Die Ruptur emphysematöser Bullae ist oft die Ursache eines Spontanpneumothorax beim Hund. Die daraus folgende Luftundichtigkeit der Lunge führt zum Einströmen von Luft in den Pleuraraum. Es ist schwierig, diese Läsionen durch nicht-invasive Methoden zu lokalisieren. Fälle, die nicht auf konservative Behandlung mit einer Thoraxdrainage reagieren, bedürfen der operativen Entfernung der emphysematösen Bullae. Dies geschieht durch die atypische Segmentresektion oder Lobektomie (MCCARTHY und MCDERMAID 1990, BRISSOT et al. 2003). Bevor der operative Eingriff vorgenommen wird, ist es notwendig die befallene Seite festzustellen. Dies kann mit einer röntgenologischen Untersuchung des Thorax in 2 Ebenen erfolgen. Ist dies nicht möglich, kann am Patienten die diagnostische Thorakoskopie beider Seiten vorgenommen werden. Sowohl die atypische Segmentresektion als auch die Lobektomie kann minimal-invasiv durchgeführt werden.

### 3.1.5 Vergrößerung der Hilus-Lymphknoten

Wenn die Hilus-Lymphknoten vergrößert sind, lassen sie sich zwischen den Lungenlappen leicht finden, nachdem die Lungen für die Thorakoskopie teilweise kollabiert sind.

### 3.1.6 Perikarderguss

Perikardveränderungen und -vergrößerungen können thorakoskopisch leicht erkannt werden. Das Perikard kann unter direkter endoskopischer Sichtkontrolle drainiert werden. Durch das Schneiden eines Fensters in das

Perikard ist die permanente Drainage des Perikards gewährleistet. Diese Perikardfenestration kann mit minimal-invasiven Techniken leicht durchgeführt werden. Auch eine subtotale Perikardektomie ist mit minimal-invasiver Chirurgie durchführbar. Die entnommenen Perikardanteile können anschließend untersucht werden. Biopate von Herzbasistumoren oder sonstigen kardialen Tumoren können operative Eingriffe oder Euthanasien rechtfertigen.

### 3.1.7 Hernia diaphragmatica

Zwerchfellhernien können sich zunächst als kaudal im Thorax liegende Massen darstellen, die schwierig von solchen anderer Ätiologie zu unterscheiden sind. Eine diagnostische Thorakoskopie kann wertvolle Informationen zum Ausmaß und zur Lokalisation der Hernie liefern. Häufig kann dann die Hernie vom Abdomen her operativ behandelt werden, ohne eine Thorakotomie durchführen zu müssen.

### 3.1.8. Pleuraergüsse

Die Ausräumung eines Pleuraergusses wird unter thorakoskopischer Sichtkontrolle stark vereinfacht. Zudem lassen sich dann leicht gezielt Thoraxdrainagen instillieren. In den überwiegend meisten Fällen läßt sich anschließend durch die Visualisierung der Thoraxorgane, Biopsie und folgender histologischer Untersuchungen die Ursache des Ergusses ermitteln.

### 3.1.9 Persistierender rechter Aortenbogen

Die Thorakoskopie erlaubt die Visualisierung des persistierenden rechten Aortenbogens. Gut erkennbar ist die Obstruktionsstelle mit der davor liegenden Oesophagusdilatation. Der persistierende rechte Aortenbogen ist thorakoskopisch zu operieren und macht eine Thorakotomie nicht mehr unbedingt notwendig.

## 3.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie

### 3.2.1 Physiologische Befunde

Das videoskopische Bild entspricht dem Situs. Die anatomischen Strukturen sieht der Operateur auf dem Monitor vergrößert. Dies ist ein großer Vorteil der Endoskopie. Ein Nachteil besteht in der nur zweidimensionalen Darstellung. Die Tiefe des Bildes ist nicht zu sehen. Dieser Nachteil muss durch Training, manuelles Geschick und Erfahrungen des Operateurs kompensiert werden. Viele Nerven und Gefäße sind intrathorakal gut zu verfolgen. Die Pleurae parietalis und viszeralis sind physiologisch glatt, glänzend, ohne Auflagerungen und Trübungen. Das Herz und seine Bewegungen sind durch das transparente Perikard gut zu beobachten (Abb. 8, 9, 10, 11). Die Spalten zwischen den einzelnen Lungenlappen lassen sich ebenfalls untersuchen, wenn der Operateur die Lungenlappen mit speziellen endoskopischen Instrumenten anhebt oder zur Seite schiebt.

### 3.2.2 Intrathorakale Anatomie der linken Thoraxseite

#### 3.2.2.1 Sichtbare Strukturen

Herz

Apertura thoracica

Vertebrae

Diaphragma

Oesophagus

Trachea

linke Lunge (Hund) -Lobus cranialis

-Lobus cardialis

-Lobus caudalis

M. transversus thoracis

M. longus colli

Mm. intercostales interni

#### 3.2.2.2 Neuro-vaskuläres System

Aorta

A. pulmonalis

A.+V. subclavia sinistra

A.+V. thoracica interna

Interkostale Gefäße

N. phrenicus

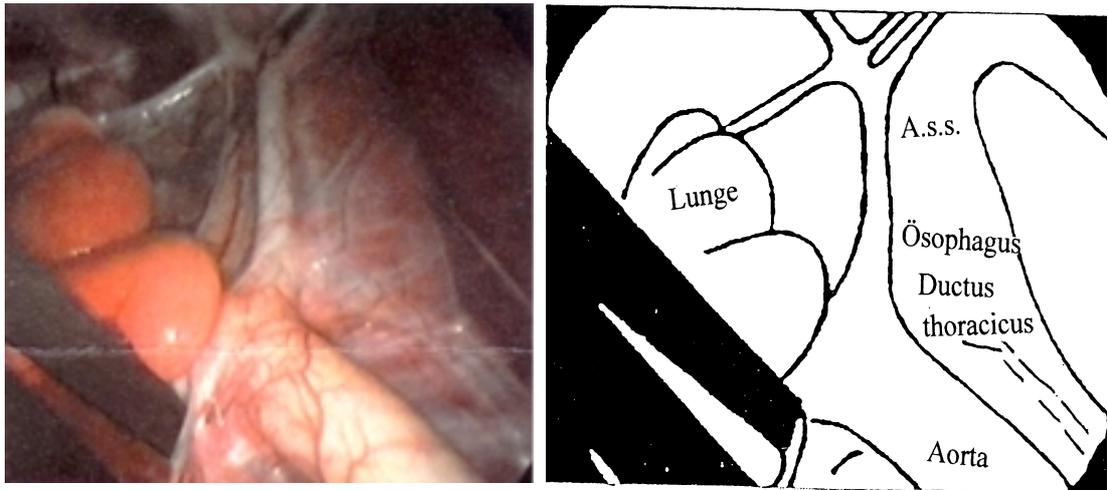
Truncus sympathicus

N. vagus

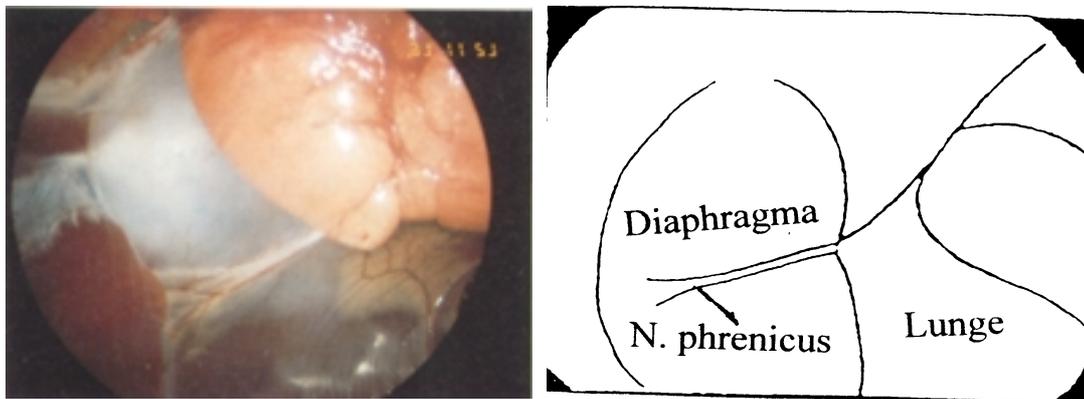
N. laryngeus recurrens

Ductus thoracicus

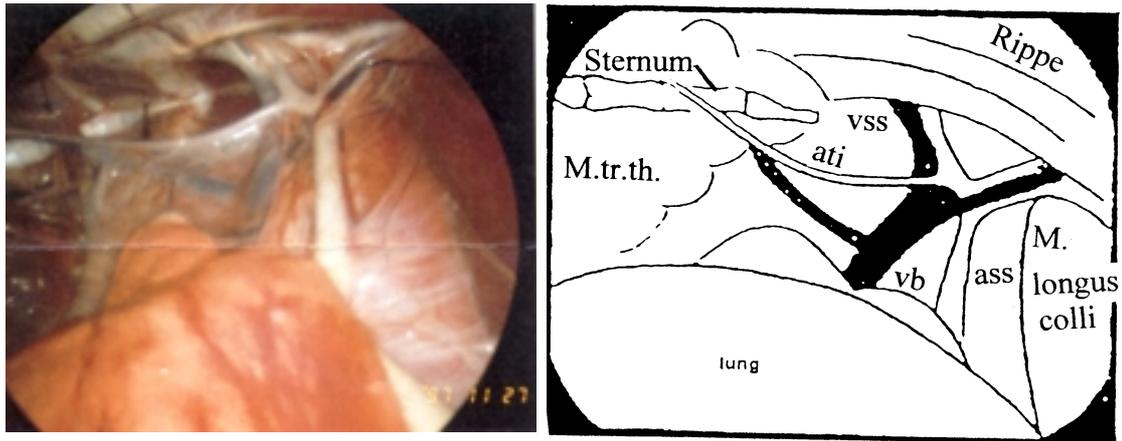
Ductus bzw. Ligamentum arteriosum Botalli



**Abbildung 8** Blick in den linken Hemithorax eines gesunden Hundes. Zu sehen sind Aorta, Ösophagus, Ductus thoracicus und A. subclavia sinistra (GIELEN et al. 1998).



**Abbildung 9** Blick in den linken kaudalen Hemithorax eines gesunden Hundes. Zu sehen sind N. phrenicus, der schräg über das Diaphragma verläuft sowie der sehnige und muskulöse Anteil des Zwerchfells (GIELEN et al. 1998).



**Abbildung 10** Blick in den linken kranialen Hemithorax eines gesunden Hundes. Zu sehen sind A. subclavia sinistra (ass), V. brachiocephalica sinistra (vb), M. longus colli, A. thoracica interna (ati), V. subclavia sinistra (vss), Sternum, M. transversus thoracis (m. tr. th.) (GIELEN et al. 1998).

### 3.2.3 Intrathorakale Anatomie der rechten Thoraxseite

#### 3.2.3.1 Sichtbare Strukturen

Herz

Apertura thoracica

Diaphragma

Vertebrae

Oesophagus

Trachea

Rechte Lunge (Hund) -Lobus cranialis

-Lobus medius

-Lobus accesorius

-Lobus caudalis

M. transversus thoracis

M. longus colli

Mm. intercostales interni

### 3.2.3.2 Neuro-vaskuläres System

V.cava cranialis

V.cava caudalis

V.azygos

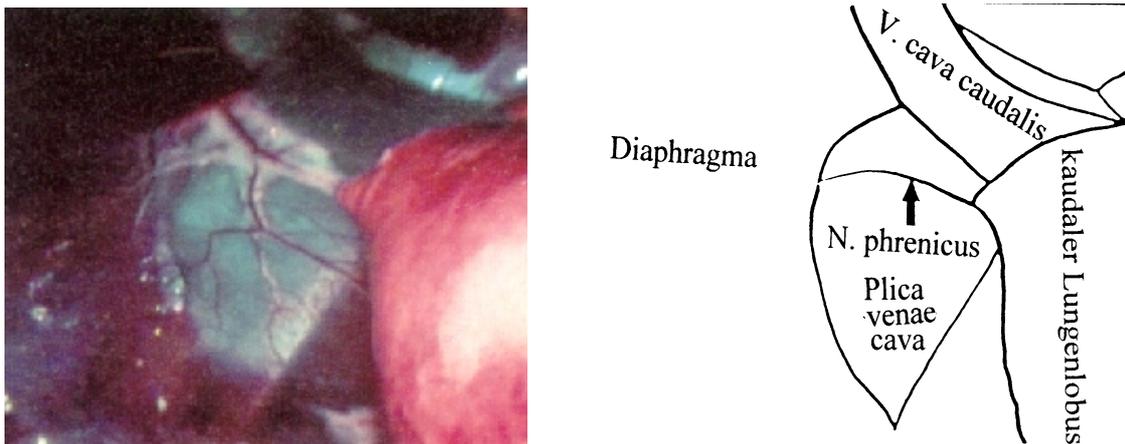
A.+V.thoracica interna

Interkostale Gefäße

N. phrenicus

Truncus sympathicus

N. vagus



**Abbildung 11** Blick in den rechten Hemithorax eines gesunden Hundes.  
Zu sehen sind das Diaphragma, der N. phrenicus, die V. cava caudalis und der kaudale Lungenlappen (GIELEN et al. 1998).

### 3.2.4 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie

- diagnostischer Einsatz (Klärung unklarer Befunde)
- Aspiration von Flüssigkeit ( Probenentnahme, Exsudatbestimmung)
- Biopsieproben / Feinnadelbiopsie (14-18G Nadel, Tru-cut Biopsie)
- Unversehrtheit des Ductus thoracicus beim Chylothorax

- Platzieren von Thoraxdrainagen
- Fenestrieren der thorakalen Wirbelsäule (Entfernen von intervertebralem Bandscheibenmaterial )
- Perikarderguss-Punktion
- Perikardektomie
- Abklärung des rezidivierenden Pneumothrax
- sonstige Probenentnahmen (Bakterio-, Zyto-, Mykologie)
- Persistierender rechter Aortenbogen
- Persistenter Ductus arteriosus

### **3.3 Komplikationen bei thorakoskopierten Tieren**

- Venöse Blutungen
- Arterielle Blutungen
- Lungenverletzungen
- Atelektasen
- Pneumonie
- Spannungspneumothorax
- Luftemphysem
- Lungenödem

Bei intraoperativen Komplikationen kommt es auch hier zum Abbruch der Thorakoskopie und zum Umstieg zur Thorakotomie (siehe humanmedizinische Komplikationen).

## **4 Material und Methoden beim Pferd**

### **4.1 Techniken der thorakoskopischen Chirurgie**

Die Thorakoskopie beim Pferd ist eine endoskopisch-chirurgische Technik, vergleichbar mit der schon seit längerer Zeit bei Pferden durchgeführten Arthroskopie. Die Technik beinhaltet den Gebrauch eines starren Endoskopes, gekoppelt mit einer Lichtquelle und speziellen Instrumenten zur chirurgischen Manipulation. Auch bei der Thorakoskopie am Pferd befinden sich die endoskopischen Instrumente in trigonaler Anordnung zueinander. Das Ende des Endoskopes und der zwei endoskopischen Instrumente weisen von drei verschiedenen Richtungen auf einen Punkt und bilden so die Ecken eines gedachten Dreiecks. Die Thorakoskopie verspricht bei Pferden die gleichen Vorteile, nämlich gute Einsicht in den Thoraxraum, Untersuchungs- und direkte Behandlungsmöglichkeiten bei gleichzeitig stark verkürzter Rekonvaleszenz (HENDRICKSON und WILSON 1996). Man unterscheidet beim Pferd thorakoskopische Eingriffe am stehenden und am liegenden Tier.

Vorteile der Thorakoskopie beim Pferd:

- relative Noninvasivität (kleine Inzisionen)
- schnelle Durchführung (wenn die technischen Fertigkeiten erlernt sind)
- schnelle Rückkehr des Tieres zur normalen Aktivität

Nachteile der Thorakoskopie beim Pferd:

- Menge und Kosten des benötigten Instrumentariums
- Erlernen der Fertigkeiten und Geschicklichkeit, um erfolgreich Eingriffe durchzuführen
- zweidimensionale Darstellung des Operationsfeldes
- Palpation des Krankheitsherdes ist nicht möglich

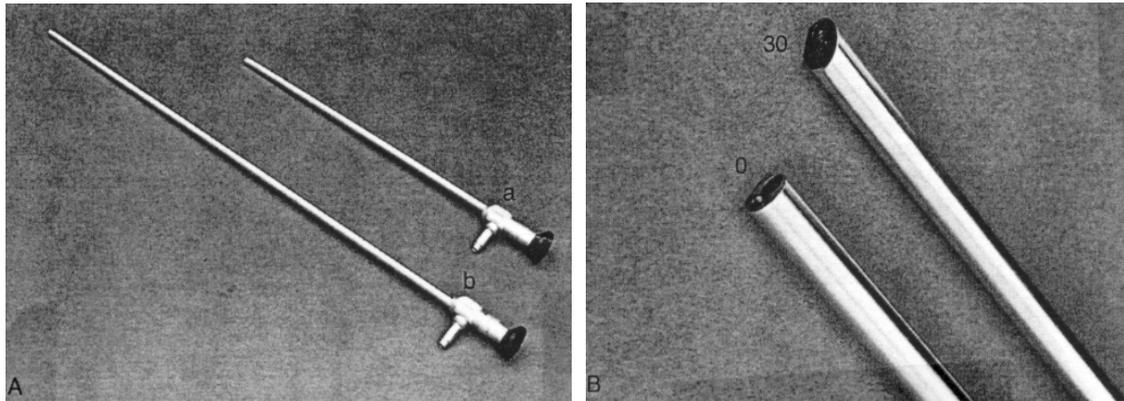
Die Nachteile setzen der Thorakoskopie Grenzen, die allerdings durch Geschicklichkeit und Training des Operateurs überwunden werden können. Das größte Problem ist die zweidimensionale Darstellung des Operationsfeldes (die Tiefe wird nicht dargestellt), und dass das Endoskop vom Assistenten geführt wird, also nicht vom Operateur selbst. Ein weiteres Problem bilden die anatomischen Gegebenheiten in Verbindung mit den kleinen Inzisionen. Die freie Beweglichkeit der Instrumente wird gehemmt. Weiterhin spielt die Länge der Instrumente eine wesentliche Rolle. Je länger die Instrumente sind, desto weiter ist der Operateur vom Objekt des Interesses entfernt, was zusätzlich den Eingriff erschwert. Alle beschriebenen Schwierigkeiten sind durch Geschick und intensives Training des Operateurs überwindbar. Viele Firmen bieten sogenannte „Phantome,, an, an denen diese Fertigkeiten erlernbar und trainierbar sind. Insbesondere steht beim Training der Gebrauch der Instrumente, die zweidimensionale Sichtweise sowie das Nähen und Ligieren im Vordergrund.

#### 4.1.1 Instrumentelle Ausrüstung

##### 4.1.1.1 Endoskope

Endoskope werden in verschiedenen Größen hergestellt. Das am häufigsten beim Pferd für die Thorakoskopie benutzte Endoskop ist 5-10 mm im Durchmesser und starr. Es ist 30 oder 60 cm lang (Abb. 12A). Der Winkel des Endoskopendes beträgt 0 oder 30° (Abb.12B). Endoskope mit einem 0°-Winkel werden am häufigsten beim Pferd verwendet. Die meisten Endoskope haben zwei Kanäle. Ein Kanal ist für das Linsensystem und der andere für die Lichtquelle, die die Brusthöhle erhellt, angelegt. Einige Firmen bieten

Endoskope mit drei Kanälen an. Der dritte Kanal dient hauptsächlich Instrumenten, mit denen man Biopate entnehmen kann. Die Lichtquelle wird fest an eine Vorrichtung am Endoskop via flexibler Fiberglasoptik angeschlossen (Abb.13).



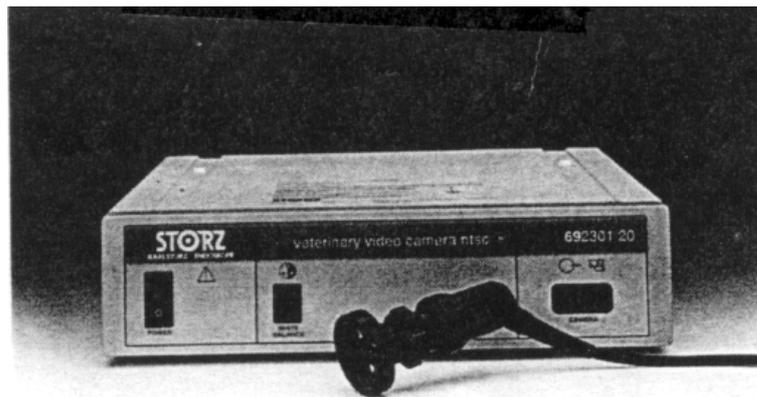
**Abbildung 12** A, starre Endoskope mit 30 cm (a) und 54 cm (b) Länge. B, Endoskopblickwinkel von 0% und 30% eines starren Endoskops (Karl Storz Endoscopy America Inc., Culver City, CA)



**Abbildung 13** 300 Watt Lichtquelle mit einem angehängten Fiberglaskabel.  
(Karl Storz Endoscopy America, Inc., Culver City, CA.)

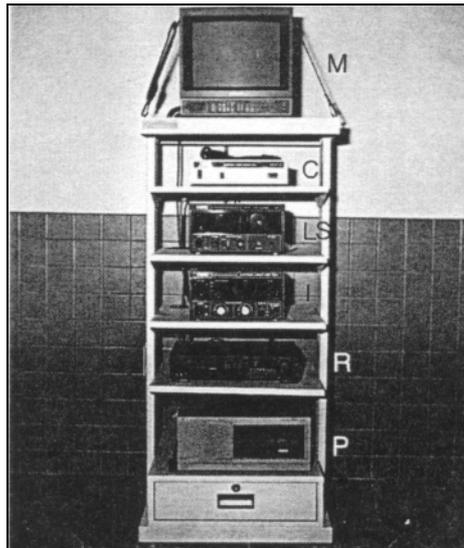
#### 4.1.1.2 Monitor, Videokamera und Videorekorder

Videokameras erlauben die Projektion des Operationsfeldes auf einen Monitor. Die Kamera wird an einer Vorrichtung am Endoskop befestigt. Obwohl die Kamera zum eigentlichen Eingriff nicht notwendig ist, erlaubt sie dem Operateur sich vom Operationsfeld zu entfernen, um gegebenenfalls das Bild auf dem Monitor genauestens zu betrachten. Weiterhin wird es möglich, dass Assistenten die gesamte Prozedur sehen können, und gibt ihnen so die Möglichkeit zur Korrektur des Endoskopes. Der gesamte Eingriff kann auf einer handelsüblichen Videokassette aufgenommen werden (Abb.14).



**Abbildung 14** Videokamera (Karl Storz Endoscopy America, Inc., Culver City, CA.)

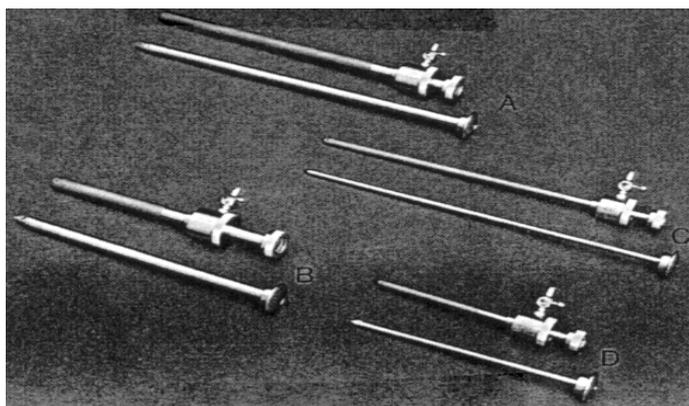
Sehr hilfreich sind fahrbare Equipmentregale, die es erlauben alle benötigten Geräte auf kleinem Raum zusammenzustellen (Abb.15).



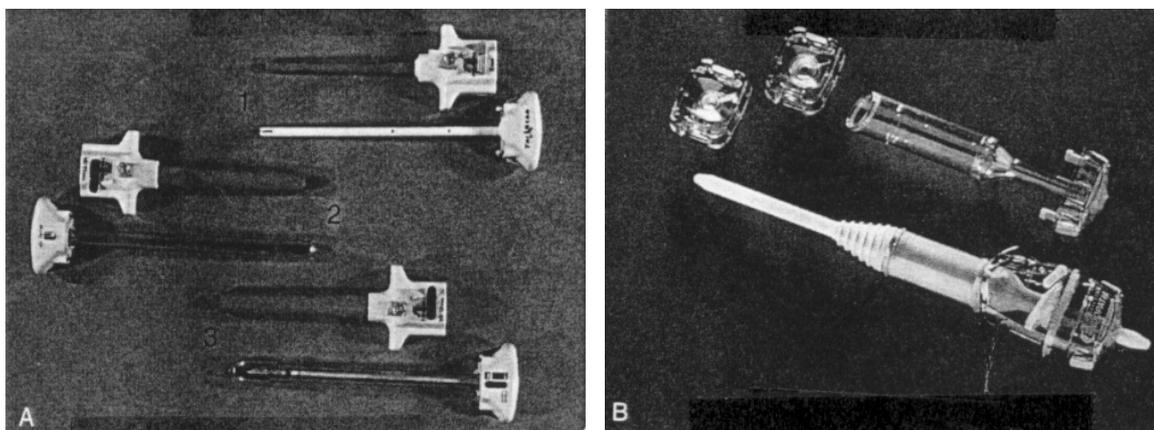
**Abbildung 15** Fahrbares Equipmentregal mit Videomonitor (M), Videokamera (C), Lichtquelle (LS), Insufflator (I), Videorekorder (R) und Videodrucker (P) (Karl Storz Endoscopy America, Inc., Culver City, CA.)

#### 4.1.1.3 Trokarhülsen und Trokare

Trokarhülsen werden benutzt, um Instrumente in die Brusthöhle einführen zu können. Der Markt bietet Mehrweghülsen (Abb.16) und Einweghülsen an (Abb.17). Trokarhülsen bestehen aus einer 5-33 mm im Durchmesser starken Röhre, verbunden mit der Gummimanschette, Dichtungen und einem Ventil. Die hohle Scheide der Hülse erlaubt das Einführen des Endoskops oder der benötigten Instrumente in die Brusthöhle. Gummimanschetten und Dichtungen halten den Thorax luftdicht, was besonders beim Instrumentenwechsel wichtig ist.



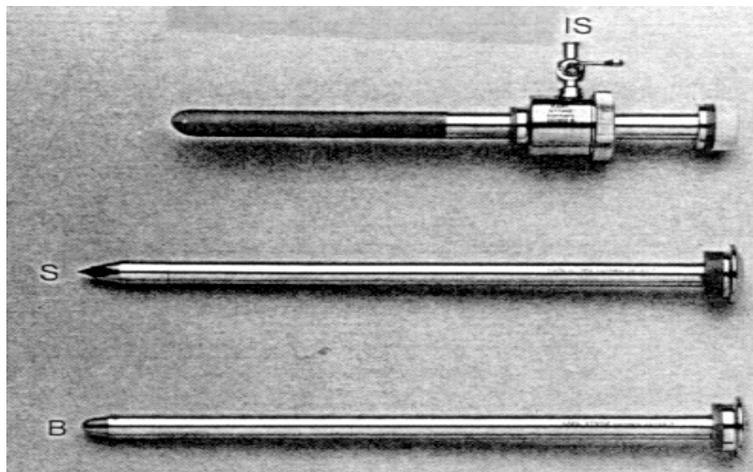
**Abbildung 16** Mehrweghülsen und -trokare; 11 mm Durchmesser und 20 cm Länge (A), 11 mm Durchmesser und 10 cm Länge (B), 6 mm Durchmesser und 20 cm Länge (C) und 6 mm Durchmesser und 10 cm Länge (D). (Karl Storz Endoscopy America, Inc., Culver City, CA)



**Abbildung 17** A, Einwegtrokare, 5 mm Durchmesser, 10 cm lange Trokareinheiten, scharfer Trokar, geschützt (1), 10/11 mm Durchmesser, 10 cm lange Hülsen mit stumpfem Trokar (2), 10/12 mm Durchmesser, 10 cm lang scharfer Trokar geschützt (3), B, Einwegtrokare 33 mm Durchmesser für Gewebeprobeentnahme.

Trokare bilden mit der Trokareinheit eine Einheit und sind scharf oder stumpf. Die scharfen Trokare sind geschützt oder ungeschützt und werden erst nach erfolgreichem Lungenkollaps eingesetzt, wenn das Verletzungsrisiko herabgesetzt ist. Die meisten Einwegtrokare sind mit Schutzvorrichtungen versehen. Die Schutzvorrichtung ist gewöhnlich eine Plastikscheide, die beim Einführen durch das Gewebe zurückgedrückt wird, um so den

scharfen Trokar offen zu legen. Hat der Trokar die Brustwand durchdrungen, schnappt die Plastikscheide wieder zurück und schützt so die Organe der Brusthöhle. Nach dem Zurückschnappen der Schutzvorrichtung verbleibt diese über dem scharfen Trokar, so dass auch bei Trokarbewegungen keine Organe verletzt werden können. Diese Schutzvorrichtung macht die Einwegtrokare sehr attraktiv, allerdings ist der hohe Preis dieser Trokare ein großer Nachteil. Die meisten Mehrwegtrokare sind ungeschützt. Stumpfe Trokare werden vorwiegend für die sogenannte „offene“ Thorakoskopie benutzt. Bei „offener“ Thorakoskopie werden erst kleine Inzisionen in die Brustwand vorgenommen und anschließend werden, unter Benutzung des stumpfen Trokars, Trokarhülsen in die Brusthöhle eingeführt. Durch diese Methode wird das Verletzungsrisiko von Organen und Geweben minimiert (Abb.18).



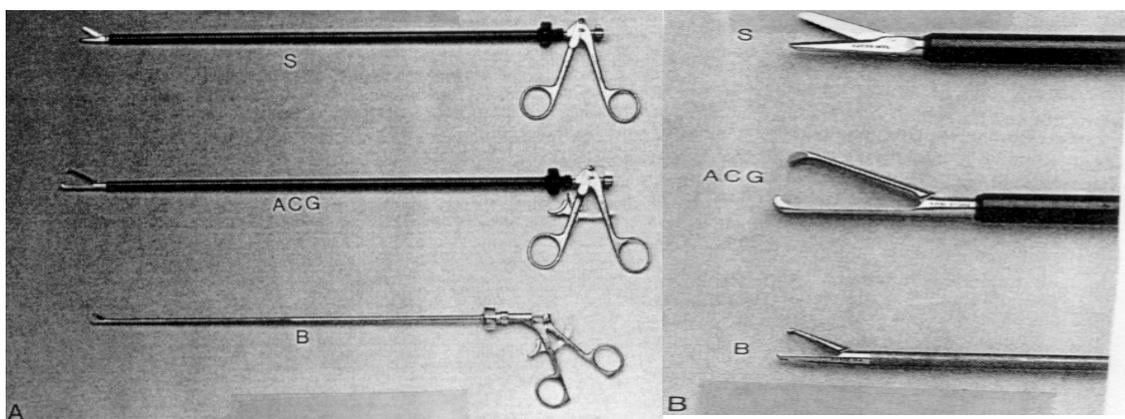
**Abbildung 18** Mehrwegtrokare mit 11 mm Durchmesser, 10 cm lange Hülse mit Insufflationsventil (IS) scharfe (S) und stumpfe (B) Trokare (Karl Storz Endoscopy America, Inc., Culver City, CA.)

Viele Trokarhülsen haben einen stabilisierenden Ring, der diese in der Haut des Tieres fixiert. Andere Trokare besitzen ein Gewinde mit dem die Hülse regelrecht in das Weichteilgewebe geschraubt wird. Hierbei fixiert das

Gewinde die Hülse. Beide Systeme haben ein Ziel, nämlich das Herausziehen der Hülse während des Eingriffes zu verhindern. Für die Thorakoskopie des Pferdes werden vorwiegend 10 cm lange Hülsen benutzt. Der Durchmesser der Trokarhülsen beträgt entweder 5 oder 12 mm, wobei die 12 mm-Hülsen vorwiegend zur Gewebeentnahme verwendet werden (siehe Abb.17)

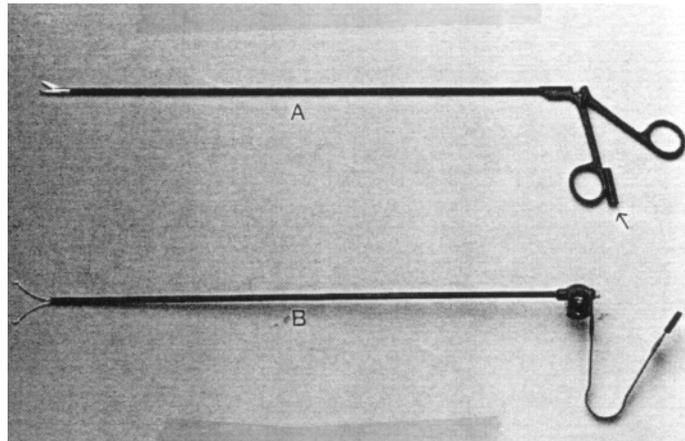
#### 4.1.1.4 Endoskopische Instrumente

Endoskopische Instrumente sind in den meisten Fällen modifizierte Instrumente aus der konventionellen Chirurgie. Die Instrumente wurden stark verkleinert und an das Ende eines langen, dünnen Schaftes gesetzt. Die am häufigsten benutzten Instrumente sind in der Regel Scheren, Greifzangen, Klemmen und Nadelhalter (Abb.19).



**Abbildung 19** A, Mehrweginstrumente, 10 mm starke Schere (S), 10 mm starke Greifzangen (ACG) und 5 mm Babcock-Zange (B). B, nähere Darstellung der Instrumentenenden (Karl Storz Endoscopy America Inc., Culver City, CA.)

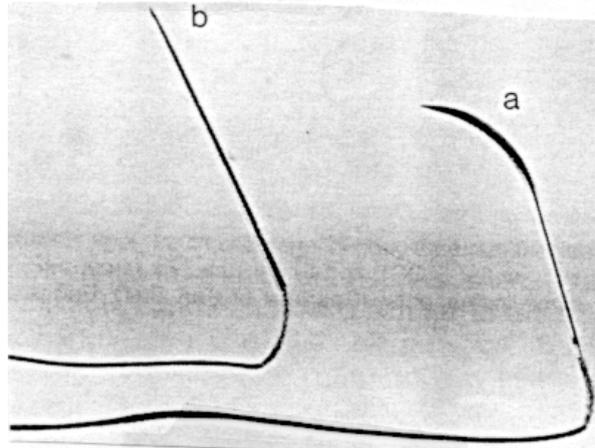
Die Instrumente sind von verschiedenen Firmen mit einem Schaft von 5 oder 10 mm Durchmesser sowie einer Länge von 30 bis 45 cm zu beziehen. Einige Instrumente enthalten Adapter für monopolare oder bipolare Kauter (Abb.20).



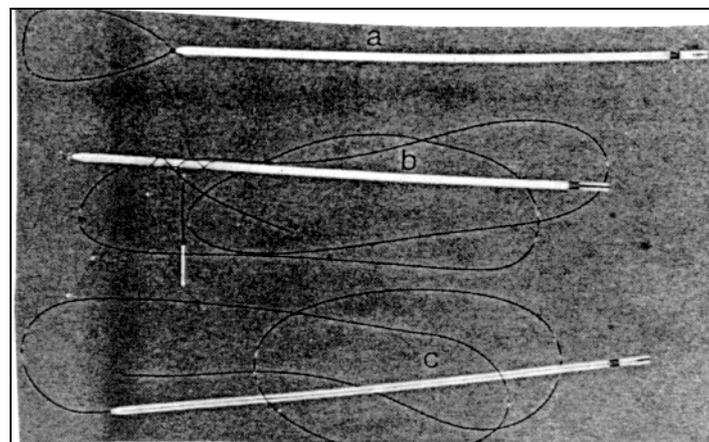
**Abbildung 20** Mehrwegkauterinstrumente. 5 mm Scheren (A) mit einem Adapter für einen monopolaren Kauter (Pfeil). Kauterinstrument mit Anschluss für einen bipolaren Kauter (B). (Karl Storz Endoscopy America, Inc., Culver City, CA.)

#### 4.1.1.5 Nadeln und Nahtmaterial

Für die endoskopische Chirurgie ist spezielles Nahtmaterial zu beziehen. Spezielle Nadeln können problemlos durch die Trokarhülsen geführt werden. Die Nadeln sind an den Fäden angeschweißt und bilden so mit dem Faden eine Einheit (Abb.21). Da es innerhalb der Körperhöhle sehr schwer ist Knoten zu knüpfen, haben viele Hersteller Knoten für Ligaturen vorgebunden. Die vorgebundenen Fäden werden durch eine 5 mm im Durchmesser dicke Plastikscheide in der Brusthöhle platziert. Der vorgebundene Knoten wird durch Zug am Fadenende außerhalb der Brusthöhle zugezogen, um so beispielsweise Gefäße zu ligieren (Abb.22).



**Abbildung 21** Endoskopisches Nahtmaterial mit einer „Ski,-Nadel (a) und einer geraden Nadel (b) für intrakorporale Nähte (Ethicon Endo-Surgery, Cincinnati, OH.)



**Abbildung 22** Endoskopisches Nahtmaterial. Endoloop (Gr.: 0 PDS) (a), vorgeknüpfter Endoknoten (Gr.: 0 PDS) (b), Endoknoten (Gr.: 0 PDS). (Ethicon Endo-Surgery, Cincinnati, OH).

#### 4.1.2 Lagerung der Patienten und Zugänge

##### 4.1.2.1 Lagerung und Zugänge am stehenden Pferd

Der Patient wird in die Box gebracht, wobei die Box auf der zu behandelnden Seite offen ist. Vor dem Eingriff wird das Pferd sediert und am Ort der Inzisionen lokal anästhesiert. Für manche Pferde ist die

alleinige Lokalanästhesie indiziert (MANN SMANN und BERNARD-STROTHER 1985). Der Zugang wird im Interkostalraum in der Nähe des Krankheitsherd es oder Untersuchungsortes gewählt. Am häufigsten wählt der Operateur den Zugang für das Thorakoskop zwischen dem 8. und 11. Interkostalraum ventral der langen Rückenmuskulaturgrenze, um sich einen Überblick im Thoraxraum zu verschaffen (VACHON und FISCHER 1998). Der Eintritt in die Brusthöhle erfolgt durch einen stumpfen oder scharfen Trokar. Wie bereits erwähnt, ist der Gebrauch eines stumpfen Trokars risikoärmer als der Gebrauch eines scharfen Trokars. Wenn es nötig ist, werden weitere Inzisionen angelegt, um durch diese verschiedene Instrumente einführen zu können. Die Orte der weiteren Zugänge sind abhängig vom thorakoskopischen Befund und können nun unter Sichtkontrolle geschaffen werden.

#### 4.1.2.2 Lagerung und Zugänge am liegenden Pferd

Die Thorakoskopie am liegenden Pferd wird unter Allgemeinnarkose durchgeführt, das heißt, das Pferd muss erst niedergelegt werden, um den Eingriff durchführen zu können. Auch hier kann der Eingriff mit starren oder flexiblen Endoskopen erfolgen. Es gibt zwei Lagerungen, um ein Pferd zu thorakoskopieren: Die Seitenlagerung und die dorsale Lagerung. Wird der Patient in Seitenlage thorakoskopiert, legt man ihn auf die gesunde Seite, um freien Zugang zum Untersuchungsort zu haben. Vor der Schaffung der Zugänge wird der gesamte Hemithorax auf einen sterilen Eingriff vorbereitet, damit der Operateur jederzeit einen Umstieg auf die konventionelle Thorakotomie durchführen kann. Nach Schaffung des Pneumothorax wird die Inzision für das Thorakoskop vorgenommen. Auch hierbei werden die Inzisionen in der Nähe des Krankheitsherd es gesetzt. Der Operateur wählt am häufigsten einen Ort zwischen dem 8. und 11.

Interkostalraum. Er kann zudem jederzeit einen neuen Zugang für das Thorakoskop schaffen, um bessere Einsicht zu haben. Durch den entstehenden Lungenkollaps fällt die Lunge durch ihr Eigengewicht vermehrt auf die tiefer liegende Seite, so dass man noch mehr Raum als bei der stehenden Thorakoskopie zur Verfügung hat. Der Eintritt erfolgt mit einem stumpfen oder scharfen Trokar. Nun können unter Sichtkontrolle weitere Instrumente in den Hemithorax eingeführt werden. Bei der dorsalen Lagerung liegt der Patient auf dem Rücken. Der Thorax wird beiderseits bis zu den Ellenbogengelenken und kaudal zur Diaphragmagrenze auf einen sterilen Eingriff vorbereitet. Die dorsale Lagerung erlaubt eine gute Visualisierung des ventralen Thoraxraumes und ermöglicht zudem eine thorakoskopische Untersuchung beider Hemithoraces (VACHON und FISCHER 1998). Der große Vorteil der Thorakoskopie am liegenden Patienten besteht in der Möglichkeit für den schnellen Übergang zur Thorakotomie bei auftretenden Komplikationen.

## **4.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie**

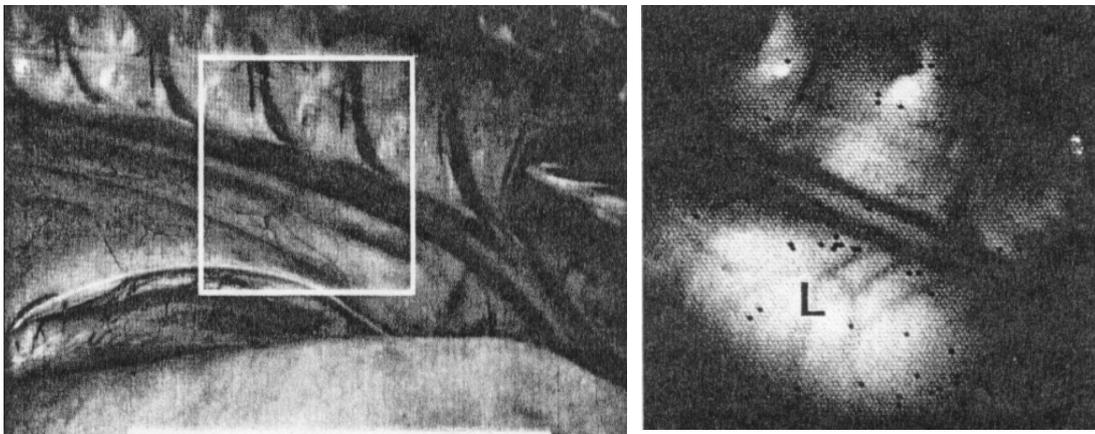
### 4.2.1 Physiologische Befunde

Die Thorakoskopie des Pferdes ist noch in der Entwicklungsphase und wird nicht so häufig durchgeführt wie zum Beispiel die Arthroskopie oder Laparoskopie. Zur Zeit kommt den diagnostischen Möglichkeiten durch die Thorakoskopie beim Pferd die größte Bedeutung zu. MANNSMANN und BERNARD-STROTHER (1985) beschrieben die physiologische intrathorakale Anatomie am stehenden Pferd. Um Thoraxstrukturen erkennen und thorakoskopische Befunde interpretieren zu können, muss der Operateur die physiologische Thoraxanatomie und das physiologische

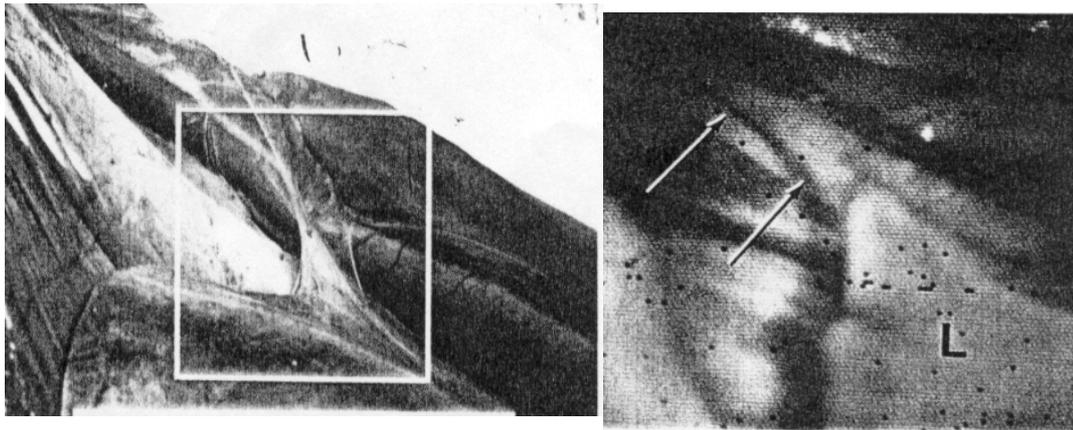
Aussehen der Strukturen kennen. Funktionelle Merkmale bestimmter Strukturen, wie die Pulsation der Aorta, das Schlagen des Herzens und die Bewegung des Diaphragmas sowie der Lunge bei jedem Atemzug helfen bei der Identifikation eines Organs.

#### 4.2.1.1 Intrathorakale Anatomie der rechten Thoraxseite

Die große, weiße, pulsierende Aorta liegt im dorsalen Abschnitt des Thorax, direkt ventral der bläulichen V. azygos. Die Interkostalvenen verlaufen parallel zu den gut sichtbaren Rippen in der Thoraxwand (Abb. 23). Der rosa, muskulöse Ösophagus liegt ventral der Aorta in den kaudalen zwei Dritteln des Thorax. Die Lunge ist charakteristisch lachsrosa mit einer kleinen Falte der viszeralen Pleura im dorsalen Abschnitt des kaudalen Lungenlappens (Abb.24). Diese physiologische Pleuraanheftung kann leicht als eine Verklebung fehlinterpretiert werden.

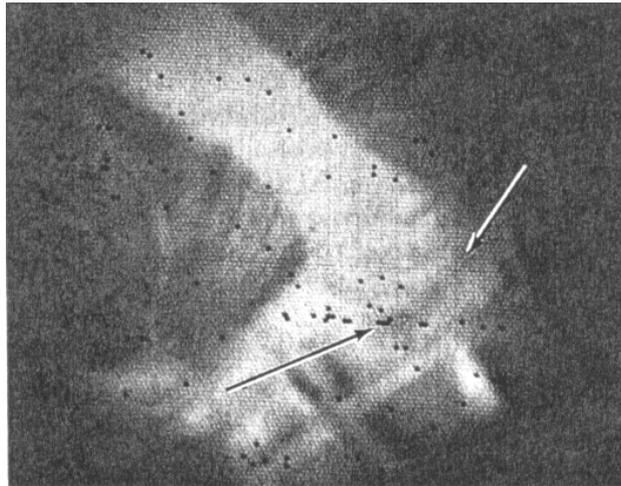


**Abbildung 23** Die laterale Sicht des dorsalen Abschnittes des rechten Hemithorax eines obduzierten Pferdes zeigt die rosa Lunge mit der V.azygos und den Interkostalgefäßen dorsal der Lunge. Der Ausschnitt daneben ist ein thorakoskopisches Sichtfeld des gleichen Areals beim selben Pferd. Zu sehen sind die normal entfaltete Lunge (L), die V.azygos und zwei Interkostalgefäße dorsal der Lunge (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985)

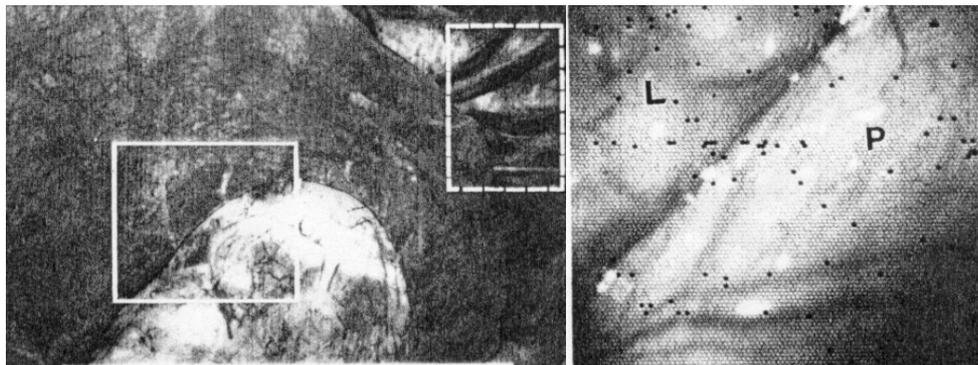


**Abbildung 24** Die laterale Sicht des kaudo-dorsalen Abschnittes des rechten Hemithorax eines obduzierten Pferdes zeigt die Anheftung des kaudalen Lungenlappens an der parietalen Pleura. Das Diaphragma befindet sich links, der Kopf des Tieres rechts des Bildes. Der Ausschnitt darunter zeigt ein thorakoskopisches Sichtfeld des gleichen Areals des selben Pferdes ante mortem. Zu sehen ist die Anheftung (Pfeile) des kaudalen Lungenflügels (L) an der parietalen Pleura (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

Rippen, Interkostalgefäße und Zwischenrippenmuskulatur sind sehr leicht zu erkennen. Die Rippen-Wirbel-Gelenke liegen weit dorsal (Abb.25). Das Perikard mit dem Herzen ist im kranialen Abschnitt des rechten Hemithorax eindrucksvoll zu erkennen. Durch das gesunde Perikard sind das Myokard und Herzgefäße gut sichtbar (Abb.26). Bei übergewichtigen Pferden mit hohem Anteil an perikardialem Fettgewebe ist die Sicht auf das Herz nicht mehr gegeben. Das Diaphragma ist an seinen charakteristischen muskulösen und sehnigen Anteilen zu erkennen. Oft befinden sich kleine Fibrinflecken auf dem Diaphragma bei klinisch gesunden Pferden.



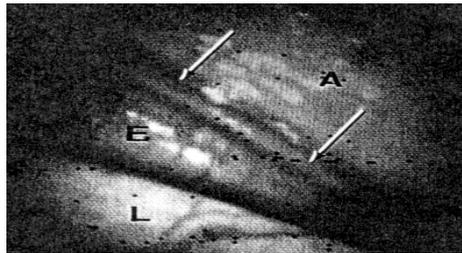
**Abbildung 25** Thorakoskopisches Sichtfeld mit einem kostovertebralen Gelenk (Pfeile) eines Pferdes ante mortem (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985)



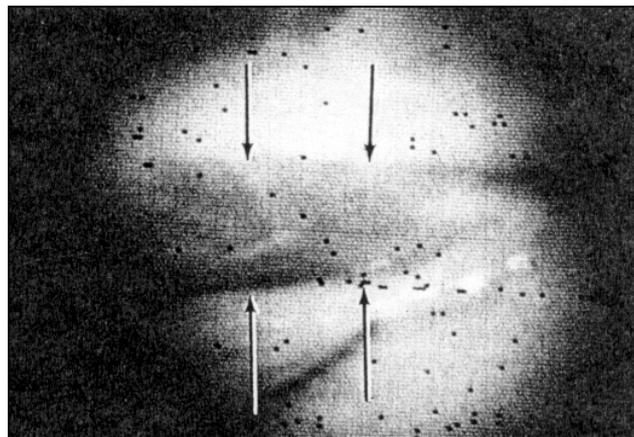
**Abbildung 26** Die laterale Sicht des rechten Hemithorax eines obduzierten Pferdes zeigt die kollabierte Lunge mit dem Herzen, das sich, überzogen mit dem Perikard, im Zentrum des Bildes befindet. Im oberen rechten Ausschnitt sind kraniale Mediastinalgefäße sichtbar. Den Kopf des Tieres muss man sich oben rechts des Bildes denken. Der zentrale Ausschnitt ist ein thorakoskopisches Sichtfeld der perikardialen Oberfläche (P) über die eine Reihe von Gefäßen ziehen. Links darüber befindet sich die normal entfaltete Lunge (L) (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

#### 4.2.1.2 Intrathorakale Anatomie der linken Thoraxseite

Im linken Hemithorax stellt sich das gleiche Bild dar wie im rechten Hemithorax, bis auf wenige Ausnahmen, wie die fehlende V. azygos (Abb.27). Einige der großen kranialen Gefäße sind von beiden Seiten zu sehen (Abb.28). Bei jungen Pferden, die nur einige Monate alt sind, ist der Thymus sichtbar.



**Abbildung 27** Im thorakoskopischen Sichtfeld des linken Hemithorax liegt die Aorta (A) dorsal dem Ösophagus (E) an. Am Ösophagus sind die oberflächlichen Gefäße sowie die Ösophagusarterie und -vene sichtbar. Dorsal des Ösophagus und ventral der Aorta ist der N. vagus zu sehen (Pfeile). Ventral des Ösophagus liegt die Lunge (L) (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985).



**Abbildung 28** Das zu sehende große kraniale Mediastinalgefäß (Pfeile) konnte aufgrund von Orientierungsschwierigkeiten nicht exakt identifiziert werden. Eine bessere Sicht der kranialen Mediastinalgefäße ist in Abbildung 26 zu sehen (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985)

## 4.2.2 Indikationen zur thorakoskopischen Chirurgie

### 4.2.2.1 Diagnostischer Einsatz und Klärung unklarer Befunde

Die Thorakoskopie am stehenden Pferd erlaubt die Visualisierung der dorsalen und dorsolateralen, am liegenden Pferd der ventralen Abschnitte der Thoraxhöhle. Somit kann der gesamte Thorax durch die Thorakoskopie visualisiert werden, dies kann zur Diagnose beitragen. Insbesondere bei Patienten, die Krankheitssymptome des Thorax aufweisen, ohne dass ein klarer Befund erhoben werden kann, ist die Thorakoskopie als diagnostisches Mittel eine Bereicherung. Bei einer Diaphragmahernie kann der genaue Ort und Umfang der Hernie ermittelt werden, um so die anschließende Thorakotomie genauer vornehmen zu können (VACHON und FISCHER 1998, MALONE et al. 2001). Bei Pneumothoraces unklarer Genese können mit der Thorakoskopie oft Diagnosen wie Lungenemphysem oder Lungenruptur gestellt werden. Umfangsvermehrungen, Pleuraergüsse und Lungenveränderungen sind zu differenzieren. Eine entsprechende Therapie kann gezielter eingesetzt oder Euthanasien gerechtfertigt werden.

### 4.2.2.2 Aspiration von Flüssigkeiten und Exsudatbestimmung

Ist das Ergebniss der diagnostischen Thorakoskopie ein Pleuraerguss, lässt sich noch innerhalb dieses Eingriffs eine einfache therapeutische Maßnahme einleiten. Der Operateur kann den Erguss aus der Pleurahöhle entfernen. Dies führt zur sofortigen Verbesserung des Allgemeinbefindens eines Patienten, erlaubt eine bessere Visualisierung und die umfangreiche Untersuchung des Ergusses (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985). Eine gezieltere Therapie kann sofort erfolgen. Desweiteren ist das Instillieren einer Thoraxdrainage unter Sichtkontrolle

gegeben (VACHON und FISCHER 1998).

#### 4.2.2.3 Biopsieproben

Liegen unklare Umfangsvermehrungen oder Gewebeveränderungen vor, lassen sich diese durch eine Biopsie diagnostizieren. Der große Vorteil der Thorakoskopie ist hierbei die gezielte Biopsientnahme unter Sichtkontrolle. Auftretende Blutungen können unverzüglich gestoppt werden. Die histologische Untersuchung der Biopsiate führt dann fast in allen Fällen zur Diagnose (VACHON und FISCHER 1998, MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

#### 4.2.2.4 Thoraxabszesse, fibrinöse Pleuritis und pleurale Adhäsionen

Thoraxabszesse können unter der Thorakoskopie lokalisiert und vollständig ausgeräumt werden. Anschließend lässt sich die Pleurahöhle spülen. Eine Drainage lässt sich gezielt einbringen. Bei fibrinösen Pleuritiden und pleuralen Adhäsionen kann der Operateur das Lungenparenchym von der Pleura lösen und sämtliche Adhäsionen mit elektrochirurgischen Instrumenten durchtrennen. Auch dies geschieht unter ständiger Sichtkontrolle (VACHON und FISCHER 1998).

#### 4.2.2.5 Perikarderguss und –fenestration

Bei septischen und aseptischen Perikardergüssen wird der Erguss aus dem Perikard thorakoskopisch entfernt. Hierbei kann der Operateur beide Seiten des Perikards erreichen, wenn das Pferd dorsal gelagert wird. Um eine Drainage zu erreichen, wird nach Ausräumung des Perikards die Perikardfenestration vorgenommen. Dies kann ebenfalls innerhalb eines Eingriffs beiderseits erfolgen (VACHON und FISCHER 1998).

#### 4.2.2.6 Lungenparenchymtumore und –nekrosen

Es ist mittlerweile gelungen, mit dem endoskopischen Stapler durch Lungenkeilresektion veränderte Lungenparenchymanteile abzusetzen. Entfernt wurden insbesondere nekrotische Parenchymanteile oder kleinere –tumore. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass die abgesetzten Parenchymabschnitte nicht thorakoskopisch zu bergen waren, sondern über die Thorakotomie aus der Pleurahöhle entfernt wurden (VACHON und FISCHER 1998, LUGO et al. 2002).

### **4.3 Komplikationen bei thorakoskopierten Tieren**

- venöse Blutungen
- arterielle Blutungen
- Lungenverletzungen
- Atelektasen
- Pneumonien
- Pleuritis
- Pneumothorax

## **5 Durchführung und Ergebnisse der Thorakoskopie in der Humanmedizin**

### **5.1 Videothorakoskopische Lobektomie**

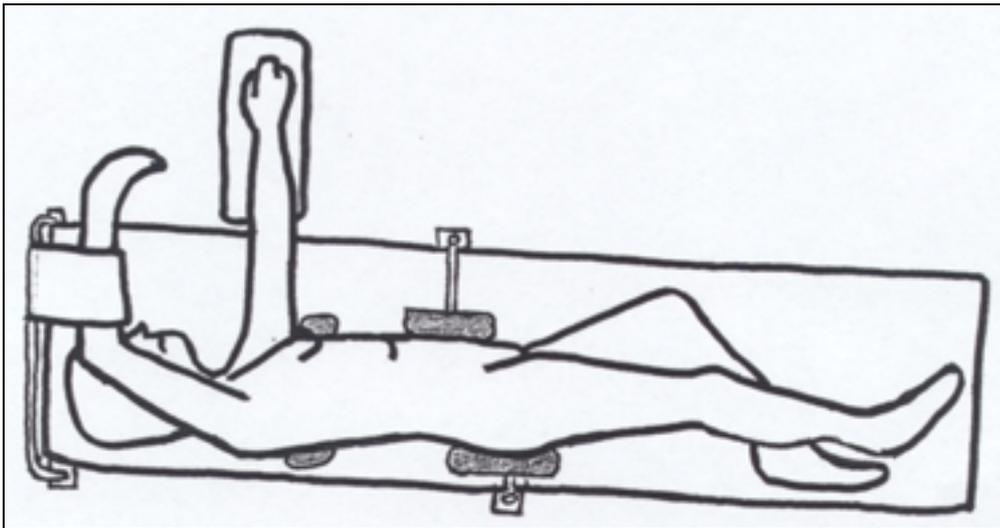
#### 5.1.1 Anästhesie

Der gesamte Eingriff wird in Vollnarkose vorgenommen. Die Narkose wird wie bei konventionellen Thorakotomien durchgeführt. Mit Hilfe des

doppelläufigen Tubus erfolgt die Ein-Lungenventilation. Diese führt zum vollständigen Kollaps der zu operierenden Lunge. Die selektive einseitige Beatmung ist in der videothorakoskopischen Lungenchirurgie von prinzipieller Bedeutung (STAMATIS und FECHNER 1996). CO<sub>2</sub>-Insufflation in den Thorax ist durch den vollständigen Kollaps der Lunge nicht erforderlich.

### 5.1.2 Patientenlagerung

Alle Patienten werden links- oder rechtsseitig gelagert (Abb.29). Wie auch bei der konventionellen Thorakotomie wird quer unter das Schulterblatt ein mit Luft gefüllter Gummiballon gelegt. Dies hat mehrere Gründe: Der Plexus des unten liegenden Armes wird geschont. Die Einführung des Trokars durch das Auseinanderspreizen der Rippen wird erleichtert. Beim Einführen des Trokars in den Thorax werden Verletzungen der Interkostalgefäße und -nerven verhindert. Auch das Becken, der Rippenbogen und der ipsilaterale Arm werden gestützt bzw. gelagert wie bei einer anterolateralen Thorakotomie (STAMATIS und FECHNER 1996). Wird der Arm über die natürliche Beweglichkeit hinaus gelagert oder überstreckt, kann es zu postoperativen Schmerzen kommen. Das Operationsfeld sollte so vorbereitet und abgedeckt werden, dass das Umsteigen auf eine offene Thorakotomie jederzeit möglich ist. Das Operationsteam wird vom Operateur, einem Assistenten und einer instrumentierenden Operationsschwester (-pfleger) gebildet.

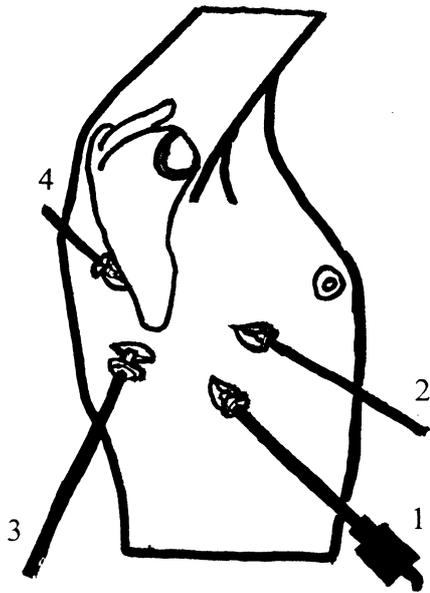


**Abbildung 29** Patientenlagerung bei thorakoskopischer Lobektomie.

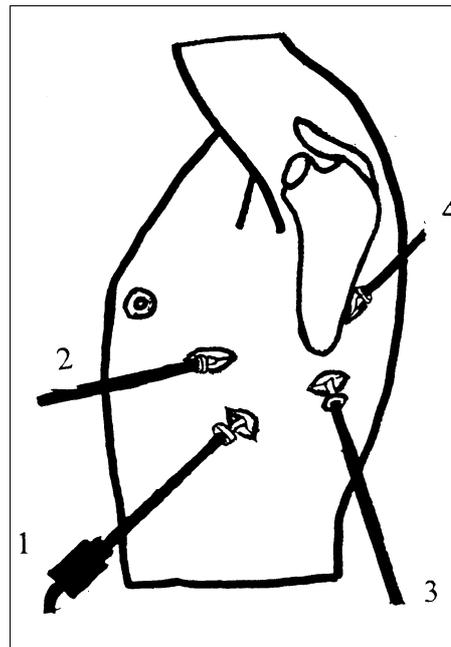
### 5.1.3 Instrumentarium und Zugänge

Bei der videothorakoskopischen Lobektomie werden 30°-Winkeloptiken und überwiegend Winkel- und Bogeninstrumente verwendet. Durch dieses Instrumentarium wird das Sichtfeld wenig eingeschränkt und die Manipulation an den äußersten Bereichen des Thorax ermöglicht. Hier hat sich die von LINDER und TOOMES (1994) entwickelte Dissektionsklemme für die pulmonalen Gefäße besonders bewährt. Die Trokarpositionen für den rechten und linken Hemithorax sind auf Abbildung 2 dargestellt. Damit der Operateur eine ausreichende Sicht im gesamten Hemithorax hat, wird die Inzision für die Videokamera (10-mm-Trokar) im 7. Interkostalraum im Bereich der mittleren Axillarlinie vorgenommen. Für weitere Instrumente und das Klammernahtgerät können nun unter Sicht drei weitere Trokare (1x 12-mm und 2x 6-mm-Trokare) in der vorderen und hintere Axillarlinie im 5., 6. und 7. Interkostalraum positioniert werden (Abb. 30a, b).

a



b



**Abbildung 30a,b** 1 = Endoskop mit aufgesetzter Kamera, 2 = Dissektionsklemme, Schere oder Nahtinstrumente, 3 = Klemmen, 4 = Lungenfasszange (STAMATIS und FECHNER 1996).

Es werden verschiedene Instrumente in den Thorax eingeführt. Durch die Inzision 4 wird eine Lungenfasszange, durch die Inzision 3 Klemmen zur Hilfe bei der Präparation der Lungenstrukturen und durch die Inzision 2 Dissektionsklemme, Schere oder Nahtinstrumente eingebracht (STAMATIS und FECHNER 1996). Es wird die trigonale Anordnung der Trokare angestrebt (LANDRENEAU et al. 1992). Damit sich die Optik und die Instrumente nicht gegenseitig behindern, ist auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Inzisionen zu achten. Durch flexible Trokare können einerseits gewinkelte Instrumente eingeführt und andererseits Kompressionsschäden der Interkostalnerven verhindert werden.

#### 5.1.4 Durchführung der thorakoskopischen Lobektomie

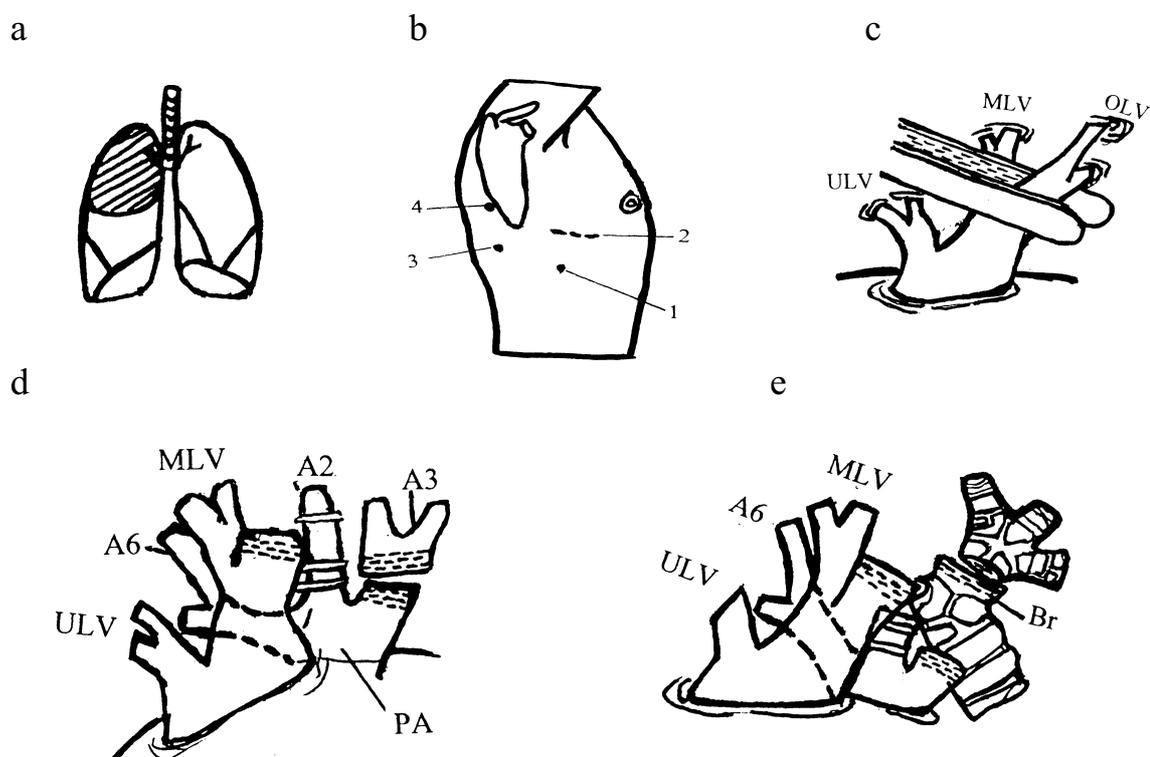
Ist die Optik in den Thorax eingeführt, wird systematisch die gesamte Plaurahöhle untersucht. Der Operateur durchtrennt alle pleuralen Verwachsungen. Ist die interlobäre Fissur so breit verwachsen, dass eine sichere Darstellung der pulmonalen Gefäße nicht gewährleistet ist, muss eine konventionelle Thorakotomie vorgenommen werden (STAMATIS und FECHNER 1996). Ein Grundsatz der videothorakoskopischen Lobektomie ist die sorgfältige Freilegung jeder dem entsprechenden Lappen zugeordneten Arterie und Vene. Es gibt verschiedene Systeme, um Gefäße oder Bronchen zu verschließen. Da sind die endoskopischen Klammernahtgeräte wie das Endo-GIA 30 (Ethicon), oder auch resorbierbare Ligatur-Clips wie Absolok Plus (Ethicon). Alternativ kann endoskopisch der Verschluss von Gefäßen mit einer Ligatur geschehen. Auch die Kombination Gefäßligatur und Klammernahtgerät wird gerne angewendet. Den Lappenbronchus verschließt der Operateur mit dem endoskopischen Klammernahtgerät. Beim Vorliegen eines Malignoms müssen die interlobären, hilären und ipsilateralen mediastinalen Lymphknoten ausgeräumt werden. Will der Operateur die tracheobronchialen und paratrachealen Lymphknoten rechts entfernen, ist es erforderlich die V. azygos zu durchtrennen. Nachdem das Präparat extrahiert ist, muss die Inzision 2 erweitert werden, um das Präparat aus dem Thorax bergen zu können. Es ist unbedingt notwendig, dass es zwischen einem malignen Resektat und den parietalen Strukturen zu keinem Kontakt kommt. Dies wird verhindert, indem das Resektat intrathorakal in einem Plastikbeutel verschlossen und darin aus dem Thorax entfernt wird. Durch Zug an der Parenchymspitze des resezierten Lungenlappens wird die Bergung des Lappens durch die Inzision

erleichtert. Die endoskopisch-operative Darstellung und Versorgung der Gefäße und Bronchen ist im wesentlichen die gleiche wie bei der konventionellen Thoraxchirurgie.

#### 5.1.4.1 Thorakoskopische Oberlappenresektion rechts (STAMATIS und FECHNER 1996)

Da häufig die Fissur zwischen Mittel- und Oberlappen zusammengewachsen ist, gilt die Resektion des Oberlappens unter vielen Operateuren als kompliziert. Die Inzisionen für die Trokare sind in Abbildung 31b dargestellt. Nachdem die Trokare in den Thorax eingebracht wurden, wird durch die Trokarhülse der Inzision 1 das Thorakoskop eingeführt. Mit einer endoskopischen Faszange, die der Operateur durch die Trokarhülse der Inzision 4 eingebracht hat, wird der Oberlappen nach dorsal gehalten. Nun kann die Pulmonalvene mit Hilfe einer Gefäßdissektionsklemme, die durch die Trokarhülse der Inzision 2 eingeführt wurde, von ventral freigelegt werden. Anschließend wird durch die Trokarhülse der Inzision 3 ein Haltefaden eingebracht. Mit diesem wird der gemeinsame Venenabgang für die drei oberen Segmente gespannt. Durch die Trokarhülse der Inzision 2 wird das Klammernahtgerät in den Thorax eingeführt. Mit diesem wird die Vene verschlossen und durchtrennt (Abbildung 31c). Um einen vollständigen Verschluss zu erreichen, muss darauf geachtet werden, dass das Gefäß innerhalb der auf dem Klammernahtgerät vorgegebenen Markierung liegt. Nach Durchtrennung der Vene wird anschließend die Parenchymbrücke zwischen Mittel- und Oberlappen durchtrennt. Hier kann der Operateur zwischen verschiedenen Magazinen wählen (30-, 35-, 45- und 60 mm-Magazin). Durch die Trokarhülse der Inzision 2 werden dann vom Interlobium aus die Segmentarterien zum posterioren Segment freigelegt und mit Hilfe von

resorbierbaren Ligatur-Clips die Segmentarterien zum apikalen und posterioren Segment mit dem endoskopischen Klammernahtinstrument verschlossen und durchtrennt (Abbildung 31d). Es folgt die Freipräparation des Lappenbronchus. Dieser wird von ventral über die Inzision 2 mit dem endoskopischen Nahtinstrument durchtrennt und verschlossen (Abbildung 31e). Das Resektat wird intrathorakal in einem Plastikbeutel geborgen und über die erweiterte Inzision 2 (6-8 cm) aus dem Thorax entfernt, ohne dabei parietale Strukturen zu kontaminieren.

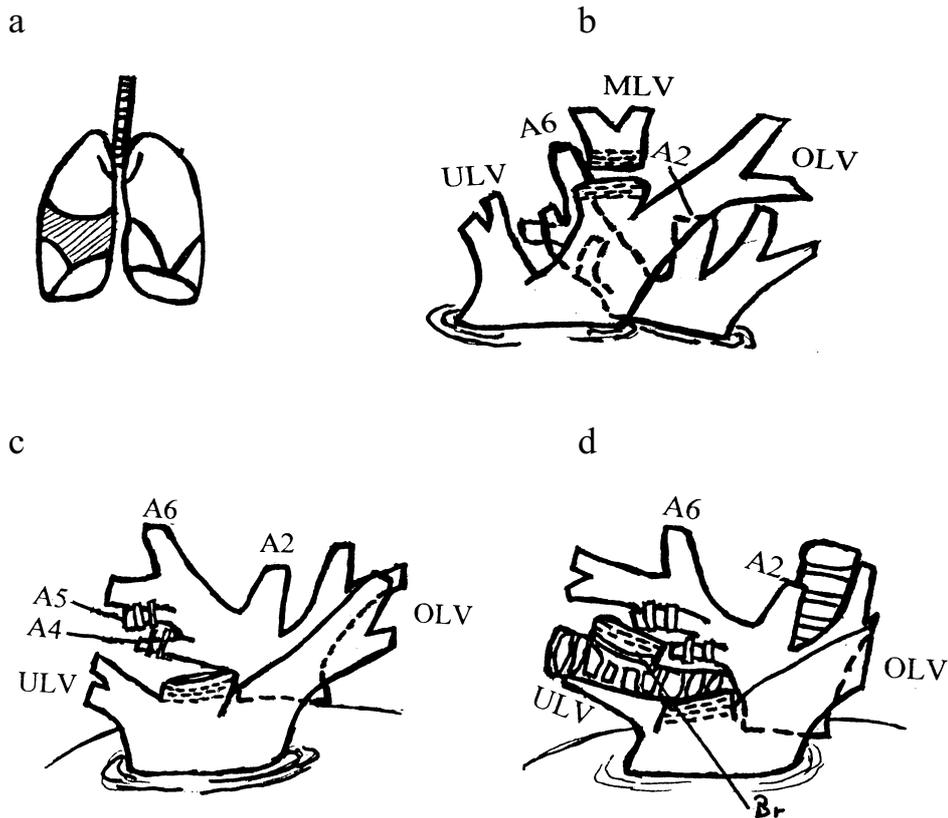


**Abbildung 31a-e** Thorakoskopische Oberlappenresektion rechts. 1 = Thorakoskop, 2 = Klammernahtgerät, Dissektionsklemme, Erweiterung zum Bergen des Resektats, 3 = Klemme, 4 = Lungenfasszange. MLV = Mittellappenvene, PA = Pulmonalarterie, A2, A3, A6 = Segmentarterien (STAMATIS und FECHNER 1996).

#### 5.1.4.2 Thorakoskopische Mittellappenresektion rechts (STAMATIS und FECHNER 1996)

Durch die günstige Lage der zugeordneten Gefäße gilt unter den

Operateuren die endoskopische Resektion des rechten Mittellappens im Vergleich zur rechter Oberlappenresektion als relativ einfach und unkompliziert. Die Mittellappenvene wird freipräpariert und durch die Trokarhülle der Inzision 2 das Klammernahtgerät in den Thorax eingeführt. Die Vene kann nun durch zwei resorbierbare Ligatur-Clips oder maschinell verschlossen (Abbildung 32b) und anschließend die Arterienäste zum medialen und lateralen Segment dargestellt werden. Diese verschließt der Operateur doppelt mit resorbierbaren Ligatur-Clips (Abbildung 32c). Viele Chirurgen empfehlen auch hier das Heranziehen der Gefäße zu der Applikationszange mit einem Faden. Durch die Trokarhülle der Inzision 2 werden nun die Interlobärfissuren zum Ober- und Unterlappen maschinell durchtrennt. Dadurch wird der Mittellappenbronchus freigelegt und der Bronchus mit dem endoskopischen Nahtinstrument durch die Trokarhülle der Inzision 2 verschlossen und abgesetzt (Abbildung 32d). Die Entfernung des Resektats erfolgt in einem Plastikbeutel durch die erweiterte Inzision 2.

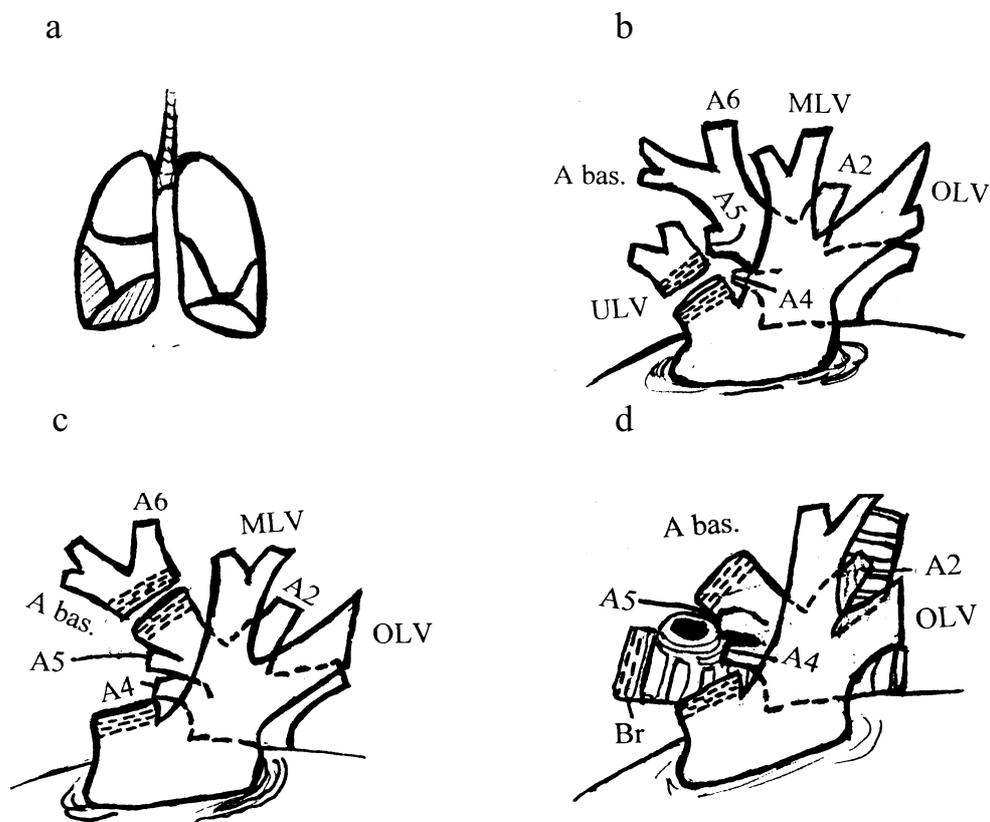


**Abbildung 32a-d** Thorakoskopische Mittellappenresektion rechts. ULV = Unterlappenvene, MLV = Mittellappenvene, OLV = Oberlappenvene, A2, A4, A5, A6 = Segmentarterien (STAMATIS und FECHNER 1996).

#### 5.1.4.3 Thorakoskopische Unterlappenresektion rechts (STAMATIS und FECHNER 1996)

Zuerst wird eine endoskopische Lungenfasszange durch die Trokarhülle der Inzision 4 in den Thorax eingeführt und mit dieser der rechte Unterlappen nach kranial gehalten. Durch die Trokarhülle der Inzision 3 mobilisiert nun der Operateur mit der endoskopischen Schere und Elektrokoagulation das Ligamentum pulmonale. Über die Trokarhülle der Inzision 2 wird die untere Pulmonalvene mit der Gefäßdissektionsklemme leicht unterfahren, während sie mit einem Faden durch die Trokarhülle der Inzision 3 nach ventral angespannt ist. Es folgen der Verschluss und die Resektion maschinell durch die Trokarhülle der Inzision 2 (Abbildung

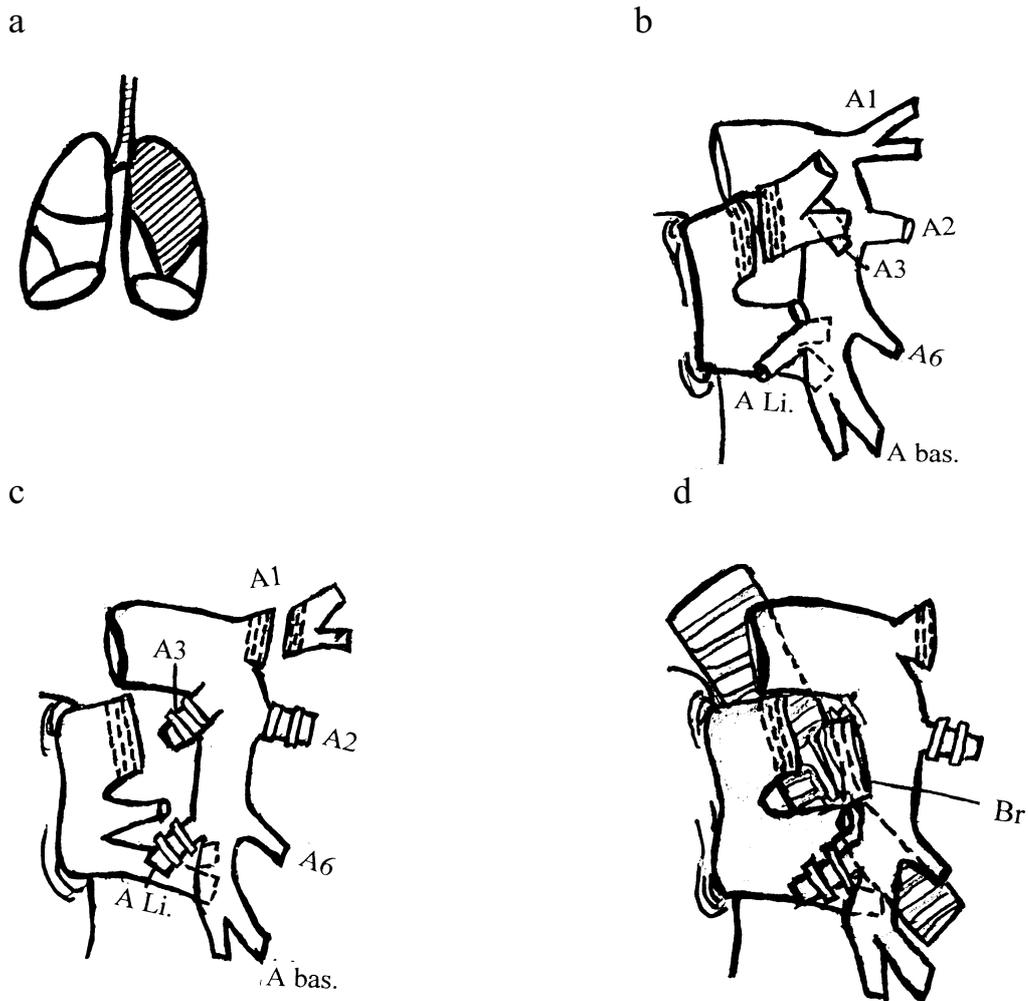
33b). Der ventrale Anteil der Fissur bis zu den Segmentarterien für die Basalsegmente 7-10 kann oft nach Elektrokoagulation scharf mobilisiert werden (Inzision 2). Anschließend verschließt und durchtrennt der Operateur den gemeinsamen Abgang der Basalsegmentarterien und der Arterie zu dem apikalen Unterlappensegment maschinell (Abbildung 33c). Der Bronchus des Unterlappens kann nun mit dem endoskopischen Nahtgerät durch die Inzision 2 verschlossen und abgesetzt werden (Abbildung 33d).



**Abbildung 33a-d** Thorakoskopische Unterlappenresektion rechts. MLV = Mittellappenvene, ULV = Unterlappenvene, A2-6 = Segmentarterien, A bas. = Basalsegmentarterie (STAMATIS und FECHNER 1996)

#### 5.1.4.4 Thorakoskopische Oberlappenresektion links (STAMATIS UND FECHNER 1996)

Die Resektion des linken Oberlappens gilt ebenfalls unter vielen Operateuren als kompliziert und nicht leicht durchführbar. Bedingt ist dies durch die Vielzahl der segmentalen und subsegmentalen Arterienäste. Zuerst beginnt der Operateur mit der Dissektion der oberen Pulmonalvene. Diese wird maschinell versorgt (Abbildung 34b). Anschließend wird der ventrale Anteil der Interlobärfissur bis zur Lingulaarterie (versorgt unteres Ende des Oberlappens (= Lingula pulmonis sinistra) der linken Lunge) durchtrennt. Dies kann elektrochirurgisch oder maschinell geschehen. Der Operateur verschließt die Lingulaarterie mit resorbierbaren Ligatur-Clips. Danach wird die Segmentarterie zum posterioren Subsegment und anterioren Segment durch die Trokarhülse der Inzision 2 und 3 freipräpariert und dann durch die Trokarhülse der Inzision 2 mit Ligatur-Clips (Abbildung 34c) verschlossen (zentral doppelt). Die Dissektion der Arterie zum apikalen Subsegment wird wegen ihrer Breite maschinell vorgenommen. Dies kann durch die Trokarhülse der Inzision 2 oder 4 geschehen. Die Parenchymbrücke zwischen posteriorem Oberlappensubsegment und apikalem Unterlappensegment wird häufig nach Elektrokoagulation gespalten. Aber auch eine maschinelle Durchtrennung ist möglich. Der Operateur versorgt den Oberlappenbronchus mit dem endoskopischen oder auch durch die erweiterte Inzision 2 mit dem konventionellen Nahtgerät.

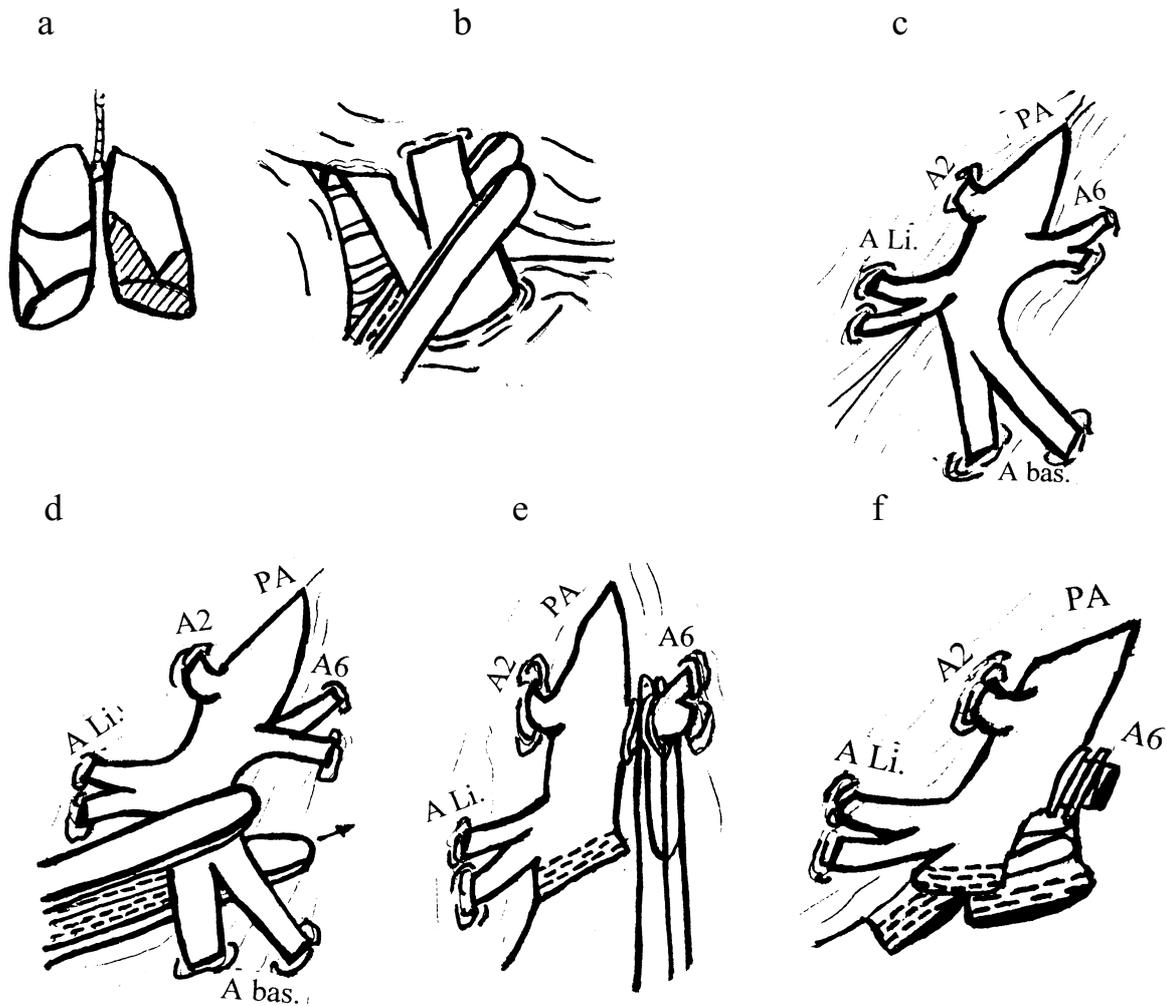


**Abbildung 34a-d** Thorakoskopische Oberlappenresektion links. A1-6 = Segmentarterien, A bas. = Basalsegmentarterie, A Li. = Lingulaarterie (STAMATIS und FECHNER 1996)

#### 5.1.4.5 Thorakoskopische Unterlappenresektion links (STAMATIS und FECHNER 1996)

Die Resektion des linken Unterlappens ist mit der Resektion des rechten Unterlappens vergleichbar. Unterschiede liegen im nicht seltenen Abgang der Lingulaarterie von der Basalsegmentarterie und dem relativ weiten Abstand zwischen Basalsegmentarterie und der Arterie zum apikalen Unterlappensegment (A6) (Abbildung 35c). Ein gemeinsamer Verschluss der Basalsegmentarterien und der apikalen Unterlappensegmentarterie mit

Hilfe des endoskopischen Nahtinstrumentes ist wegen der fehlenden Länge nicht möglich. Aus diesem Grund wird die Basalsegmentarterie mit dem endoskopischen Nahtinstrument und die apikale Unterlappensegmentarterie mit Ligatur-Clips versorgt. Beides geschieht durch die Trokarhülle der Inzision 2. Ebenfalls durch die Inzision 2 wird der Bronchus des linken Unterlappens mit einem Nahtgerät verschlossen und durchtrennt.



**Abbildung 35a-f** Thorakoskopische Unterlappenresektion links. PA = Pulmonalarterie, A Li. = Lingulararterie, A bas. = Basalsegmentarterie, A2 und A6 = Segmentarterien (STAMATIS und FECHNER 1996)

### 5.1.5 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Lobektomien am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt/M. wurden insgesamt 10 Lobektomien durchgeführt. Bei 7 Patienten wurde davor eine diagnostische Thorakoskopie vorgenommen. Dabei entschied sich der jeweilige Operateur für den Umstieg zur offenen Thorakotomie (siehe auch Kapitel 5.6 Konversionen). Lediglich 3 Lobektomien wurden minimal-invasiv vorgenommen. Am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt / M. werden weit mehr Lobektomien durchgeführt, bei denen man sich allerdings von vornherein für die offene Thorakotomie entscheidet (nach Befunden von Röntgen, CT, MRT, Zytologie und Histologie). Alle 3 minimal-invasiv durchgeführten Lobektomien waren VATS-Lobektomien. VATS ist die Abkürzung für Video-Assisted-Thorax-Surgery. Bei der VATS wird zu den Trokarinzisionen eine sogenannte Mini- oder auch Gebrauchs-Thorakotomie angelegt. Diese ist eine zusätzliche Inzision von etwa 6-10 cm Länge. Die Mini-Thorakotomie ist ein wesentlicher Sicherheitsfaktor bei der Präparation von Lungengefäßen, sie eröffnet einen direkten Blick auf das Operationsfeld und es können auch konventionelle Instrumente zum Einsatz kommen (siehe Kapitel 2 Material und Methoden in der Humanmedizin). Bei zwei dieser Lobektomien wies ein Patient einen benignen Lungentumor, der dritte Patient Lungenmetastasen auf. Hierbei wurde in einem Fall der linke Unterlappen, im anderen Fall der rechte Unterlappen reseziert. Bei der dritten VATS wurde eine vollständige Pneumonektomie vorgenommen. Direkt nach dieser Pneumonektomie nahm der Operateur den Umstieg zur offenen Thorakotomie vor, um eine Tracheal- und Perikardteilresektion mit anschließender radikaler Lymphadenektomie durchzuführen. Dieser Patient hatte ein zentrales

Bronchialkarzinom. Die Schnitt-Naht-Zeit der 3 VATS betrug im Durchschnitt 145 Minuten (85-200 Minuten). Hier muss allerdings bedacht werden, dass in einem Fall zusätzlich eine atypische Segmentresektion aus dem rechten Oberlappen und im anderen Fall eine gesamte Pneumonektomie mit anschließender Tracheal- und Perikardteilresektion vorgenommen wurde. Durch diese zusätzlichen Maßnahmen wurde die Operationszeit stark verlängert. Nur bei der Pneumonektomie kam es zu einem intraoperativen Blutverlust von 1000 ml. Dieser doch erhebliche Blutverlust konnte problemlos durch die Gabe von 2 Erythrozyten-Konzentraten (EK's) kompensiert werden. Ebenfalls problemlos gestaltete sich die Durchführung der Hämostase. Zu erwähnen ist noch, dass die Ursache dieser Blutung nicht das Absetzen des Lungenlappens durch ein Klammernahtgerät war. Bei der Anwendung von Klammernahtgeräten zum Verschluss von Gefäßen, Bronchien und Lungenparenchym kam es nie zu größeren Blutungen oder Luftleakagen. Die Patienten konnten im Durchschnitt nach 4 Tagen (2-6 Tagen) mobilisiert werden. Die durchschnittliche postoperative Drainageverweildauer betrug 3 Tage (2-4 Tage). Der Schmerzmittelbedarf bestand aus Gaben von Tramadol (50-100 mg / Person, 2-4x täglich p. o.), Metamizol (400-600 mg / Person, 1-4x täglich p. o.) und in einem Fall zusätzlich Diclofenac (50-100 mg / Person, 1-3x täglich p. o.). Einem Patienten wurde zusätzlich noch Piritramid (15-30 mg / Person, 1-2x täglich i. m.) 2 Tage lang i. m. appliziert. In allen Fällen konnten die Schmerzmittel mit der Entfernung der Drainage abgesetzt werden. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt lag bei 13 Tagen (8-16 Tage).

## 5.2 Thorakoskopische Pneumothorax-Behandlung

Der Spontanpneumothorax hat in über 75% der Fälle eine nach eingehender Diagnostik (Pleurographie, Computertomogramm, diagnostische Thorakoskopie) fassbare morphologische Ursache (Bullae, subpleurale gelegene Blasen, pleurale Verwachsungsstränge). Diese gilt es auszuschalten. Nur so lassen sich die hohen Rezidivraten des Spontanpneumothorax senken (Rezidivsenkung bis zu 75%, BRANDSCHEID et al. 1988). Die Klammerresektion des emphysematös-blasig veränderten Lungenbezirks ist eine kausale Therapie mit anerkannt niedriger Rezidivrate (BRANDSCHEID et al 1988, GEBHARDT et al. 1989).

### 5.2.1 Patientenvorbereitung

Der Eingriff wird in Intubationsnarkose, Seitenlage des Patienten und in apparativer und instrumenteller Bereitschaft für eine eventuelle notwendige konventionelle Thorakotomie durchgeführt. Eine Doppellumenintubation (Ein-Lungenventilation) zur seitengetrenten Beatmung der Lungen ist nur in Ausnahmefällen nötig, sie erleichtert jedoch bei ausgedehnten Emphysenblasen-Befunden (Bullae) die durchzuführende Resektion. Anhand der vorherigen Diagnostik (Thorax-Röntgen, CT, Pleurographie und evtl. diagnostische Thorakoskopie) ist der zu operierende Lungenbezirk zu lokalisieren. Die Wahl des Zugangs richtet sich nach den Befunden. Die Region schon bekannter pleuraler Adhäsionen sollte für die Trokarzugänge gemieden werden.

### 5.2.2 Durchführung der thorakoskopischen Pneumothorax-Behandlung am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Es wird zunächst der Pleuraraum mit einer Veress-Kanüle punktiert und nach Prüfung auf freien intrathorakalen Sitz ein Pneumothorax angelegt. Anschließend führt der Operateur ein 10-mm-Trokar ein. Durch diesen Trokar wird die starre Optik mit angeschlossener Videokamera eingebracht. Der Ersteinstich erfolgt in der Regel in der Axillarlinie, die Wahl des Interkostalraumes ist befundabhängig. Es empfiehlt sich unbedingt eine Winkeloptik von mindestens 25°, bei Bedarf auch 50° oder bis zu 90°. So lässt sich die gesamte Pleura visualisieren. Die Inspektion des Hilus und des Interlobiums machen die Zuhilfenahme eines Fassinstrumentes notwendig. Nach diagnostischer Rundumschau im Thoraxraum und entsprechend der Topographie des anzugehenden Lokalbefundes, werden unter Sichtkontrolle von innen die beiden Arbeitstrokare eingebracht. Einer dieser Trokare muss bei Verwendung eines Klammernahtgerätes 12 mm Innendurchmesser aufweisen. Es sollte auf einen ausreichenden Abstand vom Trokardurchtritt zum Herdbefund geachtet werden, um ausreichende Bewegungsfreiheit zugewährleisten. Bullae erfordern eine gezielte Ausklammerung von Lungengewebe, oft aus der konvexen Oberfläche. Hier ist die Doppellumenintubation von Vorteil. Vor endgültiger Auslösung des Klammer- und Schneidemechanismus am Gerät sollte der korrekte Sitz durch Blähen der Lunge sichergestellt sein. Der Außendurchmesser der Klammernahtgeräte (Endo-GIA 30, Fa. Auto-Suture) im geschlossenen Zustand macht die Applikation über einen 12-mm-Trokar möglich. Das Gerät setzt zwei 3er-Reihen von Titanklammern mit gleichzeitigem Schneidemechanismus zwischen den Klammerreihen (siehe auch Lobektomie). Die Schnittlänge beträgt 30 mm, das Maul des

Gerätes ist max. 10 mm zu öffnen. Durch diese Maße ist die Größe des auszuklammernden Bezirkes limitiert. Meist sind mehrere Klammersequenzen in Reihe zu setzen, um einen größeren Lungenabschnitt auszuklammern. Bei multiplen Bullae werden die größten Blasen reseziert, kleinere elektrokoaguliert oder belassen. Die ausgeklammerten Gewebsanteile werden durch den 12-mm-Trokar entfernt. Die Spülung des Operationsgebietes beendet den Eingriff. Der Patient erhält am Ende der Operation eine Tetracyclinpleurodese (500 mg) und eine 28 Charrier-Thoraxdrainage, die nach Belüftung der Lunge zunächst für eine Stunde abgeklemmt bleibt, während der Patient im Aufwachraum überwacht wird. Anschließend wird ein Sog von 10-cm-Wassersäule angelegt und die Drainage bei röntgenologisch ausgedehnter Lunge und Sekretionsmenge unter 100 ml/24 Stunden nach dem ersten postoperativen Tag entfernt. Eine weitere Möglichkeit der Bullaentfernung ist die Bullakoagulation durch thermische Denaturierung. Am gängigsten ist die monopolare Elektrokoagulation. Der Nachteil dieser Methode ist die dadurch häufig hervorgerufene Karbonisation mit Fistelbildung. Um dieses zu umgehen, besteht weiterhin die Möglichkeit der Laserkoagulation mit einem CO<sub>2</sub>-Laser oder einem Neodym-YAG-Laser. Weiterhin ist die Bullaresektion mit einer Roeder-Schlinge und zusätzlicher Umstechungsligatur zur Sicherung gegen Dislokation bei der Reexpansion der Lunge möglich.

### 5.2.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Spontanpneumothoraxbehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Insgesamt wurden 24 Patienten mit einem Pneumothorax einer minimal-invasiven Behandlung unterzogen. Hierbei handelte es sich um 22

Spontanpneumothoraces und 2 traumatische Pneumothoraces. Bei allen Patienten wurde der Pneumothorax präoperativ durch Röntgen und CT diagnostiziert und in allen Fällen intraoperativ bestätigt. Bei den 22 Spontanpneumothoraces waren die Ursachen in 18 Fällen Bullae (81,2%), in 3 Fällen diffuses Lungenemphysem (13,6%) und in einem Falle eine persistierende Lungenfistel. Bei den 2 traumatischen Pneumothoraces waren die Ursachen eine Rippenserienfraktur nach Verkehrsunfall und eine Messerstichverletzung. In beiden Fällen wurde die Lunge perforiert. Bei diesen traumatischen Pneumothoraces wurde lediglich thorakoskopisch das Hämatom ausgeräumt und ein Drainagesystem instilliert. Hier waren keine weiteren Maßnahmen nötig. Bei 21 Patienten mit Spontanpneumothorax wurden atypische Segmentresektionen aus den betroffenen Lungenlappen vorgenommen. Bei 5 Patienten wurden diese thorakoskopisch ausgeführt, während bei 16 Patienten VATS vorgenommen wurden. Bei 11 Patienten wurde gleichzeitig eine partielle Pleurektomie durchgeführt. Bei den thorakoskopisch vorgenommenen atypischen Segmentresektionen betrug die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit 57 Minuten (35-75 Minuten). Alle Segmentresektionen wurden mit einem endoskopischen Klammernahtgerät vorgenommen. In keinem Fall kam es beim Absetzen zur Blutung. Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer lag bei nur 3 Tagen (2-5 Tage). Der Schmerzmittelbedarf war gering und mit der Gabe von Tramadol und Metamizol per os völlig ausreichend. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt betrug 6 Tage (4-9 Tage). Bei den durchgeführten VATS betrug die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit 70 Minuten (35-130 Minuten). Nur bei 2 Patienten (13%) kam es zu intraoperativen Blutungen mit einem durchschnittlichem Blutverlust von 200 ml. Diese Blutungen wurden nicht durch die Segmentresektion hervorgerufen, sondern in beiden Fällen durch die partielle Pleurektomie.

Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer lag bei 3,8 Tagen. Auch bei den VATS war der Schmerzmittelbedarf gering und nach Gaben von Tramadol (50-100 mg / Person, 2-4x täglich p. o.) und Metamizol (400-600 mg / Person, 1-4x täglich p. o.) ausreichend. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt lag bei 8,7 Tagen (5-11 Tage). Nur ein Patient der 22 Patienten mit Spontanpneumothorax war Raucher und hatte auch eine COPD. Insgesamt wurden 8 Patienten (36,4%) perioperativ Antibiotika verabreicht, von diesen Patienten hatte nur ein Patient am 1. Tag Fieber. Insgesamt hatten zwei Patienten (0,9%) am 1. Tag Fieber. Auffällig bei den Spontanpneumothoraces ist das Alter der Patienten. 20 Patienten (90,9%) lagen in der Altersstufe 16-50 Jahre, wobei der jüngste Patient 16 Jahre alt war und Emphysembullae aufwies. Die zwei verbleibenden Patienten waren in der Altersstufe 50-70 Jahre und 70-90 Jahre. Von allen Spontanpneumothoraces kam es bei 11 Patienten (50%) zu Rezidiven, bei 10 Patienten (90,9%) lag das 1. Rezidiv und nur bei einem Patienten das 4. Rezidiv vor. Von diesen 11 Patienten mit rezidivierenden Spontanpneumothoraces entstand ein Rezidiv bei 2 Patienten (18,2%) in den ersten 4 Wochen, bei 4 Patienten (36,3%) in der 4.-12. Woche und bei 2 Patienten (18,2%) circa ein Jahr nach dem Erstereignis. Bei jeweils einem Patienten lag das Erstereignis einmal vor 16 Jahren und einmal vor 40 Jahren. Beim Patienten mit dem 4. Rezidiv waren die vorherigen Spontanpneumothoraces unregelmäßig über 6 Jahre verteilt. Nur in einem Fall (4,5%) kam es postoperativ noch innerhalb des Krankenhausaufenthaltes zum Rezidiv, das durch eine erneute minimal-invasive Behandlung behoben werden konnte.

### **5.3 Thorakoskopische Pleuraempyem-Behandlung**

In der Frühphase ist das Pleuraempyem in den meisten Fällen allein durch Einlage einer Thoraxdrainage gut behandelbar (LINDER und TOOMES 1994). Weiterhin vermag in der exsudativen bis frühen fibrinopurulenten Phase ein thorakoskopischer Eingriff das weitere Fortschreiten der Erkrankung zu verhindern (INDERBITZI et al. 1993). Komplizierter sind gekammerte Empyemhöhlen. Diese Kammerungen werden durch Fibrinsegel, Verklebungen, Verwachsungen und Schwarten hervorgerufen. Gekammerte Pleuraempyeme sind eine gute Indikation für die thorakoskopische Chirurgie. Vor dem Eingriff wird durch die Ultraschall-Untersuchung oder Computer-Tomographie das Ausmaß und die Lokalisation des Empyems definiert. Anhand dieser Untersuchungen werden die Inzisionsorte gewählt. Der Patient wird in Vollnarkose gelegt, intubiert und in Seitenlage gelagert (s. thorakoskopische Lobektomie).

#### **5.3.1. Durchführung der thorakoskopischen Empyem-Behandlung am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main**

Nach dem Setzen der Inzisionen und dem Einführen der Instrumente wird zunächst die Höhle sorgfältig ausgespült. Anschließend entfernt der Operateur mechanisch Nekrosen. Durch Adhäsiolyse werden Fibrinsegel oder pleuropulmonale Verklebungen zerstört. Dies geschieht mit der monopolaren Häkchenelektrode oder durch Lasertechnik. Ziel der Adhäsiolyse ist, die Pleurahöhle thorakoskopisch als einkammerigen Raum wieder herzustellen, eine einzige kommunizierende Höhle entsteht. Bei Schwartenbildung muss die Schwarte mit dem endoskopischen Instrumentarium parietal oder viszeral reseziert werden. Für die

postoperative Lungenfunktion ist es besonders wichtig, Schwarten auf dem Diaphragma zu entfernen. Bei Nicht-Entfernen der Schwarten wird die Entfaltung der gefangenen Lunge verhindert. Ist es nicht möglich, Schwarten thorakoskopisch zu entfernen, so ist dies eine Indikation zum Methodenwechsel. Für das Entfernen von Fibrin, nekrotischem Material und Schwarten sind Kornzangen verschiedener Krümmung sowie scharfe Löffel gut geeignet. Nach der mechanischen Säuberung erfolgt die Spülung der Thoraxhöhle am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt / M. mit 0,2%iger Lavasept-Lösung, die mehrfach wiederholt wird. Die thorakoskopische Empyem-Behandlung ist nach erneuter Lavage der Pleurahöhle und mit dem Einbringen der Spül- und Saug-Drainage beendet, wenn die wiederbelüftete Lunge unter endoskopischer Sichtkontrolle die gesamte Empyemhöhle vollständig ausfüllt. Die Einrichtung des Drainagesystems hat am tiefsten Punkt zu erfolgen.

### 5.3.2 Nachbehandlung

Im weiteren Verlauf wird über die liegende Thoraxdrainage im 12-Stunden-Abstand jeweils für 30 Minuten 1%ige Polyvinylpyrrolidin-Jod-Lösung, oder wie am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt / M. alleinig Lavasept instilliert. Jeweils nach einer Woche erfolgt geplant die nächste Thorakoskopie, bis schließlich makroskopisch eine reizlose Pleura ohne Dedritus und Fibrinauflagerungen zu erkennen ist. Anschließend erfolgen täglich bakteriologische Untersuchungen. Sobald drei aufeinanderfolgende Abstriche keimfrei sind, füllt der behandelnde Arzt die Thoraxhöhle abschließend mit 1%iger Polyvinylpyrrolidin-Jod- oder mit 0,2%iger Lavasept-Lösung auf und entfernt die Drainage. Die Hautinzision wird verschlossen. Die Jod- oder Lavaseptlösung wird im Thorax resorbiert.

### 5.3.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Pleuraempyembehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Es wurden insgesamt 4 Patienten einer minimal-invasiven Pleuraempyembehandlung unterzogen. 3 Patienten wurden thorakoskopisch behandelt, bei einem Patienten entschied sich der Operateur innerhalb der Thorakoskopie zum Umstieg auf die VATS, weil ein stark gekammertes Empyem mit multiplen Verwachsungen vorlag. Vor dem Eingriff wurde durch Röntgen- und CT-Aufnahmen ein unklarer Pleuraerguss festgestellt und die Diagnose Pleuraempyem in allen Fällen durch Pleurapunktionen gesichert. In jedem Fall wurde eine Adhäsioolyse, Nekrosen- und Empyemausräumung sowie ausgiebige Pleuralavage durchgeführt. In allen Fällen konnte der Pleuraraum der endoskopischen, diagnostischen Einsicht zugänglich gemacht und multiple Probeexzisionen entnommen werden. Ebenfalls gelang es, alle Empyeme unter Umgehung einer Thorakotomie definitiv zu sanieren. Durch suffiziente Büllau-Drainagen, die am tiefsten Punkt instilliert wurden, konnten weitere postoperative Pleuraspülungen vorgenommen werden. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit betrug 39 Minuten. In 2 Fällen kam es zu intraoperativen Blutungen mit durchschnittlichem Blutverlust von 40 ml. Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer betrug 10,2 Tage (5-12 Tage). Die Drainagefördermenge war am ersten Tag relativ groß, wobei sie schon am 2. Tag merklich zurück ging. Die recht lange Drainage-Verweildauer begründet sich in den mehrmaligen postoperativen Spülungen und mit dem Verbleib im Thorax bis zur völligen Genesung. In einem Fall stellte sich ein Empyemrezidiv noch innerhalb des postoperativen Krankenhausaufenthaltes ein. Dieses Rezidiv konnte durch erneute thorakoskopische Behandlung vollständig saniert werden. Die

Applikation von Tramadol (50-100 mg / Person, 2-4x täglich p. o.) und Metamizol (400-600 mg / Person, 2-4x täglich p. o.) war stets ausreichend. In allen Fällen wurden perioperativ Antibiotika gegeben. Ein Patient bekam am 2.- 6. Tag Fieber. Zwei Patienten waren Raucher mit nachgewiesener COPD. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt betrug 12,1 Tage (8-21 Tage). Alle erkrankten Patienten kamen aus den drei aufgeführten Altersgruppen.

#### **5.4 Thorakoskopische Hämostase und Hämatothorax-Behandlung**

Der Hämatothorax kann ein posttraumatischer Hämatothorax oder eine postoperative Komplikation sein. Es muss gesagt werden, dass eine thorakoskopische Behandlung des Hämatothorax, oder eine thorakoskopische Hämostase, nur bei kreislaufstabilen Patienten gerechtfertigt ist. Bei Unfallpatienten mit zentralisiertem Kreislauf sollte der Operateur auf herkömmliche Operationsmethoden zurückgreifen.

##### **5.4.1 Patientenvorbereitung**

Wie bei jedem thorakoskopischen Eingriff erfolgt zunächst die präoperative Diagnostik, um Ausmaß und Ort des Hämatothorax zu ermitteln. Nach der Narkoseeinleitung wird der Patient mit einem Doppellumentubus intubiert und einseitig beatmet. Unter Inhalationsnarkose erfolgt der Eingriff. Die Lagerung des Patienten ist dem intrathorakalen Befund anzupassen, aber auch hier ist die trigonale Anordnung in Seitenlage der Zugang der Wahl.

#### 5.4.2 Durchführung der thorakoskopischen Hämatothorax-Behandlung und Hämostase im Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Die erste Inzision erfolgt in der Axillarlinie im 6. oder 7. Interkostalraum. Der Trokar wird eingeführt und in diesen schließlich die Optik eingebracht. Es erfolgt zunächst eine Rundumschau im Thorax. Anschließend platziert der Operateur unter endoskopischer Sichtkontrolle zwei weitere Trokare. Durch einen dieser Trokare wird ein Saug-Spül-Schlauch in die Brusthöhle geschoben und das gesamte Hämatom über diesen Schlauch vollständig abgesaugt. Schließlich wird die Thoraxhöhle großzügig gespült und die Spülflüssigkeit erneut abgesaugt. Erst jetzt können sämtliche Blutungsquellen im Mediastinum, an der Lungenoberfläche und der Brustwand lokalisiert und eliminiert werden. Zur Hämostase haben sich Infrarot-, HF-, Argon-Beamer- und Laserkoagulation gut bewährt. Am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main wird hauptsächlich die HF-Koagulation durchgeführt. Haben sich schon Pleuraschwarten gebildet, müssen diese von der Pleura abgeschält werden, weil sie die Lunge bei der Atmung stark behindern. Dieser Vorgang wird Pleuradekortikation genannt.

#### 5.4.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten Hämatothoraxbehandlungen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Insgesamt wurden 4 Patienten einer minimal-invasiven Hämatothoraxbehandlung am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main unterzogen. Zu erwähnen ist, dass 2 dieser Patienten zusätzlich einen traumatischen Pneumothorax hatten. Bei diesen Patienten wurde lediglich eine Hämatothoraxbehandlung durchgeführt und ein Drainagesystem

instilliert, ohne dabei die perforierte Lunge speziell behandeln zu müssen. In einem Fall hatte eine Rippenserienfraktur, im anderen Fall eine Messerstichverletzung zur Lungenperforation und schließlich zum Pneumothorax geführt. Beide Patienten waren kreislaufstabil, hatten bereits ein Drainagesystem instilliert und bei beiden musste keine Hämostase durchgeführt werden. Die minimal-invasive Behandlung beschränkte sich lediglich auf die Hämatomausräumung. Die anderen beiden Patienten hatten einen Hämatothorax unbekannter Genese. Bei 3 Patienten wurde der Eingriff thorakoskopisch und bei einem Patienten über die VATS durchgeführt. Alle 4 Hämatothoraces konnten saniert werden. Es kam einmal zur intraoperativen Blutung, deren Ursache die Dekortikation war. Nach jeder Ergussausträumung gelang es, die Pleurahöhle vollständig zu untersuchen. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit betrug 36 Minuten (25-60 Minuten), wobei die VATS mit der Pleuradekortikation 60 Minuten in Anspruch nahm. Die durchschnittliche Drainage-Verweildauer betrug 3,8 Tage. Alle 4 Patienten erhielten perioperative Antibiotikagaben, keiner bekam Fieber. Tramadol (50-100 mg / Person 2-4 täglich p. o.) und Metamizol (400-600 mg / Person, 2-4x täglich p. o.) waren in allen Fällen als Schmerzmittel ausreichend. Es kam zu keinem Rezidiv. Der postoperative Krankenhausaufenthalt betrug 9,5 Tage (5-14 Tage). Neben diesen Fällen wurden weit mehr minimal-invasive Hämatothoraxbehandlungen vorgenommen, bei diesen mussten jedoch weitere Maßnahmen ergriffen werden (Talcum-Pleurodesen, Tumorexstirpationen etc.). Hier wurden keine alleinigen Hämatothoraxbehandlungen durchgeführt. Diese Eingriffe hatten andere Ursachen (Tumor).

## **5.5 Atypische Lungenkeil- und Segmentresektion über VATS**

Zusätzlich zu den Trokarinzisionen wird die sogenannte Mini-Thorakotomie ("utility thoracotomy"), ein anteriorer Schnitt zwischen 6 und 10 cm Länge, angelegt. Die atypische Lungenkeilresektion ist ein häufig gebrauchtes Operationsverfahren in der Lungenchirurgie. Neben häufigen Indikationen wie Probengewinnung, gutartige Prozesse und Bullae gibt es weitere Anwendungsfelder wie Entfernung von Lungenmetastasen, extrapulmonaler Tumoren und auch gelegentlich atypische Resektion peripherer Bronchialkarzinome.

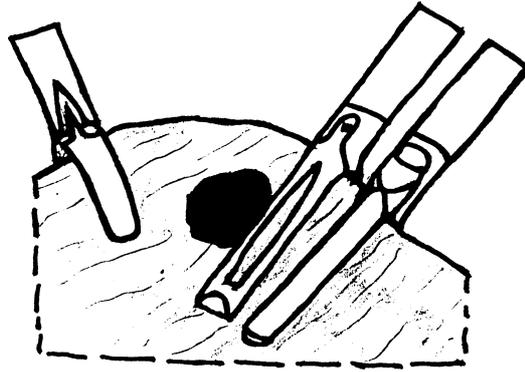
### **5.5.1 Patientenvorbereitung**

Um das Problem der unsicheren Lokalisation des Befundes zu eliminieren, erscheint es hilfreich, die pathologischen Veränderungen, die reseziert werden sollen, präoperativ zu markieren. Hierbei können CT-gesteuerte Farbinjektionen und/oder CT-getriggerte Harpunenmarkierungen angewendet werden. Es wird in Allgemeinnarkose mit Doppellumentubus und seitengetrennter Beatmung operiert. Der Eingriff erfolgt jeweils in Seitenlage, die Folienabdeckung des Operationsfeldes wird so gewählt, dass im Falle einer Komplikation oder eines unerwarteten Befundes die sofortige konventionelle Thorakotomie erfolgen kann. Nach Abstellen der Beatmung der kranken Seite kann der Eingriff beginnen.

### **5.5.2 Durchführung der atypischen Lungenkeilresektion über VATS am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main**

In Höhe des 7. bis 8. Interkostalraumes wird in der mittleren Axillarlinie

eine Inzision für einen 10-mm-Trokar vorgenommen und nach dem Einsetzen dieses Trokars eine 45°-Winkeloptik mit aufgesetzter Kamera eingeführt. Die Kamera ist an einen Monitor angeschlossen. Nach Inspektion der gesamten Thoraxhöhle wird ein weiterer 10-mm-Trokar und ein circa 6-10 cm langer Arbeitskanal ohne Trokar unter optischer Kontrolle angelegt. Die Positionen dieser Zugänge variieren in Abhängigkeit von der Lage des zu operierenden Abschnittes. Die Resektion findet unter Verwendung eines 30-mm-Endo-GIA-Apparates (Auto-Suture) statt. In der Regel werden 3-6 Klammermagazine benötigt. Das Klammergerät wird ohne Trokar durch den geschaffenen Arbeitskanal eingeführt und durch denselben Zugang parallel dazu eine große glattflächige Faszange eingebracht. Mit dieser wird das Lungenparenchym unmittelbar neben dem zu resezierenden Herd gefasst und festgehalten. Jetzt kann der Klammerapparat parallel zur Haltezange über das bereits zusammengedrückte Lungengewebe geschoben und geschlossen werden. Das Herauspressen des interponierten Lungenparenchyms ist durch diese Zwei-Klemmen-Technik nicht mehr möglich (Abb.36). Bei malignem Material oder unbekannter Dignität des Befundes, ist das ungeschützte Herausziehen durch den Arbeitskanal zu unterlassen. Das intrathorakale Verpacken des resezierten Gewebes in einen Plastikbeutel oder Handschuh ist problemlos möglich. Dadurch werden mögliche Impfmastasen vermieden. Zuerst wird nach erfolgtem Eingriff der Arbeitskanal und die Inzision des 10-mm-Trokars verschlossen und unter endoskopischer Kontrolle der operierte Hemithorax langsam wieder belüftet. Nach dem Entfernen des Optiktrokars wird ein Drainagesystem über 3-6 Tage instilliert.



**Abbildung 36:** Zwei-Klemmen-Technik: Während die breitflächige, atraumatische Faszszange das Lungenparenchym komprimiert und festhält, kann unmittelbar daneben das Klammernahtgerät auf das Parenchym gesetzt und geschlossen werden (GEIGER et al. 1993).

### 5.5.3 Ergebnisse der minimal-invasiv durchgeführten atypischen Segment- und Keilresektionen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

Insgesamt wurden am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main 54 VATS durchgeführt, davon 30 atypische Segment-(Keil-) Resektionen (55,6%) und insgesamt mit der atypischen Segmentresektion 16 Spontanpneumothoraces (51,6%) und 8 maligne Tumorerkrankungen (25,8%). Bei den Tumorerkrankungen diente die Segmentresektion der umfangreichen Probengewinnung oder Tumorexstirpation. In 5 Fällen wurden aus Tumorformationen lediglich einzelne Tumore entnommen, um diese genau untersuchen zu können, oder die Lebensqualität des Patienten zu steigern (palliative Eingriffe). In 2 Fällen entfernte der Operateur einzelne Tumore. Bezüglich der Spontanpneumothoraces ist zu erwähnen, dass in einem Falle eine sogenannte „Lung-Volume-Reduction“ durchgeführt wurde. Dieser Patient hatte nicht nur Bullae, sondern ganze Anteile der Lungenlappen waren emphysematös verändert. Hier wurden die Ränder der einzelnen Lungenlappen entfernt, um wieder Raum zur

Lungenentfaltung im Thorax zu schaffen. Zweimal entfernte der Operateur Lungenabszesse (6,5%) durch die Segmentresektion vollständig. Weitere Indikationen für die atypische Segmentresektion über VATS waren je ein Tuberkulom, Lungendysatelektasen, ein benigner Lungentumor und vergrößerte Lymphknoten. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit betrug 69 Minuten (30-140 Minuten). Nur bei 2 Patienten (6,6%) kam es zu intraoperativen Blutungen mit einem durchschnittlichen Blutverlust von 200 ml. Kein Patient benötigte intraoperative Bluttransfusionen. Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer betrug 4,1 Tage (2-10 Tage). 27 mal war die Gabe von Tramadol und Metamizol per os ausreichend, nur in 3 Fällen musste über 2 Tage Piritramid i.m. appliziert werden. In einem Fall kam es zum Spontanpneumothorax-Rezidiv noch innerhalb des postoperativen Krankenhausaufenthaltes (6,2%). Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt betrug 9,5 Tage (5-30 Tage). Alle Patienten mit Spontanpneumothorax, Lungenabszess, Dysatelektasen, Tuberkulom, benignem Lungentumor und vergrößerten Lymphknoten konnten nach der atypischen Segmentresektion als gesund entlassen werden. Von insgesamt 90 Thorakoskopien wurden 6 atypische Segmentresektionen (6,7%) vorgenommen. Die hier behandelten Erkrankungen waren 5 Spontanpneumothoraces (83,4%) und in einem Fall multiple hämorrhagische Lungeninfarkte unklarer Genese. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit betrug 55 Minuten. Bei keinem Patienten kam es zur intraoperativen Blutung. Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer betrug 2,8 Tage (2-5 Tage). Der Schmerzmittelbedarf war mit Gaben von Tramadol und Metamizol ausreichend. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt betrug 7,2 Tage (4-9 Tage).

## **5.6 Ergebnisse aller durchgeführten VATS am Krankenhaus Nord-west in Frankfurt am Main**

Insgesamt wurden am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt / M. 54 VATS durchgeführt, wobei kein Patient perioperativ verstarb. Hierbei werden VATS, bei denen ein Umstieg zur offenen Thorakotomie vorgenommen wurde, nicht berücksichtigt. Es wurden 30 atypische Segmentresektionen (55,6%), 7 mutiple Probeexzisionen (13%), 5 Dekortikationen der Pleura (9,2%), 4 Tumorexstirpationen aus Lunge oder Mediastinum (7,4%), 3 Talcum-Pleurodesen (5,6%) und 3 Lobektomien (5,6%) durchgeführt und zwei weitere VATS vorgenommen, um Lymphknoten und Probeexzisionen aus dem Mediastinum zu entnehmen. An erster Stelle der hier behandelten Erkrankungen stehen 19 maligne Tumorerkrankungen (35,2%), gefolgt von 16 Spontanpneumothoraces (29,6%), 4 fibrinösen Pleuritiden (7,4%), 3 benignen Tumoren (5,5%), 3 Lymphknotenschwellungen infektiöser Ursache (5,5%) und 2 Lungenabszessen. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit betrug 65 Minuten. Bei insgesamt 17 Patienten (31,5%) kam es zu perioperativen Blutungen mit einem durchschnittlichen Blutverlust von 230 ml. Hierbei wiesen die Patienten die höchste Blutungsrate auf, bei denen eine Pleuradekortikation vorgenommen wurde. Bei einem Patienten waren Gaben von 2 Beuteln Erythrozytenkonzentrat bei einem Blutverlust von 1000 ml notwendig. Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer betrug 4,8 Tage. Nur in 5 Fällen (9,2%) musste zusätzlich zum Tramadol (50-100 mg / Person, 2-4x täglich p. o.) und Metamizol (400-600 mg / Person, 1-4 täglich p. o.) Piritramid (15 -30 mg / Person, 1-2x täglich i. m.) appliziert werden. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt lag bei 12 Tagen.

## **5.7 Ergebnisse aller durchgeführten Thorakoskopien am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main**

Insgesamt wurden am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt/M. 90 Thorakoskopien durchgeführt. Es verstarb kein Patient perioperativ. Nicht berücksichtigt sind hierbei Thorakoskopien, bei denen ein Umstieg zur offenen Thorakotomie vorgenommen wurde. 68 Thorakoskopien (75,6%) waren diagnostische Eingriffe. Hierbei wurden lediglich die Pleurahöhlen visualisiert und Probeexzisionen entnommen. Innerhalb dieser diagnostischen Thorakoskopien wurde beim Vorliegen eines Pleuraergusses dieser ausgeräumt und ein Drainagesystem instilliert. Vor dem Eingriff diagnostizierte der Operateur in jedem Fall einen Pneumothorax, unklaren Pleuraerguss oder Lungenrundherd durch Röntgen, CT und/oder MRT. Insbesondere bei den Lungenrundherden wurden die Probeexzisionen auf Malignität untersucht. An erster Stelle der verifizierten Diagnosen standen 38 maligne Tumorerkrankungen (42,2%), gefolgt von 12 fibrinösen Pleuritiden (13,3%), 5 Pneumothoraces (5,5%), jeweils 3 Tuberkulomen, Pleuraempyeme, Hämatothoraces (je 3,3%) sowie jeweils 2 Ergüsse bei Herzinsuffizienz und Pneumonien (je 2,2%). Bei 12 Patienten (13,3%) wurden Talcum-Pleurodesen vorgenommen, um so Ergussrezidiven vorzubeugen. 11 Patienten hatten maligne Tumorerkrankungen, in einem Fall eine Leberzirrhose. Alle 12 Patienten wiesen rezidivierende Pleuraergüsse auf. Desweiteren wurden 6 atypische Segmentresektionen (6,7%), 2 Pleuradekortikationen (2,2%), und 2 Tumorexstirpationen (2,2%) durchgeführt. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit aller Thorakoskopien betrug 36 Minuten (20-125 Minuten). Bei 7 Patienten kam es zu intraoperativen Blutungen (7,7%) mit einem durchschnittlichem Blutverlust von 100 ml. Auch hier hatten Patienten, bei

denen eine Dekortikation vorgenommen wurde, die höchste Blutungsrate mit dem höchsten Blutverlust. Bei keinem Patienten waren Bluttransfusionen notwendig. Die durchschnittliche postoperative Drainage-Verweildauer betrug 3,9 Tage (1-21 Tage). In 2 Fällen musste über 2 Tage zusätzlich Piritramid (15-30 mg / Person, 1-2x täglich i. m.) zum Tramadol (50-100 mg / Person, 2-4x täglich p. o.) und Metamizol (400-600 mg / Person, 1-4x täglich p. o.) gegeben werden. Der durchschnittliche postoperative Krankenhausaufenthalt betrug 9,4 Tage (3-40 Tage). Hier ist zu bedenken, dass viele Patienten, insbesondere mit malignen Tumorerkrankungen, nicht als gesund entlassen wurden, sondern auf andere Stationen verlegt, oder in andere Kliniken überwiesen wurden.

### **5.8 Notwendige Konversionen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main**

Unter Konversion wird der Umstieg von der minimal-invasiven Chirurgie zur offenen Thorakotomie verstanden. Insgesamt entschieden sich am Krankenhaus Nordwest Frankfurt/M. die Operateure bei 164 minimal-invasiven Eingriffen 20 mal zur Konversion. Dies ergibt eine Konversionsrate von 12,2%. Lagen unklare Lungenrundherde vor, wurden diagnostische Thorakoskopien vorgenommen, Probeexzisionen entnommen und diese im Schnellschnittverfahren auf Malignität untersucht. Dabei kam es 15 mal (75%) zur Diagnose maligner Tumor und damit zur Entscheidung, den Umstieg vorzunehmen. Der Vorteil der offenen Thorakotomie besteht darin, dass eine vollständige Tumorentfernung mit anschließender radikaler mediastinaler Lymphknotenresektion besser vorgenommen werden kann. Auftretende perioperative Komplikationen, besonders große Blutungen, sind leichter zu beherrschen. 3 mal (15%) war

eine gefangene Lunge (umfangreiche Adhäsionen, starke Kammerung der Pleurahöhle, massive Pleuraverschwartung) die Ursache für die Konversion. Hier entschied sich der Operateur zum Umstieg, weil sich bei diesen Patienten eine minimal-invasive Behandlung äußerst schwierig gestaltet hätte und perioperative Blutungen zu erwarten waren. Jeweils in einem Fall hatte der Patient einen Mediastinaltumor, dessen minimal-invasive Entfernung technisch nicht durchführbar war, und eine perioperative Massenblutung, die die Konversion zwingend machte. Insgesamt führten 8 Bronchialkarzinome (40%), 6 Metastasen (30%) und jeweils einmal Lungenhämangiom, BOOP, Hamartochondrom, fibrinöse Pleuritis, gekammertes Pleuraempyem sowie ein reifes, zystisches und malignes Teratom des Mediastinums zum Umstieg (siehe Tabelle 2a-b).

**Tabelle 2a:** Durchgeführte Konversionen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

| Durchgeführte Thorakotomien nach Umstieg | Erkrankungen   |
|--|--|
| 5x atypische Segmentresektion            | 2x Lungenmetastasen<br>1x Hamartochondrom,<br>Hämangiom, BOOP      |
| 4x Bilobektomie                          | 3x Bronchialkarzinom<br>1x reifes, zystisches,<br>malignes Teratom |
| 4x Tumorexstirpation                     | 3x Lungenmetastasen<br>1x Bronchialkarzinom                        |
| 3x Lobektomie                            | 3x Bronchialkarzinom   |
| 2x Dekortikation mit<br>Pleuraspülung    | 1x fibrinöse Pleuritis<br>1x Pleuraempyem                          |
| 1x Pneumonektomie                        | 1x Bronchialkarzinom   |
| 1x Hämostase mit<br>Hämatomausräumung    | 1x Lungenmetastasen  |

**Tabelle 2b:** Konversionsursachen

| Ursachen der Konversion       | Anzahl (n) |
|-------------------------------|------------|
| Maligne Tumorerkrankung       | 15         |
| Gefangene Lunge               | 3          |
| Technische Undurchführbarkeit | 1          |
| Massenblutung                 | 1          |

### **5.9 Revisionen nach minimal-invasiven Thoraxeingriffen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main**

Nach allen 164 minimal-invasiven Eingriffen am Thorax waren insgesamt 11 erneute Eingriffe notwendig, 7 erneute Eingriffe (4,3%) waren ungeplant. Dies hatte folgende Ursachen: 3 mal waren erneut Probeexzisionen (42,9%) notwendig, 2 mal waren postoperative Blutungen mit Hämatothoraxausbildung (28,6%) und 2mal postoperative Rezidive (Spontanpneumothorax, Pleuraempyem) der Grund. Neben diesen ungeplanten erneuten Eingriffen wurden 4 geplante erneute Eingriffe (2,4%) vorgenommen: Die Implantation eines venösen Portsystems, eine geplante erneute Bullaabtragung, eine Lobektomie und eine Pneumonektomie. In allen 4 Fällen ging eine diagnostische Thorakoskopie voraus. Bei den 11 erneuten Eingriffen wurden 4 offene Thorakotomien (Lobektomie, Pneumonektomie, Implantation eines venösen Portsystems, Hämatomausräumung), 3 Thorakoskopien (erneute Empyembehandlung, 2x erneute Probeexzisionen) und 3 VATS (erneute Probeexzisionen, Spontanpneumothoraxrezidiv, Hämatomausräumung) durchgeführt (siehe Tabelle 1). Bei diesen 11 erneuten Eingriffen kann man in nur 4 Fällen von echten Revisionen sprechen. Hierbei handelt es sich um 2 postoperative Blutungen, 1 Pneumothorax- und 1 Pleuraempyemrezidiv. Dies ergibt eine Revisionsrate von 2,4%.

**Tabelle 3:** Übersicht über Revisionen nach minimal-invasiven Thoraxeingriffen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

| Ursachen für erneute Eingriffe         | Anzahl (n) |
|--|------------|
| erneute Probeexzisionen                | 3          |
| postoperative Blutung                  | 2          |
| Spontanpneumothorax-Rezidiv            | 1          |
| Implantation eines venösen Portsystems | 1          |
| erneute Bullaabtragung                 | 1          |
| Lobektomie                             | 1          |
| Pneumonektomie                         | 1          |
| Empyem-Rezidiv                         | 1          |

### **5.10 Postoperatives Fieber und perioperative Antibiotikagaben bei Patienten mit minimal-invasiven Thoraxeingriffen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main**

Insgesamt erhielten am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt/M. von allen 164 Patienten mit minimal-invasiven Thoraxbehandlungen 51 Patienten perioperativ Antibiotika. Sowohl bei unklaren Lungenrundherden als auch bei unklaren Pleuraergüssen war die Fieberrate bei Patienten mit perioperativer Antibiose geringer als bei Patienten ohne perioperativer Antibiose. 30 % aller Patienten mit unklaren Lungenrundherden entwickelten mit perioperativer Antibiose Fieber, während die Fieberrate bei Patienten ohne perioperative Antibiose bei 61,5% lag. 17,6% aller Patienten mit unklaren Pleuraergüssen entwickelten mit perioperativer Antibiose Fieber. Dagegen lag die Fieberrate bei Patienten ohne perioperative Antibiose bei 36,1%. Insgesamt lag bei allen 51 Patienten, die perioperativ Antibiotika verabreicht bekamen, die Fieberrate bei 19,6%, während die restlichen Patienten eine Fieberrate von 36,7% aufwiesen. Die minimal-invasiven Behandlungen mit der höchsten Fieberrate aller durchgeführten Behandlungen waren die Talcum-Pleurodesen. Insgesamt

wurden 15 Talcum-Pleurodesen minimal-invasiv vorgenommen (12 Thorakoskopien und 3 VATS). Bei diesen Talcum-Pleurodesen lag die Fieberrate bei 53,3% und somit höher als bei jeder anderen minimal-invasiven Behandlung. Auch hier ist die Fieberrate von Patienten nach Talcum-Pleurodesen mit perioperativer Antibiose (50%) geringfügig kleiner als die Fieberrate von Patienten nach Talcum-Pleurodesen (54,6%), die perioperativ keine Antibiotika erhielten.

## 5.11 Ergebnistabellen aller minimal-invasiven Thoraxeingriffe am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main

| Verifizierte Diagnosen           | Anzahl (n) | Drainage-Fördermenge in ml / Tag<br>(Durchschnittswerte) |       |       |       |       |             | Nikotinabusus             |
|----------------------------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|-------------|---------------------------|
|                                  |            | 1.Tag  | 2.Tag | 3.Tag | 4.Tag | 5.Tag | restl. Tage |                           |
| Bronchialkarzinom                | 23         | 330  | 220   | 155   | 120   | 60    | 350         | 10 Patient.<br>(=> 43,5%) |
| Metastasen                       | 6          | 270  | 175   | 105   | 60    | 30    | 600         | 1 Patient                 |
| Hamartochondrom                  | 4          | 550  | 280   | 130   | 60    | 50    | 550         | 1 Patient                 |
| Tuberkulom                       | 3          | 230  | 100   | 50    | 50    | 0     | 0           | 1 Patient                 |
| Pleurakarzinose                  | 2          | 350  | 170   | 150   | 100   | 75    | 0           | 1 Patient                 |
| Pleuramesotheliom                | 2          | 335  | 125   | 130   | 100   | 0     | 0           | nein                      |
| Pneumonie                        | 2          | 560  | 225   | 165   | 75    | 30    | 0           | nein                      |
| Asbesthyalinose                  | 1          | 20   | 0     | --    | --    | --    | --          | ja                        |
| Malignes B-Zell-Lymphom          | 1          | 150  | 0     | --    | --    | --    | --          | nein                      |
| Hämorrh. Lungeninfarkte          | 1          | 250  | 50    | --    | --    | --    | --          | nein                      |
| Benigner Tumor                   | 1          | 200  | 200   | 100   | 50    | 0     | --          | nein                      |
| Retroperit. Tumor mit Thoraxinf. | 1          | 650  | 350   | 50    | 0     | --    | --          | nein                      |
| BOOP                             | 1          | 630  | 175   | 50    | 0     | --    | --          | nein                      |
| Pleuraplaques unkl. Genese       | 1          | 175  | 75    | 50    | 0     | --    | --          | nein                      |
| Kardiokarzinom                   | 1          | 500  | 450   | 250   | 100   | 0     | --          | ja                        |
| Lymphknotenanthrakose            | 1          | 200  | 250   | 150   | 20    | 0     | --          | nein                      |
| Fibrinöse Pleuritis              | 1          | 30   | 25    | 0     | --    | --    | --          | nein                      |
| Histiozytosis X                  | 1          | 75   | 125   | 0     | --    | --    | --          | nein                      |

**Tabelle 4 (1. Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Lungenrundherden

| Verifizierte Diagnosen                   | Anzahl (n) | Drainagefördermenge in ml / Tag (Durchschnittswerte) |            |            |           |           |                     | Nikotinabusus             |
|--|------------|--|------------|------------|-----------|-----------|---------------------|---------------------------|
|  |            | 1. Tag   | 2. Tag     | 3. Tag     | 4. Tag    | 5. Tag    | restl. Tage         |                           |
| Mediast.zystisches Teratom               | 1          | 325  | 350        | 375        | 175       | 25        | 0                   | nein                      |
| Lungendysatelektasen                     | 1          | 175  | 100        | 100        | 75        | 0         | --                  | nein                      |
| Infektionsbedingte Lymphknotenschwellung | 1          | 800  | 775        | 250        | 225       | 50        | --                  | nein                      |
| Hochmalignes Non-Hodgkin-Lymphom         | 1          | 150  | 100        | --         | --        | --        | --                  | nein                      |
| <b><u>Gesamt:</u></b>                    | <b>57</b>  | <b>330</b>   | <b>185</b> | <b>115</b> | <b>80</b> | <b>35</b> | <b>3Pat. = 0,5%</b> | <b>16 Patienten = 28%</b> |

**Tabelle 4 (2.Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Lungenrundherden

| Verifizierte Diagnosen             | Anzahl (n) | COPD                       | Perioperative Antibiose                | Postoperatives Fieber / Dauer in Tagen (Durchschnittswerte) |
|------------------------------------|------------|----------------------------|--|---|
| Bronchialkarzinom                  | 23         | 10 Patienten<br>(=> 43,5%) | 14x Cefuroxim<br>1x Elobact            | 9 Patienten<br>(1.-3. Tag)                                  |
| Metastasen                         | 6          | 1 Patient                  | 1x Cefuroxim<br>1x Elobact<br>1x Clont | 3 Patienten<br>(1.-5. Tag)                                  |
| Hamartochondrom                    | 4          | 1 Patient                  | nein                                   | nein  |
| Tuberkulom                         | 3          | 1 Patient                  | nein                                   | nein  |
| Pleurakarzinose                    | 2          | 1 Patient                  | nein                                   | nein  |
| Pleuramesotheliom                  | 2          | nein                       | nein                                   | 1 Patient<br>(1. Tag)                                       |
| Pneumonie                          | 2          | nein                       | 1x Cefuroxim                           | 1 Patient<br>(1.Tag)  |
| Asbesthyalinose                    | 1          | ja                         | nein                                   | nein  |
| Malignes B-Zell-Lymphom            | 1          | nein                       | 1x Cefuroxim                           | nein  |
| Hämorrh. Lungeninfarkte            | 1          | nein                       | nein                                   | 1 Patient<br>(1.-2. Tag)                                    |
| Benigner Tumor                     | 1          | nein                       | nein                                   | 1 Patient<br>(4. Tag)                                       |
| Retroper. Tumor mit Thoraxinfiltr. | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |
| BOOP                               | 1          | nein                       | Cefuroxim                              | nein  |
| Pleuraplaques unkl. Genese         | 1          | nein                       | Cefuroxim                              | nein  |
| Kardiokarzinom                     | 1          | ja                         | Elobact                                | nein  |
| Lymphknotenanthrakose              | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |
| Fibrinöse Pleuritis                | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |
| Histiozytosis X                    | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |

**Tabelle 4 (3.Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Lungenrundherden

| Verifizierte Diagnosen             | Anzahl (n) | COPD                       | Perioperative Antibiose                | Postoperatives Fieber / Dauer in Tagen (Durchschnittswerte) |
|------------------------------------|------------|----------------------------|--|---|
| Bronchialkarzinom                  | 23         | 10 Patienten<br>(=> 43,5%) | 14x Cefuroxim<br>1x Elobact            | 9 Patienten<br>(1.-3. Tag)                                  |
| Metastasen                         | 6          | 1 Patient                  | 1x Cefuroxim<br>1x Elobact<br>1x Clont | 3 Patienten<br>(1.-5. Tag)                                  |
| Hamartochondrom                    | 4          | 1 Patient                  | nein                                   | nein  |
| Tuberkulom                         | 3          | 1 Patient                  | nein                                   | nein  |
| Pleurakarzinose                    | 2          | 1 Patient                  | nein                                   | nein  |
| Pleuramesotheliom                  | 2          | nein                       | nein                                   | 1 Patient<br>(1. Tag)                                       |
| Pneumonie                          | 2          | nein                       | 1x Cefuroxim                           | 1 Patient<br>(1.Tag)  |
| Asbesthyalinose                    | 1          | ja                         | nein                                   | nein  |
| Malignes B-Zell-Lymphom            | 1          | nein                       | 1x Cefuroxim                           | nein  |
| Hämorrh. Lungeninfarkte            | 1          | nein                       | nein                                   | 1 Patient<br>(1.-2. Tag)                                    |
| Benigner Tumor                     | 1          | nein                       | nein                                   | 1 Patient<br>(4. Tag)                                       |
| Retroper. Tumor mit Thoraxinfiltr. | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |
| BOOP                               | 1          | nein                       | Cefuroxim                              | nein  |
| Pleuraplaques unkl. Genese         | 1          | nein                       | Cefuroxim                              | nein  |
| Kardiokarzinom                     | 1          | ja                         | Elobact                                | nein  |
| Lymphknotenanthrakose              | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |
| Fibrinöse Pleuritis                | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |
| Histiozytosis X                    | 1          | nein                       | nein                                   | nein  |

**Tabelle 4 (3.Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Lungenrundherden

| Verifizierte Diagnosen                   | Anzahl (n) | COPD                     | Perioperative Antibiose                          | Postoperatives Fieber / Dauer in Tagen (Durchschnittswerte) |
|--|------------|--------------------------|--|---|
| Mediastinales zystisches Teratom         | 1          | nein                     | nein   | nein  |
| Lungendysatelektasen                     | 1          | nein                     | nein   | nein  |
| Infektionsbedingte Lymphknotenschwellung | 1          | nein                     | nein   | nein  |
| Hochmalignes Non-Hodgkin-Lymphom         | 1          | nein                     | Cefuroxim  | nein  |
| <b><u>Gesamt:</u></b>                    | <b>57</b>  | <b>16 Patienten =28%</b> | <b>20x Cefuroxim<br/>3x Elobact<br/>1x Clont</b> | <b>16 Patienten = 28%</b>                                   |

**Tabelle 4 (4. Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Lungenrundherden

| Verifizierte Diagnosen      | Anzahl (n) | Drainage-Fördermenge in ml / Tag (Durchschnittswerte) |            |            |            |           |                       | Nikotinabusus        |
|-----------------------------|------------|---|------------|------------|------------|-----------|-----------------------|----------------------|
|                             |            | 1.Ta g  | 2.Ta g     | 3.Ta g     | 4.Ta g     | 5.Ta g    | restl. Tage           |                      |
| Fibrinöse Pleuritis         | 18         | 300   | 105        | 80         | 20         | 0         | --                    | 1 Patient            |
| Pleura-karzinose            | 13         | 345   | 185        | 100        | 80         | 65        | 400 -> 3 Pat.         | 2 Patienten          |
| Pleura-mesotheliom          | 6          | 255   | 260        | 155        | 75         | 50        | 230 -> 2 Pat.         | 1 Patient            |
| Pleuraempyem                | 4          | 290   | 75         | 65         | 65         | 50        | 360 -> 3 Pat.         | 2 Patienten          |
| Hämatothorax                | 4          | 365   | 150        | 85         | 60         | 0         | --                    | 1 Patient            |
| Chron.granul. Pleuritis     | 4          | 260   | 135        | 55         | 20         | 10        | 125 -> 1 Pat.         | 1 Patient            |
| Erguss bei Leberzirrhose    | 3          | 1430  | 960        | 400        | 1300       | 600       | 1700 -> 2 Pat.        | nein                 |
| Pleuritis tuberculosa       | 3          | 325   | 70         | 50         | 15         | 0         | --                    | 1 Patient            |
| Bronchial-karzinom          | 3          | 600   | 100        | 110        | 125        | 150       | 1Pat. -> 6.Tag Exitus | 2 Patienten          |
| Erguss bei Herzinsuffizienz | 2          | 155   | 75         | 25         | 25         | 25        | --                    | nein                 |
| Erguss unkl. Ursache        | 5          | 260   | 260        | 195        | 110        | 20        | 0                     | 1 Patient            |
| <b><u>Gesamt:</u></b>       | <b>65</b>  | <b>365</b>  | <b>185</b> | <b>110</b> | <b>110</b> | <b>60</b> | <b>12 Pat.= 18%</b>   | <b>12 Pat. = 18%</b> |

**Tabelle 5 (1. Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Pleuraergüssen

| Verifizierte Diagnosen         | Anzahl (n) | COPD                     | Perioperative Antibiose   | Postoperatives Fieber in Tagen (Durchschnittswerte) |
|--------------------------------|------------|--------------------------|---|---|
| Fibrinöse Pleuritis            | 18         | 1 Patient                | 3x Cefuroxim  | 5 Patienten (1.-3. Tag)                             |
| Pleura-karzinose               | 13         | 2 Patienten              | 1x Cefuroxim<br>1x Elobact  | 3 Patienten (alle 1. Tag)                           |
| Pleuramesotheliom              | 6          | 1 Patient                | 2x Cefuroxim  | 3 Patienten (1.-2. Tag)                             |
| Pleuraempyem                   | 4          | 2 Patienten              | 2x Cefuroxim<br>2x Zienam   | 1 Patient (2.-6. Tag)                               |
| Hämatothorax                   | 4          | 1 Patient                | 4x Cefuroxim  | nein  |
| Chron. granulierende Pleuritis | 4          | 1 Patient                | 1x Amoxicipin   | nein  |
| Erguss bei Leberzirrhose       | 3          | nein                     | nein  | nein  |
| Pleuritis tuberculosa          | 3          | 1 Patient                | 1x Zienam<br>1x Erythromycin  | 2 Patienten (1.-2. Tag)                             |
| Bronchialkarzinom              | 3          | 2 Patienten              | nein  | nein  |
| Erguss bei Herzinsuffizienz    | 2          | nein                     | nein  | nein  |
| Erguss unklarer Ursache        | 5          | 1 Patient                | nein  | 2 Patient (1.-2. Tag)                               |
| <b><u>Gesamt:</u></b>          | <b>65</b>  | <b>12 Pat.<br/>= 18%</b> | <b>12x Cefuroxim<br/>3x Zienam<br/>1x Elobact<br/>1x Erythromycin<br/>1x Amoxicipin</b><br><hr/> <b>18 Pat. = 27%</b> | <b>16 Patienten<br/>= 24%</b>                       |

**Tabelle 5 (2. Teil):** Verifizierte Diagnosen bei unklaren Pleuraergüssen

| Verifizierte Diagnosen                             | Anzahl (n) | Drainage-Fördermenge in ml / Tag (Durchschnittswerte) |            |            |           |           |                     | Nikotinabusus           |
|--|------------|---|------------|------------|-----------|-----------|---------------------|-------------------------|
|  |            | 1.Tag   | 2.Tag      | 3.Tag      | 4.Tag     | 5.Tag     | restl. Tage         |                         |
| Emphysembullae                                     | 18         | 260   | 190        | 105        | 50        | 35        | 250 -> 5 Pat.       | 1 Patient               |
| Lungenperforation durch Trauma                     | 2          | 275   | 125        | 75         | 0         | --        | --                  | nein                    |
| Persistierende Lungenfistel                        | 1          | 600   | 75         | 50         | 0         | --        | --                  | nein                    |
| Diffuses Lungenemphysem bei COPD (Allergiebedingt) | 1          | 600   | 200        | 250        | 200       | 100       | 350                 | nein                    |
| Diffuses Lungenemphysem bei fibrinöser Pleuritis   | 1          | 450   | 125        | 100        | 50        | 25        | 0                   | nein                    |
| Lungenemphysem unklarer Genese                     | 1          | 150   | 125        | 100        | 100       | 75        | 100                 | nein                    |
| <b><u>Gesamt:</u></b>                              | <b>24</b>  | <b>290</b>  | <b>175</b> | <b>105</b> | <b>50</b> | <b>35</b> | <b>7 Pat. = 29%</b> | <b>1 Patient = 0,4%</b> |

**Tabelle 6 (1.Teil):** Verifizierte Diagnosen bei Pneumothoraces

| Verifizierte Diagnosen                             | Anzahl (n) | COPD                      | Perioperative Antibiose   | Postoperatives Fieber in Tagen (Durchschnittswerte) |
|--|------------|---------------------------|---|---|
| Emphysembullae                                     | 18         | 1 Patient                 | 6x Cefuroxim<br>1x Ciprobay   | 1 Patient (1.Tag)                                   |
| Lungenperforation durch Trauma                     | 2          | nein                      | 1x Clont mit Cefuroxim  | nein  |
| Persistierende Lungenfistel                        | 1          | nein                      | Zienam  | nein  |
| Diffuses Lungenemphysem bei COPD (Allergiebedingt) | 1          | ja                        | nein  | ja (1.Tag)  |
| Diffuses Lungenemphysem bei fibrinöser Pleuritis   | 1          | nein                      | nein  | nein  |
| Lungenemphysem unklarer Genese                     | 1          | nein                      | Cefuroxim   | nein  |
| <b><u>Gesamt:</u></b>                              | <b>24</b>  | <b>2 Patienten = 8,3%</b> | <b>8x Cefuroxim<br/>1x Clont<br/><u>1x Ciprobay</u><br/>9 = 37%</b> | <b>2 Patienten = 8,3%</b>                           |

**Tabelle 6 (2. Teil):** Verifizierte Diagnosen bei Pneumothoraces

| Operationstechnik  | Anzahl (n) | Durchschnittliche Schnitt-Naht Zeit in Min. | Blutverlust => prozentuale Blutungsrate              | EK`s     | Durchschnittlicher postoperat. Krankenhausaufenthalt in Tagen |
|--|------------|---|--|----------|---|
| <u>Thorakoskopie</u> : PE`s (= Probeexzisionen)  | 68         | 32 (20-55)                                  | 1 Pat. 20ml<br>1 Pat. 30ml<br>1 Pat. 50ml<br>=> 0,4% | nein     | 7,8 (3-16)  |
| <u>Thorakoskopie</u> : PE`s mit Talcum-Pleurodese  | 12         | 40 (25-50)                                  | 1 Pat. 30ml<br>1 Pat. 40ml<br>=> 16,6%               | nein     | 18,2 (6-40)   |
| <u>Thorakoskopie</u> : Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>mit</u> partieller Pleurektomie  | 3          | 68 (60-75)                                  | nein   | nein     | 6,6 (5-9)   |
| <u>Thorakoskopie</u> : Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>ohne</u> partieller Pleurektomie | 2          | 42 (35 und 50)                              | nein   | nein     | 5,5 (4 und 7)   |
| <u>Thorakoskopie</u> : Atypische Segmentresektion aus zwei Lungenlappen                                      | 1          | 55  | nein   | nein     | 4   |
| <u>Thorakoskopie</u> : PE`s mit Dekortikation  | 2          | 80 (35 und 125)                             | 1 Pat. (500ml)                                       | nein     | 8,5 (5 und 11)  |
| <u>Thorakoskopie</u> : Tumorentfernung von parietaler Pleura   | 2          | 50 (35 und 65)                              | 1 Pat. (50ml)  | nein     | 6,5 (5 und 7)   |
| <b><u>Gesamt:</u></b>  | <b>90</b>  | <b>36,2</b>                                 | <b>7 Patienten = 0,8%</b>                            | <b>0</b> | <b>9,4</b>  |

**Tabelle 7 (1. Teil):** Thorakoskopisch durchgeführte Eingriffe

| Operationstechnik   | Anzahl (n) | Durchschnittliche Drainage-Verweildauer in Tagen | Schmerzmittelbedarf  | Behandelte Krankheiten  |
|---|------------|--|--|---|
| <u>Thorakoskopie</u> : PE`s (= Probeexzisionen)   | 68         | 3,2 (1-8)  | 68x Tramadol mit Metamizol p.o.                              | 12x Fibrinöse Pleuritis<br>12x Bronchialkarz.<br>5x Pleurakarzinose<br>je 4x Chron. granul. Pleuritis, Pleuramesotheliom, je 3x Tuberkulose, Pleuraempyem, je 2x Erguss b. Herzinsuff., Metastasen, Pneumonie |
| <u>Thorakoskopie</u> : PE`s mit Talcum-Pleurodese   | 12         | 8,4 (4-21)                                       | 10x Tramadol mit Metamizol p.o.<br>2x Dipidolor i.m.         | 4x Pleurakarzinose<br>3x Metastasen, je 2x Bronchialkarz., Pleuramesotheliom, 1x Erguss bei Leberzirrhose   |
| <u>Thorakoskopie</u> : Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>mit</u> partieller Pleurektomie | 3          | 3,3 (2-5)  | 3x Tramadol mit Metamizol p.o.                               | 3x Spontanpneumothorax  |
| <u>Thorakoskopie</u> : Atypische Segmentresektion aus einem Lunegnappen <u>ohne</u> partieller Pleurektomie | 2          | 2,5 (2 und 3)                                    | 2x Tramadol mit Metamizol p.o.                               | 2x Spontanpneumothorax  |
| <u>Thorakoskopie</u> : Atypische Segmentresektion aus zwei Lungenlappen                                     | 1          | 2  | 1x Tramadol mit Metamizol p.o.                               | Hämorrhagische Lungeninfarkte unklarer Genese   |
| <u>Thorakoskopie</u> : PE`s mit Dekortikation   | 2          | 4,5 (2 und 7)                                    | 2x Tramadol mit Metamizol p.o.                               | je 1x Chronische granulierende Pleuritis, Pleurakarzinose   |
| <u>Thorakoskopie</u> : Tumorentfernung aus parietaler Pleura  | 2          | 3 (2 und 4)                                      | 2x Tramadol mit Metamizol p.o.                               | je 1x Benigner Tumor, Pleurakarzinose   |
| <b><u>Gesamt:</u></b>   | <b>90</b>  | <b>3,9</b>                                       | <b>88x Tramadol mit Metamizol p.o.<br/>2x Dipidolor i.m.</b> | <b>14x Bronchialkarz.<br/>12x Fibrin. Pleuritis<br/>11x Pleurakarzinose<br/>6x Pleuramesotheliom<br/>5x Metastasen</b>  |

**Tabelle 7 (2. Teil):** Thorakoskopisch durchgeführte Eingriffe

| Operationstechnik  | Anzahl (n) | Durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit in Min. | Blutverluste => prozentuale Blutungsrate                              | EK's | Durchschnittlicher postoperat. Krankenhausaufenthalt in Tagen |
|--|------------|---|---|------|---|
| <u>VATS</u> : Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>ohne</u> partielle Pleurektomie | 17         | 58 (30-90)                                  | 1 Pat. 20ml<br>1 Pat. 200ml<br>=> 1,1%                                | nein | 9,6 (5-30)  |
| <u>VATS</u> : Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>mit</u> partieller Pleurektomie | 8          | 82 (55-130)                                 | 2 Pat. je 200ml<br>=> 25%   | nein | 8,5 (5-11)  |
| <u>VATS</u> : Multiple PE's  | 7          | 48 (20-75)                                  | 1 Pat. 30ml<br>1 Pat. 200ml<br>=> 28,6%                               | nein | 23,3 (7-40)   |
| <u>VATS</u> : Dekortikation  | 5          | 98 (35-165)                                 | 1 Pat. 50ml<br>1 Pat. 400ml<br>1 Pat. 600ml<br>1 Pat. 700ml<br>=> 80% | nein | 11,6 (6-18)   |
| <u>VATS</u> : Atypische Segmentresektion aus zwei Lungenlappen                                     | 4          | 75 (65-85)                                  | nein  | nein | 11,5 (6-26)   |
| <u>VATS</u> : Tumorentfernung aus Lungenlappen und Mediastinum                                     | 4          | 75 (55-120)                                 | 2 Pat. je 50ml<br>1 Pat. 100ml<br>=> 75%                              | nein | 7,2 (5-11)  |
| <u>VATS</u> : Talcum-Pleurodese  | 3          | 37 (30-40)                                  | 1 Pat. 80ml<br>=> 33,3%   | nein | 20,6 (11-28)  |

**Tabelle 8 (1.Teil):** Durchgeführte VATS

| Operationstechnik   | Anzahl (n) | Durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit in Min. | Blutverluste => prozentuale Blutungsrate                                  | EK`s     | Durchschnittlicher postoperativer Krankenhausaufenthalt in Tagen |
|---|------------|---|---|----------|--|
| <u>VATS</u> : Lung-Volume-Reduction (=Abtragen v. Bullae und emphy-sem. Lungenrändern)                        | 1          | 140   | 50 ml   | nein     | 8  |
| <u>VATS</u> : Pneumoektomie, Trachealteileresektion, Perikardteileresektion und Lymph-adenektomie             | 1          | 150   | 1000 ml   | 2        | 15   |
| <u>VATS</u> : Mediastinale Lymphknotenentnahme  | 1          | 55  | 50 ml   | nein     | 5  |
| <u>VATS</u> : Lobektomie des li. UL mit Lavaseptspülung   | 1          | 200   | nein  | nein     | 8  |
| <u>VATS</u> : Atypische Segmentresektion aus re. OL, Lobektomie des re. UL und radikale Lymphknotendissektion | 1          | 85  | nein  | nein     | 16   |
| <u>VATS</u> : Multiple PE`s aus dem Mediastinum   | 1          | 15  | nein  | nein     | 8  |
| <b><u>Gesamt:</u></b>   | <b>54</b>  | <b>65</b>                                   | <b>17 Patienten =&gt; 31,5 % mit durchschnittl. Blutverlust v. 230 ml</b> | <b>2</b> | <b>12</b>  |

**Tabelle 8 (2.Teil):** Durchgeführte VATS

| Operationstechnik   | Anzahl (n) | Durchschnittliche postoper. Drainage-Verweildauer in Tagen | Schmerzmittelbedarf                                 | Behandelte Krankheiten  |
|---|------------|--|---|---|
| <u>VATS:</u><br>Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>ohne</u> partieller Pleurektomie | 17         | 3,9<br>(2-10)  | 16x Tramadol mit Metamizol p.o., 1x Dipidolor i.m.  | 7x Spontanpneumoth. 4x Bronchialkarzinom 3x Metastasen, je 1x Tuberkulom, Lungenabszess, Lungendysatelektasen   |
| <u>VATS:</u><br>Atypische Segmentresektion aus einem Lungenlappen <u>mit</u> partieller Pleurektomie  | 8          | 4,5<br>(2-6)   | 8x Tramadol mit Metamizol p.o.                      | 8x Spontanpneumothorax  |
| <u>VATS:</u> Multiple PE's  | 7          | 9<br>(3-18)  | 5x Tramadol mit Metamizol p.o.                      | 2x Pleurakarzinose, je 1x Kardiokarzinose, Bronchialkarzinom, Pleuramesotheliom, Pleuraempyem, Chron. Pneumonie |
| <u>VATS:</u><br>Dekortikation   | 5          | 4,4<br>(4-6)   | 4x Tramadol mit Metamizol p.o.<br>1x Dipidolor i.m. | 3x Fibrin. Pleuritis je 1x Hämatothorax, Pleuraverschwartung  |
| <u>VATS:</u><br>Atypische Segmentresektion aus zwei Lungenlappen                                      | 4          | 3,7<br>(3-5)   | 2x Tramadol mit Metamizol p.o.<br>2x Dipidolor i.m. | je 1x Malignes B-Zell-Lymphom, Benigner Lungentumor, anthrakotische Lymphknoten, Lungenabszess                  |
| <u>VATS:</u><br>Tumorentfernung aus Lungenlappen und Mediastinum                                      | 4          | 3,7<br>(3-4)   | 4x Tramadol mit Metamizol p.o.                      | 2x Lymphknotenschwellung infekt. Ursache, je 1x benigner Mediastinaltumor, Hamartochondrom                      |
| <u>VATS:</u> Talcum-Pleurodese  | 3          | 6<br>(4-8)   | 2x Tramadol mit Metamizol p.o.                      | 2x Pleurakarzinose, 1x Fibrin. Pleuritis  |

**Tabelle 8 (3. Teil):** Durchgeführte VATS

| Operationstechnik   | Anzahl (n) | Durchschnittliche Drainage-Verweildauer in Tagen | Schmerzmittelbedarf  | Behandelte Krankheiten   |
|---|------------|--|--|--|
| VATS: Lung-Volume-Reduction (= Abtragen von Bullae und emphys. Lungenrändern)                         | 1          | 6  | Tramadol mit Metamizol p.o.                                  | Spontanpneumothorax  |
| VATS: Pneumonektomie, Trachealteilresektion, Perikardteilresektion und Lymphadenektomie               | 1          | 2  | Tramadol mit Metamizol und Diclofenac p.o.                   | Zentrales Bronchialkarzinom  |
| VATS: Mediastinale Lymphknotenentnahme  | 1          | 4  | Tramadol mit Metamizol p.o.                                  | Lymphknotenschwellung unklarer Genese  |
| VATS: Lobektomie des li. UL mit Lavaseptspülung   | 1          | 4  | Tramadol mit Metamizol p.o.                                  | Benigner Tumor   |
| VATS: Atypische Segmentresektion aus re. OL, Lobektomie des re. UL und radikale Lymphknotendissektion | 1          | 3  | Dipidolor i.m.   | Metastasen   |
| VATS: Multiple PE's aus Mediastinum   | 1          | 4  | Tramadol mit Metamizol p.o.                                  | Zentrales Bronchialkarzinom  |
| <b>Gesamt:</b>  | <b>54</b>  | <b>4,8</b>                                       | <b>49x Tramadol mit Metamizol p.o.<br/>5x Dipidolor i.m.</b> | <b>16x Spontanpneumothorax<br/>8x Bronchialkarzinom<br/>4x Fibrin. Pleuritis<br/>4x Metastasen<br/>4x Pleurakarzinom<br/>3x Benigner Tumor<br/>3x Lymphknotenschwellung<br/>2x Lungenabszess</b> |

**Tabelle 8 (4. Teil):** Durchgeführte VATS

| Altersstufen in Jahren | Patientenanzahl (n) | Konversionen/Konversionsrate | Revisionen/Revisionsrate | Perioperative Komplikationen  | Postoperative Komplikationen  |
|------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|---|---|
| 16-50                  | 52                  | 8<br>=> 15%                  | 4<br>=> 7,7%             | 6x Venöse Blutung mit durchschnittlichem Blutverlust von 310 ml<br>3x Unübersichtlichkeit des Operationsgebietes                        | 1x Postop. arterielle Blutung<br>1x Pneumothoraxrezidiv<br>1x Postop. pleurale Hämatomausbildung            |
| 50-70                  | 80                  | 7<br>=> 8,7%                 | 7<br>=> 8,7%             | 10x Venöse Blutung mit durchschnittl. Blutverlust von 180 ml<br>1x Arterielle Blutung   | 1x Empyemrezidiv  |
| 70-90                  | 32                  | 3<br>=> 9,4%                 | 0                        | 6x Venöse Blutung mit durchschnittl. Blutverlust von 115 ml   | 0   |
| <b>Gesamt:</b>         | <b>164</b>          | <b>18 =&gt; 11%</b>          | <b>11 =&gt; 6,7%</b>     | <b>22x Venöse Blutung /durchschnittl. Blutverlust 195ml<br/>3x Unübersichtlichkeit des Operationsgebietes<br/>1x Arterielle Blutung</b> | <b>1x Postop. arterielle Blutung<br/>1x Pneumothoraxrezidiv<br/>1x Postop. Hämatom<br/>1x Empyemrezidiv</b> |

**Tabelle 9 (1. Teil):** Einteilung in Alterstufen der minimal-invasiv chirurgisch behandelten Patienten.

| Altersstufen in Jahren | Patientenanzahl (n) | Durchschnittlicher postoperativer Krankenhausaufenthalt in Tagen   | Behandelte Krankheiten   |
|------------------------|---------------------|--|--|
| 16-50                  | 52                  | 9,5<br>(4-26)  | 20x Spontanpneumothorax<br>6x Fibrinöse Pleuritis<br>3x Tuberkulose<br>3x Benigner Tumor<br>3x Bronchialkarzinom<br>je 2x Metastasen, Hamartochondrom, Pleuraempyem<br>je 1x (siehe unten)   |
| 50-70                  | 80                  | 11,5<br>(5-40)<br>1 Pat.: =><br>24.Tag Exitus<br>1 Pat.: =><br>35. Tag Exitus                                | 16x Bronchialkarzinom<br>12x Pleurakarzinose<br>9x Fibrinöse Pleuritis<br>7x Metastasen<br>6x Pleuramesotheliom<br>je 3x Chron. granul. Pleuritis, Hämatothorax, Pleuraschwarte<br>je 2x Hochmalignes Non-Hodgkin-Lymphom, Erguss bei Leberzirrhose, Pneumonie, Pneumothorax, Tuberkulose<br>je 1x (siehe unten) |
| 70-90                  | 32                  | 12,9<br>(3-40)<br>1 Pat.: =><br>1. Tag Exitus<br>1 Pat.: =><br>5. Tag Exitus<br>1 Pat.: =><br>40. Tag Exitus | 11x Bronchialkarzinom<br>4x Fibrinöse Pleuritis<br>4x Pleurakarzinose<br>3x Chron. granulierende Pleuritis<br>je 2x Metastasen, Pleuramesotheliom<br>je 1x (siehe unten)   |
| <b>Gesamt:</b>         | <b>164</b>          | <b>11,1</b>  |  |

*16-50:*Hämatothorax, Tumor mit Thoraxinfiltr., Lymphkn.anthrakose, Hämorrh. Lungeninfarkte, BOOP, Pleurakarzinose, Malign. B-Zell-Lymphom, Teratom, Kardiokarzinom. *50-70:* Benigner Tumor, Pleuraempyem, Dysatelektasen, Malign. B-Zell-Lymphom, Hamartochondrom, Pleuraplaques, Histiocytois X, Asbesthyalinose, Erg. bei Herzinsuffiz. Lungenfibrose, Lymphkn.schwellung.  
*70-90:* Erg. bei Leberzirrh., Hamartochondrom, Spontanpneumoth., Chron. granul. Pleuritis, BenignerTumor, Erg. bei Herzinsuffiz., Malign. Lymphom

**Tabelle 9 (2. Teil):** Einteilung in Altersstufen der minimal-invasiv chirurgisch behandelten Patienten

## **6 Durchführung und Ergebnisse der Thorakoskopie in der Kleintiermedizin**

### **6.1 Patientenvorbereitung und Narkose**

Bevor die Narkose erfolgt, muss eine gründliche klinische und labordiagnostische Untersuchung des Patienten durchgeführt werden, um eventuelle Narkose- und Operationsrisiken zu ermitteln. Die meisten Tiere, bei denen eine Thorakoskopie indiziert ist, sind ältere Patienten. Daher muss die präoperative Untersuchung, Blutprofil, Urinanalyse, Röntgenaufnahmen des Thorax und EKG enthalten. Hat der Patient einen Pleuraerguss, sind zusätzlich Punktion und Untersuchung des Ergusses nötig. Eine Brusthöhlendrainage ermöglicht zudem aussagekräftigere Röntgenaufnahmen der Brusthöhle und erniedrigt das Narkoserisiko. Zusätzlich kann die Ultraschalluntersuchung von großem Nutzen sein. Nach der Narkoseeinleitung kann eine Trachealspülung für zytologische und bakteriologische Untersuchungen vorgenommen werden.

#### **6.1.1 Narkose**

Vor der Narkoseeinleitung muss das Tier mindestens 12 Stunden fasten. Die Narkose sollte immer eine Risikopatientennarkose sein. Die Prämedikation beim Hund wird mit l-Methadon (0,25-0,3 mg / kg KM i.v.) und Diazepam (0,5-0,7 mg / kg KM i.v.) eingeleitet. Anschließend wird der Patient mit einem Endotrachealtubus intubiert und beatmet (bei Doppellumentubus-Intubation siehe 6.2 Ein-Lungenventilation). Die Narkose wird schließlich mit Isofluran unterhalten. Die Prämedikation bei der Katze erfolgt mit Ketamin (4,0-6,0 mg / kg KM i.m.) und Xylazin (0,4-1,0 mg / kg KM i.m.).

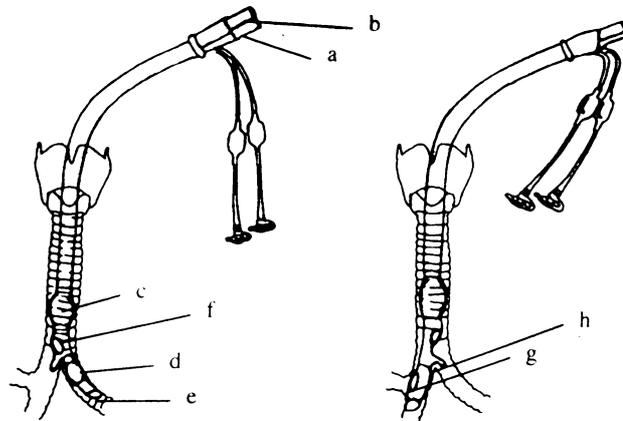
Während der Narkose muss eine gründliche Narkoseüberwachung gewährleistet sein. Abhängig von der Lokalisation des Krankheitsherdes wird das Tier dorsal oder lateral auf dem Operationstisch fixiert. Im Operationsgebiet wird der Patient für einen sterilen Eingriff vorbereitet. Die Stelle des Eingriffes muss so großflächig geschoren sein wie bei einer Thorakotomie. Die offen freiliegende Fläche der Brust sollte so bemessen sein, dass der Operateur ohne Probleme die benötigten Instrumente durch die Brustwand einführen kann.

## **6.2 Ein-Lungenventilation mit einem Doppellumentubus beim Hund**

### 6.2.1 Doppellumentuben

Der Doppellumentubus besitzt zwei separate, halbkreisförmige und unterschiedlich lange Lumina. Beide haben je eine eigene Blockungsmanschette und sind durch entsprechende Beschriftung als bronchiales und tracheales Lumen unterscheidbar. Die bronchiale Blockungsmanschette dichtet den intubierten Bronchus luftdicht ab. Die tracheale Blockungsmanschette dichtet die Trachea zum Kehlkopf hin luftdicht ab. Über das Lumen wird die nicht operativ betroffene Seite beatmet. Bei der Platzierung des Tubus, die sowohl endoskopisch als auch blind erfolgen kann, ist zu beachten, dass das Lumen des nicht-intubierten Bronchus genau gegenüber dem Abgang des Stammbronchus der Lungenhälfte zu liegen kommt. Es gibt Doppellumentuben mit einem sogenannten Carinasporn. Dieser dient als zusätzliche Hilfe bei der Platzierung des Tubus. Viele Operateure verwenden diese Tuben wegen des hohen tracheobronchialen Verletzungsrisikos nicht mehr. Beim Fleischfresser

kann sowohl für die Ventilation der rechten als auch der linken Lunge ein WHITE-Tubus verwendet werden (GANTKE 2000).



**Abbildung 37** In den linken Hauptbronchus eingeführter CARLENS-Tubus (rechts) bzw. in den rechten Hauptbronchus eingeführter WHITE-Tubus (links) beim Menschen. Bronchiales Tubuslumen (a), tracheales Tubuslumen (b), tracheale Blockungsmanschette (c), bronchiale Blockungsmanschette (d), Lumen zum intubierten Bronchus (e), Lumen zum nicht-intubierten Bronchus (f), Schlitz im endobronchialen Anteil zur Belüftung des rechten Oberlappens (g), Carinasporn (h).

### 6.2.2 Anästhesiologischer Vorschlag bei einem Hund mit 25 kg Körpermasse

Dieser anästhesiologische Vorschlag ist nur einer von vielen anästhesiologischen Möglichkeiten. Jeder Operateur bzw. Anästhesist wird seine favorisierte Narkose durchführen. Die hier vorgeschlagene Anästhesie hat sich bei Ein-Lungenventilationen an der Veterinärmedizinischen Universitätsklinik in Bern (Schweiz) gut bewährt. Prämediziert wurde der Patient mit Atropin (0,02 mg / kg KM s.c.) und Acepromazin (0,02 mg / kg KM i.v.). Ungefähr nach 15 Minuten wurde die Vollnarkose mit Propofol (5 mg / kg KM i.v.) eingeleitet. Nach der Narkoseeinleitung wurde das Tier mit einem Doppellumentubus (blind oder unter endoskopischer Kontrolle) orotracheal intubiert. Schließlich wurde die Narkose mit reinem Sauerstoff

und Isofluran unterhalten. Das Narkosemonitoring bestand aus EKG, Pulsoximetrie und Kapnographie. Zusätzlich wurde der Blutdruck invasiv gemessen, doch sollte auch eine nicht-invasive Blutdruckmessung ausreichen. Auftretende intraoperative Bradykardien waren mit Atropingaben i.v. gut beherrschbar. Während der Narkose wurde eine Vollelektrolyt-Lösung infundiert (10 ml / kg KM i.v.). Empfehlenswert ist es schon, während der Narkose Antibiotika i.v. zu applizieren. Die Beatmung erfolgte bei sowohl offenem bronchialen als auch trachealem Tubuslumen. Die kontrollierte Beatmung begann mit einem Atemvolumen von 220 ml, einer Beatmungsfrequenz von 12x / Minute, einem Beatmungs-Peakdruck von 14 mbar und einem endexpiratorischen CO<sub>2</sub>-Partialdruck von 38 mm Hg.

### 6.2.3 Vorgehen bei einem Hund mit 25 kg Körpermasse

Die Ein-Lungenbeatmung wird bei allen Formen der Herz-, Lungen-, Gefäß- und Thoraxchirurgie einschließlich aller thorakoskopischen Eingriffe durchgeführt. Als Beispiel kann ein thorakoskopischer Eingriff am linken Hemithorax herangezogen werden. Liegt der Patient in Vollnarkose, seitengelagert und kontrolliert beatmet auf dem Operationstisch, wird zunächst das Atemvolumen auf die Hälfte (110 ml) reduziert. Durch die Reduzierung des Atemvolumens verhindert der Operateur die Überblähung der rechten Lunge nach dem Verschluss des bronchialen Lumens. Wird nun das bronchiale Lumen verschlossen, wird keine linksseitige Lungenexkursion mehr sichtbar. Anschließend wird das Atemvolumen der rechten Lunge unter kapnographischer und pulsoximetrischer Kontrolle langsam auf 170 ml, bei einem maximal möglichen Beatmungsdruck von 20 mbar und einer Beatmungsfrequenz von 14 / Minute angehoben. So wird ein CO<sub>2</sub>-Partialdruck von 41 mm Hg erreicht. Nach erfolgtem intrathorakalem

Eingriff wird unter thorakoskopischer Sichtkontrolle das bronchiale Tubuslumen wieder geöffnet und das Atemvolumen langsam auf 220 ml bei einer Atemfrequenz von 12 / Minute erhöht. Von Atemhubvolumen zu Atemhubvolumen kann nun die fortschreitende Entfaltung der linken Lunge beobachtet werden. Nach Einlegen der Redon-Saugdrainage mit angeschlossenem Ventil erfolgt ein schichtweiser Verschluss des Thorax (GANTKE 2000).

#### 6.2.4 Ergebnis einer Ein-Lungenventilation anhand eines Fallberichts der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Bern (Schweiz)

In der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Bern (Schweiz) wurde ein 4-jähriger Boxer links thorakotomiert. Ziel des Eingriffs war die Entfernung eines bronchialen Fremdkörpers. Der postoperative Verlauf war unauffällig. Die Blutgaswerte waren stets im physiologischen Bereich. Schließlich konnte am dritten postoperativen Tag die Redon-Drainage gezogen werden. Der Hund wurde weitere 6 Tage mit Gentamycin (2,0 mg / kg KM i. v.), Metronidazol (7,5 mg / kg KM i. v.), Piritramid (80 mg / kg KM i. v. alle 8h) und Carprofen (4,0 mg / kg KM i. v. alle 24 h) behandelt. Nach einer Woche wurde der Hund als gesund entlassen und nur zu weiteren ambulanten Kontrolluntersuchung einbestellt. Auch bei thorakoskopischen Lungenlobektomien führte die Ein-Lungenventilation zu keinerlei intraoperativen Komplikationen und ermöglichte optimale Eingriffsbedingungen (GARCIA et al. 1998).

### **6.3 Durchführung der Thorakoskopie beim Kleintier**

Ist der Patient in Narkose, intubiert und vorbereitet, muss darauf geachtet

werden, dass die Inzisionen nicht direkt über dem Krankheitsherd angelegt werden, aber doch so nah, dass dieser problemlos untersucht werden kann. Die ausgewählten Orte der Inzisionen müssen weiterhin so gewählt sein, dass problemlos Bioptate entnommen werden können und die Enden des Endoskops und der Instrumente in der Brusthöhle in einer gedachten Pyramide zueinander stehen. Endoskop und Instrumente bilden eine trigonale Anordnung. Der Untersuchungsort muss in der Mitte dieser gedachten Pyramide liegen. Die erste Inzision wird mit dem Skalpell in der Haut in einer Länge von 2-3 cm vorgenommen. Anschließend wird vorsichtig eine Veress-Nadel über die vorbereitete Inzision in die Brusthöhle gestochen. Das Ventil der Veress-Nadel ist offen. Es kann jetzt Luft in den Thorax einströmen. Die Lunge kann so kontrolliert kollabieren. Der vollständige Lungenflügelkollaps ist keinesfalls notwendig. Der Lungenflügel muss nur soweit kollabieren, bis die Trokarhülse mit dem Trokar eingeführt werden kann, ohne die Lunge zu verletzen. Der Kollaps des Lungenflügels ist durch das Ventil der Veress-Nadel regulierbar. Die O<sub>2</sub>-Versorgung des Tieres wird während des gesamten Eingriffes durch Beatmung mit positivem Druck gewährleistet. Wird das Tier nicht durch eine Ein-Lungenventilation beatmet, kann während des Platzierens oder Korrigierens des Endoskops oder der Instrumente die Beatmung kurzzeitig unterbrochen werden, um so Raum zu schaffen und das Verletzungsrisiko herabzusetzen. Ist der gewünschte Lungenkollapsgrad eingetreten, wird die Veress-Nadel entfernt. An gleicher Stelle wird jetzt der Trokar durch die Brustwand eingeführt. Dabei ist es sehr wichtig, den Trokar vorsichtig einzuführen. Beim Einführen in große Tiefen des Brustkorbs sollte immer ein stumpfer Trokar benutzt werden. Das Einführen und Platzieren des Trokars wird mit einer bestimmten Technik durchgeführt: Eine Hand kommt auf dem Brustkorb zu liegen, während die andere Hand den Trokar schiebt. Die häufigste Verletzungsursache ist das

Einführen des Trokars. Hierbei ist das größte Problem das plötzliche Nachlassen des Gewebswiderstandes, wenn die Brustwand vollständig durchdrungen ist. An diesem Punkt wird häufig der Trokar ruckartig bis zum Maximum in den Thorax gestoßen und verletzt dabei Organe. Um dies zu verhindern, bildet die Hand auf dem Brustkorb eine Schutzvorrichtung. Sie umschließt mit Daumen und Zeigefinger den Trokar und bildet gleichzeitig eine leichte Faust. Die andere Hand treibt nun durch Vor-und-Zurück-Drehen den Trokar durch die Brustwand bis zur gewünschten Tiefe. Die Brustwand ist dann durchdrungen, wenn plötzlich und deutlich freie Bewegungen ohne Widerstand zu spüren sind. Nach der gewünschten Platzierung des Trokars wird dieser aus der Trokarhülse entfernt und durch das Endoskop ersetzt (MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Befindet sich Flüssigkeit in der Brusthöhle, wird die thorakoskopische Untersuchung erschwert. In diesem Falle muss die Flüssigkeit zuerst entfernt werden. Das Endoskop wird wieder herausgezogen und ein Absaugschlauch durch die Trokarhülse eingeführt. Anschließend wird die Flüssigkeit abgesaugt. Soll die Flüssigkeit unter endoskopischer Kontrolle entfernt werden, muss ein zweiter Zugang gelegt werden. Die Flüssigkeit soll bakteriologisch, mykologisch und zytologisch untersucht werden.

### 6.3.1 Maßnahmen nach abgeschlossenem thorakoskopischem Eingriff

Ist der Eingriff beendet, wird bei der Ein-Lungenventilation langsam zunehmend der blockierte Lungenflügel wieder beatmet und bei Beatmung beider Lungenflügel langsam der Beatmungsdruck erhöht, damit sich die Lunge wieder entfaltet. Vor der Lungenentfaltung werden die Arbeitstrokarihülsen für die endoskopischen Instrumente entfernt und die Inzisionen vernäht. Üblicherweise wird erst die zweit- oder drittplazierte

Trokarhülse aus dem Thorax entfernt und anschließend die Pleura mit der Muskulatur und der oberflächlichen Faszie zusammen vernäht. Die Haut verschließt der Operateur mit Knopfnähten. Zuletzt wird die erstplatzierte Trokarhülse, also die Hülse mit dem Endoskop, aus dem Brustraum gezogen. Dabei sind einige Dinge zu beachten: Der Patient wird mit positivem Druck beatmet. Bei jeder Inspiration wird das Ventil der Trokarhülse geöffnet, damit durch die Lungenausdehnung Luft aus der Pleurahöhle über das geöffnete Ventil nach außen gepresst werden kann. Bei maximaler Beatmung und somit am maximalen Punkt der Lungenausdehnung muss das Ventil geschlossen werden, damit bei der Expiration nicht wieder Luft in die Pleurahöhle einströmt. Dieses Vorgehen wird mehrmals hintereinander wiederholt. Die sich entwickelnde Reexpansion der Lunge kann die gesamte Zeit durch das noch in der Trokarhülse befindliche weit zurückgezogene Endoskop kontrolliert werden (MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Ist die Lunge voll entfaltet, wird das Endoskop entfernt und durch eine Drainage ersetzt.

### 6.3.2 Drainage

In Fällen eines geringen oder nicht vorhandenen Pleuraergusses und ohne Anhaltspunkt für ein Luftleck, kann eine Drainage durch die Endoskophülse in den Brustraum geführt werden. Nachdem die Drainage im Brustraum platziert ist, wird die Trokarhülse entfernt, ohne die Drainage in ihrer Position zu verändern. Anschließend wird die Drainage mit einer Tabaksbeutelnaht (2-0 Metric Nylonfaden) in der Haut umnäht, ohne dabei die Drainage zu durchstechen. Hierbei empfiehlt sich eine Redon-Saug-Drainage. In Fällen eines stark ausgeprägten Pleuraergusses, von Blutungen oder eines sekundären Luftlecks sollte die Drainage gesondert im Brustraum platziert

werden, um so einen stärkeren Drainageschlauch verwenden zu können. Hierbei wird eine sogenannte "Continuous underwater seal drainage" (CUSD) mit starker Sogwirkung eingesetzt. Diese sichert die vollständige Reexpansion der Lunge und den vollständigen Abfluss von Flüssigkeit aus dem Brustraum. Vor dem Entfernen der Drainage wird zur Kontrolle eine Röntgenaufnahme vom Thorax angefertigt. In Fällen eines nicht vorhandenen oder geringen Ergusses ohne Luftleck wird die Drainage für gewöhnlich noch in der Narkose, vor dem Extubieren entfernt. Bei stark ausgeprägten Pleuraergüssen kann die Drainage über Tage im Brustraum verweilen. Die Beatmung des Tieres muss so lange fortgesetzt werden, bis das Tier stabil ist und ein Übergang zur Spontanatmung erfolgt. Der Übergang zur Spontanatmung hat sehr langsam zu geschehen.

### 6.3.3 Probenentnahmen und Biopsien

Die Platzierung der Trokarhülse zur Durchführung einer Biopsie oder Probenentnahme entspricht der oben beschriebenen Technik. Der Ort der Inzision sollte so gewählt sein, dass das Bioptat oder die Probe vom Krankheitsherd problemlos entnommen werden kann. Tru-Cut-Biopsienadeln eignen sich sehr gut zur thorakoskopischen Entnahme von Biopaten aus dem Lungengewebe oder Mediastinum. Leider sind diese Nadeln für kleinere Strukturen ungeeignet, da immer die Gefahr besteht, tiefere Strukturen zu durchdringen und somit diese zu verletzen oder größere Blutungen hervorzurufen. Einfache Spritzenkanülen mit ausreichender Länge werden zur Gewinnung von Flüssigkeiten verwendet. Ebenfalls gut geeignet sind Meglinikanülen, mit denen auch häufig Fein-Nadel-Aspirationen durchgeführt werden. Andere Gewebeproben werden über einen zweiten Zugang mit speziellen endoskopischen Instrumenten entnommen.

#### **6.4 Thorakoskopische und laparoskopische Fenestration der thorakalen und lumbalen Intervertebralscheiben (T9-L7) bei Hunden (REMEDIOS et al. 1995)**

Eine Studie über das Thema thorakoskopische und laparoskopische Fenestration der Intervertebralscheiben wurde von A. REMEDIOS, J. FERGUSON, S. STEINACHER und T. DUKE am Western College of Veterinary Medicine der University of Saskatchewan in Kanada durchgeführt (REMEDIOS et al. 1995). Das Ziel dieser Untersuchung war die Bestimmung der perioperativen Komplikationen und das Einschätzen aller thorakoskopischen und laparoskopischen Fenestrationen der lumbalen und thorakalen (T9-L7) Intervertebralscheiben bei gesunden Hunden. Es wurden innerhalb dieser Studie bei jedem Tier die T11-T12-T13-L1-L1-L2-L3-L4-L5-L6- und L6-L7-Intervertebralscheiben endoskopisch manuell fenestriert und die Nuclei pulposi entfernt.

##### **6.4.1 Patientenvorbereitung und Narkose**

Vor den Eingriffen wurden bei fünf Mischlingshunden lumbosakrale Myelogramme durchgeführt und anschließend die Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule begutachtet. Die Narkose wurde mit l-Methadon ( 0,2 mg/kg KM i.v.) und Diazepam ( 0,4 mg/kg KM i.v.) eingeleitet. Anschließend wurde der Patient mit einem Endotrachealtubus intubiert. Die Narkose wurde mit Isofluran während der Beatmung aufrecht erhalten und der Hund auf der Seite gelagert und fixiert, so dass die linke Thoraxseite nach oben zu liegen kam. Die oben liegende Seite wurde je nach Eingriffsort großflächig geschoren, rasiert und desinfiziert. Die freie Fläche der Abdeckung musste für ein Endoskop und mindestens zwei Instrumente Platz bieten. Ein

Pneumoperitoneum und Pneumothorax wurden mit CO<sub>2</sub> über eine Veress-Nadel geschaffen.

#### 6.4.2 Durchführung

Die Trokarhülsen für das Endoskop und die Instrumente wurden in trigonaler Anordnung zueinander platziert. Die zu fenestrierenden Intervertebralscheiben sollten gut sichtbar und von den Instrumenten gut erreichbar sein. Anschließend wurden die thorakalen (T11-L1) und lumbalen (L1-L7) Wirbel (je nach gewünschter Eingriffslokalisation) gut sichtbar gemacht. Nun wurden mit den Instrumenten die Intervertebralscheiben manuell fenestriert und der Nucleus pulposus soweit wie möglich entfernt. Postoperativ musste erneut ein Myelogram durchgeführt werden, um das Ergebnis des Eingriffes festzustellen.

#### 6.4.3. Ergebnisse der endoskopisch durchgeführten Bandscheibenfenestrationen am Western College of Veterinary Medicine der University of Saskatchewan in Kanada

Die Nuclei pulposi ( T11-L7 ) wurden bei jedem der fünf Hunde endoskopisch entfernt und gewogen. Die Tiere wurden nach den postoperativen Untersuchungen euthanasiert, postmortem die Intervertebralscheiben freipräpariert und die Reste der Nuclei pulposi entfernt. Diese postmortem entfernten Nuclei pulposi wurden ebenfalls gewogen. Man konnte nun den prozentualen Anteil der endoskopisch entfernten Masse der Nuclei pulposi feststellen. Bei den durchgeführten Eingriffen wurden durchschnittlich 65% der Nuclei pulposi entfernt, mit Ausnahme der T13-L1-Intervertebralscheibe, bei der nur 39% des Nucleus

pulposus entfernt werden konnten. Die Fenestration dieser Intervertebralscheibe wird durch die Diaphragmaaufhängung gehemmt. Die Studie hat gezeigt, dass thorakoskopische und laparoskopische Eingriffe an den thorakalen und lumbalen Wirbeln und ihren Intervertebralscheiben die Entfernung eines großen Anteils der Nuclei pulposi erlauben, mit Ausnahme der T13-L1-Intervertebralscheibe. Das Myelogram zeigte bei keinem Hund Veränderungen im Vergleich zu den durchgeführten Myelogrammen vor dem Eingriff. Die Tiere konnten nach den Eingriffen normal gehen, ohne Abnormalitäten zu zeigen. Die Rekonvaleszenz dieser Hunde war im Vergleich zu den konservativ chirurgischen Eingriffen an den Intervertebralscheiben stark verkürzt.

#### 6.4.3.1 Komplikationen

Thorakoskopische und laparoskopische Eingriffe an den Intervertebralscheiben sind technisch leicht durchzuführen, aber mit Komplikationen verbunden. Die Obduktion der anschließend euthanasierten Tiere zeigte eine dorsale Hernie des linken Anteils des Diaphragmas bei jedem Hund. Der Grund dieser Diaphragmahernie ist die Freilegung und Fenestration der T13-L1-Intervertebralscheibe. Hier setzt die Aufhängung des dorsalen Diaphragmaanteils an der Wirbelsäule an. Bei der Freilegung dieser Wirbel muss das Diaphragma an dieser Stelle von der Wirbelsäule gelöst werden. Die durch den Eingriff entstandene Hernie muss wieder verschlossen werden. Dies geschieht endoskopisch direkt nach der Entfernung des Nucleus pulposus.

## **6.5 Thorakoskopie bei Hunden. Diagnostik pleuraler Zustände: Experimentelle Studie der Ecole national de Medicine Vétérinaire in Sidid-Thabet, Tunesien (CHABCHOUB et al.1992) und Animal Medical Center in New York, USA (KOVAK et al. 2002).**

Die Ausschüttungsfrequenz und -menge eines Pleuraergusses sind schwer zu schätzen (BRIGHT und BIRCHARDS 1981, CANTWELL et al. 1983, DURPE und CORLOUER 1990, ETTINGER 1983, FORRESTER 1990, BETTY-CRAMED und CAYWOOD 1987). Die verfügbaren, geschätzten numerischen Angaben sind weit von der Realität entfernt. Weiterhin ist die Ursache eines Ergusses schwer durch gängige Untersuchungsmethoden auszumachen. Diese Tatsachen stellen häufig ein Problem für die Diagnose, Therapie und Prognose dar. Das vorhandene Problem in der Kleintiermedizin veranlasste A. CHABCHOUB et al. (1992) in der Ecole national de Medicine Vétérinaire in Sidid-Thabet (Tunesien) und KOVAK et al. (2002) experimentelle Studien durchzuführen, die zum Ziel hatten, beim Hund eine gängige humanmedizinische Technik anzuwenden, nämlich die Thorakoskopie.

### **6.5.1 Material und Methoden**

Die experimentelle Arbeit von CHABCHOUB et al. (1992) wurde an 17 Hunden durchgeführt, deren Körpermasse zwischen 7 und 22 kg variierte. Es handelte sich um 12 männliche und 5 weibliche Hunde, deren Alter sich zwischen 1 und 8 Jahren bewegte. KOVAK et al. (2002) führten ihre Studie an 15 Hunden und 3 Katzen in dem Zeitraum von 1998 bis 2001 durch. Sämtliche intraoperative und postoperative Komplikationen wurden protokolliert. Bei CHABCHOUB et al. (1992) wurden die Tiere vor dem

Eingriff klinisch untersucht und der Thorax in zwei Ebenen geröntgt. Bei jedem Tier wurde ein Blutbild erstellt. Neben konventionellen chirurgischen Instrumenten wurden ein Beatmungsgerät mit regelbarem positiven Druck, eine Punktionsnadel, ein Punktionsstroker, ein Lichtgenerator (inklusive Fiberglaslichtkabel), ein starres Thorakoskop mit integrierter Lichtquelle (Kaltlicht), ein Gummiballon mit Schlauch zum Einbringen von Talcum und eine Saugdrainage (24-28 Charr.) benutzt. KOVAK et al. (2002) führten ebenfalls röntgenologische Untersuchungen des Thorax durch und entnahmen den Tieren Blut um Organparameter sowie ein Differentialblutbild zu erhalten.

#### 6.5.2 Patientenvorbereitung

Bei CHABCHOUB et al. (1992) wurde am Tag des Eingriffes das zu operierende Tier einer klinischen Untersuchung unterzogen, anschließend ein Blutbild erstellt und eine Blutsenkung durchgeführt. Die Narkose wurde mit Acetylpromazin 5% (1 ml / 10 kg KM i.m.) und Atropin (0,01-0,02 mg / kg KM s.c.) eingeleitet und beim Hund anschließend der gesamte rechte Thorax auf einen sterilen Eingriff vorbereitet. Danach wurde dem Tier zur Narkoseunterhaltung Thiopental (15 mg / kg KM i.v.) appliziert. Im Anschluss daran intubierte der Operateur das Tier mit einem Endotrachealtubus. Der Patient wurde auf dem OP-Tisch gelagert und fixiert und über die gesamte Eingriffszeit hinweg mit isotonischer Kochsalzlösung infundiert und mit positivem Druck beatmet.

#### 6.5.3 Durchführung der Thorakoskopien

Die Eingriffe erfolgten in Seitenlage des Patienten (CHABCHOUB et al. 1992, KOVAK et al. 2002). Vor der ersten Inzision wurde der Ort der

Inzision lokal mit 2 ml Xylocain 2% anästhesiert. Der Hautschnitt der ersten Inzision erfolgte im 8. Interkostalraum der mittleren Axillarlinie. Schließlich stach der Operateur eine Punktionsnadel vorsichtig senkrecht in den Thorax ein bis die Muskulatur und das Brustfell perforiert waren. Ein Pneumothorax entstand. Anschließend konnte gefahrlos der Trokar für die Optik eingebracht werden. Nach Entfernen der Punktionsnadel wurde mit einer Schere die Zwischenrippenmuskulatur parallel zu den Rippen auf einer Länge von 8-10 mm durchschnitten, bis die parietale Pleura sichtbar wurde. Schließlich konnte der Optiktrokar vorsichtig durch die Pleura gestochen und im Brustraum in der gewünschten Tiefe platziert werden. Nach Entfernen des Mandrins konnte das Thorakoskop mit integrierter Lichtquelle eingebracht werden. Nun wurde der gesamte rechte Hemithorax inspiziert. Die Inspektion hat komplett, systematisch und gründlich zu erfolgen. Hierbei untersuchte der Operateur systematisch das Diaphragma, die viszerale Pleura, die gesamte Lunge, das Perikard mit dem Herzen, das Mediastinum und die parietale Pleura inklusive der durchschimmernden Rippen und Interkostalgefäße. Nach Beendigung der Untersuchung wurden bei CHABCHOUB et al. (1992) im Verlauf der experimentellen Studie bei 10 Hunden Talcum im Brustraum instilliert. Diese Talcum-Pleurodesen werden in der Humanmedizin hauptsächlich bei chronischen, rezidivierenden Pleuraergüssen vorgenommen. Die Pleurodese bewirkt ein diffuses Verwachsen der Pleura viszeralis mit der Pleura parietalis. Dadurch werden Pleuraergussrezidive verhindert. Denkbar wären diese Talcum-Pleurodesen auch in der Kleintiermedizin. Die Talcum-Pleurodese erfolgte mit Hilfe eines mit Talcum gefüllten Gummiballons. An diesem Gummiballon ist ein Gummischlauch angebracht, der durch den Optiktrokar in die Brusthöhle eingeführt wurde. Durch Druck auf den Gummiballon wurde Talcum in der Brusthöhle verteilt. Nach Einbringen des Talcums wurde der Gummischlauch mit dem

Optiktrokar entfernt und durch die gleiche Inzision ein Drainagesystem (24-28 Charr., abhängig von der Größe des Hundes) instilliert. Die Drainage wurde mit einer Naht an der Haut des Hundes fixiert. Die Saugdrainage verblieb so lange im Brustraum, bis keine Flüssigkeit oder Gas herausgesaugt werden konnte. Bei KOVAK et al. (2002) wurden in allen thorakoskopierten Tieren Biopsien von veränderten Organen entnommen und diese histologisch untersucht, um die Ätiologie der Ergüsse ermitteln zu können. Auch hier wurde eine Drainage postoperativ im Thorax belassen.

#### 6.5.4 Nachbehandlung

Nach dem Eingriff wurde eine Thorax-Röntgenaufnahme angefertigt, um die Lungenexpansion und den korrekten Sitz der Drainage zu kontrollieren. Die Inzision mit der fixierten Drainage wurde mit einem selbstklebenden Verband abgedeckt. Die Drainage wurde nach ca. 3 Tagen entfernt.

#### 6.5.5 Ergebnisse der experimentellen Studie der Ecole national de Medicine Vétérinaire in Sidid-Thabet (CHABCHOUB et al. 1992)

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden an den lebenden sowie anhand der Obduktionen der später euthanasierten Tiere erstellt. Bei jedem Eingriff wurde problemlos durch das Punktieren der Brusthöhle ein Pneumothorax geschaffen. Dabei kollabierte die Lunge jedesmal in erwünschter Weise. Alle Hunde haben den Eingriff gut toleriert, und kein Patient starb während des Eingriffes. Nach Schaffung eines Pneumothorax und dem damit einhergehenden Kollaps der Lunge entstand bei jedem Eingriff genügend Raum zur Untersuchung der gesamten Pleurahöhle. Der entstandene Raum gestaltete sich weiträumig im kaudalen Bereich und verengte sich im

kranialen Abschnitt der Brusthöhle. Erkennbare Strukturen und Organe waren: Parietale Pleura, Diaphragma, Lunge incl. viszeraler Pleura, Mediastinum, Perikard/Herz, N. phrenicus, sympathischer Grenzstrang, Gefäße (Interkostalgefäße, Mediastinalgefäße, Oberflächengefäße der viszeralen und parietalen Pleura sowie des Diaphragmas), große Gefäße (Aorta, V. cava und V. azygos).

#### 6.5.5.1 Pathologische Befunde

Bei zwei Hunden wurden pathologische Befunde festgestellt. Bei einem Tier konnte eine Anthrakose gesehen werden, während beim zweiten Hund eine kleine Emphysem-Bulla auf dem kranialen Lungenlobus nachgewiesen werden konnte.

#### 6.5.5.2 Kontrolluntersuchungen der Patienten

Alle Patienten erwachten problemlos aus der Narkose. Nach dem Eingriff wurden bei allen Hunden zweimal täglich Körpertemperatur und einmal täglich die Ergussmenge in der Saugdrainage gemessen. Am ersten Tag nach dem Eingriff wurde ein Thorax-Röntgenbild und ein Blutbild erstellt. Alle 10 Hunde, denen Talcum appliziert wurde, entwickelten am ersten Tag nach dem Eingriff Hyperthermie. Bei diesen Hunden wurde einmalig Acetylsalicylsäure (0,5 g / 20 kg KM i.v.) verabreicht. Daraufhin sank die Temperatur auf Normwerte. Durch den thorakoskopischen Eingriff ist die vollständige Beseitigung eines vorliegenden Ergusses möglich. Nach Entfernung des Thorakoskops aus der Trokarhülse ist die Evakuierung der verbliebenen Luft in der Pleurahöhle durch einen eingeführten Schlauch und eine Saugeinheit oder Spritze vollständig durchführbar. Das Instillieren einer Saugdrainage bewirkt auch nach dem Eingriff die weitere Ausräumung eines Ergusses oder noch verbliebener Luft. Bei allen Hunden wurde die Drainage

am 3.Tag gezogen. Ein einzelner Hund entwickelte postoperativ einen Spontanpneumothorax. Nachgewiesen wurde dieser durch eine Röntgenaufnahme der Brusthöhle in zwei Ebenen am 3. Tag nach dem Eingriff. Bei den Patienten, bei denen Talcum instilliert wurde, stieg der Hämatokritwert in den ersten Tagen nach dem Eingriff mäßig an. Alle anderen Blutwerte blieben bis auf eine Ausnahme im physiologischen Bereich. Bis auf den Hämatokritanstieg gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Hunden, denen kein Talcum instilliert wurde, und den Tieren mit Talcuminstitution. Ein Hund hatte nach der Thiopental- Applikation für 20 Sekunden eine Apnoe. Nach einer kardio-respiratorischen Massage setzte die Atmung wieder spontan ein. Den Pneumothorax tolerierten alle Patienten gut. Während des Eingriffs kam es zu keinen Problemen. Es konnten keine signifikanten Veränderungen der Herz- und Atemfrequenz festgestellt werden. Alle Hunde tolerierten die Beatmung mit positivem Druck problemlos. Nur bei einem Patienten setzte für 30 Sekunden nach Abschalten des Beatmungsgerätes die Atmung aus. Durch eine kardio-respiratorische Massage setzte die Atmung wieder ein. Ein einzelner Patient wies eine mäßige Blutung nach dem Einbringen des Optiktrokars auf. Diese konnte durch Applikation von blutstillenden Präparaten gestoppt werden. Ein Patient entwickelte am 3. Tag nach dem Eingriff rund um die Inzision des Optiktrokars ein subkutanes Emphysem. Das Emphysem bildete sich einige Tage später zurück. Trotz Fixierung der Drainage mit einer Naht an der Haut der Hunde und der Abdeckung mit selbstklebendem Verband entfernten sich 3 von 17 Hunden (17,6%) das Drainagesystem aus dem Brustraum. Zwei Hunde hatten eine banale Infektion der Brustwand an der Inzision des Optiktrokars. Es fand keine Ausbreitung ins Innere der Brusthöhle statt. In einem Fall entwickelte sich eine Infektion der Pleurahöhle. Bei diesem Patienten wurde kein Talcum

instilliert. Dieser Hund wies Störungen des Allgemeinbefindens, Apathie, Hyperthermie und eine stark ausgeprägte Abdominalatmung auf. Am 6. Tag nach dem Eingriff zeigte sich im Differentialblutbild eine Leukozytose. Die Blutsenkung war stark erhöht. Bei der Obduktion dieses Tieres wurde ein purulenter Erguss (2 Liter) und ein totaler Lungenkollaps im operierten Hemithorax festgestellt.

#### 6.5.6 Ergebnisse der experimentellen Studie des Animal Medical Centers in New York (KOVAK et al. 2002)

Die innerhalb des thorakoskopischen Eingriffes gewonnenen Biopate waren in jedem Fall quantitativ und qualitativ ausreichend, um durch die histologische Untersuchung eine Diagnose stellen zu können. Bei 8 Tieren war die Ursache des Ergusses neoplastischen und in 10 Fällen nicht-neoplastischen Ursprungs. Die durchschnittliche postoperative Überlebenszeit der Tiere mit Neoplasien betrug 15 Tage. Bei den Patienten, deren Pleuraerguss nicht-neoplastischen, sondern infektiösen Ursprungs war, betrug aufgrund einer gezielten medikamentösen Behandlung die durchschnittliche postoperative Überlebenszeit mehr als 785 Tage. Bei 2 Patienten trat nach Lungenbiopsien ein iatrogen postoperativer Pneumothorax auf. Sonst waren keine weiteren Komplikationen zu verzeichnen.

### **6.6 Durchführung der thorakoskopischen Perikardektomie**

Die thorakoskopische Perikardektomie findet ihre Indikation bei Patienten mit Perikarderguss sowohl in diagnostischer als auch in therapeutischer Hinsicht.

### 6.6.1 Durchführung

WALSH et al. (1999) führten eine Studie durch, die die thorakoskopische mit der thorakotomischen Perikardektomie verglich. Den Eingriffen wurden 14 gesunde Mischlingshunde unterzogen. Bei 7 Hunden wurde eine thorakotomische Perikardektomie im 5. Interkostalraum in seitlicher Lagerung vorgenommen. Die anderen 7 Tiere erfuhren unter Ein-Lungenventilation die thorakoskopische Methode, ebenfalls in seitlicher Lagerung. Von jedem Hund wurde der Thorax verbunden und beide Gruppen erhielten einmalig postoperative Gaben von Morphin (0,2 mg/kg KM i.m.). Nach 1 Stunde, 5, 9, 29 und 53 Stunden entnahm man den Tieren Blut. In jeder Blutprobe wurde nun die Glucose- und Cortisol-Konzentration gemessen. Zudem entwarf man eine Schmerztabelle, die in verschiedene Schmerzgrade unterteilt war. Erreichten die Tiere einen bestimmten Schmerzgrad, erhielten sie zusätzliche postoperative Morphingaben. Beide Gruppen wurden dann verglichen. JACKSON et al. (1999) führten den gleichen Eingriff an 13 Hunden durch. Hier wurde allerdings bei allen Tieren ein Perikarderguss unklarer Genese diagnostiziert. Alle Patienten wurden über die Ein-Lungenventilation mit positivem Druck beatmet. Der laterale Zugang erlaubte eine gute Einsicht in den Thoraxraum. Bei jedem Tier gelang es thorakoskopisch, ein ca. 4x5 cm großes Stück des Perikards zu entfernen. Ziel dieser Studie war die thorakoskopische Ausräumung des Ergusses, Diagnosesicherung und thorakoskopische Perikardektomie. DUPRE et al. (2001) nahmen die thorakoskopische Perikardektomie an 9 Hunden vor. Auch hier wiesen alle Patienten einen Perikarderguss unklarer Genese auf. Der Unterschied lag hier in der dorsalen Lagerung und der Beatmung der Hunde. Alle Tiere wurden mit einem endotrachealen Standardtubus beiderseitig beatmet. Ziel dieser Studie war zu zeigen, dass die thorakoskopische Perikardektomie in dorsaler

Lagerung ohne die Ein-Lungenventilation möglich ist. Das Thorakoskop wurde lateral des Processus xyphoideus in den Thorax eingeführt. Die Instrumente brachte man dann in beide Hemithoraces im 6. Interkostalraum des ventralen Thoraxdrittels ein. Die anschließende Perikardektomie und das Entfernen eines Perikardstücks aus der Pleurahöhle geschah durch ein- und denselben Instrumentenzugang.

#### 6.6.2 Ergebnisse der thorakoskopischen Perikardektomie

Bei WALSH et al. (1999) war der Unterschied zwischen den thorakoskopierte und thorakotomierten Hunden sowohl in der Glukose- und Kortisolkonzentration des Blutes als auch im postoperativen Schmerz deutlich. Die thorakotomierten Hunde hatten alle nach 1 Stunde, 5 und 9 Stunden höhere postoperative Glukose- und Kortisolkonzentrationen. 3 dieser Tiere benötigten zusätzliche Morphingaben. Bei 2 Hunden trat eine Nahtdehiszenz auf, 2 weitere Patienten fingen an, auf der Eingriffseite vorne zu lahmen. Bei JACKSON et al. (1999) konnte die thorakoskopische Perikardektomie in allen Fällen erfolgreich durchgeführt werden. Es traten keine Narkoseprobleme auf. Intraoperative Komplikationen waren Verletzung des N. phrenicus, Lungenparenchymverletzung und geringgradige Blutung. Keine dieser Komplikationen wirkte sich auf den Heilungsprozess aus und fand keine spätere klinische Manifestation. 10 von 13 Hunden (76,9%) hatten einen Perikarderguss neoplastischen Ursprungs. Davon überlebte 1 Patient 220 Tage symptomlos. Das durchschnittliche Überleben der übrigen Patienten betrug 128 Tage (14-544 Tage). 3 der insgesamt 13 Tiere (23,1%) hatten einen idiopathischen Perikarderguss. 2 dieser Tiere überlebten 585 und 1.250 Tage. Das übrige Tier entwickelte eine Kardiomyopathie und musste am 18. postoperativen Tag euthanasiert werden.

Bei DUPRE et al. (2001) konnte in allen 9 Fällen die thorakoskopische Perikardektomie in dorsaler Lagerung des Patienten ohne die Ein-Lungenventilation und ohne nennenswerte intraoperative Komplikationen erfolgreich durchgeführt werden. Die Schnitt-Naht-Zeit der ersten beiden Thorakoskopien betrug 60 und 100 Minuten. Bei den anschließenden 7 Thorakoskopien betrug diese nur noch 30-45 Minuten.

## **6.7 Thorakoskopien bei Hunden in der Chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen.**

Insgesamt wurden 8 Patienten an der Chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der JLU in Giessen thorakoskopierte. Bei allen 8 Tieren waren dies diagnostische Thorakoskopien, die als Ergänzung zur röntgenologischen und Ultraschall-Untersuchung durchgeführt wurden.

### 6.7.1 Patientenvorbereitung

Vor jeder Thorakoskopie wurden die Patienten klinisch untersucht. Die klinische Untersuchung beinhaltete Atem-, Pulsfrequenz, Kapillarfüllungszeit, Schleimhautfarbe, Körperinnentemperatur und Auskultation des Herzens und der Lunge. Weiterhin wurden Röntgenaufnahmen des Thorax in zwei Ebenen (latero-lateral und ventro-dorsal) angefertigt und alle 8 Eingriffe in Allgemeinanästhesie mit assistiert-kontrollierter Beatmung vorgenommen. Die Prämedikation erfolgte mit l-Methadon (0,2-0,3 mg / kg KM i.v.) und Diazepam (0,5-1,0 mg / kg KM i.v.) sowie die Narkoseerhaltung mit Ketamin (3 mg / kg KM i.v.) und Xylazin (0,3 mg / kg KM i.v.). Anschließend wurden die Tiere auf einen sterilen Eingriff so vorbereitet, dass beim Auftreten von Komplikationen oder auf

Wunsch des Operateurs jederzeit ein Umstieg zur Thorakotomie durchgeführt werden konnte. Nach der Lokalanästhesie des Larynx mit einem 2%igen Lidocain-Spray wurden die Patienten intubiert und in Seitenlage mit der zu untersuchenden Seite nach oben auf dem Operationstisch fixiert. Anhand der zuvor aufgenommenen Röntgenbildern des Thorax in zwei Ebenen konnte der zu untersuchende Hemithorax bestimmt werden. Nach Anschluss des Narkosegerätes erfolgte die Überleitung zur Isoflurannarkose und die assistiert-kontrollierte Beatmung mit einem Beatmungsdruck von 35 cm H<sub>2</sub>O und einer Beatmungsfrequenz von 8-10 Zügen / Minute. Kein Patient wurde durch die Ein-Lungenventilation beatmet. Die Atemfunktions-Überwachung fand über die Pulsoximetrie und Kapnographie statt. Bei allen Thorakoskopien wurde ein starres Endoskop mit einem Durchmesser von 10 mm benutzt.

#### 6.7.2 Durchführung der Thorakoskopien an der Chirurgischen Veterinärklinik /Kleintierchirurgie der Justus-Liebig Universität in Giessen

Nach Aufsuchen des geeigneten Interkostalraumes wurde ein ca. 1 cm langer Hautschnitt gesetzt. Durch diesen Hautschnitt führte der Operateur eine Veress-Nadel in die Pleurahöhle ein. Durch die Veress-Nadel konnte nun die Luft ungehindert und kontrolliert eindringen. Die Lunge kollabierte. Nach dem Entfernen der Veress-Nadel wurde durch diesselbe Einstichstelle ein scharfer Trokar in den Thorax eingeschoben. Der Trokar wurde anschließend herausgezogen und durch die verbleibende Trokarhülse das Endoskop im Pleuraraum platziert. Bei einigen Patienten wurden zusätzlich weitere Trokarhülsen in den Thorax eingebracht, um durch diese weitere benötigte Instrumente wie Biopsiezangen einführen zu können. Wichtig war es, das Endoskop wie auch die Instrumente nicht direkt über dem Defekt

einzubringen, sondern etwas versetzt davon, um so optimal arbeiten zu können. Nach abgeschlossener thorakoskopischer Untersuchung wurde die Luft aus der Pleurahöhle mit einer Redon-Drainage abgesaugt und so der intrathorakale Unterdruck wieder hergestellt. Nach Verschluss der Inzision (-en) legte der Operateur einen Thoraxverband an und fertigte eine latero-laterale Kontrollröntgenaufnahme des Thorax an.

### 6.7.3 Ergebnisse der Thorakoskopien an der Chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen

Alle 8 Patienten waren im Alter von 1-12 Jahren, 6 davon männlich und 2 Tiere weiblich. Die Indikation zur diagnostischen Thorakoskopie wurde durch die Anamnese, klinische und röntgenologische Untersuchung gestellt. Durch die präoperativen Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen konnte der Defekt in jedem Fall lokalisiert und somit der thorakoskopisch zu untersuchende Hemithorax bestimmt werden. Der Trokar für das Endoskop wurde stets ein bis zwei Interkostalräume kaudal oder kranial des Defektes in die Pleurahöhle eingebracht. Nur bei einem Patienten wurde die Lunge durch den scharfen Trokar verletzt. Bei den restlichen 7 Patienten konnten die Trokare problemlos im Thorax platziert werden. Das starre Endoskop mit 10-mm-Durchmesser erzeugte auf dem angeschlossenen Monitor ein deutliches und großes Bild. In jedem Fall konnten die Thoraxorgane identifiziert und gut beurteilt werden. Oft wurde der Patient vom Beatmungsgerät abgekoppelt und manuell beatmet, um so die Inspiration und Expiration nach Bedarf kontrollieren zu können. Dies erlaubte eine bessere Darstellung des Thorax und leichtere Manipulationen an den Organen. Es traten keinerlei intraoperative Komplikationen auf. Bei allen Patienten konnte die normale Funktion der Lunge nach dem thorakoskopischen Eingriff schnell wieder

hergestellt werden. Nur bei einem von 8 Tieren konnte thorakoskopisch keine Diagnose gesichert werden. Bei einem Patienten stellte sich röntgenologisch ein Fremdkörper im Thorax dar, der erst nach dem Umstieg zur Thorakotomie und der Palpation der Lunge lokalisiert werden konnte. 6 Patienten wurden im Anschluss an die thorakoskopische Untersuchung thorakotomiert. Bei diesen Thorakotomien kann man in keinem Fall von echten Konversionen sprechen, denn bei allen 6 Patienten entschied sich der Operateur, den thorakoskopisch diagnostizierten Defekt über die Thorakotomie zu behandeln. Das heißt die Ursache für die Thorakotomie war in keinem Fall eine perioperative Komplikation, die eine Konversion zwingend gemacht hätte. Die zwei nicht thorakotomierten Patienten wurden nach der Thorakoskopie nicht weiter chirurgisch, sondern konservativ behandelt.

**Tabelle 10:** Vorberichte und Befunde der thorakoskopisch untersuchten Tiere (n=8)  
(MAHMOUD ALI 2002)

| Patient                                      | Vorbericht   | thorakoskopischer Befund   | Diagnose                                    | thorakotomische Behandlung  |
|--|--|--|---|---|
| <b>EKH</b><br>m, 2 J., 4 kg<br>KM            | verschärfte Atmung und Bewegungsunlust                       | Zwerchfelllappen hepatisiert und dunkel verfärbt   | Infarzierung nach Lungenspleenrotation      | Zwerchfelllappenresektion   |
| <b>Pinscher-Mix</b><br>w, 12 J., 14 kg<br>KM | seit 5 Wochen Husten oft in Ruhe, Vorbehandlung mit Kortison | Pleuraerguss, re. Spitzenlappen hepatisiert, re. Spitzenlappen mit Trokar perforiert                       | Bronchialkarzinom mit knöcherner Metaplasie | Spitzenlappenresektion  |
| <b>Hovawart</b><br>m, 1 J., 20 kg<br>KM      | Husten, Bewegungsunlust                                      | vollständige Mittellappentelektase mit bullösen Bereichen, Zwerchfelllappen dunkel verfärbt und unbelüftet | Eitrige Pneumonie                           | Resektion des Mittel- und Spitzenlappens, Eiterabfluss nach Anschnitt |

|   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| <b>Labrador-Mix</b><br>m, 7 J., 20 kg<br>KM | seit 4 Monaten<br>Husten, Lei-<br>stungsabnahme                                    | 2-3 Zubildungen<br>am Lobus<br>accessorius   | Adenokar-<br>zinom  | Resektion des<br>Lobus accesorius   |
| <b>DSH</b><br>m, 2 J., 27 kg<br>KM          | seit 6 Monaten<br>Würgehusten  | Fremdkörper-<br>suche  | Fremdkör-<br>per (Draht)  | Fremdkörper aus<br>Zwerchfell-<br>lappen entfernt   |
| <b>DDH</b><br>m, 2 J., 32 kg<br>KM          | Antibiotikaresi-<br>stentes Fieber,<br>starke Leist-<br>ungsabnahme                | mehrere kleine<br>und eine große<br>Zubildung am<br>Zwerchfellap-<br>pen   | Abszesse  | keine<br>Thorakotomie   |
| <b>Rottweiler</b><br>w, 11 J., 40 kg<br>KM  | Husten, Epis-<br>taxis, Kortison-<br>und Antibio-<br>tikavorbehand-<br>lung        | Lobus cranialis<br>emphysematös,<br>Pleuritis  | keine<br>Diagnose   | keine<br>Thorakotomie   |
| <b>DSH</b><br>m, 6 J., 44 kg<br>KM          | Seröser Nasen-<br>ausfluss, Wür-<br>gen, Leistungs-<br>abnahme, starkes<br>Hecheln | Lobus cranialis<br>hgr. bullöses<br>Emphysem,<br>Verklebungen am<br>Zwerchfell,<br>Pleura ggr.<br>entzündlich<br>verändert | Pyogranu-<br>lomatöse<br>Entzün-<br>dung des<br>Media-<br>stinums | Entfernung der<br>ca. 20 cm im<br>Durchmesser<br>großen Blasen,<br>die bis auf re.<br>Seite des Thorax<br>zog und dort mit<br>dem Mediasti-<br>num verklebt war |

## 6.8 Die Behandlung des persistierenden rechten Aortenbogens durch die video-assistierte Thorakoskopie (ISAKOW et al. 2000, MAC - PHAIL et al. 2001)

### 6.8.1 Vorbericht

ISAKOW et al. (2000) behandelten den persistierenden rechten Aortenbogen thorakoskopisch an 2 Hunden. Im ersten Fall wurde eine 18 Wochen alte Mischlingshündin mit Anorexie und chronischer Regurgitation mit nasalem Oesophagusreflux vorgestellt. Die röntgenologische Kontrastaufnahme des Oesophagus wies eine starke Dilatation im kranialen Mediastinum auf. Im zweiten Fall zeigte eine 12

Wochen alte deutsche Schäferhündin nach der Futteraufnahme ebenfalls chronisch rezidivierende Regurgitation. Auch hier wies der Patient bei der röntgenologischen Kontrastuntersuchung eine Oesophagusdilatation mit kaudal anschließender Obstruktion, ungefähr auf Höhe der Herzbasis auf. MACPHAIL et al. (2001) korrigierte den rechten persistierenden Aortenbogen einer 15 Wochen alte Mischlingshündin thorakoskopisch. Die Hündin war stark abgemagert und regurgitierte regelmäßig nach der Futteraufnahme. Eine Kontrastaufnahme des Oesophagus und Oesophagoskopie erhärteten den Verdacht des persistierenden rechten Aortenbogens.

#### 6.8.2 Narkose

Bei allen Patienten wurde die Narkose mit Hydromorphon (0,2 mg/kg KM i.v.) und Midazolam (0,2 mg/kg KM i.v.) eingeleitet. Anschließend erhielten die Hunde Propofol (4 mg/kg KM i.v.) und wurden intubiert. Die Narkose wurde dann mit Isofluran (1,5 %) und O<sub>2</sub> aufrecht erhalten. Beatmet wurden alle Hunde über die Ein-Lungenventilation.

#### 6.8.3 Durchführung der Thorakoskopien

Bei ISAKOW et al. (2000) wurde im ersten Fall die 18 Wochen alte Mischlingshündin in rechter Seitenlage fixiert und über den gesamten Hemithorax auf einen sterilen Eingriff vorbereitet. Eine ca. 1cm lange Inzision wurde nun auf Höhe der kostochondralen Verbindung der Rippen im 5. Interkostalraum durch die Haut, Subkutis, den M. latissimus dorsi und die Zwischenrippenmuskulatur vorgenommen. Nach der Blutstillung wurde ein 10-mm-Trokar in den Thorax eingebracht und die Kanüle das

Thorakoskop ersetzt. Unter Sicht konnten nun zwei weitere Inzisionen im 4. und 6. Interkostalraum etwas weiter dorsal eingeführt werden. Im 6. Interkostalraum wurde eine endoskopische Klemme eingeführt, mit der es möglich war, den linken kranialen Lungenlappen beiseite zu schieben oder anzuheben. Anschließend wurden erneut zwei Zugänge im 4. und 6. Interkostalraum, wenige Zentimeter dorsal der eben beschriebenen Zugänge geschaffen, um so den Zugang zum Oesophagus an der Herzbasis zu erleichtern. Der dilatierte Oesophagusanteil konnte problemlos kranial der Herzbasis visualisiert werden, wie auch die Obstruktionsstelle mit dem persistierenden rechten Aortenbogen. Weiterhin gut erkennbar waren der N. vagus und N. phrenicus an der Herzbasis. Die mediastinale Pleura konnte nun in der Obstruktionsregion mit der Klemme gegriffen und mit einer Metzenbaum-Schere durchtrennt werden. Hierzu wurden die am weitesten dorsal liegenden Trokare im 4. und 6. Interkostalraum benutzt. Das weitere Präparieren geschah stumpf unter Umgehung des N. phrenicus. Nachdem das Ligamentum arteriosum freipräpariert war, wurde unter dieses eine Klemme geschoben, ohne dabei den Oesophagus zu verletzen. Nun konnten zwei Ligaturen gesetzt werden, an denen das Ligamentum hochgezogen werden konnte. Am Ligamentum brachte der Operateur anschließend zwei Gefäßclips an. Zwischen den Clips wurde schließlich das Ligamentum durchtrennt. Direkt nach Durchtrennung des Ligamentums konnte beobachtet werden, wie sich der Oesophagus an der Obstruktionsstelle sofort weitete. Nach Entfernen der Trokare wurden die Inzisionen mit einer Kreuznaht verschlossen und die Luft aus dem Thorax herausgesaugt bis sich die Lunge voll entfaltetete. Die Schnitt-Naht-Zeit betrug 2 Stunden und 55 Minuten. Aus den gesammelten Erfahrungen des ersten Falls wurden im zweiten Fall bei der 12 Wochen alten deutschen Schäferhündin diesmal die Zugänge an anderen Orten gewählt. Der Trokar

für das Thorakoskop wurde im 4. Interkostalraum auf Höhe der kostochondralen Verbindung der Rippen eingebracht. Die Inzisionen für die Instrumente wurden auf gleicher Höhe wie im ersten Fall, aber im 3., 4. und 5. Interkostalraum vorgenommen. Die Durchführung des Eingriffes verlief nach dem Schema des ersten Falles. Die Schnitt-Naht-Zeit belief sich diesmal auf 2 Stunden und 15 Minuten.

#### 6.8.4 Nachbehandlung

Bei ISAKOW et al. (2000) gab man den Patienten alle 4 Stunden 3 Dosen Oxymorphon (0,05 mg/kg KM i.m.) und Ringer-Laktat-Infusionen über die Nacht. Am ersten postoperativen Tag schrie der Hund beim Anheben, war aber sonst bei gutem Allgemeinbefinden und Appetit unauffällig. Am zweiten postoperativen Tag wurde der Hund gastroskopiert. Die Obstruktionsstelle mit kranialer Dilatation war kaum mehr ausgeprägt. Die Oesophagusmotilität war normal. Nach 4 Monaten hat sich das Gewicht des Patienten verdoppelt, aber das Tier regurgitierte immer noch 1-2x / Monat. Die Kontrastaufnahme zeigte weiterhin eine geringgradige Dilatation des Oesophagus vor der ursprünglichen Obstruktion. Im zweiten Fall zeigte der Patient am ersten postoperativen Tag bei gutem Appetit und Allgemeinbefinden keine Schmerzäußerungen. Am zweiten postoperativen Tag wurde eine Kontrastaufnahme erstellt, die eine unveränderte Dilatation des Oesophagus kranial der Herzbasis zeigte. Drei Tage lang gab man dem Patienten 4 x / Tag normales Futter. Das Tier regurgitierte kein einziges mal während des stationären Aufenthaltes. 6 Wochen postoperativ berichteten die Besitzer, dass das Tier trotz spezieller Diätfütterung 1 x / Tag regurgitiere.

#### 6.8.5 Ergebnisse der Thorakoskopien (ISAKOW et al. 2000, MACPHAIL et al. 2001)

Die Thorakoskopie erlaubt eine gute Visualisierung eines persistierenden rechten Aortenbogens. Gut zu erkennen ist die Obstruktion und die kranial davor liegende Oesophagusdilatation. Postoperative Schmerzen sowie stationäre Aufnahme können durch die thorakoskopische Technik stark reduziert werden. Aber auch die thorakoskopische Technik ist nicht komplikationslos und kann bei Verletzungen von Lunge oder Gefäßen zum Umstieg zwingen. Aus diesem Grund sollte der Patient stets auf eine Thorakotomie vorbereitet werden. Die Instrumente für die Thorakotomie sollten immer griffbereit vorliegen. Bei beiden Eingriffen wurden endoskopische Standardinstrumente benutzt. Die 2-dimensionale Monitordarstellung macht es für Anfänger schwierig, weil die Tiefendarstellung fehlt. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass es ratsam ist zusätzlich zum Thorakoskoptrokar kraniale und kaudale Instrumententrokare zu benutzen. Die Thorakoskopinzision sollte im 4. und die Instrumenteninzisionen im 3., 5. und 6. Interkostalraum liegen. Mit einer endoskopischen Klemme, die man über den 6. Interkostalraum in den Thorax eingeführt hatte, wurde der linke kraniale Lungenlobus zur Seite geschoben, während man durch die anderen Trokare Instrumente zu weiteren chirurgischen Manipulationen eingebracht hatte. Die Instrumente bildeten mit dem Thorakoskop eine Pyramide. Nach den Erfahrungen der Operateure erleichtert ein 30°-Thorakoskop den Eingriff erheblich. Bei stets guter Visualisierung haben die Instrumente gute Bewegungsfreiheit.

## **6.9 Thorakoskopische Behandlung emphysematöser Bullae bei 3 Hunden (BRISSOT et al. 2003)**

### 6.9.1 Vorbericht

Alle Patienten wiesen einen Spontanpneumothorax und deutliche Symptome eines Lungenemphysems (Lungenknistern) auf. Bei allen Tieren bestand eine Dyspnoe. Ziel dieser thorakoskopischen Eingriffe war, die Lungenkeilresektion als Behandlungsmethode des bullösen Emphysems anzuwenden.

### 6.9.2 Durchführung der Thorakoskopien

Nachdem die Patienten eine Allgemeinnarkose erhielten, mit einem Doppellumentubus intubiert wurden, konnten sie nun in seitlicher Lagerung fixiert werden. Bei allen Patienten wurde eine Ein-Lungenventilation vorgenommen. Das Thorakoskop wurde von lateral in Richtung des Processus xyphoideus in die Thoraxhöhle eingeführt. Die Instrumentenzugänge wurden im 3. und 10. Interkostalraum geschaffen. Nach gründlicher Untersuchung des Hemithorax und Auffinden der Bullae, wurden diese mit einer endoskopischen Klemme fixiert und mit Hilfe eines endoskopischen Staplers reserziert. Anschließend wurde die Schnittlinie auf Dichtigkeit überprüft, indem man die geblockte Lungenhälfte ventilierte. Nach Beendigung des Eingriffes entfernte man die Luft aus der Pleurahöhle. Anschließend instillierte Thoraxdrainagen wurden am 3. postoperativen Tag entfernt.

### 6.9.3 Ergebnisse der Thorakoskopien

Alle durch die Lungenkeilresektion entfernten Lungenparenchymabschnitte wurden histologisch als emphysematöse Bullae diagnostiziert. Die Durchführung der thoarkoskopischen Lungenkeilresektion mit einem endoskopischen Stapler bereitete in keinem Fall ein Problem. Es kam in allen 3 Fällen zu keinen erwähnenswerten intraoperativen Komplikationen. Die Dichtigkeit der Schnittlinien war in jedem Fall gegeben. Die Lungenentfaltung nach Entfernung der Luft aus der Pleurahöhle fand bei allen Patienten komplikationslos statt. Alle Hunde konnten nach den Eingriffen als gesund entlassen werden, und keiner der Patienten entwickelte in den folgenden 18-29 Monaten ein Rezidiv.

## **6.10 Thorakoskopische Behandlung des persistenten Ductus arteriosus (BORENSTEIN et al. 2004)**

### 6.10.1 Vorbericht

Behandelt wurden 5 Hunde im Alter von 4-6 Monaten mit einem durch Ultraschall nachgewiesenen persistenten Ductus arteriosus (PDA). Nachdem die Hunde in Vollnarkose gelegt wurden, bereitet man diese auf eine sterilen Eingriff vor. Alle Patienten wurden mit positivem Druck beatmet.

### 6.10.2 Durchführung der Thorakoskopien

Alle Eingriffe fanden in seitlicher Lagerung statt. 3 Tiere unterzog man einer video-assistierten Minithorakotomie, bei 2 Hunden wurde der Eingriff

thorakoskopisch vorgenommen. In allen Fällen konnte der Ductus arteriosus visualisiert werden. Zum Verschluss des Ductus arteriosus wurden bei allen Patienten Titanium-Gefäßclips eingesetzt. Diese brachte der Operateur mit einem thorakoskopischen Gefäßclip-Applikator an. In keinem Fall wurde der Ductus arteriosus durchtrennt. Zum Verschluss waren die Gefäßclips ausreichend.

### 6.10.3 Ergebnisse der Thorakoskopien

Alle Eingriffe wurden erfolgreich durchgeführt. Der thorakoskopische Verschluss des persistenten Ductus arteriosus gelang sowohl über die Minithorakotomie als auch mit der Thorakoskopie. Es kam zu keinen nennenswerten intraoperativen Komplikationen. Der größte Hund aus der Gruppe wies 3 Monate nach dem Eingriff erneut Symptome eines persistenten Ductus arteriosus auf. Dieser Patient wurde zuvor minithorakotomisch behandelt und musste erneut behandelt werden. Die Dichtigkeit des Gefäßclips war nach dieser Zeit nicht mehr gegeben.

## **7 Durchführung und Ergebnisse der Thorakoskopie beim Pferd**

### **7.1 Sedation für thorakoskopische Eingriffe am stehenden Pferd**

Die Sedation ist eine wichtige Komponente für die Entscheidung, einen thorakoskopischen Eingriff am stehenden Pferd durchzuführen. Die Art der Sedation sollte von der Größe des Eingriffes, der Größe des Tieres, der Möglichkeit der technischen Ausrüstung, der Assistenz sowie vom physiologischen und mentalen Zustand des Patienten abhängig sein. Es gibt Präparate mit verschiedenen Wirkungsstärken zur Sedation und Analgesie.

Kombinationen der Sedativa verstärken erwünschte Effekte, während unerwünschte Nebeneffekte verringert werden. Die allgemein am häufigsten benutzten Sedativa sind in Phenothiazine, alpha-2-Rezeptoragonisten sowie Opiate/Opioide.

#### 7.1.1 Phenothiazine

Phenothiazine werden für milde Sedationen ohne Analgesie eingesetzt. Nur in Verbindung mit einer Lokalanästhesie kann diese Art der Sedation ausreichend sein. Acetylpromazin ist das am häufigsten verwendete Phenothiazin in der Pferdepraxis. Die übliche Dosierung von Acetylpromazin beträgt 0,044-0,088 mg/kg KM intravenös.

#### 7.1.2 Alpha-2-Rezeptoragonisten

Die am häufigsten benutzten Präparate für Sedationen am stehenden Pferd sind Xylazin und Detomidin. Wird Xylazin in einer Dosis von 0,5 mg/kg KM i.v. appliziert, tritt der erwünschte Effekt in 1-3 Minuten ein. Die erwünschte Sedationstiefe dauert 30-60 Minuten an (KERR et al. 1972). Die Applikation von Detomidin in einer Dosis von 0,02 mg/kg KM i.v. führt schnell zum erwünschten Wirkungseintritt, allerdings dauert die Sedation bis zu 150 Minuten an (LOWE und HILFIGER 1986). Eine weitere Methode ist die Detomidin-Infusion. Hierbei wird initial 6 µg Detomidin/kg KM i.v. verabreicht. Nach Wirkungseintritt erhält das Pferd eine Detomidin-Infusion (0,8 mg/kg KM/Minute i.v.) über den gesamten Eingriff hindurch (PERONI et al. 2001).

### 7.1.3 Opiate/Opioide

Opiate sind sehr nützlich bei größeren, schmerzhaften und längeren Eingriffen. Sie bewirken gute Analgesie und verschiedene Grade von Sedation oder Erregung. Der alleinige Einsatz von Opiaten ist bei Pferden limitiert, da Pferde sehr sensibel auf diese Präparate reagieren (BRUNSON und MAJORS 1987, MUIR und ROBERTSON 1985, PIPPI und LUMB 1979). Die am häufigsten benutzten Präparate sind Morphin und l-Methadon (l-POLAMIVET®). Die üblichen Dosierungen beim Morphin sind 1 mg/kg KM und l-POLAMIVET® 2 ml/50kg KM intravenös.

### 7.1.4 Sedativakombinationen

Viele Sedativakombinationen werden beim Pferd eingesetzt, um ausreichende Sedationen mit gleichzeitiger Analgesie zu erreichen, ohne dass Pferde sich dabei hinlegen oder unkontrollierte Bewegungen ausführen. Xylazin und Acetylpromazin stellen gemeinsam eine gute und häufig angewandte Kombination dar, weil die erwünschte Wirkung am stehenden Pferd leicht erzielt wird. Voll ausreichende Sedation wird mit Xylazindosierungen von 0,55 mg/kg KM i.v. und Acetylpromazindosierungen von 0,05 mg/kg KM i.v. erreicht (MUIR et al. 1979). Die Kombination Xylazin (1,1 mg/kg KM i.v.) mit Butorphanol (0,1 mg/kg KM i.v.) ist eine Neuroleptanalgesie ohne starke zentral-nervöse Depression (BRUNSON und MAJORS 1987, VACHON und FISCHER 1998). Weist das Tier Tachypnoe und/oder Tachykardie auf, kann es zusätzlich O<sub>2</sub>-Gaben (15 l/Minute) erhalten (HUBBEL 1991). Applikation von Detomidin kombiniert mit Opiaten führt zu lang anhaltender Neuroleptanalgesie. Erfahrungsgemäß hat sich Detomidin kombiniert mit

Butorphanol als die befriedigendste Sedation bei Thorakoskopien am stehenden Pferd erwiesen (CLARK und PATON 1988). Die Kombination Detomidin (0,01 mg/kg KM i.v.) und Butorphanol (0,05 mg/kg KM i.v.) wurde an 61 Pferden erprobt. Die Sedation war zu 92% zufriedenstellend, ohne jegliche Nebeneffekte oder andere Probleme.

## **7.2 Allgemeinnarkose für thorakoskopische Eingriffe am liegenden Pferd**

Ob ein Pferd stehend oder liegend thorakoskopiert wird, hängt vom durchzuführenden Eingriff ab. Bei komplizierten Eingriffen kann ein Umstieg zur Thorakotomie notwendig sein. Ist das Pferd in Allgemeinnarkose, kann der Umstieg sofort erfolgen.

### 7.2.1 Niederlegen des Pferdes

Das Niederlegen geschieht in einer weichen und gut gepolsterten Box, um das Verletzungsrisiko zu minimieren. Oft werden peripher oder zentral angreifende Muskelrelaxanzien verwendet, die zusätzlich eine endotracheale Intubation erleichtern. Ein Nachteil der peripher angreifenden Muskelrelaxanzien ist die Gefahr der Atemlähmung, die wesentlich seltener bei zentral angreifenden Muskelrelaxanzien auftritt. Unter den peripher angreifenden Muskelrelaxanzien ist das am häufigsten benutzte Präparat das Succinylcholinchlorid. Dem Patienten werden initial 0,14-0,18 mg/kg KM i.v. appliziert. Über den gesamten Eingriff werden anschließend 2,2 mg/kg KM/Stunde per Infusion gegeben. Unter den zentral angreifenden Muskelrelaxanzien ist ein bekanntes Präparat das MYOLAXIN 15%®. MYOLAXIN 15%® enthält als Wirkstoff das

Guaifenesin in stabiler 15%iger Lösung. Guaifenesin wirkt zusätzlich sedierend. Das medikamentöse Niederlegen erfolgt durch Infusion von 60-80 ml Myolaxin 15%®/100kg KM (= 90-120 mg Guaifenesin/kg KM) innerhalb von ca. 2 Minuten. Dazu ist ein gut in der Vene sitzender Katheter von 3 mm Innendurchmesser und ein Verbindungsschlauch mit der gleichen Weite notwendig. Die Infusion kann durch Zusammendrücken des Myolaxin-Beutels beschleunigt werden. Nach Ablegen des Patienten wird das Wurfzeug angelegt, das Tier auf den OP-Tisch gebracht und fixiert. Jetzt kann die Allgemeinnarkose eingeleitet werden.

### 7.2.2 Allgemeinnarkose

Der OP-Tisch sollte besonders an den kritischen Stellen gut gepolstert sein, da Gefahr einer Schädigung insbesondere für den N. facialis und N. radialis besteht. Bei der Allgemeinnarkose wird zwischen der Injektions- und Inhalationsnarkose unterschieden. Ketamin und Xylazin sind zur Zeit die gängigsten Präparate zur Injektionsnarkose beim Pferd. Nach Ablegen des Tieres wird die Narkose mit 1,1 mg Xylazin/kg KM i.v. eingeleitet. Nach Wirkungseintritt wird anschließend 1,75-2,2 mg Ketamin/kg KM i.v. appliziert. Zu dieser Narkoseeinleitung kann noch zusätzlich Diazepam (0,01 mg/kg KM i.v.) gegeben werden (VACHON und FISCHER 1998). Bei der Inhalationsnarkose wird sofort nach dem Ablegen ein Maulgatter eingesetzt und der Kopf maximal gestreckt. Nun kann der Endotrachealtubus eingeführt und fixiert werden. Ein bewährtes Narkosemittel ist Isofluran. Die Narkoseerhaltung erfolgt mit einer Isoflurankonzentration von 1,3-2,0 Vol.% je nach Wirkung (WHITEHAIR et al. 1993)

### 7.3 Patientenvorbereitung

Soll am stehenden Pferd eine Thorakoskopie vorgenommen werden, wird es in eine ruhige Umgebung gebracht. PERONI et al (2001) applizieren allen ihren Patienten vor jedem Eingriff Flunixin-Meglumin (1 mg/kg KM i.v.) und Procain-Penicillin (20.000 IE/kg KM i.m). Anschließend wird das Tier sediert. Steht das Pferd ruhig und zeigt eindeutige Anzeichen einer befriedigenden Sedation, wird bei der Durchführung der diagnostischen Thorakoskopie eine etwa 20 cm<sup>2</sup> große Fläche über dem 10. Interkostalraum (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985) bzw. zwischen dem 8. und 11. Interkostalraum je nach Untersuchungsort (VACHON und FISCHER 1998) auf der Linie Hüfte-Schulter geschoren, rasiert und für einen sterilen Eingriff vorbereitet. Für therapeutische Thorakoskopien wird der gesamte Hemithorax unterhalb der epiaxialen Rückenmuskulatur bis zur Diaphragmagrenze vorbereitet (VACHON und FISCHER 1998). Die Lokalanästhesie (2% MEPIVACAIN®) wird in die subkutane Faszie und Interkostalmuskulatur im Zentrum der präparierten Felder appliziert. PERONI et al. (2001) führen jeweils zusätzlich zur Infiltrationsanästhesie der Inzisionstelle eine Leitungsanästhesie des jeweiligen Interkostalnervs (8-12 ml CARBOCAIN®/Interkostalraum) durch. Anschließend wird ein steriles Tuch über den Eingriffsort gelegt und festgeklebt, so dass der gesamte Thorax und das Abdomen abgedeckt sind. Dieses Tuch besitzt Fenster, durch die der Eingriff stattfinden kann (PERONI et al. 2001). Ein 5 metric, nicht-absorbierbarer 2,5 cm langer Faden wird in die anästhesierten Felder als Tabaksbeutelnaht eingebracht. Der Faden wird nicht verknotet, sondern offen gelassen. Wird eine thorakoskopische Behandlung am liegenden Pferd in Seitenlagerung und Allgemeinnarkose vorgenommen, wird der gesamte Hemithorax bis zur Diaphragmagrenze, bei der Thorakoskopie am liegenden

Pferd in dorsaler Lagerung beide Hemithoraces bis zur Ellenbogengelenklinie, rasiert und auf einen sterilen Eingriff vorbereitet. Eine Lokalanästhesie ist hier nicht notwendig. Das weitere Vorgehen läuft wie am stehenden Pferd ab.

#### **7.4 Durchführung der Thorakoskopie**

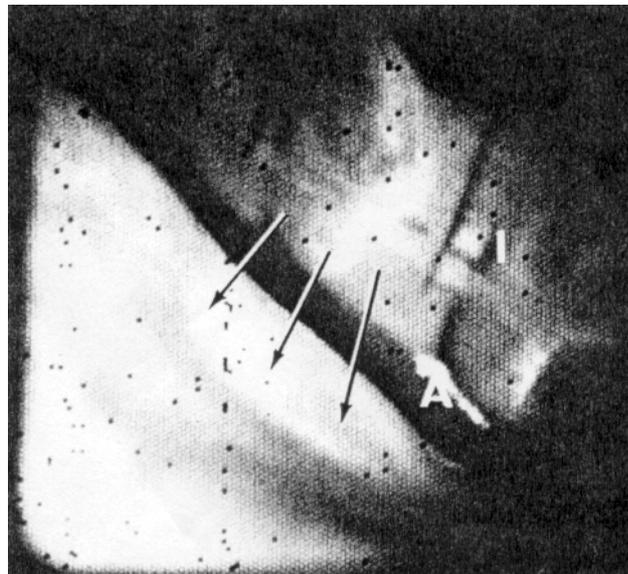
MANNMANN und BERNARD-STROTHER (1985) haben 23 thorakoskopische Untersuchungen an 6 gesunden und 8 klinisch kranken Pferden über eine 4-Jahres-Periode durchgeführt. Mehrere ihrer Patienten wurden mehr als einmal untersucht. In allen 23 Untersuchungen wurde ein flexibles fiberoptisches Endoskop (110 cm flexibles Fiberskop, Olympus, Hyde Park, NY) verwendet. VACHON und FISCHER (1998) haben insgesamt 32 Thorakoskopien an 28 Tieren vorgenommen. Hierbei kam ein 57 cm langes, starres Laparoskop (30°) mit einer 300 W Xenon-Lichtquelle zum Einsatz. Auch PERONI et al. (2001) benutzten ein starres Thorakoskop mit einer 30°-Linse. Vor dem Eingriff muss das Endoskop mindestens eine Stunde lang in eine bakterizide Lösung gelegt werden. Alle Räume des Endoskops, in denen Instrumente wie Biopinzange, Spülschläuche etc. geführt werden, müssen mechanisch gereinigt und mit der bakteriziden Lösung gefüllt werden. Kurz vor dem Eingriff wird das Endoskop aus der bakteriziden Lösung entnommen und mit sterilem Wasser gespült. Es müssen alle Hohlräume mit sterilem Wasser gespült werden. Danach erfolgt der Eingriff. Eine Kreuzinzision wird mit dem Skalpel in der Mitte der losen Tabaksbeutelnaht angelegt (MANNMANN und BERNARD-STROTHER 1985). PERONI et al. (2001) führen die Inzisionen durch die Haut und Subkutis ca. 2-2,5 cm längs. Die Passage durch die Thoraxwand geschieht mit einem stumpfen Trokar, indem dieser durch die Kreuzinzision langsam in

das Innere der Brustwand geschoben wird. Besondere Vorsicht ist während der Perforierung der parietalen Pleura angebracht. Hierbei kann es leicht zur Verletzung der Lunge kommen. Hat der Trokar die Thoraxwand durchdrungen, wird er aus der Trokarhülse herausgezogen. Die Trokarhülse wird in der Brustwand belassen. Durch diese Hülse wird anschließend das Endoskop im Brustraum platziert. Nun wird die Tabaksbeutelnaht um die Hülse mit dem platzierten Endoskop fest zugezogen und verknotet. Mit dem Ventil an der Trokarhülse lässt sich der Lungenkollaps kontrollieren. Durch den Lungenkollaps entsteht genug Raum für die Untersuchung. Ist erst die Hülse mit dem Endoskop fixiert, kann der Operateur das Endoskop in die gewünschte Tiefe und Richtung bewegen. Dies muss mit aller Vorsicht geschehen, um keine Verletzungen zu setzen. Wird gleichzeitig zur Untersuchung eine thorakoskopische Behandlung durchgeführt, müssen weitere Zugänge für die Instrumente geschaffen werden. Dies geschieht in gleicher Art und Weise, allerdings unter endoskopischer Kontrolle. Hierbei ist es durchaus möglich, alle eingebrachten Trokare im Wechsel mit dem Thorakoskop und den Instrumenten zu benutzen, um so bessere Einsichten und Behandlungsräume zu schaffen.

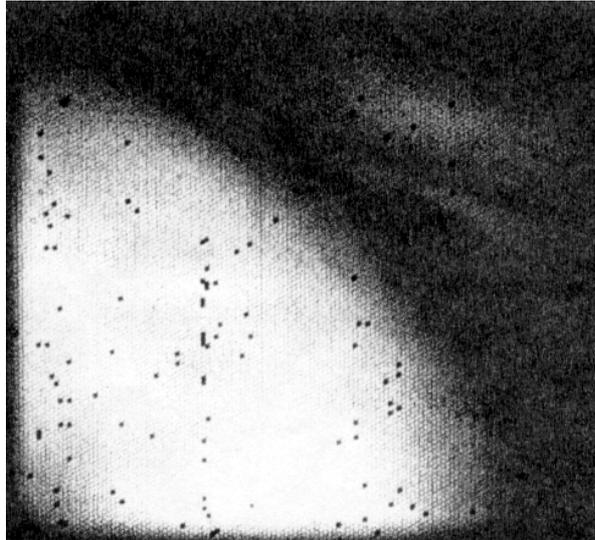
#### 7.4.1 Maßnahmen nach erfolgtem thorakoskopischen Eingriff

Zuerst werden die Instrumentenhülsen aus dem Brustraum entfernt. Die Endoskophülse wird zunächst noch im Brustraum belassen. Nach der Untersuchung und/oder Behandlung und der Entfernung der Instrumentenhülsen wird noch unter endoskopischer Kontrolle Luft aus dem Pleuraraum herausgesaugt. Durch das Endoskop ist die Entfaltung der Lunge nach einer gewissen Zeit gut zu sehen (s. Abb. 38 u. 39). Luft kann entweder mit einem Gerät abgesaugt werden, oder durch Öffnen des

Trokarhülsenventils entweichen. Nach Entfaltung der Lunge wird das Endoskop mit der Trokarhülle aus dem Brustraum herausgezogen. Die jetzt lockere Tabaksbeutelnaht wird fest zugezogen und verknotet. Das Vernähen des Peritoneums und der Interkostalmuskulatur ist nicht nötig. Auf die Stelle der jetzt geschlossenen Inzision wird nach erneutem Desinfizieren eine antibiotische Salbe aufgetragen. Schließlich wird ein steriler Tupfer mit Fixomull über die Inzision geklebt. Durch diese Wundmaßnahmen werden Infektionen verhindert.



**Abbildung 38** Partieller Kollaps der Lunge (Pfeil) während der thorakoskopischen Untersuchung. Das große Gefäß, das das Sichtfeld diagonal kreuzt, ist die V. azygos (A). Im Hintergrund ziehen Interkostalgefäße durch das Bild (I). Die im Bild verteilten kleinen schwarzen Punkte, sind gebrochene Fiberglasbündel des fiberoptischen Endoskops (MANN SMANN und BERNARD-STROTHER 1985).



**Abbildung 39** Die Lunge hat sich wieder entfaltet, nachdem die Luft aus dem Pleuraraum abgesaugt wurde (MANNMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

Gegen postoperative Wundschmerzen empfiehlt es sich, 1-2 Tage analgetische Mittel zu verabreichen. Besonders hat sich Flunixin-Meglumin (1 mg/kg KM i.v.) bewährt (VACHON und FISCHER 1998). Die weitere postoperative Medikation des Patienten besteht aus der Gabe von Breitspektrumantibiotika wie Tetracyclin und Präparaten wie Phenylbutazon über 5-7 Tage.

#### 7.4.2 Ergebnisse der Thorakoskopien am stehenden Pferd

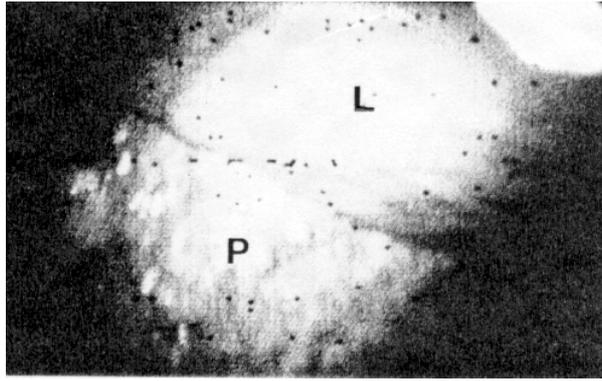
Die meisten Patienten tolerierten die Sedation. Wurde der Zugang im 8. Interkostalraum gewählt, zeigten einige Pferde Unruhe (PERONI et al. 2001). Eine eingehende Untersuchung von PERONI et al. (2000) ergab leichte kardiopulmonale Effekte während der Sedation sowie später während der Eingriffe. Die Herz-, Atemfrequenz und Herzauswurfleistung, wie auch der O<sub>2</sub>-Gehalt des arteriellen Blutes nahm während der Detomidin-Infusion ab.

Der allgemeine Gefäßwiderstand stieg dagegen an. Nie kollabierten, scheuten oder legten sich die Pferde während der Eingriffe hin (VACHON und FISCHER 1998, PERONI et al. 2000). Während der Eingriffe zeigten manche Patienten Tachypnoe, die sich auch in Schnauben und geweiteten Nüstern äußerte (VACHON und FISCHER 1998). Bei den Untersuchungen von PERONI et al. (2000) nahm die Herzauswurfleistung der Tiere während der Eingriffe nochmals geringfügig ab. Desweiteren wurde eine leichte systemische Hypertension, eine weitere Abnahme des arteriellen O<sub>2</sub>-Gehaltes (vermehrt bei Eingriffen am linken als am rechten Hemithorax) und ein weiterer Anstieg des allgemeinen Gefäßwiderstandes protokolliert. Die dorsalen und dorsolateralen Abschnitte konnten bei jedem Patienten problemlos eingesehen werden. Dagegen waren die kranioventralen Diaphragmabschnitte und die kranio mediastinalen Bereiche nicht zu visualisieren (VACHON und FISCHER 1998). Bei PERONI et al. (2001) konnten die Operateure alle Thoraxstrukturen gut einsehen, wenn das Thorakoskop im 10. oder 12. Interkostalraum eingebracht wurde. Auch die kranialen und kaudalen Bewegungen des Thorakoskops wurden besser toleriert, wenn der Zugang mehr im kaudalen Bereich geschaffen wurde. Die Rotation der 30°-Linse des Thorakoskops ermöglichte einen guten Blick auch in die kranialen Thoraxbereiche. Wurde der Zugang im 8. Interkostalraum gewählt, waren nur vertikale Bewegungen des Thorakoskops möglich. Der starre kraniale Thoraxabschnitt behinderte die horizontalen Bewegungen. Die Untersuchung der Pleurahöhle war bei Patienten mit fibrinöser Pleuritis und/oder pleuralen Adhäsionen stark erschwert. Bei Pferden mit Lungenabszessen konnte der Operateur unter Sichtkontrolle Drainagen gezielt einbringen (VACHON und FISCHER 1998). Durch einen ungenügenden Lungenkollaps kann es zu Verletzungen des Lungenparenchyms kommen. Zu schnelle Schaffung eines Pneumothorax

oder zu starker Lungenkollaps führt zu Unruhe und Husten (PERONI et al. 2001).

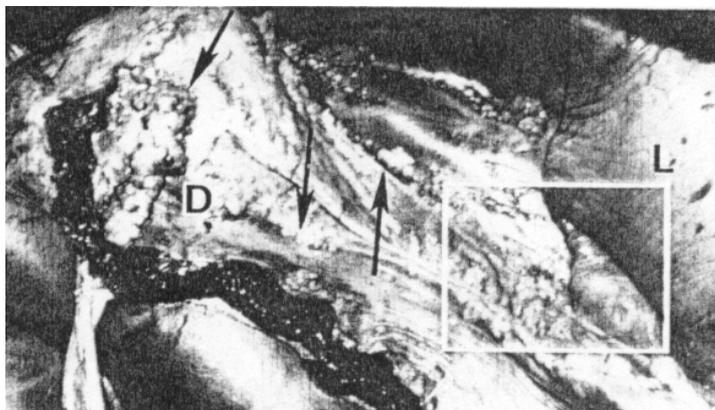
#### 7.4.2.1 Ergebnisse der Thorakoskopien am stehenden Pferd von MANNSMAN und BERNARD-STROTHER (1985)

Vier Pferde wurden mit Gewichtsverlust über mehrere Wochen und allgemeiner Schwäche vorgestellt. In allen Fällen konnte nach gründlicher und systematischer Untersuchung keine Diagnose gestellt werden. Anschließend wurden die Tiere thorakoskopiert. Alle Pferde wiesen einen Pleuraerguss auf. Es wurden bei jedem Pferd durch Thorakozenese mehrere Liter Flüssigkeit mit stark erhöhtem Protein- und Leukozytengehalt gewonnen. Das erste Pferd war ein 8 Jahre altes Quarter-Horse, das seit 12 Tagen merklich an Gewicht verloren hatte. Die Allgemeinuntersuchung ergab Fieber, Tachypnoe und Tachykardie. Alle mykologischen und bakteriellen Tests der gewonnenen Flüssigkeit waren negativ. Am Patienten wurde eine thorakoskopische Untersuchung des rechten Hemithorax durchgeführt. Das Pferd tolerierte die 45-minütige Prozedur. Eine Vielzahl von 0,5-2,0 cm großen weißen Plaques auf der Oberfläche der parietalen Pleura und des Diaphragmas waren erkennbar (Abb.40). Die direkte Visualisierung dieser Plaques machte die Entscheidung zur Euthanasie des Tieres leicht und rechtfertigte diese.



**Abbildung 40** Thorakoskopische Visualisierung eines Plaques (P) am Diaphragma ventral der Lunge (L) (MANN SMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

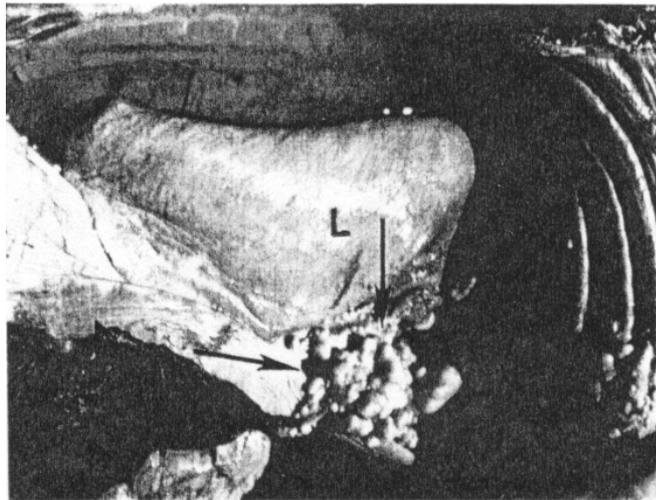
Nach der Euthanasie wurde das Pferd obduziert (Abb. 41). Die histopathologische Untersuchung einer 16 cm großen Primärgeschwulst der Magenwand und der multiplen weißen Plaques ergab die Diagnose Magenkarzinom mit multiplen Metastasen.



**Abbildung 41** Metastasen (Pfeile) eines primären Magenkarzinoms im kranio-dorsalen Abschnitt des Diaphragmas des obduzierten Quarter-Horses. Die Lunge (L) befindet sich rechts des Bildes. Abb.40 ist das thorakoskopische Sichtfeld des weiß markierten Ausschnittes (MANN SMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

Im zweiten Fall hatte ein 17 Jahre altes Quarter-Horse an Gewicht verloren und war sehr geschwächt. Das Tier wies weiterhin eine Leukozytose auf. Alle bakteriologischen und mykologischen Untersuchungen, der aus dem Thorax

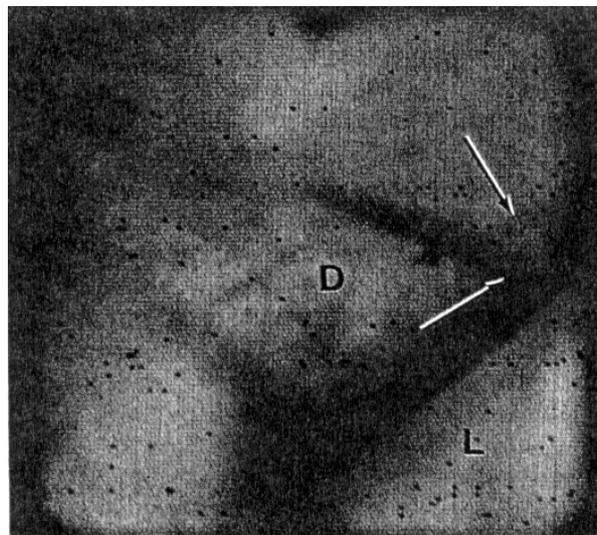
gewonnenen Flüssigkeit waren negativ. Bei der thorakoskopischen Untersuchung zeigten sich multiple 3 cm große gelbe Massen, die von einer grün-gelben Flüssigkeit umgeben waren. Aufgrund der sehr schlechten Prognose und des Alters des Pferdes wurde das Tier euthanasiert. Bei der Obduktion des Tieres wurde eine knotige, 12 kg schwere Geschwulst im kranio-ventralen Thorax gefunden (Abb.42). Die histopathologische Untersuchung ergab ein Pleurakarzinom mit multiplen Metastasen.



**Abbildung 42** Gelb-weiße Knoten eines Herzbasistumors (Pfeile). Die Knoten sind die gelben Massen, die in der thorakoskopischen Untersuchung sichtbar waren. Die Lunge (L) befindet sich dorsal der knotigen Geschwulst. Auf der rechten Seite des Bildes sind auf der parietalen Pleura Metastasen sichtbar (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985).

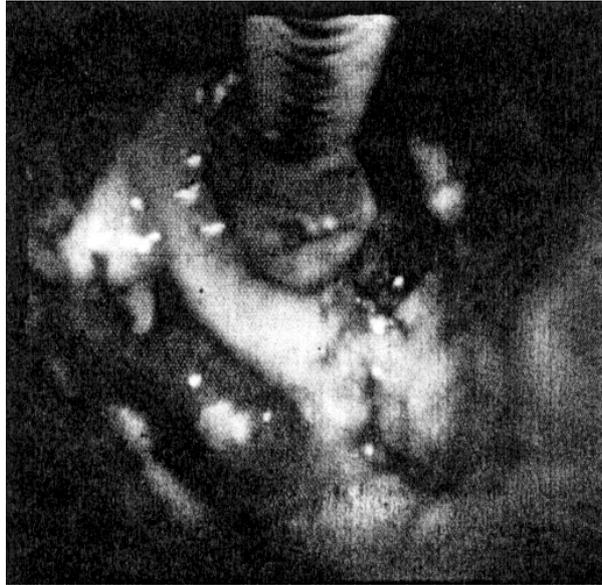
Im nächsten Fall verlor ein 7 Jahre alter Halb-Araberhengst über 6 Monate konstant an Gewicht. Durch eine bilaterale Thorakozenese wurde eine gelbe Flüssigkeit gewonnen. Nachdem 6 l Flüssigkeit aus dem rechten Hemithorax entfernt wurden, stellte sich in der thorakoskopischen Untersuchung physiologisches Lungenparenchym mit kleinen roten, granulären Knoten auf der viszeralen und parietalen Pleura dar (Abb.43). Eine *Coccidioides immitis*-Kultur von Biopstaten der granulären Knoten auf der Pleura wurde gefunden. Trotz Therapie mit Ketokonazol und Thoraxdrainage über zwei Wochen

verschlechterte sich der Zustand von Tag zu Tag. Am 33. Tag wurde das Pferd euthanasiert. Die histopathologische Untersuchung ergab die Diagnose chronisch-granulomatöse Pleuropneumonie mit vielen Coccidioides-Organismen verschiedener Stadien der Maturation. Im letzten Fall sprach ein 2 Jahre alter Hengst mit einer chronischen Pleuropneumonie, intermittierendem Fieber und stetigem Gewichtsverlust über 6 Wochen nicht auf eine Penicillin- und Sulfonamid-Behandlung an. Durch Thorakozenese



**Abbildung 43** Granuläre Gebilde (Pfeile) auf dem Diaphragma (D) (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 198).

des rechten Hemithorax wurden 1,5 l einer jauchig stinkenden und gelb-grauen Flüssigkeit gewonnen. Anaerobier- und Aerobier-Tests der gewonnenen Flüssigkeit waren negativ. An den folgenden Tagen wurden nekrotisches Gewebe und Fibrin aus dem Thorax entfernt. Jeden Tag wurde der Thorax mit NaCl (0,9%ig) und TELEDYNE® gespült. Dem Pferd wurden zusätzlich hochdosiert Antibiotika verabreicht. Zwei Monate nach Abschluss der Behandlung war das Tier in exzellentem Zustand und gewann 11 Monate später ein Rennen.



**Abbildung 44** Große Stücke an Fibrin und nekrotischem Gewebe sind im Sichtfeld des rechten Hemithorax. Am oberen Bildrand ist die Biopsiezange gut zu erkennen (MANNSMANN und BERNARD-STROTHER 1985)

#### 7.4.3 Ergebnisse der Thorakoskopien am liegenden Pferd

Bei VACHON und FISCHER (1998) haben 5 Eingriffe an 3 liegenden Pferden vorgenommen. Am ersten Patienten wurde durch Ultraschall eine Abszessformation in der Pleurahöhle entdeckt. Die Thorakoskopie wurde in rechter lateraler Seitenlage durchgeführt. Nach dem Einbringen der Instrumente konnte der Operateur mit einer endoskopischen Babcock-Schere nekrotische Lungenabschnitte abtragen. Die nun recht großen Abschnitte konnten anschließend nur durch eine Mini-Thorakotomie aus dem Thorax geborgen werden. Am zweiten Patienten mussten zwei Thorakoskopien vorgenommen werden. Dieses Pferd wurde mit einer septischen Perikarditis vorgestellt. An diesem Tier, ebenfalls in rechter lateraler Seitenlage fixiert, führte man mit Hilfe von endoskopischen Scheren und monopolarer Elektrochirurgie an der Herzbasis eine Perikardfensterung von ca. 4x8 cm

durch. Den Erguss räumte man aus und untersuchte das entnommene ca. 1 cm dicke Perikardstück. Einen Monat später wies der Patient erneut die Symptome einer Perikarditis auf. Nun wurde der zweite Eingriff in dorsaler Lagerung durchgeführt, um so an beiden Hemithoraces Behandlungen vornehmen zu können. Das rechte Perikard war erneut bis zu 1 cm verdickt und zeigte Adhäsionen vom Perikard zum Epikard. Bei dem Versuch eine linke Perikardfensterung durchzuführen wurde der linke Ventrikel angeschnitten. Das Tier verstarb intraoperativ. Am dritten Patienten war eine Diaphragmahernie nachweisbar. Unter dem Eingriff zeigte sich die Hernie im dorsalen linken Diaphragmaabschnitt mit einer Länge von 5 cm. Der Eingriff misslang schließlich, da der Stapler nicht funktionierte. Eine Woche später wurde die zweite Thorakoskopie vorgenommen, die ebenfalls abgebrochen werden musste, da die Verwachsungen zu stark waren. Ein Umstieg zu Thorakotomie führte schließlich zum Erfolg. MALONE et al. (2001) nahmen bei einem Pferd mit rezidivierenden Koliken, verursacht durch eine Diaphragmahernie, eine Thorakoskopie in Seitenlage vor. Der Versuch, diese endoskopisch zu schließen wurde erst gar nicht in Betracht gezogen. Es wurde gleich eine Thorakotomie mit partieller Rippenresektion (14. Rippe) durchgeführt, um die Hernie versorgen zu können. Durch die Befunde der Thorakoskopie konnte man den optimalen Zugang wählen. Sie diente hier als ein effektives, diagnostisches Mittel. Bei allen Eingriffen von VACHON und FISCHER (1998) kam es zu keinen postoperativen Komplikationen und alle Pferde waren klinisch unauffällig. Von 18 Eingriffen entwickelten nur 2 Patienten bei PERONI et al. (2000) und von 10 Eingriffen nur 1 Patient bei LUGO et al. (2002) postoperative Komplikationen.

#### 7.4.4 Komplikationen

Bei der Perikardfensterung kam es bei VACHON und FISCHER (1998) zum versehentlichen Anschneiden des linken Ventrikels. Desweiteren führten starke Verwachsungen bei einer Diaphragmahernie nicht zum erwünschten Erfolg. In diesem Fall musste der Umstieg zur Thorakotomie erfolgen. Bei PERONI et al. (2000) kam es bei zwei Tieren zum postoperativen Pneumothorax. Die Ursache dieser Pneumothoraces war in jedem Fall iatrogen. Dem Patienten wurden mit dem Trokar Lungenverletzungen zugefügt. Nach dem Absaugen der Luft aus dem Thorax stabilisierte sich der Patient sofort. Bei LUGON et al. (2002) entwickelte ein Tier 48 Stunden nach dem Eingriff, ebenfalls durch eine iatrogene Verletzung des Diaphragmas, einen Hämatothorax. Das Blut konnte erfolgreich abgesaugt werden. In einem Fall kam es bei PERONI et al. (2001) zur Verletzung des Lungenparenchyms durch ungenügenden Lungenkollaps. Ein zu starker Lungenkollaps führte in zwei Fällen zu vermehrter Unruhe und durch zu schnelles Anlegen des Pneumothorax zusätzlich zum Husten. In allen Fällen stabilisierte sich der Patient nach Absaugen der Luft aus der Pleurahöhle. Komplikationen durch Thorakoskopien, durchgeführt von MANNMANN und BERNARD-STROTHER (1985), waren Infektion, Pneumothorax und Schmerz. Innerhalb von 23 thorakoskopischen Untersuchungen entwickelte ein Patient durch mangelhafte Desinfektion des Endoskops und fehlende Gabe von Antibiotika nach dem Eingriff eine Infektion. Es wurde nur ein Pneumothorax beobachtet. Bei diesem Tier war die Absaugeinheit während des Eingriffs defekt, so dass Luft, die während der Thorakoskopie eingeströmt war, nicht abgesaugt werden konnte und somit im Thorax verblieben ist. Das Tier entwickelte Tachypnoe mit stark verschlechtertem Allgemeinbefinden. Nachdem die Luft über eine Veress-Kanüle aus dem Thorax entfernt wurde,

stabilisierte sich der Zustand des Pferdes in kürzester Zeit. Postoperative Schmerzen waren mit Phenylbutazongaben über 1-2 Tage gut zu behandeln. Kein Pferd ist während der Thorakoskopie aus dem Zwangsstand gesprungen oder kollabiert.

## **8 Ergebnisse und Durchführung der Thorakoskopie beim Schwein**

INDERBITZI et al. (1993) führten an der Universitätsklinik für Herz-, Gefäß- und Thoraxchirurgie in Bern (Schweiz) thorakoskopisch linksseitige Lungenlobektomien an fünf Göttinger Miniaturschweinen mit folgenden Fragestellungen durch:

1. Ist es möglich, thorakoskopisch eine anatomische Lobektomie mit Darstellung und Ligatur von Lungenarterien, -venen und Lappenbronchus durchzuführen ?
2. Kann der Lungenlappen technisch so evakuiert werden, dass anschließend eine präzise makroskopische Beurteilung und eine histologische Aufarbeitung des Präparates möglich ist ?

### **8.1 Patientenvorbereitung und Narkose**

Alle Schweine wurden gründlich gewaschen und die Narkose mit Ketamin, Xylazin, Atropin, Metomidat, Azaperon und Alcuroniumchlorid eingeleitet. Das zu operierende Tier wurde anschließend für einen sterilen Eingriff vorbereitet und mit einem Fogarty-Katheter (8 Charr.) unter bronchoskopischer Kontrolle intubiert. Die Beatmung des Schweines erfolgte durch die Ein-Lungenventilation, wobei die linke Lungenhälfte aus der Ventilation ausgeschaltet wurde. Die rechtsseitige Lagerung auf dem

Operationstisch ermöglichte den Eingriff von links. Eine 5%ige Glukoselösung wurde infundiert. Alle Schweine erhielten als einmalige Antibiotika-Prophylaxe nach der Einleitung der Narkose 1 g Amoxicillin.

## 8.2 Durchführung der thorakoskopischen Lobektomie

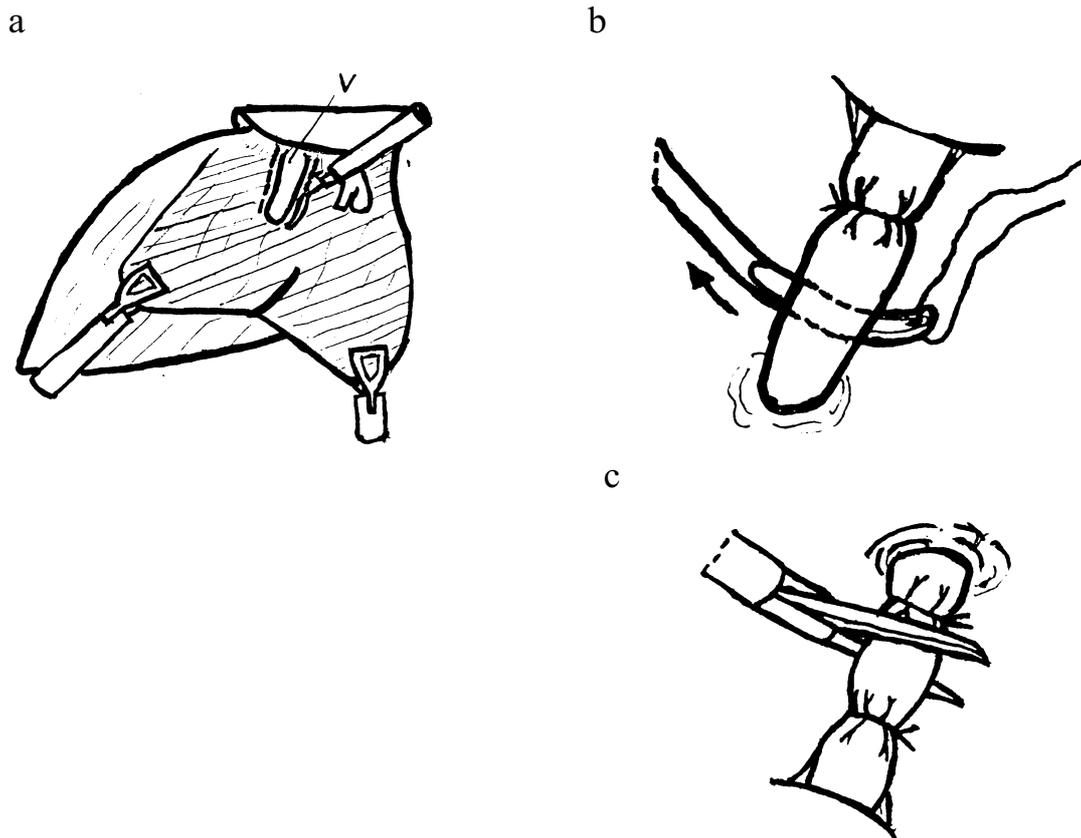
Zunächst wurde eine Veress-Kanüle in den Thorax eingeführt und über diese der Thorax mit dem Endo-Insufflator mit 500 ml CO<sub>2</sub> insuffliert. Über eine Stichinzision führte der Operateur die erste 7-mm-Trokarhülse für das Endoskop in den Thorax ein. Jetzt konnten unter endoskopischer Sicht die drei weiteren Zugänge angelegt werden. Die interkostalen Zugänge wurden in einem 15 x 15 cm großen Feld über dem Lungenhilus und dem linken Oberlappen, kranio-dorsal begrenzt durch den Unterrand der Scapula, gewählt (Abb. 45).



**Abbildung 45** Die Zugänge werden über dem linken Lungenhilus und Oberlappen, kranio-dorsal durch den Unterrand der Scapula in einem ca. 15 x 15 cm großen Feld (schraffiert) begrenzt (INDERBITZI et al.1993).

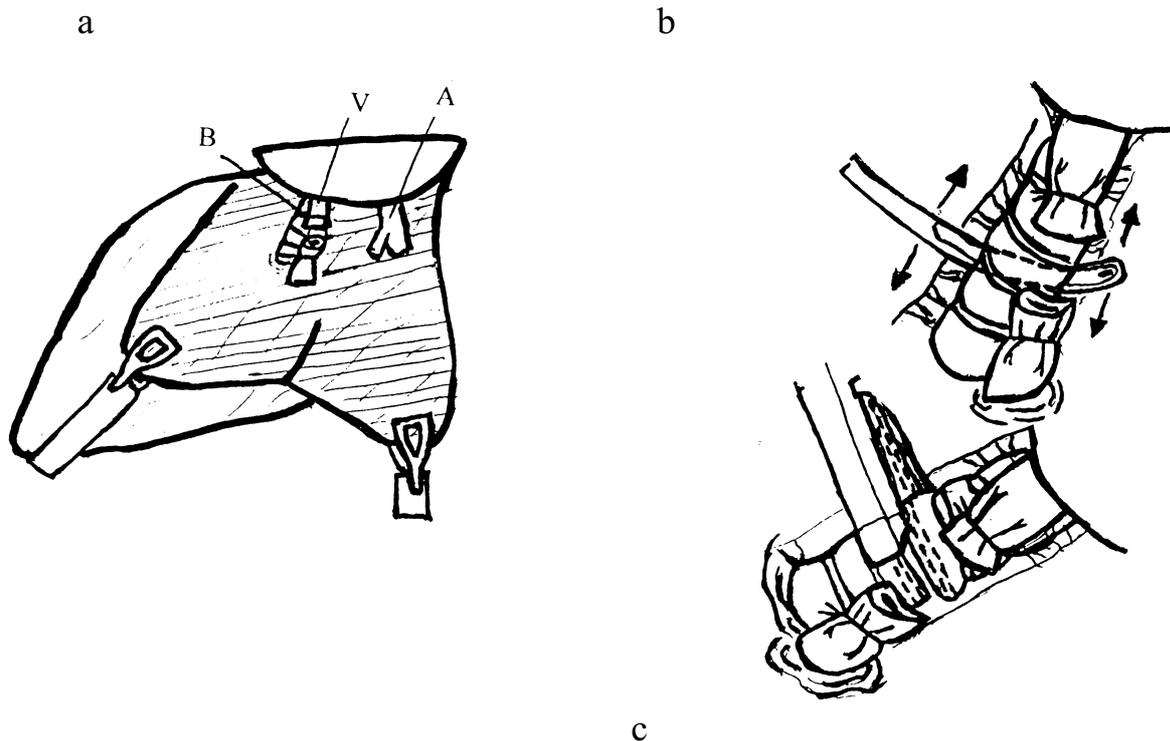
Danach wurde der gesamte Pleuraraum inspiziert, pleurale Adhäsionen durchtrennt und der kraniale Lungenlappen mit einer Parenchymfazzange angehoben. Nun wurde die V. pulmonalis cranialis ab ihrem Durchtritt durch das Perikard sichtbar. Die Pleura visceralis beiderseits der Vene wurde mit

der monopolen Koagulationselektrode und mit der Schere inzidiert (Abb. 46a) und anschließend das Gefäß mit einer an der Spitze abgerundeten Sonde umfahren (Abb. 46b). Die Vene wurde doppelt ligiert und mit einer Schere zwischen den Ligaturen durchtrennt (Abb. 46c). Es können hierbei auch resorbierbare Ligatur-Clips oder das Klammernahtgerät (Endo-GIA3, Fa. Auto-Suture) verwendet werden (siehe auch Tabelle 10).



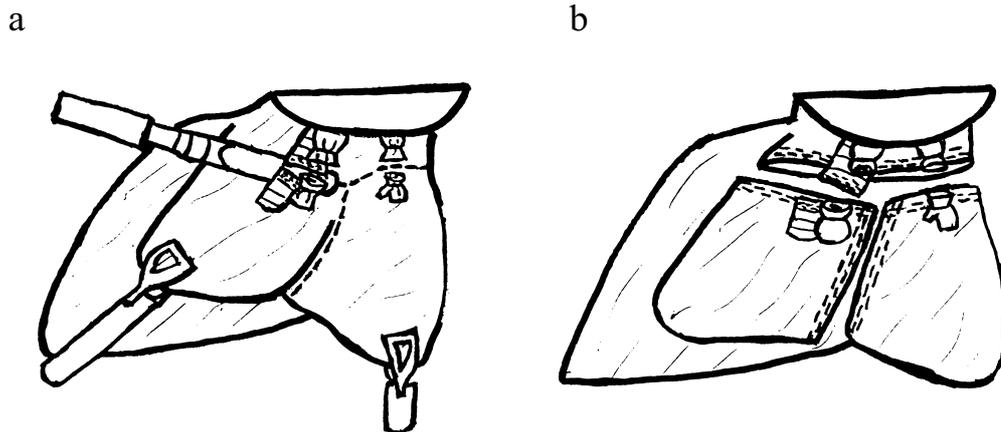
**Abbildung 46 a-c** Die V. pulmonalis wird beiderseits mit der monopolen Koagulationselektrode aus der Pleura visceralis freipräpariert (a). Mit einer abgerundeten Sonde wird die Vene umfahren (b). Nach beiderseitiger Ligatur der Vene wird diese mit der Schere durchtrennt (c). V = V. pulmonalis cranialis (INDERBITZI et al. 1993).

Nach Durchtrennung der Vene wurde der kraniale Lappenbronchus freipräpariert, umfahren und mit dem Klammernahtgerät abgesetzt (Abb. 47a-c).



**Abbildung 47a-c** Nach durchtrennter Vene (a) wird der Bronchus mit einer abgerundeten Sonde freipräpariert (b) und mit dem Endo-GIA-Klammernahtgerät durchtrennt (c). V = V. pulmonalis cranialis, A = A. pulmonalis, B = Lappenbronchus (INDERBITZI et al. 1993).

Danach suchte sich der Operateur durch die Inzision der Pleura im „aortenpulmonalen Fenster,, die A. pulmonalis auf. Die Oberlappenarterie wurde umfahren und abgesetzt. Die Parenchymbrücke zwischen den beiden Lungenlappen wurde dann mit dem Endo-GIA-Klammernahtgerät durchtrennt. Dies kann in mehreren Schritten geschehen (Abb. 48a). Das Resektat wurde im Sinus phrenico-costalis abgelegt. Nun wurde das Resektat mit dem Klammernahtgerät in 2-3 Stücke zerteilt (Abb. 48b).



**Abbildung 48a, b** Nachdem die Lungenvene, der Lappenbronchus und die Arterie durchtrennt worden sind (a) wird mit dem Endo-GIA das Lungenparenchym ebenfalls durchtrennt (a). Damit das Lungenparenchym aus dem Thorax durch die kleinen Inzisionen entfernt werden kann, muss es in 2-3 Teile zerlegt werden (b) (INDERBITZI et al. 1993).

Die einzelnen Parenchymteile wurden in Plastiksäcke gesteckt. Diese wurden durch die Inzision der 12-mm-Trokarhülse aus dem Thorax entfernt. Es besteht die Möglichkeit die Inzision zu erweitern, um die Plastiksäcke besser aus dem Thorax entfernen zu können. Durch aneinanderlegen der geborgenen Parenchymteile lässt sich der kraniale Lungenlappen auf Vollständigkeit prüfen.

### 8.2.1 Maßnahmen nach abgeschlossenem thorakoskopischen Eingriff

Am Lungenlappenstumpf erfolgte eine Blutungskontrolle. Anschließend wurde die linke Lunge wieder ventiliert, um die Dichtigkeit des Bronchus- und Lungenlappenstumpfes zu überprüfen. Mit der Evakuierung der intrathorakalen Luft wurde der Eingriff beendet. Die eingelegte Bülaudrainage (24 Charr.) wurde nach der Ausleitung der Narkose mit Atropin und Prostigmin entfernt. Nach Verschluss der Inzisionen erfolgte eine Kontrollröntgenaufnahme des Thorax. Das Tier wurde extubiert und erhielt 2 ml Metamizol intravenös.

## 8.2.2 Ergebnisse der Studie der Universitätsklinik für Herz-, Gefäß- und Thoraxchirurgie in Bern (Schweiz)

Zwei der Versuchstiere wurden nach der Thorax-Kontroll-Röntgenaufnahme euthanasiert, linksseitig thorakotomiert und der Operationsitus makroskopisch überprüft. Die drei verbliebenen Schweine wurden zur postoperativen Beobachtung freigegeben. Die Beobachtung und Betreuung der Tiere fand im Tierspital der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Bern (Schweiz) statt. Nach der Beobachtung wurden erneut Röntgenaufnahmen des Thorax unter Sedation der Tiere erstellt. Im direkten Anschluss wurden die Schweine euthanasiert. Die Restlungen wurden entnommen, makroskopisch beurteilt und histologisch untersucht. Aus Tabelle 10 sind angewandte Technik, Operationsdauer, Blutverluste und intraoperative Komplikationen zu ersehen.

| Tiere | Anästhesiedauer (Min.) | geschätzter Blutverlust | Versorgung |      |     | pleurale Adhäsionen |
|-------|------------------------|-------------------------|------------|------|-----|---------------------|
|       |                        |                         | V          | Br   | A   |                     |
| MP1   | 80                     | kein                    | St         | zus. | St  | +                   |
| MP2   | 125                    | kein                    | St         | St   | St  | +                   |
| MP3   | 130                    | 50 ml                   | Clip       | St   | St  |                     |
| MP4   | 120                    | kein                    | St         | St   | St  |                     |
| MP5   | 120                    | 50 ml                   | Lig        | Lig  | Lig | +++                 |

**Tabelle 11** MP = Minipig, V = V. pulmonalis cranialis, A = A. pulmonalis, Br. = Lappenbronchus, St = Duchtrennung mit Endo-GIA, Clip = Versorgung mit Endo-Clip, Lig = Versorgung mit Endo-Ligatur (nichtresorbierbar, monofil, extracorporal geknüpft) (INDERBITZI et al. 1993).

Kein Tier verstarb während der Operation. Unmittelbar nach Entfernung der Drainagen wiesen alle Tiere einen Restpneumothorax auf. Die Restlung war in jedem Fall regelrecht entfaltet. Bei den zwei Schweinen, die noch unter Narkose euthanasiert wurden, waren die bronchialen und vaskulären

Absetzungsstellen an anatomisch korrekter Stelle. Es lagen keine Nahtinsuffizienzen vor. Die drei beobachteten Schweine hatten ein ungestörtes Fressverhalten und eine altersgemäÙe Gewichtszunahme. Bei der Abschluss-Röntgenkontrolle dieser Tiere war bei allen ein umschriebener persistierender pleuraler Totraum zu erkennen. Die Ursache dieses Totraumes war der Verzicht auf eine postoperative Thoraxdrainage über mehrere Tage. Die makroskopische und mikroskopische Untersuchung der entfernten Restlungen wies keine Hinweise auf bronchopleurale Fisteln oder Belüftungsstörungen im Restparenchym auf. Der Hauptbronchus des resezierten Lungenlappens zeigte einen regelrechten histologischen Aufbau. Der Lappenarterienstumpf war bindegewebig obliteriert und wies eine granulierende und vernarbende Entzündungsreaktion im Rahmen der Heilung auf.

## **9 Diskussion der minimal-invasiven Thoraxchirurgie in der Humanmedizin**

### **9.1 Diskussion der Thorakoskopie**

Die therapeutische Effizienz der thorakoskopischen Methode muss an den Forderungen gemessen werden, aus welchen die minimal-invasive Technik ihre Daseinsberechtigung ableitet. Es sind dies neben dem operativen Ereignis prioritär:

- Möglichst kleine intra- und postoperative Komplikationsrate.
- Größtmögliche Erhaltung der körperlichen Integrität.
- Messbare postoperative Schmerzlinderung.
- Als Summe aller Faktoren eine kurze Hospitalisationsdauer.

Von 90 durchgeführten **Thorakoskopien** am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main konnten in jedem Fall intraoperative Blutungen problemlos thorakoskopisch gestillt werden. Die weitgehende funktionelle Erhaltung des Brustkorbes ist durch die kleinen Inzisionen gegeben. In der Regel werden Optik- und Instrumententrokare mit einem Durchmesser von 7 mm und Klammernahtgerätetrokare von 10 mm benutzt. Dies macht eine Inzisionslänge von ca. 1 cm aus. Der postoperative Schmerzmittelbedarf ist in jedem Falle gering. Es entstand in keinem Fall postthorakoskopisch eine Pneumonie oder Atelektase. Dies kann durchaus als Ausdruck nur geringfügig schmerzbedingt eingeschränkter Atemfunktion interpretiert werden. Zum postoperativen Krankenhausaufenthalt von im Mittel 9,4 Tagen (3-40 Tage) muss gesagt werden, dass zwar viele Patienten als gesund entlassen wurden, aber einige Personen wegen anderweitiger Abklärungen und Therapiemaßnahmen in andere Kliniken überwiesen, oder auf andere Stationen verlegt wurden. Am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt/M. steht heute die **diagnostische Thorakoskopie** im Vordergrund. Sie ist mittlerweile ein gewichtiges diagnostisches Standardverfahren, das hauptsächlich bei unklaren Pleuraergüssen und Lungenrundherden sowie Spontanpneumothoraces eingesetzt wird. Insgesamt wurden 68 diagnostische Thorakoskopien (75%) vorgenommen. Innerhalb dieser Eingriffe wurde nicht nur die Pleurahöhle visualisiert, sondern es wurden auch multiple Probeexzisionen entnommen und vorhandene Ergüsse ausgeräumt. In allen Fällen konnte postthorakoskopisch eine Diagnose gestellt werden. Bei einer geringen Schnitt-Naht-Zeit kam es zu keinen intraoperativen Komplikationen (3 intraoperative Blutungen mit geringen Blutverlusten). Die Hospitalisationsdauer von durchschnittlich 7,8 Tagen und der Schmerzmittelbedarf ist gering. Aufgrund dieser Gegebenheiten kann die

diagnostische Thorakoskopie als ein sicheres und effizientes Verfahren bezeichnet werden. Zudem können die Patienten in den meisten Fällen schnell mobilisiert und entlassen werden. Die diagnostische Thorakoskopie bietet weiterhin gleichzeitig die Möglichkeit, innerhalb des Eingriffes therapeutisch vorzugehen. Liegt ein Erguss vor, kann dieser ausgeräumt werden, liegen Adhäsionen vor, kann eine Adhäsiolektomie durchgeführt werden. Bei Pleuraverschwartungen können Dekortikationen vorgenommen werden. Stellt sich nach einem Schnellschnittverfahren heraus, dass Veränderungen an Pleurablättern oder der Lunge maligner Ursache und diese nicht operabel sind, kann eine Talcum-Pleurodesis durchgeführt werden, um Ergussrezidiven vorzubeugen (palliative Maßnahmen). Bei Spontanpneumothoraces können gleichzeitig emphysematös veränderte Lungenbezirke durch eine atypische Segmentresektion entfernt werden, um so eine Heilung herbeiführen und Rezidiven vorbeugen zu können. Bei jeder diagnostischen Thorakoskopie besteht immer die Möglichkeit zur Konversion, um weiter kurativ vorzugehen. Die Anwendung der Thorakoskopie führte bei 5 Patienten mit **Spontanpneumothorax** zum Erfolg. Alle diese Patienten wiesen Emphysembullae auf. Sie konnten alle erfolgreich durch eine atypische Segmentresektion entfernt werden, wobei man bei 3 Patienten gleichzeitig eine partielle Pleurektomie durchführte. Bei keinem Patienten kam es zu intraoperativen Blutungen oder sonstigen Komplikationen. Die Patienten konnten ausnahmslos schnell mobilisiert werden und wurden nach kurzer Zeit als gesund entlassen. Von keinem dieser Patienten ist ein Rezidiv bekannt. Die Rezidivrate nach alleiniger Drainagebehandlung liegt bei 21% (BOUTIN et al. 1991). Als Schmerzmittelbedarf waren Tramadol und Metamizol per os bei kaum eingeschränkter Atemfunktion ausreichend. Dies lässt den Schluss zu, dass die thorakoskopische Behandlung des

Spontanpneumothorax unabhängig von dessen Ätiologie ein erfolgversprechendes Behandlungskonzept darstellt. Neben der Möglichkeit, die ursächliche Läsion visuell präzise zu orten, gestatten die heute zur Verfügung stehenden Instrumente und zum Einsatz gelangenden Techniken (Segment-, Keilresektion, Pleurektomie) eine weitgehend sichere Versorgung. Allerdings muss im Vorfeld geklärt werden, wo und wie groß die ursächliche Läsion ist. In vielen Fällen haben sich die Operateure präoperativ für eine Minithorakotomie (VATS) entschieden. Ebenfalls sollte der Umstieg von der Thorakoskopie zur Minithorakotomie (VATS) kein Problem darstellen, wenn sich intraoperativ herausstellt, dass die Behandlung über die Minithorakotomie technisch besser durchführbar ist (9.2 Diskussion der VATS). Von 22 Spontanpneumothoraces wurden am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main 5 thorakoskopisch (22,7%) und 17 über die VATS (77,3%) behandelt. Unter Umgehung einer Thorakotomie wurden 3 **Pleuraempyeme** thorakoskopisch durch Adhäsioolyse, Empyemevakuation, mehrfache Lavage und Instillieren eines Drainagesystems erfolgreich behandelt. Alle Patienten wiesen exsudative bis fibrinopurulente Pleuraempyeme auf. In dieser Empyemphase vermochte die thorakoskopische Behandlung das weitere Fortschreiten der Erkrankung zu verhindern und eine vollständige Genesung des Patienten herbeizuführen. In einem Fall war das Empyem weiter fortgeschritten, so dass sich der Operateur innerhalb des thorakoskopischen Eingriffs zur Minithorakotomie (VATS) entschied. Bei einem anderen Patienten war das Pleuraempyem so massiv gekammert, dass ein Umstieg zur Thorakotomie vorgenommen werden musste. Daraus folgt, dass ein Pleuraempyem nur in der exsudativen bis fibrinopurulenten Phase gut thorakoskopisch zu behandeln ist. Befindet sich das Empyem in einer späteren Phase, müssen andere operative Maßnahmen wie die Minithorakotomie oder

Thorakotomie erfolgen. Bei jedem Pleuraempyem ist es das Ziel, die Pleurahöhle wieder als eine Kammer herzustellen, um das gesamte Empyem evakuieren, eine vollständige Lavage durchführen und ein funktionierendes Drainagesystem instillieren zu können. Gelingt es nicht Fibrinablagerungen auf beiden Pleurablättern zu entfernen, muss trotz freipräparierter Pleurahöhle eine Dekortikation vorgenommen werden, damit sich die gefangene Lunge wieder entfalten kann. Sind die Fibrinablagerungen umfangreich, gelingt dies häufig nur über die Minithorakotomie oder klassischen Thorakotomie. Dennoch darf die thorakoskopische Sanierung des Pleuraraums beim frühen Empyem als ein erfolgversprechender Ansatz bezeichnet werden. Weiterhin konnten **Tumoren** thorakoskopisch exstirpiert werden. Diese wurden nur dann entfernt, wenn es benigne Tumore waren, oder um die Lebensqualität eines an Krebs erkrankten Patienten zu verbessern und sein Leben zu verlängern (palliative Eingriffe), oder um die Geschwülste eingehend untersuchen zu können (s. 9.3 Grenzen der minimal-invasiven Chirurgie im Thorax). Kurative Tumorexstirpationen erfolgten ausschließlich über die Minithorakotomie oder klassische Thorakotomie. Erfolgversprechend stellen sich die thorakoskopisch durchgeführten **Talcum-Pleurodesen** dar. Insgesamt wurden 12 Talcum-Pleurodesen thorakoskopisch vorgenommen. Davon lagen in 11 Fällen maligne Ergüsse und in einem Fall ein rezidivierender Pleuraerguss bei Leberzirrhose vor. Bei einer geringen Schnitt-Naht-Zeit kam es bei 2 Patienten (16,6%) zu geringen intraoperativen Blutungen. Die durchschnittliche Drainage-Verweildauer ist im Verhältnis zu anderen thorakoskopischen Behandlungen relativ hoch, nämlich 8,4 Tage (4-21 Tage). Dies lag vor allem an den Erkrankungen, die vorlagen und zu massiven rezidivierenden Pleuraergüssen geführt haben. Es kam bei jedem Patienten zu merklicher Besserung des

Allgemeinzustandes und nicht zu Ergussrezidiven. Finden beim malignen Pleuraerguss die beiden Pleurablätter nach Ergussentleerung Kontakt zueinander und profitiert der Patient respiratorisch von der Flüssigkeitsevakuierung, stellt auch die thorakoskopisch durchgeführte Talcum-Pleurodese einen etablierten Eingriff dar, nach dessen Durchführung in den meisten Fällen eine Rezidivfreiheit erwartet werden darf. Um **postoperatives Fieber** möglichst niedrig zu halten, sollten perioperativ Antibiotika gegeben werden (s. 5.10 Postoperatives Fieber und perioperative Antibiotikagaben bei Patienten mit minimal-invasiven Thoraxeingriffen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main).

#### 9.1.1 Schlussfolgerung

1. Mit der Thorakoskopie steht eine operative Technik zur Verfügung, die im Vergleich zur Thorakotomie mit geringem Schmerzmittelbedarf und geringfügig eingeschränkter Atemfunktion den gesamten Atemgürtel schont.
2. Die Komplikationsrate der Thorakoskopie ist niedrig. In keinem Fall führte die Abtragung von Lungensegmenten mit Klammernahtgeräten zu einer Blutung oder Luftleakage. Ob die Komplikationsrate niedriger ist als die Komplikationsrate der Thorakotomie muss noch durch vergleichende Untersuchungen unter Beweis gestellt werden.
3. Mit einem durchschnittlichen postoperativen Krankenhausaufenthalt von 9,2 Tagen ist die Hospitalisationsdauer kurz.
4. Die Thorakoskopie ist ein sicheres Verfahren, mit dem gutartige Erkrankungen ohne die Nachteile eines großen, offenen Zugangs behandelt werden können.
5. Die diagnostische Thorakoskopie erweist sich als ein mittlerweile

unverzichtbares diagnostisches Hilfsmittel, da thorakoskopisch gewonnene Gewebeproben bei Veränderung beider Pleurablätter, ebenso wie bei diffusen Lungenerkrankungen, in über 95% aller Fälle zur Diagnose führen. Zusammen mit der Möglichkeit, umschriebene periphere Lungenrundherde mit der Keil- oder Segmentresektion zu entnehmen, darf die thorakoskopische Exploration als echte Alternative zur herkömmlichen Probethorakotomie bezeichnet werden.

6. Die kleinen Inzisionen bieten einen vorteilhaften kosmetischen Effekt.

## **9.2 Diskussion der VATS**

Der gesamte Eingriff wird über eine aufgesetzte Kamera auf ein Monitor übertragen (in einigen Veröffentlichungen wird auch die Thorakoskopie mit aufgesetzter Kamera zu den VATS gezählt. Am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main werden lediglich Minithorakotomien als VATS bezeichnet). Wie die Thorakoskopie wird auch die VATS zu den minimal-invasiven Methoden gezählt. Aufgrund der geringen postoperativen Schmerzen und der Schonung des Atemgürtels wird häufig die VATS bei Patienten in schlechtem Allgemeinzustand der klassischen Thorakotomie vorgezogen. Über die Minithorakotomie sind Komplikationen wie Blutungen besser zu beherrschen und bestimmte Operationstechniken (Dekortikationen, Tumorentfernungen, atypische Keil- und Segmentresektionen, umfangreiche Probeexzisionen, Lobektomien) besser und leichter durchführbar. Immer wenn die thorakoskopische Methode an ihre Grenzen gestoßen ist, entschied sich der Operateur zur VATS. Am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main wurden insgesamt 54 VATS durchgeführt. An erster Stelle der

Operationstechniken stehen mit 29 Fällen (53,7%) die **atypischen Segmentresektionen**. Die Schnitt-Naht-Zeit ist mit durchschnittlich 67 Minuten unwesentlich länger als bei den Thorakoskopien. Vier intraoperative Blutungen gingen mit einem relativ geringen und mit den bei Thorakoskopien vergleichbaren Blutverlusten einher. Wie auch bei den Thorakoskopien war in keinem Fall die Segmentresektion aus einem Lungenlappen mit einem Klammernahtgerät die Blutungsursache. Die Hospitalisationsdauer ist relativ kurz und ungefähr gleich mit denen nach Thorakoskopien. In 3 Fällen musste zusätzlich zu Tramadol und Metamizol per os Piritramid i.m. appliziert werden. Auch hier ist der Schmerzmittelbedarf im Vergleich zur Thorakoskopie unwesentlich höher. Die Behandlung des **Spontanpneumothorax** rangiert an erster Stelle der durchgeführten atypischen Segmentresektionen über die VATS. In insgesamt 15 Fällen (51,7%) konnte der Spontanpneumothorax erfolgreich behandelt werden. Nur in einem Fall (6,7%) kam es noch während des postoperativen Krankenhausaufenthaltes zu einem Rezidiv der operierten Seite. Mittlerweile (insbesondere bei Emphysebullae) zählt die atypische Segmentresektion über die VATS am Krankenhaus Nordwest Frankfurt am Main zur Standardmethode, um Spontanpneumothoraces zu behandeln. Nach der Krankenhauserlassung wurde in keinem Fall ein Rezidiv bekannt. Ein weiterer Patient mit rezidivierendem Spontanpneumothorax wies nicht nur multiple Emphysebullae auf, es waren zusätzlich die Lungenlappen hochgradig emphysematös verändert. Bei dieser Person entschloss man sich deshalb, eine sogenannte „**Lung-Volume-Reduction**“ über VATS durchzuführen. Hierbei werden durch eine Segmentresektion sämtliche Lungenlappenränder mit Hilfe eines Klammernahtgerätes abgetragen, um so für die Lunge im Thorax Platz zu schaffen. Der Patient konnte nach 8 Tagen gesund aus dem Krankenhaus entlassen werden. Auch

in diesem Fall ist ein Rezidiv nicht bekannt. Die atypische Segmentresektion über die VATS stellt eine erfolgreiche kurative Methode zur Behandlung des Spontanpneumothorax dar. Weiterhin wurden 6 weitere benigne Erkrankungen durch die atypische Segmentresektion über die VATS behandelt. Zu diesen zählen **2 Lungenabszesse, 1 benigner Lungentumor, 1 Tuberkulom, 1 Lungenatelektase und 1 anthrakotischer Lymphknoten**. In allen Fällen konnte durch die Segmentresektion der jeweils erkrankte Lungenabschnitt reseziert werden. Jeder Eingriff führte so zur vollen Genesung des Patienten. In keinem Fall kam es intraoperativ zu Blutungen oder sonstigen Komplikationen. Es zeigt sich, dass auch andere benigne Erkrankungen des Thorax mit der atypischen Segmentresektion über die VATS erfolgreich zu behandeln sind und diese Operationsmethode, besonders bei schlechtem präoperativen Allgemeinzustand des Patienten, der kurzen Hospitalisationsdauer und des geringen postoperativen Schmerzmittelbedarfs, eine echte Alternative zur Thorakotomie darstellt. In 7 Fällen entschied sich der Chirurg zu einem **diagnostischen Eingriff über die VATS**, um multiple Probeexzisionen entnehmen zu können. Bei diesen Patienten war es nur über die VATS möglich, dies durchzuführen. Liegen viele Veränderungen in verschiedenen Bezirken des Thorax vor, und ist es notwendig aus all diesen veränderten Bezirken Gewebeproben zu gewinnen, geht dies häufig nur über eine Minithorakotomie. Ähnlich verhält es sich bei **Dekortikationen**, wenn starke und umfangreiche Verschwartungen der Pleurablätter und/oder massive Adhäsionen vorliegen. Erst über die Minithorakotomie wird es möglich, eine Dekortikation der gesamten Pleurahöhle vorzunehmen. Zudem treten bei Dekortikationen oft Blutungen auf, die über die Minithorakotomie besser beherrschbar sind. Bei 5 durchgeführten Dekortikationen kam es in 4 Fällen zu intraoperativen Blutungen mit

teilweise hohen Blutverlusten. Alle Blutungen konnten über die VATS problemlos gestoppt werden, ohne dass Gaben von Erythrozytenkonzentraten nötig waren. Dekortikationen können sich schwierig gestalten, was an der relativ langen Schnitt-Naht-Zeit erkennbar wird. Dennoch ist der Krankenhausaufenthalt kurz. Alle Erkrankungen die diese Dekortikationen erforderten, waren benigner Ursache. In jedem Fall führte die Behandlung zum Erfolg und die Patienten konnten als gesund entlassen werden. Auch die Dekortikation über die VATS ist somit bei einer relativ kurzen Hospitalisationsdauer und geringem postoperativen Schmerz eine erfolgversprechende minimal-invasive Methode. Bei 5 Patienten konnten **Tumoren** über die VATS aus dem Mediastinum entfernt werden. Alle resezierten Geschwülste waren benigner Natur. An der relativ langen Schnitt-Naht-Zeit kann gesehen werden, dass die Tumorentfernung aus dem Mediastinum ein komplizierter Eingriff ist. Trotz der technisch schweren Operation ist der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt kurz. Auch bei minimal-invasiven Eingriffen im Mediastinum zeigt sich die Effektivität dieser Methode bei benignen Erkrankungen. Bei 2 Patienten konnten über die VATS **Lobektomien** vorgenommen werden. Eine Person hatte einen **benignen Lungentumor**, während die andere Person **Lungenmetastasen** entwickelt hatte. Der benigne Lungentumor konnte mit dem gesamten Lungelappen entfernt werden. Die Resektion des Lungelappens erfolgte durch ein Klammernahtgerät. Trotz des langen Eingriffs und der Entfernung eines gesamten Lungelappens kam es zu keiner Blutung. Der Patient konnte trotz einer Lobektomie schon nach kurzer Zeit aus dem Krankenhaus entlassen werden. Obwohl der gesamte Unterlappen entfernt wurde, war der Schmerzmittelbedarf gering. Beim Patienten, der Lungenmetastasen entwickelt hatte, wurde nicht nur der rechte Unterlappen reseziert, sondern zusätzlich eine atypische

Segmentresektion aus dem rechten Oberlappen und eine radikale Lymphknotendissektion über die VATS vorgenommen. Es kam zu keiner intraoperativen Blutung und die Drainage verblieb trotz des großen Eingriffs nur 3 Tage. Nach 16 Tagen wurde der Patient zur weiteren Behandlung in eine andere Klinik überwiesen. Entscheidend bei diesen zwei Eingriffen ist erstens die erfolgreiche Durchführbarkeit der Lobektomie über VATS und zweitens die trotz der Entfernung eines gesamten Lungenlappens relativ kurze Hospitalisationsdauer beim Patienten mit benignem Lungentumor. In diesem Fall zeigt sich, dass minimal-invasiv durchgeführte Lobektomien unter Umgehung einer Thorakotomie durchaus zur Heilung des Patienten führen können. Weiterhin wurden 8 **maligne Tumorerkrankungen** des Thorax mit der atypischen Segmentresektion über die VATS behandelt (9.3 Grenzen der minimal-invasiven Chirurgie des Thorax.). Nur bei einer Person war dies eine kurativer Eingriff. Alle anderen 7 Behandlungen dienten der Probengewinnung oder der Steigerung der Lebensqualität bzw. der Lebensverlängerung von Patienten (palliative Eingriffe). Diese Patienten konnten nach kurzer Zeit entlassen oder weiter überwiesen werden. Im Falle des kurativen Eingriffs lagen keine Informationen über ein Tumorrezidiv vor. Maligne Tumorerkrankungen des Thorax stellen die Grenzen der minimal-invasiven Methode dar. Palliative oder symptomatische minimal-invasive Eingriffe können durchaus durchgeführt werden und sind zum Teil sogar indiziert bei nicht mehr chirurgisch heilbaren malignen Erkrankungen. Diese Patienten profitieren durchaus von der minimal-invasiven Technik. Oft sind sie im schlechten Allgemeinzustand und können nach dem Eingriff schneller mobilisiert und nach Hause entlassen werden.

### 9.2.1 Schlussfolgerung

1. Die VATS ist ein sicheres Verfahren, mit dem gutartige Erkrankungen im Thorax und palliative Eingriffe ohne die Nachteile eines großen Zuganges operativ behandelt bzw. durchgeführt werden können.
2. Stößt die Thorakoskopie an ihre Grenzen, stellt die VATS eine echte Alternative zur Thorakotomie dar.
3. Die VATS kann zur diagnostischen, sollte aber nicht zu kurativen Exzisionen von Lungenrundherden eingesetzt werden, sofern kein hohes Operationsrisiko vorliegt.
4. Die Behandlung von malignen peripheren Lungentumoren über die VATS sollte nur bei Patienten mit einem hohen Operationsrisiko unter kurativem Ansatz angewendet werden. Hierbei muss ein erhöhtes Lokal-Rezidivrisiko beachtet werden.

### 9.3 Grenzen der minimal-invasiven Chirurgie im Thorax

Zu den Grundsätzen der onkologischen Chirurgie beim Bronchialkarzinom, aber auch anderen malignen Tumoren gehört die Resektion im gesunden Gewebe, kombiniert mit der mediastinalen Lymphknotendissektion (MARTINI et al. 1995, SCHILDBERG und SUNDER-PLASSMANN 1990, SCHIRREN et al. 1994). Atypische Keilresektionen genügen diesen Regeln nicht und sollten nur für die Schnellschnittdiagnostik durchgeführt werden. Selbst atypische Segmentresektionen haben eine deutlich höhere Rate an Lokalrezidiven als Lobektomien (MARTINI et al. 1995, GINSBURG und RUBINSTEIN 1994). Bei Lungentumoren mit einem Durchmesser unter 3 cm können bei bis zu 50% der Fälle mediastinale Lymphknotenmetastasen nachgewiesen werden (SCHIRREN et al. 1994,

MACKOY et al. 1991). Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer mediastinalen Lymphadenektomie, die minimal-invasiv zwar möglich, aber bisher nur in wenigen Zentren etabliert ist (LANDRENEAU et al. 1993). Hier stehen noch wichtige Resultate aus. Wird ein Rundherd minimal-invasiv reseziert, der potentiell maligne erscheint, sollte die Bergung über einen Plastiksack geschehen. Wird der Rundherd nicht mit einem Sack geborgen, können Implantationsmetastasen, wie auch nach transthorakalen Biopsien, an der Extraktions- oder Punktionsstelle entstehen (MOLOO et al. 1985, SEYFER et al. 1989, SINNER und ZAJIEKY 1976). Darüber hinaus sollte bei der minimal-invasiven Resektion ein ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden. Kommt es zu einer zu knappen Resektion, kann es bei kleinen peripheren Rundherden zur Tumorzellaussaat kommen (ALLEN und PAIROLERO 1995, FRY et al. 1995, WALSH und NESBITT 1995). Außerdem ist darauf zu achten, dass die minimal-invasive Resektion eines potentiellen malignen Rundherdes bei vollkommen entlüfteter Lunge durchgeführt wird. Ist dies nicht der Fall, kann trotz ausreichendem Sicherheitsabstand die Klammernahrtreihe aufreißen und so eine Tumorzellkontamination der Pleurahöhle verursachen. Aufgrund dieser Erfahrungen sollte die minimal-invasive Resektion nur noch bei peripheren malignen Rundherden mit einem Durchmesser von weniger als 2 cm durchgeführt werden. Bei größeren Herden wird ein zu geringer Sicherheitsabstand bei der minimal-invasiven Resektion und eine damit verbundene mögliche Tumorzellaussaat befürchtet. Die Laserresektion bildet hierbei eine Möglichkeit, um diese Tumorzellaussaat zu verhindern. Ausnahmen können Patienten mit einer eingeschränkten Lungenfunktion sein, bei denen durchaus der minimal-invasive Eingriff auch bei malignen Tumorerkrankungen indiziert sein kann. Die Ein-Lungenbeatmung während des minimal-invasiven Eingriffs

ist bei Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion durchaus durchführbar. Häufig werden minimal-invasive Resektionen bei ausschließlich subpleuralen Rundherden durchgeführt, die kleiner als 2 cm sind, oder bei Patienten mit schlechter oder grenzwertiger Lungenfunktion, die 3-cm-Herde aufweisen. In einigen Fällen werden aber auch größere Tumore reseziert. Zudem wird oft vor und nach der Resektion des Tumors eine Pleuralavage zur zytologischen Untersuchung und als Qualitätskontrolle vorgenommen (BUHR et al. 1990). Sollte sich im Rahmen der diagnostischen Thorakoskopie oder VATS der Verdacht auf ein Bronchialkarzinom ergeben, schließen Chirurgen am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main in der Regel die offene (Thorakotomie) Resektion und Lymphknotendissektion an, da diese minimal-invasiv nicht in dem Maße durchgeführt werden kann. Dieses Vorgehen entspricht dem Standard und den allgemeinen Leitlinien.

### 9.3.1 Begrenzte Resektion des Bronchialkarzinoms

Das Standardverfahren für die Behandlung des peripheren Bronchialkarzinoms ist die Lobektomie mit mediastinaler Lymphknotendissektion. Entsprechend einer randomisierten Studie der Lung Cancer Study Group (1998) zeigen die Patienten nach begrenzter Resektion ein erhöhtes Lokal-Rezidivrisiko (20%) und eine Einschränkung der 5-Jahres-Überlebensrate (5-J-ÜLR), die 18% nicht überschreitet. Die Segmentresektion weist im Vergleich zur Keilresektion eine geringere Lokalrezidivrate auf. Daraus folgt, dass die Lobektomie mit Lymphknotendissektion über eine Thorakotomie bei einem peripheren Bronchialkarzinom und vertretbarem allgemeinen Operationsrisiko die Therapie der Wahl bleibt. Demgegenüber zeigt die konservative

Behandlung des Bronchialkarzinoms deutlich schlechtere Ergebnisse. Wird die Lobektomie wegen allgemeiner und spezieller Risikofaktoren abgelehnt und die primäre Radiotherapie durchgeführt, haben auch Patienten mit klinischem Stadium eine schlechte Prognosen (5-J-ÜLR: 12,5%) (OHLHAUSER et al. 1997). So sind die Ergebnisse der begrenzten Resektion deutlich besser zu bewerten als die jeder konservativen Behandlung. Die minimal-invasive Operation bietet damit bei sehr geringem Operationsrisiko einen kurativen Ansatz für Hoch-Risiko-Patienten mit peripherem Bronchialkarzinom, denen die Thorakotomie und Lobektomie nicht zugemutet werden kann.

### 9.3.2 Minimal-invasive Chirurgie und Lungenmetastasen

Bei der Resektion von Lungenmetastasen wird in der Regel parenchymsparend vorgegangen und die Lungenkeilresektion als Standardeingriff akzeptiert. Das Überleben der Patienten wird durch die Rezidivmetastasen in der Lunge oder Metastasen in anderen Organen bestimmt. Da die thorakoskopische Operation die sichere Palpation der Lunge nicht zulässt und die Minithorakotomie nur eine bedingte Palpation der Lunge zulässt, hängt die Radikalität des Eingriffs von den bildgebenden Verfahren ab. Die Sensitivität des Computertomogramms des Thorax, gemessen an der chirurgischen Exploration und Palpation der Lunge bei Verdacht auf Lungenmetastasen, wird mit bis zu 78% angegeben (PENCHOT und LIBSHITZ 1987). Die besten Ergebnisse erreicht die Computertomographie mit der Spiraltechnik, die bei Rundherden kleiner als 1 cm einen Vorteil bis zu 42% im Vergleich zum konventionellen CT bietet (KAUZCOR und HANSEN 1994). In den Untersuchungen von MCCORMACK et al. (1993) wird ein hoher Prozentsatz von falsch

negativen Befunden im Thorax-CT (25%) beschrieben. In einer Pilotstudie (MCCORMACK und BANJIF 1996) wurden Patienten mit Lungenmetastasen erst minimal-invasiv operiert und anschließend thorakotomiert. Die Studie wurde nach 18 Patienten abgebrochen, weil bei 10 der 18 Patienten (56%) zusätzlich maligne Rundherde erst durch die Thorakotomie erfasst wurden. Allerdings bilden schon heute neue Entwicklungen von diagnostischen Verfahren eine Ausnahme und diesbezüglich einen echten Fortschritt. Die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) ist eine ausgezeichnete Suchmethode bei vermuteter Krebserkrankung und vermuteten Metastasen. Das Prinzip der PET bei malignen Tumoren: Krebszellen benötigen wegen ihres unkontrollierten Wachstums mehr Nährstoffe wie Glukose oder Aminosäuren. Deshalb ist die tumorale Glukose- oder Aminosäureaufnahme oft um mehr als das Zehnfache gegenüber dem Normzustand gesteigert. Dieser erhöhte Stoffwechsel kann mit geeigneten Radiopharmazeutika und PET empfindlich nachgewiesen und bildlich dargestellt werden. Am häufigsten wird derzeit 2-F-18 Fluor-desoxyglukose (FDG), ein Glukoseanalog, als „Marker“ des Zuckerstoffwechsels verwendet. PET kann in 1-1,5 Stunden den gesamten Körper nach Primärtumoren und ihren Metastasen absuchen und eignet sich in vielen Fällen zur Frühdiagnostik, Stadieneinteilung und Therapiekontrolle bei Krebserkrankungen (RESKE 1998). Durch PET-Untersuchungen können sowohl Metastasen in den mediastinalen Lymphknoten als auch Fernmetastasen von Patienten mit nichtkleinzelligem Lungenkarzinom häufiger entdeckt werden als mit anderen diagnostischen Verfahren wie CT, US oder Knochenszintigraphie. Dies zeigte die Untersuchung von 102 Patienten mit operablen Lungenkarzinomen an der Universität in Groningen, Niederlande (GROEN 2000). Die Ergebnisse aus PET-Scans wurden dabei verglichen mit denen

anderer Methoden und mit dem histopathologischen Befund. Bei 11 Patienten wurden durch PET-Untersuchung Fernmetastasen festgestellt, die sonst nicht entdeckt worden wären. Insgesamt 62 Patienten konnten so einem anderen Stadium zugeordnet werden, 20 von ihnen einem niedrigeren und 42 einem weiter fortgeschrittenen Stadium. Sensitivität und Spezifität der PET lagen bei 91% und 86 %, die vergleichbaren Werte der CT-Untersuchung bei 75% und 66% (GROEN 2000). Wichtig sei allerdings, betonen die Autoren, die PET-Befunde durch invasive Untersuchungen wie etwa Mediastinoskopien mit Biopsie zu sichern, da ansonsten aufgrund falsch positiver Ergebnisse bei 17% der Patienten eine möglicherweise kurative Operation unter-lassen worden wäre (PIETERMANN 2000, GROEN 2000). Der Einsatz der PET beim Staging von Patienten mit nichtkleinzelligem Lungenkarzinom könnte aber ihrer Ansicht nach die Zahl der Untersuchungen und invasiven Eingriffe verringern. PET ist jedoch bei Kosten von etwa 1.500 DM bis 2.500 DM pro Untersuchung nicht billig, so dass aus Kostengründen präzise festgelegt werden muss, wann das Verfahren sinnvoll zur Krebsdiagnostik eingesetzt wird. Weil dieses Verfahren so kostspielig ist, kommt es für die tiermedizinische Diagnostik in der Praxis kaum in Frage.

### 9.3.3 Zusammenfassung

Möglichkeiten und Grenzen der minimal-invasiven Eingriffe am Thorax werden neben dem technischen Fortschritt durch die persönliche Erfahrung und Einstellung des Operateurs bestimmt. In der onkologischen Chirurgie am Thorax liegen die Grenzen der minimal-invasiven Methode in der Radikalität des Eingriffes. Die mangelnde Palpation begrenzt die exakte Beurteilung des Hilus und des Lungenparenchyms, so dass Tumore

übersehen werden können. Weiterhin kann es zu Pleura- und Thoraxwandrezidiven nach minimal-invasiver Resektion von Bronchialkarzinomen und Lungenmetastasen kommen. Die begrenzte Resektion des Bronchialkarzinoms ist der Lobektomie mit mediastinalen Lymphknotendisektion in Bezug auf das onkologische Ergebnis unterlegen, der konservativen Behandlung jedoch weit überlegen. Bei der geringen Komplikationsrate der VATS und den akzeptablen Ergebnissen der begrenzten Segmentresektion des Bronchialkarzinoms wird die Indikation zur minimal-invasiven Resektion von Bronchialkarzinomen als Möglichkeit der onkologischen Chirurgie für Patienten diskutiert, die nicht einer Thorakotomie unterzogen werden können. Die Lungenmetastasen werden mehrheitlich durch eine Keilresektion behandelt. Der Mangel liegt auch hier in der fehlenden Palpation der Lunge, die als intraoperativer Standard in der Detektion der Lungenmetastasen angesehen wird.

#### 9.3.4 Schlussfolgerung

1. Die Resektion peripherer Bronchialkarzinome erfolgt durch Lobektomie und mediastinale Lymphknotendisektion, wenn das Risiko des Eingriffs dem Patienten zugemutet werden kann.
2. Bei Verdacht auf Lungenmetastasen sollte weiterhin der offene Zugang gewählt werden, weil man bei der VATS auf die präoperative Diagnostik angewiesen ist, die der intraoperativen Palpation unterlegen ist. Eine Alternative bildet hierbei die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), durch die Tumoren und Metastasen weit häufiger entdeckt werden als mit anderen präoperativen diagnostischen Verfahren.

## **10 Diskussion der Thorakoskopie in der Kleintiermedizin**

### **10.1 Diskussion über Material und Methoden**

Die meisten Techniken der operativen Thorakoskopie in der Kleintiermedizin sind noch in der Entwicklung, sind aber mit der Entwicklung der Thorakoskopie in der Humanmedizin eng verknüpft. Geräte- und Instrumententechnik werden in den folgenden Jahren die Etablierung von Standard-Operationsverfahren wesentlich bestimmen. Dennoch haben sich für häufige Eingriffe bestimmte Operationsmuster herauskristallisiert und bewährt. Ganz klar im Vordergrund steht hier die Diagnostik. In der heutigen, noch frühen Phase der thorakoskopischen Chirurgie der Kleintiermedizin sollten die Chirurgen bemüht sein, nur bewährte Techniken aus der konventionellen Thoraxchirurgie auf die endoskopische Methode zu übertragen und neue intrathorakale Verfahren zunächst in der offenen Thoraxchirurgie bewerten. Der Bedarf an Instrumentarium und Technik muss zukünftig mehr vom Chirurgen und seinen Erfahrungen definiert werden. Es ist unsinnig und schadet der Methode, wenn aus einem Sammelsurium wettbewerbsorientierter Instrumente und Geräte das gerade passend erscheinende für diese sensible Chirurgiemethode ausgesucht wird. Nicht alle Methoden, Geräte und Instrumente aus der Humanmedizin sind auf die Tiermedizin übertragbar. Dieser Grundsatz sollte immer berücksichtigt werden. Instrumente für die endoskopische Chirurgie der Kleintiermedizin brauchen wie die chirurgischen Therapiemethoden selbst ein geschlossenes Konzept, das sich an der Operationstechnik orientiert und nicht umgekehrt.

## **10.2. Diskussion der Ein-Lungenventilation mit einem Doppellumentubus**

Bei beiderseitiger Beatmung in Seitenlage wird die obere Lunge gut ventiliert, aber schlecht perfundiert (Rechts-Links-Shunt), während es bei der unteren Lunge genau umgekehrt ist (Links-Rechts-Shunt). Die Folge ist eine Ventilations-Perfusionsstörung, die sich bei der Thoraxeröffnung und beim Kollabieren einer Lunge noch weiter verschlechtert. Durch die einseitige Beatmung der unten liegenden Lunge wird dieser Ventilations-Perfusionsstörung in gewissem Maße entgegengewirkt. Die Perfusion der nichtventilierten, oben liegenden Lunge wird durch die reflektorische hypoxisch-pulmonale Vasokonstriktion (HPV) als Folge des Kollaps bei einer gesunden Lunge um etwa 50% reduziert und der ventilierten, unten liegenden Lunge zugeführt, so dass aus der verbesserten Ventilation und Perfusion der unten liegenden Lunge ein optimiertes Ventilations-Perfusions-Verhältnis resultiert (BEMMOF 1985, ZOLLINGER 1999). Zur Vermeidung von Hypoxämie sollte das Atemvolumen, das bei der beiderseitigen Beatmung verwendet wurde, beibehalten werden, soweit es der Beatmungsdruck erlaubt. Die Verwendung von reinem Sauerstoff im Atemgas und die Überwachung der O<sub>2</sub>-Sättigung mit Pulsoximetrie ist obligat. Die Anwendung eines positiv endexpiratorischen Drucks (PEEP) während einseitiger Beatmung bietet keinen Vorteil zur Verminderung von Hypoxämie, da es zu einem Anstieg des pulmonalen Gefäßwiderstandes in der ventilierten Lunge kommt. Da kristalloide Infusionslösungen (Kochsalz, Vollelektrolytlösung) im Gegensatz zu kolloidalen Lösungen ungehindert durch Zellmembranen diffundieren, besteht bei ersteren möglicherweise die Gefahr der Erhöhung der extravaskulären Lungenflüssigkeit mit der Folge einer weiteren Verschlechterung der

Ventilation/Perfusion. Aus diesem Grund sollte bei thorakalen Eingriffen kolloidalen Lösungen der Vorzug gegeben werden (BEMMOF 1985).

#### 10.2.1 Vorteile der einseitigen Beatmung

Die Nichtbeatmung der Lunge auf der Operationsseite verbessert den chirurgischen Zugang durch Ruhigstellung und Kollaps der Lunge, reduziert das Ausmaß des Lungentraumas, erlaubt chirurgische Eingriffe an den großen Bronchien ohne Schaffung eines Lecks und reduziert den Übertritt von Blut oder Sekreten in die kontralaterale Lunge. Ebenso kommt es durch Umverteilung der Ventilation zur Verbesserung des Gasaustausches. Jeder Teil der Lunge kann so getrennt bronchoskopiert, abgesaugt oder gebläht werden.

#### 10.2.2 Nachteile der einseitigen Beatmung

Da Doppellumen-Tuben nur in bestimmten Größen angeboten werden, können sie oft nur bei größeren Tieren angewendet werden. Ebenfalls nachteilig ist, dass die Gesamtlänge eines derartigen Tubus mit ca. 42 cm relativ kurz bemessen ist, wenn die Anschlussstücke an das bronchiale und tracheale Lumen um ca. 10 cm verlängert werden, was zur Vergrößerung des Totraums führt. Das Hauptproblem ist aber, die unter Umständen nicht ganz einfache Positionierung des Doppellumentubus in der Trachea.

### **10.3 Diskussion über die thorakoskopischen Techniken**

Die thorakoskopischen Techniken sind humanmedizinische Entwicklungen. Diese Techniken wurden von der Kleintiermedizin

weitgehend unverändert übernommen. Da die Thorakoskopie in der Kleintiermedizin eine noch sehr junge Methode ist, sind auf diesem Gebiet die Erfahrungen noch stark limitiert, und es müssen noch viele Erfahrungen gesammelt werden. Schon zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann aber gesagt werden, dass die durchführenden Operateure (MCCARTHY und MCDERMAID 1990, GIELEN et al. 1998, CHABCHOUB et al. 1992) eine sehr niedrige Komplikationsrate während der Eingriffe feststellen konnten. Keiner der Operateure hatte schwerwiegende Probleme mit der Durchführung, und keines der thorakoskopierte Tiere verstarb während des Eingriffes. Bei den Eingriffen kam es zu keinen signifikanten Veränderungen des Blutdrucks oder der Blutgase sowie Blutungen (KUDNIK et al. 2004). Zudem ergaben Erfahrungen von MCCARTHY und MCDERMAID (1990), dass es leichter ist, eine Thorakoskopie durchzuführen als eine Laparoskopie. Durch den Pneumothorax und den daraus resultierenden Lungenkollaps ist es nicht nötig, eine Thoraxinsufflation vorzunehmen, da genügend Raum entsteht. Das Verletzungsrisiko von Organen im Abdomen durch das Einführen des Trokars ist mit ausreichender Insufflation weitaus höher, da hier die Organe relativ lose und daher beweglich vorliegen. Das Hauptproblem sind fehlende, schützende knöcherne Strukturen im Abdomen, die Bauchdecke gibt nach. Die Organe der Brusthöhle sind relativ unbeweglich und verändern kaum ihre Lage im Thorax. Zudem sind hier schützende knöcherne Strukturen in Form der Rippen und des Brustbeins vorhanden (MCCARTHY und MCDERMAID 1990). Durch die Ein-Lungenventilation wird das Verletzungsrisiko weiter minimiert. Aber auch ohne die Ein-Lungenventilation sind viele Eingriffe möglich, ohne ein zu hohes Verletzungsrisiko einzugehen. Der thorakale Raum bietet ideale Voraussetzungen zur Untersuchung mit dem Endoskop. Wenn der

negative Druck im Pleuralraum vermindert wird, kollabieren die Lungen und ihr Luftgehalt nimmt ab. In diesem Zustand bildet das Innere des Thorax ein biologisches Gewölbe. Die knöchernen Strukturen stabilisieren den Brustkorb, und der thorakale Raum kann einer genauen endoskopischen Untersuchung unterzogen werden. Gleichzeitig gibt es ausreichend Platz für endoskopische, minimal-invasive chirurgische Eingriffe. Die genaue dreidimensionale Kenntnis der anatomischen Strukturen ist Voraussetzung für eine erfolgreiche explorative Thorakoskopie. Sämtliche Lungenoberflächen sollten abgesucht werden, dazu muss der Pleuralspalt frei sein. Bei Betrachtung im Nahfeld können die oberflächlichen Alveolen plastisch dargestellt werden. Klar erkennbar ist die gesamte innere Oberfläche des Brustkorbs mit der Innenseite der Rippen, den Interkostalmuskeln, Nerven und Blutgefäßen. Auf der linken Seite lassen sich der N. phrenicus sinister, der linke N. vagus, der Ductus thoracicus, der Aortenbogen, die linke A. subclavia, die A. pulmonalis, die Aorta descendens, das Mediastinum und das Perikard mit dem Herzen darstellen. Auf der rechten Seite sind die klar identifizierbaren Strukturen die V. cava und die rechte V. azygos. Das Zwerchfell kann nahezu vollständig eingesehen werden. Der Oesophagus und die Trachea sind von jedem Hemithorax aus sichtbar. In jedem Falle wird eine Drainage empfohlen. Sie ermöglicht auch nach dem Eingriff eine vollständige Luft- und Ergussausträumung aus dem Thorax. Insbesondere bei größeren Eingriffen können kleine Blutungen entstehen, die durch das Saug-Drainagesystem auch über Tage aus dem Thorax entfernt werden können. Zudem lassen sich Blut- und Ergussmenge täglich kontrollieren und damit der Genesungsverlauf des Patienten verfolgen. Entstehen nach dem Eingriff große, eventuell lebensgefährliche Blutungen, sind diese im Auffangbehälter des Drainagesystems sofort nachzuweisen. Eine

Notoperation kann sofort eingeleitet werden. Bei Eingriffen direkt an der Lunge, wie z. B. Lobektomien oder Keilresektionen, können an Bronchien oder Bronchiolen kleine, kaum feststellbare Luftlecks zurückbleiben. Die so in den Pleuralraum einströmende Luft wird ebenfalls über das Drainagesystems abgesaugt. Auch hier ist ein größeres Luftleck durch das Drainagesystem diagnostizierbar. Aus eben diesen Gründen sollte die Drainage mindestens drei Tage im Brustraum verbleiben. Eine unbedingte Indikation zur Instillation eines Drainagesystems besteht beim Pleuraempyem. Der ständig entstehende eitrige Eguss muss teilweise über Wochen mittels Drainage aus dem Brustraum entfernt werden. Ein Problem besteht in der Fixierung des Drainagesystems. Es muss garantiert sein, dass die Drainage über Tage auch im Wachzustand des Patienten im Brustraum verbleibt. Bei der experimentellen Studie von CHABCHOUB et al. (1992) haben sich drei von 17 Hunden die Drainage selbst entfernt. Durch die unkontrollierte Entfernung der Drainage besteht ein hohes Risiko für das Entstehen eines Pneumothorax und einer Infektionen. Um dies zu verhindern, muss dem Patienten ein Halskragen aufgezogen und ein selbstklebender Verband über dem gesamten Thorax angelegt werden. Zudem muss die Drainage regelmäßig kontrolliert und das Tier beobachtet werden. Die Möglichkeit zur thorakoskopischen Probenentnahme und Biopsie verbessert die Diagnostik um ein Vielfaches. Bei makroskopischen Veränderungen hat der Operateur die Möglichkeit, eine zweite Inzision zu setzen und unter endoskopischer Kontrolle Instrumente zur Probenentnahme oder Biopsie einzuführen. Neben der makroskopischen Beurteilung des gesamten Hemithorax können veränderte Strukturen gleichzeitig histologisch, zytologisch oder bakteriologisch untersucht werden. Es gibt verschiedene spezielle endoskopische Instrumente die sich dazu eignen. Aber auch Tru-Cut-Biopsienadeln, Meglinikanülen sowie

einfache Spritzenkanülen können verwendet werden. Hier muss der Operateur seine eigenen Erfahrungen sammeln, so dass sich sein favorisiertes Instrument herausstellt. Für den Operateur muss immer ein minimales Verletzungs- und Blutungsrisiko bei optimaler Probe- und Biopstatgewinnung im Vordergrund stehen.

#### **10.4 Diskussion der thorakoskopischen und laparoskopischen Fenestration der thorakalen und lumbalen Intervertebralscheiben bei Hunden**

Die Ergebnisse der Studie von REMEDIOS et al. (1995) über die thorakoskopische und laparoskopische Fenestration der thorakalen und lumbalen Bandscheiben bei Hunden zeigen, dass Hunde mit Bandscheibenvorfällen eine mögliche Indikation für die endoskopische Methode sind. Kritisch muss gesagt werden, dass diese Studie nur an fünf gesunden Hunden durchgeführt wurde. Die Erfahrungen aus den Eingriffen an nur fünf Tieren reichen nicht aus, um endgültig eine Aussage über die Methode zu machen. Es kann auch keine Aussage gemacht werden, ob diese Methode zur operativen Behandlung eines Bandscheibenvorfalles erfolgreich eingesetzt werden kann. Reicht die Entfernung von 65% (oder gar nur 39%) der Nuclei pulposi aus, um bei den Hunden eine langanhaltende und ausreichende Heilung oder prophylaktische Wirkung hervorzurufen? Wie hoch ist die postoperative Komplikations- und Rezidivrate dieser Methode? Uns sind bisher keine Langzeituntersuchungen an Hunden, denen endoskopisch die thorakalen und/oder lumbalen Bandscheiben fenestriert wurden, bekannt. Weitere und umfangreichere Studien sind nötig. Es kann aber gesagt werden, dass Bandscheiben endoskopisch fenestriert werden können und diese Methode

zur Heilung eines Bandscheibenvorfalls führen kann. Es gibt, verglichen mit der konservativen oder üblichen chirurgischen Methode, Vorteile bei der endoskopischen Fenestration: Die endoskopische Fenestration ist schnell durchführbar, wenn der Operateur einen gewissen Routinegrad erreicht hat. Die endoskopische Methode ist weit weniger invasiv als die übliche chirurgische Methode. Die Rekonvaleszenz der Tiere ist im Vergleich zur chirurgischen Methode stark verkürzt. Es gab bei keinem Patienten intra- oder postoperative Komplikationen. Bei keinem Hund zeigte das Myelogram postoperative Veränderungen. Alle Tiere konnten nach den Eingriffen schmerzfrei gehen. Probleme bereitet bei der endoskopischen Fenestration die T13-L1-Bandscheibe. Da hier bei jedem Eingriff eine Diaphragmahernie geschaffen wird und nur 39% des Nucleus pulposus entfernt werden konnten, ist zu überlegen, ob hier die gängige chirurgische Methode (z. B. Hemilaminektomie) der endoskopischen Methode überlegen ist, oder die perkutane Fenestration als Alternative eingesetzt werden soll.

### **10.5 Diskussion der thorakoskopischen Perikardektomie**

Die thorakoskopische Perikardektomie besitzt viele Vorteile gegenüber der thorakotomischen Methode. Diese sind geringere postoperative Schmerzen und Wundkomplikationen sowie eine schnellere funktionelle Wiederherstellung des Patienten (WALSH et al. 1999, JACKSON et al. 1999). Die Ein-Lungenventilation erfordert spezielle Endotrachealtuben und ist technisch nicht immer einfach durchführbar. Zudem gibt es Risikopatienten, bei denen die selektive Beatmung zur unzureichenden Sauerstoffversorgung führen kann. Liegt der Patient in dorsaler Lage, ist die thorakoskopische Perikardektomie auch ohne die Ein-

Lungenventilation möglich, ohne dabei dem Patienten iatrogene Traumata zuzufügen (DUPRE et al. 2001).

**10.6 Diskussion der Ergebnisse der Thorakoskopie beim Hund von MCCARTHY und MCDERMAID (1990), CHABCHOUB et al. (1992), GIELEN et al. (1998), ISAKOW et al. (2000), KOVAK et al. (2002), BRISSOT et al. (2003) und BEORENSTEIN et al. (2004)**

Die Thorakoskopie in der Kleintiermedizin befindet sich als Methode noch im Anfangsstadium. Ein Ende der eingesetzten Entwicklung ist noch nicht absehbar. Der chirurgisch-klinische Stellenwert der thorakoskopischen Chirurgie in der Kleintiermedizin entzieht sich deshalb noch einer definitiven Beurteilung. Dennoch zeichnen sich jetzt schon, vor allem in der Diagnostik, einige thorakoskopische Techniken als ernstzunehmende Methoden ab. Die Augenscheinlichkeit des atraumatischen Vorgehens unter Schonung des Thorax mit den Vorteilen bezüglich der Minimalisierung des Traumas in seinen Auswirkungen auf Allgemeinbefinden, Mobilisierung und Rekonvaleszenz kann zu einer raschen Akzeptanz unter den Chirurgen führen. Die Weiterführung der diagnostischen Thorakoskopie zur thorakoskopischen Lungenchirurgie in der Kleintiermedizin, bedarf noch vieler experimenteller Studien und Erfahrungen. Indikationen für die diagnostische Thorakoskopie sind chronische oder rezidivierende Pleuraergüsse, Perikardergüsse, Neoplasien und chronische oder rezidivierende pulmonale sowie pleurale Beschwerden unklarer Ursache. Bei diesen pathologischen Prozessen besteht die Möglichkeit, einen Erguss aus der Pleurahöhle zu entfernen, den gesamten Hemithorax vollständig zu visualisieren sowie den Erguss sofort

makroskopisch und zum späteren Zeitpunkt histologisch und/oder zytologisch zu beurteilen. Nach den vorliegenden Veröffentlichungen der experimentellen und klinischen Studien (MCCARTHY und MCDERMAID 1990, CHABCHOUB et al. 1992, GIELEN et al. 1998, KOVAK et al. 2002) kann lediglich tendentiell angenommen werden, dass ein thorakoskopischer Eingriff am Kleintier leicht durchführbar ist. Nur bei KOVAK et al. (2002) kam es nach Lungenbiopsien in zwei Fällen zu einem postoperativen Pneumothorax. Die Schaffung des Pneumothorax, der daraus resultierende Lungenkollaps und die Ablösung der Lunge von der Pleura parietalis bereiteten keine Schwierigkeiten. Bei jedem Tier konnte problemlos und ohne Verletzung der Lunge ein Trokar instilliert werden. Bei den Inzisionen kam es nie zu größeren Blutungen. Alle Organe und Strukturen konnten im gesamten Hemithorax visualisiert werden. Bei KOVAK et al. (2002) konnte man durch die Thorakoskopie in allen 18 Fällen die Ursache der Pleuraergüsse diagnostizieren und entsprechende Behandlungsmaßnahmen einleiten. Bei ISAKOW et al. (2000) konnten zwei Hunde mit persistierendem rechten Aortenbogen thorakoskopisch ohne intra- und postoperative Komplikationen operiert und als gesund entlassen werden. BORENSTEIN et al. (2004) gelang es bei 2 Hunden, einen persistenten Ductus arteriosus zu verschließen. Auch hier zeigte sich, dass der thorakoskopische Verschluss eine echte Alternative zur Thorakotomie darstellt. Ein Fall, bei dem der Gefäßclip undicht wurde, zeigte, dass bei dieser Methode die Patienten noch lange kontrolliert werden müssen. Viele pathologische Prozesse des Thorax wurden auch bei scheinbar gesunden Hunden thorakoskopisch sichtbar gemacht (MCDERMAID und MCCARTHY 1990, CHABCHOUB et al. 1992, REMEDIOS et al. 1995, GIELEN et al. 1998, ISAKOW et al. 2000, KOVAK et al. 2002, BRISSOT et al. 2003):

- Perikarderguss
- Hernia diaphragmatica
- emphysematöse Bullae
- Lungentumoren und -metastasen
- Lymphknotenvergrößerung
- Chylothorax
- Lungenatelektasen
- persistierender rechter Aortenbogen
- persistenter Ductus arteriosus

Viele dieser krankhaften Erscheinungen, die durch radiologische Untersuchungen, CT, MRT und/oder Ultraschalluntersuchungen nicht klar oder gar nicht feststellbar sind, können durch die diagnostische Thorakoskopie visualisiert werden. Prognosen sind gezielter zu stellen und Euthanasien zu rechtfertigen. Durchaus kann jetzt schon, wenn auch mit Vorsicht gesagt werden, dass die diagnostische Thorakoskopie bei Kleintieren eine ernstzunehmende Bereicherung der Kleintierdiagnostik ist. Die therapeutische Thorakoskopie beim Kleintier beschränkt sich zur Zeit hauptsächlich noch auf die Ergussausträumung aus dem Thorax, Spülung der Plaurahöhle (z.B. beim Pleuraempyem), Resektion von atelektatischen Lungenabschnitten und endoskopische Entfernung der Nuclei pulposi (MCDERMAID und MCCARTHY 1990, GIELEN et al. 1998, REMEDIOS et al. 1995, CHABCHOUB et al. 1992). Für die therapeutische Thorakoskopie muss gesagt werden, dass eine definitive Beurteilung des chirurgischen Stellenwerts zur Zeit noch nicht möglich ist. Bisher liegen nur wenige Veröffentlichungen über Lobektomien oder Lungenkeilresektionen (GARCIA et al. 1998, BRISSOT et al. 2002) sowie die thorakoskopische Behandlung des persistierenden rechten Aortenbogens beim Kleintier vor (ISAKOW et al. 2000). Das Auffinden

und Abtragen emphysematöser Bullae kann in Hunden thorakoskopisch vorgenommen werden. Hierbei hat die Thorakoskopie einige Vorteile gegenüber der Thorakotomie. Die Diagnostik und Behandlung des bullösen Emphysems über die Thorakoskopie reduziert wesentlich postoperative Schmerzen und den Klinikaufenthalt des Patienten (BRISSOT et al. 2003). Folgende Erkrankungen könnten in der Zukunft eine Indikation für die therapeutische Thorakoskopie darstellen:

- Pleuratumoren
- Lungentumoren
- Mediastinaltumoren
- Perikarderkrankungen
- emphysematöse Bullae
- Hernia diaphragmatica
- diverse Thoraxtraumata
- persistierender rechter Aortenbogen

#### 10.6.1 Zusammenfassung

Zusammenfassend darf aufgrund der bisherigen Erfahrungen gesagt werden, dass mit der minimal-invasiven Chirurgie für den Thoraxraum der Kleintiere eine operative Technik zur Verfügung steht, die unter Schonung des Thorax zunehmend neue Indikationen für sich zu erschließen vermag. Die Ebenbürtigkeit oder gar Überlegenheit gegenüber der offenen Chirurgie wird die endoskopische Methode durch vergleichbare Resultate erst unter Beweis stellen müssen. Ihre bereits heute scheinbare Überlegenheit bezüglich postoperativer Schmerz- und Komplikationsarmut muss in Vergleichsstudien verifiziert und mögliche technikhärente Gefahren dürfen nicht außer acht gelassen werden. Während die diagnostische

Thorakoskopie eine sehr geringe Morbidität der Patienten aufweist, wohnen der therapeutischen Thorakoskopie wesentlich mehr Komplikationsmöglichkeiten inne. Die kritiklose Anwendung der noch sehr jungen Methode ohne kontinuierliche Überprüfung der verwendeten Techniken und Kontrollen an operierten Patienten kann in der Kleintiermedizin nicht befürwortet werden.

### **10.7 Diskussion der Thorakoskopien bei Hunden in der Chirurgischen Veterinärklinik / Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität in Giessen**

Alle in Giessen durchgeführten Thorakoskopien waren diagnostische Eingriffe. Diese wurden als Ergänzung zur röntgenologischen und Ultraschall-Untersuchung vorgenommen, um Verdachtsdiagnosen sichern zu können. Die Tatsache, dass bei 7 von 8 Patienten eine Diagnose durch die Thorakoskopie gesichert werden konnte macht deutlich, dass auch in Giessen diese Eingriffe eine ernstzunehmende und effektive Bereicherung der Kleintierdiagnostik sind. Da die Operateure in Giessen keine Schwierigkeiten mit der Durchführung der thorakoskopischen Eingriffe und ebenfalls eine niedrige intraoperative Komplikationsrate hatten, kann daraus gefolgert werden, dass diese chirurgische Technik mit einer bestimmten Routine problemlos durchzuführen ist. Dies gilt ausschließlich für die diagnostische und nicht für die therapeutische Thorakoskopie, der wesentlich mehr intraoperative Komplikationsrisiken innewohnen. In einem Fall wurde durch einen scharfen Trokar die Lunge perforiert. Im Lungenlappen befand sich ein großer Tumor, der das Zusammenfallen des Lungengewebes verhindert hatte. Um dieses Verletzungsrisiko zu minimieren, kann der Patient durch die Ein-Lungenventilation beatmet

werden. Eine weitere Möglichkeit, um Verletzungen dieser Art zu vermeiden, bietet die Verwendung von stumpfen oder geschützten Trokaren. Auch durch regelmäßiges Training und Routine wird das Verletzungsrisiko herabgesetzt. Dies belegt die Tatsache, dass nur ein Patient von insgesamt 8 Patienten durch einen scharfen Trokar an der Lunge verletzt wurde, obwohl keines der Tiere durch die Ein-Lungenventilation beatmet wurde. Auch in Giessen war in keinem Fall eine Thoraxinsufflation nötig, da immer durch den Lungenkollaps genügend Raum zur Untersuchung entstand. In jedem Fall konnten die Operateure die Thoraxorgane mit den pathologischen Veränderungen klar identifizieren, die schließlich bis auf einen Fall zur Diagnose führten. Die Entscheidung, nach der Diagnosesicherung den Patienten anschließend zu thorakotomieren fiel so wesentlich leichter. Umgekehrt entgeht der Patient einem stark invasiven Eingriff, wenn der gefundene Defekt inoperabel oder konservativ behandelbar ist. Die Möglichkeit zur Probenentnahme, Biopsie und Ergussausräumung war innerhalb jeder Thorakoskopie möglich.

## **11 Diskussion der Thorakoskopie bei Pferden**

### **11.1 Diskussion über Material und Methoden**

Mechanische Probleme limitieren heute noch den diagnostischen Wert der Thorakoskopie beim Pferd. Ein mechanisches Hindernis ist die Unfähigkeit, die ventralen und medioventralen Abschnitte am stehenden Pferd sowie Lungenabschnitte zwischen den einzelnen Lungenlappen auch am liegenden Pferd sichtbar zu machen. Ein großes Problem stellen hierbei das Gewicht und die Größe der Lunge dar. Es ist mit endoskopischen Instrumenten aus der Humanmedizin oder aus der Kleintiermedizin schwer,

die Pferdelunge zur Seite zu schieben oder gar anzuheben. Techniken und Instrumente, mit denen man die Lunge zur Seite schieben oder anheben könnte, wären eine entscheidende Entwicklung auch im Hinblick auf die therapeutische Thorakoskopie. Wie bei der Thorakoskopie in der Kleintiermedizin muss der Bedarf an Instrumentarium vom Chirurgen und seinen Erfahrungen definiert werden.

## **11.2 Diskussion über die Sedation für thorakoskopische Eingriffe am stehenden Pferd**

Die Sedation ist eine sehr hilfreiche Möglichkeit, um Thorakoskopien am stehenden Pferd durchzuführen. Die unerwünschten Nebeneffekte sind in aller Regel mild und die Präparate sicher, wenn sie in der vorgeschriebenen Dosierung verabreicht werden. Acetylpromazin, das am häufigsten benutzte Phenothiazin in der Pferdemedizin, produziert eine milde Sedation, aber keine Analgesie. Um chirurgische Eingriffe am stehenden Pferd durchzuführen, muss der Einsatz von Acetylpromazin (oder auch anderen Tranquilizern) immer in Kombination mit Lokalanästhesien, Alpha-2-Rezeptoragonisten oder Opiaten geschehen. Alpha-2-Rezeptoragonisten wie Xylazin, Detomidin oder Opiate wie Morphin oder Butorphanol werden häufig verwendet. Alpha-2-Rezeptoragonisten induzieren tiefe zentral-nervöse Depression und sind dadurch auch alleine für Behandlungen und chirurgische Eingriffe verwendbar. Besonders die Detomidin-Infusion führt zu einer befriedigenden Sedation. Oft werden die alpha-2-Rezeptoragonisten in Verbindung mit einer Lokalanästhesie eingesetzt. Es werden Infiltrationsanästhesien und/oder Leitungsanästhesien durchgeführt. Der alleinige Einsatz von Opiaten ist nicht empfehlenswert, da diese eine zentral-nervöse Erregung beim Pferd

hervorrufen können. Die Kombination von alpha-2-Rezeptoragonisten mit Opiaten verstärkt die Analgesie und ist besonders bei schmerzhaften Eingriffen indiziert. Die Kombination Detomidin-Butorphanol ist nach den Erfahrungen vieler Chirurgen die optimale Kombination für endoskopische Eingriffe am stehenden Pferd.

#### 11.2.1 Vorteile der Sedation

Ein Vorteil der Sedation gegenüber der Vollnarkose ist die Minimierung des Narkoserisikos sowie des Verletzungsrisikos beim Ablegen und bei Aufstehversuchen des Tieres bei nachlassender Narkose. Das Intubieren und Beatmen entfällt vollständig. Thorakoskopien sind so leicht und schnell durchführbar, und viele Tiere können schon nach 2-3 Tagen entlassen werden.

#### 11.2.2 Nachteile der Sedation

Ein großer Nachteil der Sedation besteht bei intraoperativen Komplikationen. Der Umstieg von der endoskopischen Methode zur offenen kostet durch das Ablegen, Intubieren und Fixieren des Pferdes wertvolle Zeit. Es ist daher dringend anzuraten, therapeutische Thorakoskopien, nur an einem narkotisierten und beatmeten Tier durchzuführen. Hierbei sollten immer Geräte und Instrumente, die für den Umstieg nötig sind, bereitstehen. Weitere Nachteile der Sedation sind unkontrollierte Bewegungen und plötzliches Niederlegen des Pferdes während des Eingriffes.

### **11.3 Diskussion über die thorakoskopische Durchführung**

Bei VACHON und FISCHER (1998) tolerierten sedierte Patienten Thorakoskopien im Stehen. Allerdings zeigten die Tiere während des Eingriffs Tachypnoe mit Unruhe, Schnauben und Weiten der Nüstern. Verstärkt wurden diese Symptome, wenn der Pneumothorax zu schnell eintrat, oder der Lungenkollaps zu stark war (PERONI et al. 2001). Nach Beendigung des Eingriffs und vollständigem Absaugen der Luft aus der Pleurahöhle entfalteten sich die Lungen sofort. Die Atmung und das Befinden normalisierten sich schnell. Bei PERONI et al. (2001) zeigten alle Patienten deutlichen Schmerz, wurde der Zugang für das Thorakoskop im 8. oder 9. Interkostalraum gewählt. Hier sollte man eine zusätzliche Lokalanästhesie vornehmen. Empfehlenswert ist die Infiltrationsanästhesie der Inzisionstelle und zusätzliche Leitungsanästhesie der jeweiligen Interkostalnerven. Ohne Lokalanästhesie war eine horizontale Bewegung des Thorakoskops bei PERONI et al. (2001) kaum möglich. Die Tiere tolerierten die Untersuchung der kranialen Thoraxbereiche ohne Unruhe, Schmerzäußerungen oder Unbehagen, wenn die Thorakoskop-Zugänge im 10.-12. Interkostalraum gewählt wurden. Hier war keine Lokalanästhesie nötig. Die Visualisierung der kranialen, dorsalen und dorsolateralen Abschnitte war problemlos möglich, nicht aber der ventralen und kranioventralen Abschnitte wie Herzbasis, kraniales Mediastinum und die großen Gefäße. Diese Abschnitte konnten am liegenden Pferd eingesehen werden. Liegen Erkrankungen in diesen Abschnitten vor, muss der Operateur die Thorakoskopie am liegenden Pferd wählen. Die Thorakoskopie am stehenden Pferd erlaubt nicht nur die Visualisierung, sondern auch gezielte Platzierungen von Drainagen in Abszessen und Ausräumung von Pleuraergüssen mit anschließender Lavage. Bei Biopsien

waren anschließende Blutungen nie ein Problem, da die Hämostase unter Sichtkontrolle sofort durchgeführt werden konnte. Bei keinem Pferd kam es zu einem postoperativen Lungenödem. Alle Patienten die liegend thorakoskopiert wurden überstanden die Allgemeinanästhesie problemlos. Die Thorakoskopie unter Allgemeinanästhesie am liegenden Pferd erlaubt die Einsicht in alle Abschnitte des Hemithorax. Trotz der optimalen Visualisierung waren therapeutische Eingriffe wie Diaphragma-Hernien-Verschluss und in einem Fall eine Perikardfenestrierung thorakoskopisch nicht durchführbar. Hierbei spielen massive Adhäsionen und Verklebungen eine entscheidende Rolle (MALONE et al. 2001). Die Lungenkeilresektion konnte ebenfalls nicht thorakoskopisch abgeschlossen werden, da die aus dem Thorax zu entfernenden Lungenanteile zu groß waren, um diese über die Trokarhülsen ausräumen zu können. In allen Fällen war der Umstieg erforderlich. Im Falle der Perikardfenestrierung kam es sogar zum Exitus eines Patienten, da versehentlich ein Ventrikel angeschnitten wurde. Alle postoperativen Komplikationen entstanden ausschließlich durch Verletzungen vitaler Strukturen, wie Lungenparenchym oder Diaphragma. Dies geschah in allen Fällen mit dem Einführen des Trokars. Ein zu geringer Lungenkollaps kann ebenfalls zur Verletzung des Lungenparenchyms führen (PERONI et al. 2001). Sämtliche Pferde, die intraoperativ nicht verletzt wurden, zeigten keine Komplikationen 48 Stunden nach dem Eingriff (PERONI et al. 2000, MALONE et al. 2001, LUGO et al. 2002). Alle Pferde tolerierten die von MANSMANN und BERNARD-STROTHER (1985) durchgeführten Thorakoskopien bei nur geringer Sedation und lokaler Anästhesie gut. Allerdings scheinen Manipulationen bestimmter Thoraxabschnitte für das Tier schmerzhaft zu sein. Diese Abschnitte sind in erster Linie im kranialen Mediastinum nahe der großen Gefäße und Nerven zu finden. Zeigt der Patient

Schmerzreaktionen, die sich oft in Unruhe zeigen, sollte das Einführen des Endoskops in den Thorax gestoppt werden, bis sich das Tier wieder beruhigt und entspannt hat. Der Operateur kann danach das Endoskop langsam weiter einbringen. Kein Pferd ist während des Eingriffes kollabiert oder aus dem Zwangsstand gesprungen. Um Verletzungen der Lunge durch das Einführen und Platzieren des Trokars zu verhindern, sollte der Chirurg mit stumpfen oder geschützten Trokaren arbeiten. Nur einmal, bei 23 durchgeführten Thorakoskopien, wurde die Lunge eines gesunden Pferdes verletzt. Dieses Tier blutete anschließend aus den Nüstern und hustete während des Eingriffes. Es zeigte aber keine weiteren klinischen Abnormalitäten und war nach einigen Monaten klinisch unauffällig. Eine gute Methode, um Lungenverletzungen zu vermeiden, besteht in der sogenannten offenen Thorakoskopie. Die Inzision wird in der Haut, den Faszien und der Interkostalmuskulatur vorgenommen. Anschließend wird die Pleura eröffnet. Durch einströmende Luft in den Thorax kommt es zum Lungenkollaps. Nun hat der Chirurg genug Platz, um sicher den Trokar zu platzieren und unter Sicht das Endoskop einzuführen. Der geschaffene Pneumothorax ist kein Problem, wenn nach dem Eingriff und dem Verschluss der Thoraxwand die eingeströmte Luft mit einer Luftabsaugereinheit aus dem Thorax entfernt wird.

#### **11.4 Diskussion der Ergebnisse**

Die Thorakoskopie in der Pferdemedizin erlaubt die Visualisierung vieler Organe und Strukturen des Thorax. Ob die Thorakoskopie am stehenden oder liegenden Pferd durchgeführt wird, entscheiden der Ort des Krankheitsherdes sowie das Ausmaß und die Art der Erkrankung. Oft führt der Operateur zuerst eine Thorakoskopie am stehenden Patienten durch, um

sich einen Überblick zu verschaffen, Ort und Ausmaß der Läsion festzustellen und um dann über den weiteren Verlauf zu entscheiden. Viele Operateure führen auch am liegenden Pferd erst eine Thorakoskopie durch. Diese liefert dem Chirurgen wertvolle Informationen über die Erkrankung (MALONE et al. 2001, VACHON und FISCHER 1998). Unstrittig dürfte der diagnostische Wert der Thorakoskopie sein. Über den diagnostischen Wert hinaus werden viele therapeutische Maßnahmen thorakoskopisch vorgenommen. Hier stehen das Ausräumen von Pleuraergüssen, Spalten von Abszessen, Platzierungen von Drainagen und Pleurahöhlenlavagen im Vordergrund. Bei Abszessen kann unterstützend die endoskopische Ultraschalluntersuchung eingesetzt werden, um Abszesstiefen zu erfahren und um die Verletzung tieferer, vitaler Strukturen beim Instillieren von Drainagen zu vermeiden (VACHON und FISCHER 1998). Thorakoskopien sind bei Patienten mit massiven Adhäsionen der viszeralen und parietalen Pleura, die einen optimalen Lungenkollaps und die Visualisierung verhindern, begrenzt möglich. Therapeutische Thorakoskopien zeigen gute Ansätze, sind bisher aber noch in der Indikation limitiert, wie sich bei Diaphragmahernien und Perikardfenestrierungen gezeigt hat. Aber gerade bei Hernien ist die Thorakoskopie ein effektives Hilfsmittel, um den optimalen Ort der Thorakotomie zu ermitteln (VACHON und FISCHER 1998, MALONE et al. 2001). Die Untersuchungen von MANNSMANN und BERNARDSTROTHER (1985) zeigen, dass bei chronischen Leiden die Thorakoskopie eine gute Darstellung von Tumoren, Ergüssen, Oberflächenabszessen und Pleuraverklebungen erlaubt. Gerade beim Pferd besteht der große Vorteil dieser Methode in der Möglichkeit, fast die gesamte Brusthöhle untersuchen zu können. Die röntgenologische Darstellung des gesamten Thorax ist beim Pferd aufgrund der

Größenverhältnisse nur schwer möglich. Die Sonographie ist ein gutes diagnostisches Mittel, erlaubt beim Pferd aber nur die Darstellung der Pleura und der Lungenoberfläche. Ein weiterer großer Vorteil der Thorakoskopie ist die Möglichkeit für die Entnahme von Biopaten. Es können gezielt unter Sichtkontrolle Biopate und Proben entnommen werden, ohne dabei mehrmals in den Thorax einzudringen und so das Infektionsrisiko zu erhöhen. Zielgerichtete Behandlungen können durchgeführt und genauere Prognosen gestellt werden. Thorakoskopien können bedingt auch vor Ort in Höfen durchgeführt werden, wenn hygienische Vorgaben genaustens eingehalten werden. Nur muss gesagt werden, dass man mit Thorakoskopien vor Ort vorsichtig umgehen soll, da auch die postoperative Wundversorgung optimal sein muss, um Infektionen zu verhindern und das Umsteigen auf die konventionelle Chirurgie bei Komplikationen nur schwer durchzuführen ist. Die Sicherheit dieser Technik wird mit der Tatsache demonstriert, dass nur ein Pferd von 14 Pferden bei 23 durchgeführten Thorakoskopien eine mit dem Eingriff assoziierte Infektion entwickelt hat. Der Grund dieser Infektion war mangelhafte Desinfektion des Endoskopes und fehlende perioperative Antibiotikapplikation. Alle Tiere, krank oder gesund, tolerierten die Eingriffe ohne Verschlechterung des Allgemeinbefindens gut. Durch den Drainagetrommel kann eine Fiberoptik eingeführt werden, so dass der Tierarzt jederzeit die drainierten Abschnitte untersuchen kann. Dies erlaubt ihm zu sehen, ob die Drainage effektiv und erfolgreich war. Komplikationen bei thorakoskopischen Eingriffen von MANSMANN und BERNARD-STROTHER (1985) waren Infektion, Spontanpneumothorax, Lungenlaseration und Schmerz. Um einer Infektion vorzubeugen, muss gefordert werden, das Endoskop steril zu benutzen (Glutaraldehyd oder Gassterilisierung). Für die postoperative Gabe von Antibiotika wird

Penicillin (20.000-40.000 IE/kgKM/Tag i.m.) über 5 Tage angeraten. Um einem postoperativen Pneumothorax vorzubeugen, sollte eine Luftabsaugeinheit verwendet werden. Nur bei einem Pferd konnte ein postoperativer Pneumothorax beobachtet werden. Bei diesem Tier war die Absaugeinheit defekt, sodass die während des Eingriffes eingeströmte Luft nicht abgesaugt werden konnte und im Thorax verblieb. Das Tier entwickelte Tachypnoe mit stark verschlechtertem Allgemeinzustand. Dem Patienten wurde eine Veress-Kanüle mit angeschlossenem 3-Wege-Hahn vorsichtig über die Endoskopinzision eingeführt und 5-6 l Luft aus dem Thorax abgesaugt. Innerhalb kurzer Zeit normalisierte sich der Zustand des Tieres. Ein Tag später entwickelte dieses Pferd ein subkutanes Emphysem um die Inzision, das sich spontan nach drei Tagen zurückbildete. Lungenlazerationen lassen sich am besten durch die Benutzung von stumpfen oder geschützten Trokaren, oder die offene Thorakoskopie umgehen. Häufig zeigten Patienten von MANSMANN und BERNARD-STROTHER (1985) postoperative Schmerzen. Diese sind mit der i.v.-Applikation von Phenylbutazon über 2-3 Tage auszuschalten. Die Thorakoskopie ist eine sehr effektive diagnostische Methode. Sie führt am stehenden Pferd nur zu leichten kardiopulmonalen Effekten und dient als minimal-invasive Methode, um intrathorakale Defekte zu orten und durch Entnahme von Gewebe diagnostisch abzuklären, ohne mit schweren intra- und postoperativen Komplikationen rechnen zu müssen. Noch ist die therapeutische Thorakoskopie stark limitiert. Bessere Resultate können in Zukunft erwartet werden, wenn die Erfahrungen der Chirurgen mit dieser Methode zunehmen und die Entwicklung der endoskopischen Instrumente für Pferde voranschreitet.

## **11.5 Zukunft der Thorakoskopie in der Pferdemedizin**

Die Thorakoskopie in der Pferdemedizin befindet sich noch in den Anfängen. Doch ist sicher, dass in der Zukunft diese Methode bei Pferden vermehrt Anwendung finden wird. Nekrotisches oder atelektatisches Gewebe kann gesichtet und direkt entfernt werden. Neoplasien der Lunge können durch Keilresektion exstirpiert werden. Denkbar wären in Zukunft sogar Lobektomien. Verwachsungen oder Verschwartungen können in größerem Umfang gelöst und entfernt werden (Dekortikation). Weiterhin kann die Thorakoskopie zum Studium der Pathogenese von Pleuropneumonien eingesetzt werden. Die Übertragung des thorakoskopischen Eingriffs auf einem Monitor und Aufzeichnungen auf Video wird an Universitäten als Lehrmittel genutzt. Das größte und wohl wichtigste Feld der Thorakoskopie in der Pferdemedizin wird die Diagnostik bleiben, auch weil die röntgenologische und sonographische Untersuchung des Thorax beim Pferd begrenzt ist und somit diese Methode ein zusätzliches, sehr effektives diagnostisches Mittel darstellt.

## **12 Diskussion über die thorakoskopische Lobektomie im Schwein**

Das Ziel der Untersuchung von INDERBITZI et. al. (1993) war einerseits die Evaluation der rein thorakoskopisch geführten Präparation und Resektion im Lungen-Hilusbereich und andererseits der Versuch einer unzerstörten Extraktion eines Lungenlappens über sehr kleine Inzisionen. Technisch ist es möglich mit dem aus der Humanmedizin stammenden endoskopischem Instrumentarium, ergänzt durch einzelne zusätzliche Prototyp-Instrumente (90° gebogene Sonde), am Schwein thorakoskopisch Lobektomien durchzuführen. Die anatomischen Voraussetzungen der

Schweine mit deutlicher, bis in die Hilusnähe verlaufender Lobulierung der Lunge und damit verbundener zentraler Aufzweigung der Lappenarterien, erleichtern den chirurgischen Eingriff. Der benötigte operative Zeitaufwand zwischen 80 und 130 Minuten ist tolerierbar. Der Blutverlust war bei allen fünf Operationen klinisch bedeutungslos. Die gezielte Zerkleinerung des resezierten Lappens und die anschließende Entfernung im Plastiksack über einen Minizugang, ist mit der beschriebenen "Puzzle-Technik" und dem Endo-Klammergerät möglich. Die anschließende Rekonstruktion der unzerstört entfernten Teile erlaubt nicht nur die Prüfung auf Vollständigkeit, sondern auch eine korrekte spätere histopathologische Beurteilung. Dieses Evakuationsmodell ist deshalb für die klinische Praxis denkbar. Die Versorgung der Vene mit Klammernähten, die zum zuverlässigen Absetzen von zentralen Gefäßen oder Hauptbronchien im chirurgischen humanmedizinischen Alltag längst Einzug gehalten haben, könnten die Venenclips ersetzen. Ob im Vergleich zur konventionellen Thoraxchirurgie die operative Thorakoskopie die schwierige Präparation der zentralen Gefäße ebenso zuverlässig ermöglicht, bleibt noch offen. Die angewandte Video-Endoskopie erlaubt zwar vorläufig nur einen zweidimensionalen Einblick auf das Operationsfeld, ermöglicht aber durch unterschiedliche Fokussierung und den dadurch erreichbaren Vergrößerungseffekt eine exakte, fast in den mikrochirurgischen Bereich reichende Operationstechnik. Der Nachteil aller minimal-invasiven chirurgischen Techniken, die eingeschränkte Aktionsfreiheit in der Instrumentenführung, wird bei der Thorakoskopie durch die große Freiheit in der Wahl der Zugänge und durch die beliebige Austauschbarkeit von Optik- und Arbeitskanaltrokaren praktisch aufgehoben. Aus onkologischen Radikalitätsgründen ist jedoch zu bedenken, dass bei Tumorresektionen die Thorakoskopie erst anwendbar ist, wenn ein mediastinales

Lymphknotenstaging endoskopisch ebenso zuverlässig möglich ist wie bei konventionellen Verfahren. Die Erarbeitung minimal-invasiver chirurgischer Techniken für das Mediastinum bedeutet deshalb bei Tumorresektionen die Voraussetzung zur sinnvollen Durchführung thorakoskopischer Lobektomien. Alle beobachteten Tiere, bei denen die thorakoskopische Lobektomie durchgeführt wurde, zeigten einen unauffälligen postoperativen Verlauf. Nach einem Monat lagen bei der makroskopischen und histologischen Aufarbeitung der nach der Euthanasie entfernten Restlunge keine Hinweise für bronchopleurale Fisteln oder Belüftungsstörungen des Lungenparenchyms vor.

### **12.1 Ist die thorakoskopische Lobektomie beim Kleintier und Pferd durchführbar?**

Die thorakoskopische Lobektomie wird beim Schwein in der tiermedizinischen Praxis wohl keine Anwendung finden, da beim Schwein als Nutztier wohl nie diese Methode zum Einsatz kommen wird. Daher kann die thorakoskopische Lobektomie beim Schwein nur ein Modell für Kleintiere, Pferde und Menschen sein. Diese Methode ist nicht ohne weiteres auf das Pferd und Kleintier übertragbar. Eher ist dieser Eingriff auf den Menschen übertragbar, da die Thoraxanatomie und die Größenverhältnisse des Schweines nur leicht zur menschlichen Thoraxanatomie differieren. Bei der Übertragung der thorakoskopischen Lobektomie auf das Kleintier und Pferd gilt es vorerst, die unterschiedlichen Größenverhältnisse und anatomischen Unterschiede zu berücksichtigen. Unter Berücksichtigung der Größenunterschiede und Anatomie des Schweines zur menschlichen Anatomie schien anhand der experimentellen Studie von INDERBITZI et al. (1993) die endoskopisch

durchgeführte Lobektomie mit der schonenden Resektat-Extraktion beim Menschen technisch möglich zu sein. Dass die endoskopisch durchgeführte Lobektomie beim Menschen möglich ist, hat sich bestätigt, denn heute wird in vielen humanmedizinischen Kliniken die thorakoskopische Lobektomie als spezialisierter Eingriff durchgeführt. Ob diese Technik beim Kleintier und Pferd durchführbar ist, bleibt vorerst offen. Gerade hier sind noch eine Vielzahl von experimentellen Studien nötig. Selbst wenn in Zukunft diese Technik als effektiv erscheinen sollte, müssen keine klassischen konventionellen Verfahren geopfert werden.

### **13 Diskussion über Kosten versus Nutzen beim Kauf einer Endoskopieausrüstung**

Die Wahl, ob man sich ein Neu- oder Gebrauchtgerät zulegt, hängt vor allem von den finanziellen Möglichkeiten einer Tierarztpraxis oder -klinik ab. Wie hoch ist der Umsatz und Reingewinn, das heißt, wieviel kann man in eine Ausrüstung investieren und wann amortisiert sich diese? Generell muss gesagt werden, dass die Qualität der Geräte proportional zum Preis steht. Das heißt, je hochwertiger ein Gerät oder Instrument ist, desto höher der Preis. Beim Erwerb gebrauchter Geräte sollte folgendes beachten werden (JONES und GROSS 1990):

- Ist eine Lichtquelle gewünschter Leistungsstärke im Angebot?
- Wie ist die Kompatibilität der einzelnen Teile (eventuelle Erweiterungen berücksichtigen)?
- Beurteilung des Endoskopes bei angeschlossener Lichtquelle: Wie viele Faserbündel sind beim flexiblen Endoskop gebrochen (sichtbar als schwarze Punkte)? Nicht mehr als 10 bis 15% der Glasfasern sollten es sein. Bräunungen des Gesichtsfeldes sind Zeichen für das Eindringen

- von Flüssigkeit in das Gerät.
- Wie hoch ist der Abwinkelungsgrad?
- Das Endoskop ist auf Schäden, Abnutzung und Leakagen (Dichtungen) zu untersuchen.
- Funktionieren Spül- und Insufflationseinrichtung?
- Sind Handbücher zu den Geräten noch vollständig vorhanden?

### **13.1 Kosten versus Nutzen**

Zur Abschätzung, ob sich für die eigene Tierarztpraxis die Anschaffung einer endoskopischen Ausrüstung rechnet und wann diese Ausrüstung bezahlt (bzw. sich amortisiert) wäre, wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen (JONES und GROSS 1990): Man zähle während eines Monats alle Fälle mit chronischen oder rezidivierenden Thoraxbeschwerden oder chronischer Abmagerung. Diese Patienten würden wahrscheinlich von einer thorakoskopischen Untersuchung profitieren. Einige akute Fälle kämen zwar ebenfalls in Frage, sie werden hier aber nicht berücksichtigt, da sie nur einen geringen Anteil an den Indikationen in der Tiermedizin stellen. Anschließend sollte eine Schätzung des jeweiligen Nettogewinns erfolgen. Multipliziert mit der Anzahl der Fälle und hochgerechnet auf ein Jahr, ergibt sich daraus ein geschätzter Nettojahresgewinn. Diesen Betrag kann man nun zum Erwerb einer endoskopischen Ausrüstung veranschlagen.

## **14 Zukunft und Erweiterungsmöglichkeiten der Thorakoskopie in der Tiermedizin**

Die Zukunft der Thorakoskopie in der Tiermedizin steht im engen

Zusammenhang mit den Entwicklungen in der Humanmedizin. Schon heute werden neuentwickelte Geräte und Instrumente in der Humanmedizin erfolgreich eingesetzt, die in der Zukunft auch in der Tiermedizin eine wichtige Weiterentwicklung für Diagnostik und Therapie bedeuten.

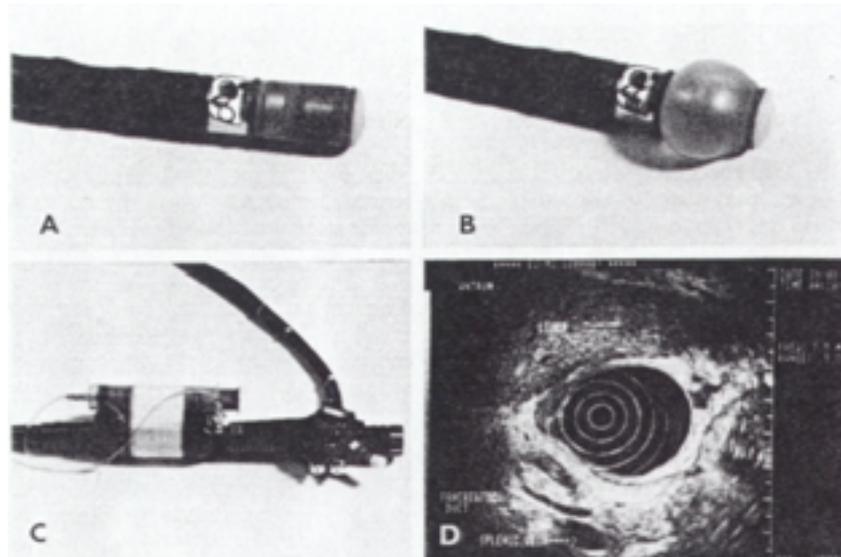
#### **14.1 Weiterentwicklungen der Video-Thorakoskopie**

Bewegliche fiberoptische Endoskope werden vor allem bei Pferden eingesetzt. Durch diesen beweglichen Fiberglasschlauch können im großen Thorax des Pferdes verschiedene Abschnitte betrachtet werden. In neueren Entwicklungen wurde dieser Fiberglasschlauch durch ein elektronisches sogenanntes "Image-Signal-Transmission-System" ersetzt, das ebenfalls Bewegungen des Endoskops erlaubt. Erste Entwicklungen dieses Systems produzierten nur analoge schwarz-weiß-Signale, die erst eine Computerdigitalisierung und -colorisierung durchlaufen mussten, bevor sie auf den Monitor erschienen. Bei modernen Entwicklungen müssen die Signale nur noch digitalisiert werden (SIVAK 1987). Beide Entwicklungen haben das Bild auf dem Monitor stark verbessert (insbesondere die Bildschärfe). Der Eingriff kann durch dieses System nicht nur als Videosignale aufgenommen, sondern auch direkt im Computer gespeichert werden. Erfahrungen können so nicht nur über Videotapes, sondern auch über Computersysteme schneller weitergegeben werden. Das Internet bietet durch diese Möglichkeiten eine große, weltweite Fortbildungs- und Erfahrungsaustauschplattform. Weiterhin kann das digitalisierte Bild so manipuliert werden, dass verschiedene Merkmale vergrößert und herausgestellt werden können, um diese besser zu beurteilen. Das "Image-Signal-Transmission-System" ist auch in starren Endoskopen einsetzbar. Der größte Nachteil der Video-Endoskopie liegt im Transport. Die

benötigten Geräte sind sperrig und sehr fragil und somit in ihrer Transportfähigkeit stark limitiert. Ein weiterer Nachteil ist die Computercolorisierungstechnik. Diese kann häufig zu falschen Blutungsdiagnosen führen. Diese Fehldiagnosen werden durch Schattenbildung im Sichtfeld hervorgerufen. Die Schatten werden oft rot anstatt schwarz dargestellt. Diese Rotfärbung kann als Blutung fehlinterpretiert werden. Neuere Systeme, die die Colorisierung nicht brauchen, weisen die beschriebene Rotfärbung nicht mehr auf.

## **14.2 Endoskopische Ultraschalluntersuchungen**

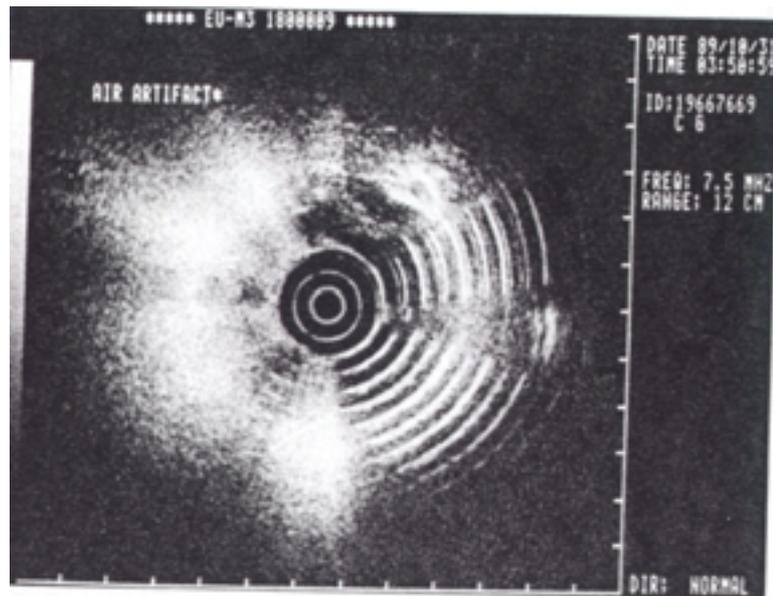
Die Ultraschall-Endoskopie nutzt zusätzlich die Vorteile der Ultraschalldiagnostik. Das Platzieren des Ultraschallkopfes am Ende des Endoskops erlaubt nicht nur die Visualisierung der Körperhöhle, sondern auch die Untersuchung tieferer Schichten eines Organs. Der Ultraschallkopf kann sehr gut an die Organe gebracht werden, ohne Luftzwischenräume zu haben. Ein gutes kommerziell produziertes Gerät ist das bewegliche GF-UM3-Ultraschallendoskop von Olympus (New Hyde Park, NY). Das Instrument besitzt einen mechanischen „Sector-Scan-Transducer“, der am distalen Ende des Endoskopschaftes montiert ist (s. Abb. 49A). Der Transducer operiert mit Frequenzen von 7,5 bis 12 MHz und produziert ein 360°-Sichtfeld (s. Abb. 49D). Das gesamte Instrument kann durch eine 42-mm-Trokarhülse in die Körperhöhle eingebracht werden. Damit keine Luft zwischen Ultraschallkopf und Organ vorhanden ist, ist ein Ballon, den man mit Wasser füllen kann, um den Transducer angebracht (s. Abb. 49B). Der Rotationsmotor ist direkt am äußeren, also außerhalb der Körperhöhle liegenden Ende des Endoskops montiert (s. Abb. 49C).



**Abbildung 49** A, mechanischer "Sector-Scan-Transducer" an der Spitze des GF-UM3-Ultraschallendoskops. B, wassergefüllter Ballon umschließt Transducer. C, Transducerrotationsmotor seitlich am Linsengehäuse. D, Beispiel einer Ultraschallprojektion eines Hohlorgans durch den GF-UM3 (Olympus, New Hyde Park, NY)

Ein gutes Ultraschallbild ist abhängig von luftfreien Räumen zwischen dem Ultraschallkopf und dem zu untersuchenden Organ (s.Abb. 50). Es gibt 3 endoskopische Methoden um luftfreie Projektionen zu erreichen:

1. Eine direkte Positionierung des Ultraschallkopfes an das zu untersuchende Organ.
2. Die Körperhöhle (Thorax) mit Wasser füllen und dieses nach der Untersuchung wieder entfernen.
3. Ein Wasserballon, der vollständig den Transducer umgibt. Erfahrungsgemäß ist der wassergefüllte Ballon die beste und erfolgreichste Methode. Die Lernperiode, um Ultraschall-Endoskopie zu betreiben, ist



**Abbildung 50** Sichtbar sind durch Luft hervorgerufene Artefakte. Eine Beurteilung ist hier nicht möglich (Olympus, New Hyde Park, NY).

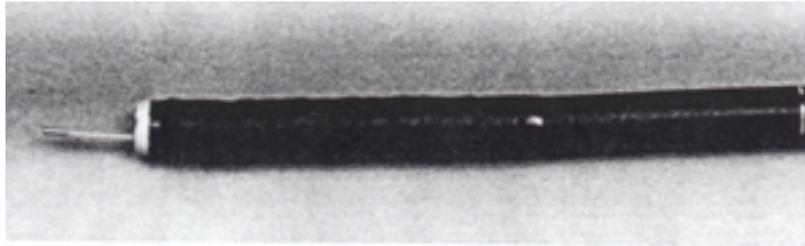
lang und schwierig. Regelmäßiges Training ist unbedingt erforderlich. In der Humanmedizin hat sich die Ultraschall-Endoskopie vor allem für die Untersuchung von Hohlorganen, aber auch bei anderen Organen der Bauch- und Brusthöhle als nützlich erwiesen. Ob die Ultraschall-Endoskopie den gleichen Nutzen in der Tiermedizin bringt, muss sich noch zeigen. Sie wäre in jedem Falle ein zusätzliches diagnostisches Hilfsmittel, um auch tiefere Schichten eines inneren Organs beurteilen zu können.

### **14.3 Stillen innerer Blutungen**

Thorakoskopisch durchgeführte Koagulationen blutender Gefäße kann durch Strahlungsenergie (Laser), elektrische Energie (bi- oder monopolare Elektrokoagulationssysteme) und thermische Energie (Thermokoagulationssysteme) erreicht werden. Bei allen drei Systemen führt letztendlich die thermische Energie zur Koagulation. Hitze denaturiert

Gewebs- und Flüssigkeitsproteine. Durch Denaturierung und gleichzeitige Flüssigkeitsverdampfung entstehen polymerische Bindungen zwischen Flüssigkeitsproteinen untereinander, aber auch zwischen Gewebsproteinen der Gefäße. Ein Proteinpfropf entsteht und verschließt das rupturierte Gefäß. Blutungen größerer oder großer Gefäße können nicht durch thermische Energie gestillt werden, da ein zu großer Blutfluss die thermische Energie zu schnell wegträgt und die Flüssigkeitsverdampfung nicht ausreicht. Sogenannte "touch"-Techniken wie Thermokoagulation oder Elektrokoagulation, also Systeme mit denen man direkt die Blutungsstelle berührt, haben höhere Blutstillungsraten als die sogenannten "no touch"-Techniken wie die Laserkoagulation. Oft ist bei den Lasersystemen die Energiestreuung so hoch, dass nicht genügend Hitze entsteht. Aber schon heute gibt es Lasersysteme, die durch vermehrte Bündelung des Lichts stark verbessert worden sind. Durch diese weiterentwickelten Systeme können Blutungen sogar aus einer größeren Entfernung gestillt werden. Lasersysteme, die zu schwach sind, oder eine zu hohe Streuung haben, führen zu unbefriedigender Blutstillung. Die oben beschriebenen neueren Systeme sind noch sehr teuer. Diese Tatsachen machen die Lasertechnik nicht gerade zur bevorzugten Hämostasemethode. Ein Hauptproblem der "touch"-Techniken ist das Festkleben des Koagulums am Instrument. Entfernt der Operateur das Instrument, zieht er das Koagulum mit sich und eine erneute Blutung setzt ein. Sogenannte "Wasser-Jets" an der Spitze der Instrumente helfen dieses Problem zu überwinden. Die Wasser-Jets waschen das Koagulum vom Instrument, bevor das Instrument von der Blutung entfernt wird. Eine weitere Möglichkeit, um das Problem zu umgehen, sind Goldspitzen am Ende der Instrumente (Microvasive, Milford, MA). Gold neigt weniger zum Festkleben als andere Metalle. Aber auch mit Wasser-Jets und Goldspitzen

betsteht das Problem des Festklebens weiter, wenn auch im geringeren Maße. In der Humanmedizin besteht eine kontroverse Diskussion darüber, welche Blutstillungsmethode durch Energieapplikation die effektivste ist. Kontrollierte Studien mit Nd:YAG-Lasern (s. Abb. 51) sind widersprüchlich. Einige Untersuchungen deuten daraufhin, dass die Behandlung mit dem Nd:YAG-Laser genauso effektiv ist wie das konservative Management einer Blutung (KREIS et al. 1987). Andere Studien wiederum zeigen große Vorteile der Lasertechnik auf. Vergleiche der Nd:YAG-Laser-Studien mit Untersuchungen der Thermo- und Elektrokoagulation haben ungefähr die gleiche Wirksamkeit (JOHNSTON et al. 1985, RUTGEERTS et al. 1987). Eine Erklärung für die widersprüchlichen Erfahrungen dieser Studien liegt vermutlich in den verschiedenen Erfahrungsstufen der Endoskopisten. Erfahrene und gut trainierte endoskopische Operateure erhielten bessere Ergebnisse mit der Lasertechnik als eher unerfahrene endoskopische Operateure. Ein Beleg dafür könnte sein, dass Ergebnisse der Untersuchung über die Elektro- und Thermokoagulation widersprüchlich sind (LIN et al. 1988, BREARLEY et al. 1987, LAINE 1987). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle drei Methoden effektiv sind, aber über Vor- und Nachteile verfügen. Es bleibt dem Endoskopisten überlassen, welche der drei Methoden er letztendlich wählt. Die heutige Entwicklung zeigt eine geringe Tendenz weg vom Laser und hin zur Elektro- und Thermokoagulation. Diese Tendenz kann sich mit der weiteren Entwicklung von besseren und leistungsstärkeren Lasern sehr schnell umkehren.



**Abbildung 51** Flexibles Endoskop mit einem ebenfalls flexiblen Nd:YAG-Laser im Biopsiekanal des Endoskopes. Das weiße Ende des Endoskopes beugt Schädigungen des Endoskopes durch Hitze vor (Olympus, New Hyde Park, NY).

#### **14.4 Der Einsatz von Klammernahtgeräten**

Einen großen Fortschritt für die endoskopische Thoraxchirurgie in der Humanmedizin brachte die Entwicklung von Klammernahtgeräten, die über Trokare eingesetzt werden können. Die Resektion peripherer Lungenabschnitte oder Lobektomien unter Zuhilfenahme von Klammernahtgeräten erforderte bisher immer eine Thorakotomie. Die Entwicklung von Klammernahtgeräten, die durch eine 12-mm-Trokar-hülse eingebracht werden können, macht dies in ausgesuchten Fällen nun auch mit thorakoskopischer Technik möglich. Ebenfalls sind Makro-Probenexzisionen mit dem Klammernahtgerät gut durchführbar. Die so durch Klammerresektion entnommenen Biopate sind voluminöser als übliche Probenexzisionen. Entsprechend größer ist die Wahrscheinlichkeit einer differenzierten Diagnosestellung durch den Pathologen. Die Gewebeentnahme zur Klärung diffuser Lungenerkrankungen empfiehlt sich aus einem Lappenrand. Hier ist ein tangenciales oder V-förmiges Ausklammern von Lungengewebe leicht möglich. Die Klammernahtgeräte (Endo-GIA 30 der Firma Endo-Suture) entsprechen in der technischen Konstruktion den bekannten GIA-Geräten, die bei Thorakotomien in der Humanmedizin eingesetzt werden. Ihr Außendurchmesser im

geschlossenen Zustand macht jedoch eine Applikation durch einen 12-mm-Trokar möglich. Das Gerät setzt zwei 3er-Reihen von Titanklammern mit gleichzeitigem Schneidemechanismus zwischen den Klammerreihen. Die Schnittlänge beträgt 30 mm, das Maul des Gerätes ist maximal 10 mm zu öffnen. Durch diese Maße ist die Größe des auszuklammernden Bezirkes limitiert. Meist sind mehrere Klammersequenzen in Reihe zu setzen, um einen größeren Lungenabschnitt auszuklammern. Die Dichtigkeit der Klammerreihen wird durch Blähen der Lunge überprüft. Eine zusätzliche Nahtreihe oder Fibrinklebung ist technisch möglich, jedoch selten notwendig.

## **15 Zusammenfassung**

Mit der Thorakoskopie steht für die Humanmedizin eine operative Technik zur Verfügung, die im Vergleich zur Thorakotomie mit einem geringen Schmerzmittelbedarf und einer geringfügig eingeschränkten Atemfunktion den gesamten Atemgürtel schont. Die Komplikationsrate der Thorakoskopie ist niedrig. In keinem Fall führte die Abtragung von Lungensegmenten mit einem Klammernahtgerät am Krankenhaus Nordwest in Frankfurt am Main zu Blutungen oder Luftleakagen. Ob die Komplikationsrate niedriger ist, als die Komplikationsrate bei Thorakotomien muss noch durch vergleichende Untersuchungen unter Beweis gestellt werden. Die Hospitalisationsdauer ist kurz. Die Thorakoskopie ist ein sicheres Verfahren, mit dem benigne Erkrankungen ohne die Nachteile eines offenen Zugangs behandelt werden können. Die diagnostische Thorakoskopie erweist sich als ein mittlerweile unverzichtbares diagnostisches Hilfsmittel, da thorakoskopisch gewonnene Gewebeproben bei Veränderung beider Pleurablätter, ebenso wie bei

diffusen Lungenerkrankungen in über 95% aller Fälle zur Diagnose führen. Zusammen mit der Möglichkeit, umschriebene periphere Lungenrundherde mit der Keil- oder Segmentresektion zu entnehmen, darf die thorakoskopische Exploration als echte Alternative zur herkömmlichen Probenthorakotomie bezeichnet werden. Stößt die Thorakoskopie an ihre Grenzen, stellt die VATS eine weitere Alternative zur Thorakotomie dar. Die VATS ist ein sicheres Verfahren mit dem gutartige Erkrankungen am Thorax und palliative Eingriffe ohne die Nachteile eines großen Zugangs behandelt bzw. durchgeführt werden können. Die VATS kann zur diagnostischen, aber nicht kurativen Exzisionen von Lungenrundherden eingesetzt werden. Die Behandlung von malignen peripheren Lungentumoren über die VATS sollte nur bei Patienten mit einem hohen Operationsrisiko unter kurativem Ansatz angewendet werden. Hierbei muss ein erhöhtes Lokalrezidivrisiko beachtet werden. In der onkologischen Chirurgie am Thorax liegen die Grenzen der minimal-invasiven Methode in der Radikalität des Eingriffs. Die mangelnde Palpation begrenzt die exakte Beurteilung des Hilus und des Lungenparenchyms, so dass Tumoren und Fremdkörper übersehen werden können. Weiterhin kann es zur Pleura- und Thoraxwandrezidiven nach minimal-invasiver Resektion von Bronchialkarzinomen und Lungenmetastasen kommen. Die begrenzte Resektion des Bronchialkarzinoms ist der Lobektomie mit mediastinaler Lymphknotendissektion in Bezug auf das onkologische Ergebnis unterlegen, der konservativen Behandlung jedoch weit überlegen. Bei der geringen Komplikationsrate der VATS und den akzeptablen Ergebnissen der begrenzten Segmentresektion des Bronchialkarzinoms wird die Indikation zur minimal-invasiven Resektion von Bronchialkarzinomen als Möglichkeit der onkologischen Chirurgie für Patienten diskutiert, die nicht einer Thorakotomie unterzogen werden können. Die Lungenmetastasen

werden mehrheitlich durch eine Keilresektion behandelt. Der Mangel liegt hier in der fehlenden Palpation der Lunge, die als intraoperativer Standard in der Detektion der Lungenmetastasen angesehen wird. Daher wird in der Regel weiterhin der offene Zugang gewählt. Eine effektive Neuentwicklung in der präoperativen Tumorendiagnostik bildet die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), durch die Tumoren und Metastasen weit häufiger entdeckt werden als mit anderen präoperativen diagnostischen Verfahren. Die meisten Techniken der Thorakoskopie in der Kleintiermedizin sind noch in der Entwicklung, sind aber mit der Entwicklung der Thorakoskopie in der Humanmedizin eng verknüpft. Mit der minimal-invasiven Chirurgie im Thoraxraum der Kleintiere steht eine operative Technik zur Verfügung, welche zunehmend neue Indikationen für sich zu erschließen vermag. Die Ebenbürtigkeit oder gar Überlegenheit zur offenen Chirurgie wird die endoskopische Methode durch vergleichbare Resultate erst unter Beweis stellen müssen. Ihre bereits heute scheinbare Überlegenheit bezüglich postoperativer Schmerz- und Komplikationsarmut muss in Vergleichsstudien verifiziert werden. Während die diagnostische Thorakoskopie eine sehr geringe Morbidität aufweist, wohnen der therapeutischen Thorakoskopie wesentlich mehr Komplikationsmöglichkeiten inne. Die kritiklose Anwendung der noch jungen Methode ohne kontinuierliche Überprüfung der verwendeten Techniken und Kontrollen der operierten Patienten kann in der Kleintiermedizin nicht befürwortet werden. Auch die Thorakoskopie in der Pferdemedizin befindet sich noch in den Anfängen. Doch ist sicher, dass in der Zukunft diese Methode eine größere Anwendung finden wird. Das größte und wichtigste Feld der Thorakoskopie in der Pferdemedizin ist die Diagnostik, da die röntgenologische und sonographische Untersuchung des gesamten Thorax beim Pferd Grenzen hat und somit diese Methode ein

zusätzliches, sehr effektives diagnostisches Mittel darstellt. Viele Neuentwicklungen der Endoskopie in der Humanmedizin können in Zukunft auch in der Tiermedizin zum Einsatz kommen. Das „Image-Signal-Transmission-System“ verbesserte das Bild auf dem Monitor (insbesondere die Bildschärfe). Die Ultraschall-Endoskopie nutzt zusätzlich die Vorteile der Ultraschalldiagnostik. Das Platzieren des Ultraschallkopfes am Ende des Endoskops erlaubt nicht nur die Visualisierung der Körperhöhle, sondern auch die Untersuchung tieferer Schichten eines Organs. Thorakoskopische Hämostasen können mit Laser-, Elektro- oder Thermokoagulationssystemen durchgeführt werden. Alle drei Systeme haben sich in der Humanmedizin als effektiv erwiesen. Es bleibt hier dem Operateur überlassen, welche der drei Methoden er wählt. Einen großen Fortschritt für die endoskopische Thoraxchirurgie in der Humanmedizin brachte die Entwicklung von Klammernahtinstrumenten, die über Trokare eingesetzt werden können. Die Resektion peripherer Lungenabschnitte oder Lobektomien unter Zuhilfenahme von Klammernahtgeräten erforderte bisher immer eine Thorakotomie. Die Entwicklung von Klammernahtgeräten, die durch einen 12-mm-Trokar eingebracht werden können, macht dies in ausgesuchten Fällen nun auch in thorakoskopischer Technik möglich.

## **16 Summary**

The technique of minimal invasive surgery in the humanmedizin has succesfully been introduced into the area of thoracic surgery. Surgery of the intrathoracic organs may now be performed without compromise of respiratory mechanics, thus allowing the operative treatment of an ever widening range of pathological conditions. The rate of complications is

low. The hospitalisation of the patients is short. The minimal invasive surgery is a secure technique for diagnosis and the treatment of benign diseases. The thoracoscopy is today an important diagnostic resource. In over 95% the thoracoscopy brings the diagnosis. If treatments are limited with the thoracoscopy the VATS is another good alternative. Treatments of benign diseases, mutiple biopsy and palliative treatments are with the VATS practicable without the disadvantages of thoracotomy. Malignant diseases are an indication for thoracotomy. Only patients with malignant diseases in bad condition should be treated with the VATS. Surgical treatment in peripheral bronchial carcinoma has best results after lobectomy. Limited resection decreases the oncological result compared to lobectomy. Conservative treatment of bronchial carcinoma with radiotherapy in patients who are not digible for open lobectomy because of restricted lung function or other non oncological reasons has a bad prognosis. In these cases VATS resection of bronchial carcinoma should be considered. Detection of all lung metastases by preoperative radiological study is low. In many cases additional metastases (tumors) were detected intraoperatively by palpation of the lungs. The result of lung metastases resection is highly dependent on the completness of exstirpation. Lung metastases should be removed by open thoracotomy. An effective development in the preoperative tumordiagnostic is the positrone-emission-tomography (PET). The preoperative detection of metastases/tumors is much higher than with other preoperative diagnostic methods (X-Ray, CT, MRT). There is limited experience in the veterinary profession with thoracoscopy and there is more to be learned about the indications, pathology, advantages, disadvantges, problems, complications and contraindications. The surgeons have experienced rare complications associated with thoracoscopy. Significant hemorrhage or air leakage has

not occurred. Thoracoscopy appears to have significant application for obtaining additional diagnostic information with minimal morbidity and mortality.

## 17 Literaturverzeichnis

Allen, M.S., Pairolero P.C. (1995): Inadequency, mortality and thoracoscopy. *Ann. Thorac. Surg.* 59, 6-6

Bauer, T., Thomas, W.B. (1983): Pulmonary Diagnostic Techniques. *Vet. Clin. North. Am.* 13, 273-298

Bemmof, J. (1985): One-lung ventilation and hypoxic pulmonary vasoconstriction: Implications for anesthetic management. *Anesth. Analg.* 64, 821-833

Betty-Cramped, A., Caywood, D. (1987): Pneumothorax. *Vet. Clin. North. Am./Small Anim. Pract.* 17, 367-374

Borenstein, N., Behr, L., Chetboul, V., Tessier, D., Nicole, A., Jacquet, J., Carlos, C., Retortillo, J., Fayolle, P., Pouchelon, J.L., Daniel, P., Laborde, F. (2004): Minimally invasive patent ductus arteriosus occlusion in 5 dogs. *Vet. Surg.* 33, 309-313

Boutin, C., Viallat, J.R., Cargnino, P. (1991): Thoracoscopy in malignant pleural effusions. *Am. Rev. Resp. Dis.* 124, 5-9

Brandscheid, D., Trainer, S., Bülzebruck, H., Vogt-Maykopf, D. (1988): Ergebnisse chirurgischer Therapie beim Spontanpneumothorax. *Langenbecks Arch. Chir. Suppl. II (Kongressbericht)*, 505-505

Brearley, S., Hawker, P.C., Dykes, P.W. (1987): Perendoscopic bipolar diathermy coagulation of visible vessels using a 3,2 mm probe: A randomized clinical trial. *Endoscopy* 19, 160-163

Bresticker, M.A., Oba, J., LoCicero, J., Grenne, R. (1993): Optimal Pleurodesis: A comparison study . *Ann. Thorac. Surg.* 55, 364-367

Bright, R.M., Birchards, S.J. (1981): PNO in the dog. *Canine Practice* 8, 39-48

Brissot, H.N., Dupre, G.P., Bouvy, B.M., Paquet, L. (2003): Thoracoscopic treatment of bullous emphysema in 3 dogs. *Vet. Surg.* 32, 524-529

Brunson, D.B., Majors, L.J. (1987): Comperative analgesia of xylazine, xylazine-morphine, xylazine-butorphanol and xylazine-nalbuphine in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 48, 1087-1091

Buhr, J., Berghäuser, K.H., Morr, H. (1990): Tumor cells in intraoperative pleural lavage. An indicator for the poor prognosis in bronchogenic carcinoma. *Cancer* 65, 1801-1804

Cantwell, H.D., Rebar, A.H., Allen, A.R. (1983): Pleural effusion in the dog: Principles for Diagnosis. *Am. Anim. Hos. Ass.* 19, 227-232

Chabchoub, A., Mathlouthi, A., Kacem, S., Amara, A., Ghorbel, A., Djenayah, F. (1992): Thoracoscopie chez le chien (travail experimental). *Rec. Med. Vet.* 168, 9-15

Clarke, K.W., Paton, B.S. (1988): Combined use of detomidine with opiates in the horse. *Equine Vet. J.* 20, 331-334

Combie, J., Dougherty, J., Nugent, E. (1979): The pharmacology of narcotic analgesics in the horses: Dose and time response relationships for behavioral responses to morphine, meperidine, anileredine, methadone and hydromorphone. *J. Equine Med. Surg.* 3, 377-383

Craft, T.M., Upton, P.M.: *Anästhesie: Schlüsselthemen der klinischen Praxis.* Gustav Fischer-Verlag 231-234

Dupre, G.P., Corlouer, J.P. (1990): Pneumothorax de carnivores domestiques: aspects cliniques et therapeutiques. *Point. Vet.* 22, 531-581

Dupre, G.P., Corlouer, J.P., Bouvy, B. (2001): Thoracoscopic pericardectomy performed without pulmonary exclusion in 9 dogs. *Vet. Surg.* 30, 21-27

Ettinger, S.J. (1983): *Textbook of veterinary medicine: Disease of the dog and the cat.* Sanders company Edit. 2, London, 854-881

Eypasch, E., Spangenberger, W., Troidl, H. (1992): Endoskopische Zugänge an Thorax und Abdomen. *Chirurg* 63, 777-787

Forrester, S.D. (1990): Pleural effusion in the dog and cat. *Vet. Ann.* 30, 283-297

Fry, W.A., Siddiqui, A., Pensler, J.M. (1995): Thoracoscopic implantation of cancer with a fatal outcome. *Ann. Thorac. Surg.* 59, 42-45

Gantke, S. (2000): Die Ein-Lungenventilation beim Hund. *Kleintierpraxis* 45, 227-232

Garcia, F., Prandi, D., Pena, T., Franch, J., Trasserra, O., de la Fuente, J. (1998): Examination of the thoracic cavity and lung lobectomy by means of thoracoscopy in dogs. *Can. Vet. J.* 39, 285-291

Gebhardt, C., Bölskei, P., Wilkening, H., Havasi, G., Juckenat, R. (1989): Die Behandlung des Spontanpneumothorax. *Langenbecks Arch. Chir.* 374, 156-159

Gerring, E.L. (1981): Priapism and ACP in the horses. *Vet. Rec.* 109, 64-64

Gielen, I., De Rycke, L., van Ryssen, B., van Bree, H. (1998): Thoracoscopy in dogs. 5th International Workshop for Videoscopic Surgery for Veterinarians. European Surgical Institute in Norderstedt 1998. *Kleintiermedizin* 99, 114-117

Ginsburg, R.J., Rubinstein, L. (1994): The comparison of limited resection to lobectomy for T1-NO-non-small-cell-lung-cancer. *Chest* 106, 318S-319S

Groen, H.J.M. (2000): PET verbessert Staging beim nichtkleinzelligen Lungenkarzinom. *Deutsches Ärzteblatt* 40, B2242-B2242

Hazelrigg, S.R., Nunchuk, S.K., Lo Cicero, J. (1993): Video assisted thoracic surgery study group data. *Ann. Thorac. Surg.* 56, 1039-1044

Hendrickson, D.A., Wilson, D.G. (1996): Instrumentation and techniques for laparoscopic and thoracoscopic surgery in horses. *Eq. Vet. Educ.* 12, 235-259

Inderbitzi, R., Furrer, M., Ris, H.B. (1993): Thorakoskopische Eingriffe. *Zentralblatt für Chirurgie* 118, 322-328

Inderbitzi, R., Furrer, M., Striffeler, H., Altermat, H.J., Althaus, U. (1993): Die thorakoskopische Lobektomie im Tiermodell. *Chirurg* 64, 324-328

Inderbitzi, R., Molnar, J. (1990): Erfahrungen in der diagnostischen und operativen Video-Endoskopie des Thoraxraumes. *Schweiz med. Wschr.* 120, 1907-1965

Isakow, K., Fowler, D., Walsh, P. (2000): Video-assisted thoracoscopic division of the ligamentum arteriosum in two dogs with persistent right aortic arch. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 217, 1333-1336

Jackson, J., Richter, K.P., Launer, D.P. (1999): Thoracoscopic partial pericardiectomy in 13 dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 13, 529-533

Johnston, J.H., Sones, J.Q., Long, B.W. (1985): Comparison of heater probe and YAG-Laser in endoscopic treatment of major bleeding from peptic ulcers. *Gastrointest. Endosc.* 31, 175-180

Jones, B.D., Gross, M.E. (1990): Introduction to endoscopy. *Vet. Clin. North Am./Small Anim. Pract.* 20, 1199-1208

Kauzcor, H.U., Hansen, M. (1994): Computertomographie in der Diagnostik von Lungenmetastasen: Verbesserung durch Einsatz der Spiraltechnik. *Radiologie* 34, 569-575

Kerr, D.D., Jones, E.W., Hobbart, D. (1972): Comparison of the effects of xylazine and acetylpromazine melete in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 33, 777-784

Kerr, D.D., Jones, E.W., Kiggins, K. (1972): Sedative and other effects of xylazine given i.v. to horses. *Am. J. Vet. Res.* 33, 525-532

Kirby, T.J., Mack, M.J., Landreneau, R.J., Rice, T.W. (1993): Initial Experience with video-assisted thoracoscopic lobectomy. *Ann. Thorac. Surg.* 56, 1248-1253

Kovak, J.R., Ludwig, L.L., Bergman, P.J., Baer, K.E., Noone, K.E. (2002): Use of thoracoscopy to determine the etiology of pleural effusion in dogs and cats: 18 cases (1998-2001). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 221, 990-994

Kreis, G.J., Little, K.H., Westergarrd, H. (1987): Laser photocoagulation for the treatment of acute peptic ulcer bleeding. A randomized controlled clinical trial. *N. Engl. J. Med.* 316, 1618-1621

Laine, L. (1987): Multipolar electrocoagulation in the treatment of active upper gastrointestinal hemorrhage: A prospective controlled trial. *N. Engl. J. Med.* 316, 1613-1617

Landreneau, R.J., Mack, M.J., Hazelrigg, S.R. (1994): Prevalence of chronic pain after pulmonary resection by thoracotomy or video-assisted thoracic surgery. *Sem. Thorac. Cardiovasc.* 107, 1079-1085

Landreneau, R.J., Mack, M.J., Hazelrigg, S.R. (1992): Video-assisted thoracic surgery: basic technical concepts and intercostal approach strategies. *Ann. Thorac. Surg.* 54, 800-807

Lewis, R.J., Caccavale, R.J., Sisler, E.G., Mackenzie, J.W. (1992): One hundred consecutive patients undergoing video-assisted thoracic operations. *Ann. Thorac. Surg.* 54, 421-426

Lin, H.J., Tsai, Y.T., Lee, S.D. (1988): Heat probe-therapy for severe hemorrhage from peptic ulcer with visible vessel. *Endoscopy* 20, 131-133

Linder, A., Friedel, G., Toomes, H. (1993): Operative thoracoscopy for recurring pneumothorax. *Endosc. Surg. Allied Technol.* 1, 253-257

Linder, A., Toomes, H. (1994): Techniken der thorakoskopischen Chirurgie. *Der Chirurg* 65, 657-663

Lowe, J.E., Hilfiger, J. (1986): Analgesics and sedative effects of detomidine compared to xylazine in a colic model using i.v. and i.m. routes of administration. *Acta. Vet. Scand.* 82, 85-95

Lugo, J., Stick, J.A., Peroni, J., Harkema, J.R., Derksen, F.J., Robinson, N.E. (2002): Safety and efficacy of a technique for thoracoscopically guide pulmonary wedge resection in horses. *Am. J. Vet. Res.* 63, 1232-1240

Mackey, V.S. (1983): Equine Pleuropneumonia: Radiology/Diagnostic Ultrasound/Thoracoscopy. 29th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners 1983, 75-80

Mackoy, B., Lukeman, J.M., Ordonez, N.G. (1991): Tumors of the lung. Saunders: Philadelphia-London-Toronto, 173-173

MacPhail, C.M., Monnet, E., Twedt, D.C. (2001): Thoracoscopic correction of persistent right aortic arch in a dog. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 37, 577-581

Mahmoud Ali, M. (2002): Endoskopische Diagnostik beim Kleintier: Erfahrungen mit der Otoskopie, Ösophagoskopie, Endoskopie der Atemwege und Arthroskopie. *Vet. Diss., Justus-Liebig-Universität Giessen*

Malone, E.D., Farnsworth, K., Lennox, T., Tomlinson, J., Sage, A.M. (2001): Thoracoscopic-assisted diaphragmatic hernia repair using a thoracic rib resection. *Vet. Surg.* 30, 175-178

Mannsmann, R.A., Bernard-Strother, S. (1985): Pleuroscopy/Thoracoscopy in horses. *Modern Vet. Practice* 66, 9-17

Martini, N., Bains, M.S., Burt, M.E. (1995): Incidence of local recurrence and second primary tumors in resected stage-I-lung-cancer. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 109, 120-129

McCarthy, T.C., McDermaid, S.L. (1990): Thoracoscopy. *Vet. Clin. North. Am.* 20, 1341-1352

McCashin, F.B., Gabel, A.A. (1975): Evaluation of xylazine as a sedative preanesthetic agent in horses. *Am. J. Vet. Res.* 36, 1421-1429

McCormack, P.M., Banjif, M.S. (1996): Role of video-assisted thoracic surgery in the treatment of pulmonary metastases: Results of a prospective trial. *Ann. Thorac. Surg.* 62, 213-217

McCormack, P.M., Ginsberg, K.B., Bains, M.S. (1993): Accuracy of lung imaging in metastases with implications for the role of thoracoscopy. *Am. Thorac. Surg.* 56, 863-866

McKenna, R.J. (1994): Lobectomy by video-assisted thoracic surgery with mediastinal node sampling for lung cancer. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 107, 897-882

Moloo, Z., Finley, R.J., Lefcoe, M.S., Tuner-Smith, L., Craig, I.D., (1985): Possible Spread of bronchial carcinoma after transthoracic fine needle aspiration biopsy. *Acta. Cytol.* 29, 167-169

Muir, W.W., Robertson, J.T. (1985): Visceral analgesia: Effects of xylazine, butorphanol, meperidine and pentazocine in horses. *Am. J. Vet. Res.* 46, 2081-2084

Muir, W.W., Sharda, R.T., Sheehan, W.C. (1979): Hemodynamic and respiratory effects of xylazine-morphine sulfate in horses. *Am. J. Vet. Res.* 40, 147-149

Norris, C.R., Griffey, S.M., Walsh, P. (2002): Use of keyhole biopsy for diagnosis of interstitial lung diseases in dogs and cats: 13 cases (1998-2001). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 221, 1453-1459

Ohlhauser, C., Bülzebruck, H., Ebert, W., Drings, P. (1997): Prognostic factors for survival in inoperable non-small cell lung cancer: A multivariate regression analysis of 456 patients with radiation therapy. *Onkologie* 20, 126-131

Penchot, M., Libshitz, H.I. (1987): Pulmonary metastatic disease: Radiologic-surgical correlation. *Radiology* 164, 719-722

Peroni, J.F., Horner, N.T., Robinson N.E., Stick, J.A. (2001): Equine thoracoscopy: normal anatomy and surgical technique. *Equine Vet. J.* 33, 231-237

Peroni, J.F., Robinson, N.E., Stick, J.A., Derksen, F.J. (2000): Pleuropulmonary and cardiovascular consequences of thoracoscopy performed in healthy standing horses. *Equine Vet. J.* 32, 280-286

Pietermann, R.M. (2000): Preoperative staging of non-small-cell lung cancer with positron-emission-tomography. *N. Engl. J. Med.* 343, 254-261

Pippi, N.L., Lumb, W.V. (1979): Objective tests of analgesic drugs in ponies. *Am. J. Vet. Res.* 40, 1082-1086

Remedios, A.M., Steinacher, S., Ferguson, S., Duke, T. (1995): Laparoscopic and thoracoscopic fenestration of the thoracic and lumbar intervertebral discs (T9-L7) in dogs. Experimental study. *Vet. Surg.* 24, Abstract, 439-439

Reske, S.N. (1998): Positronen-Emissions-Tomographie in der Onkologie. *Deutsches Ärzteblatt* 30, B1495-B1497

Robertson, J.T., Muir, W.W. (1983): A new analgesic drug combination in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 44, 1667-1669

Robertson, J.T., Muir, W.W., Sams, R. (1981): Cardiopulmonary effects of butorphanol tartate in horses. *Am. J. Vet. Res.* 42, 41-44

Rutgeerts, P., Vantrappen, G., Van Hootegem, P. (1987): Nd:YAG-Laser photocoagulation versus multipolar electrocoagulation for the treatment of severely bleeding ulcers: A randomized comparison. *Gastrointest. Endosc.* 33, 199-202

Schildberg, F.W., Sunder-Plassmann, L. (1990): Chirurgische Therapie des Bronchialkarzinoms. *Chirurg* 61, 558-564

Schirren, J., Trainer, S., Schneider, P., Hendrichs, H. (1994): Sind videoassistierte thorakoskopische Resektionsverfahren in der onkologischen Chirurgie vertretbar? *Chirurg* 65, 664-670

Seyfer, A.E., Walsh, D.S., Graeber, G.M. (1989): Chest wall implantation of lung cancer after thin-needle aspiration biopsy. *Ann. Thorac. Surg.* 48, 284-286

Short, C.E., Stauffer, J.L. Goldberg, G. (1986): The use of atropine to control heart rate responses during detomidine sedation in horses. *Acta. Vet. Scand.* 27, 548-559

Sinner, W.N., Zajieky, D. (1976): Implantation metastasis after percutaneous needle aspiration biopsy. *Acta. Radiol. Diagn.* 17, 473-480

Sivak, M.V. (1987): *Gastroenterologic endoscopy.* WB. Saunders Philadelphia. 253-253

Soper, N.J., Brunt, L.M., Kerbl, K. (1994): *Laparoscopic general surgery.* Med. Prog. Technol. 330, 409-419

Stamatis, G. (1994): Thorakoskopische Techniken an der Lunge , spezielle anatomische Resektionen. *Chirurg* 65, 354-365

Stamatis, G., Fechner, S. (1996): Die videothorakoskopische Lobektomie. *Der Chirurg* 67, 425-435

Thiele, S. (1996): Minimal-invasive Chirurgie beim Kleintier: Technische Ausrüstung und endoskopisches Instrumentarium der minimal-invasiven Chirurgie beim Kleintier. Fischer-Verlag, 13-26

Vachon, A.M., Fischer, A.T. (1998): Thoracoscopy in the horse: diagnostic and therapeutic indications in 28 cases. *Equine Vet. J.* 30, 467-475

Walsh, G.L., Nesbitt, J.C. (1995): Tumor implants after thoracoscopic resection of metastatic sarcoma. *Ann. Thorac. Surg.* 59, 216-218

Walsh, P.J., Remedios, A.M., Ferguson, J.F., Walker, D.D., Cantwell, S., Duke, T. (1999): Thoracoscopic versus open partial pericardectomy in dogs: comparison of postoperative pain and morbidity. *Vet. Surg.* 28, 472-479

Wayand, W., Woisetschläger, R. (1992): Erste Ergebnisse der minimalinvasiven Lungenchirurgie. *Der Chirurg* 63, 555-557

Weder, W., Schimmer, R.C., Matter, H., Russi, E., Largiader, F. (1993): Langzeitresultate der offenen parietalen Pleurektomie in der Behandlung des Rezidiv-Spontaneumothorax. *Chirurg* 64, 392-395

Zollinger, A. (1999): Anästhesie in der Thoraxchirurgie. *Anästhesist* 48, 193-204

## **18 Abbildungsverzeichnis**

Fa. Ethicon-Endo-Surgery, Cincinnati, OH, USA (Abbildungen 21,22)

Fa. Karl-Storz-Endoscopy America, Inc., Culver City, CA, USA,  
(Abbildungen 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)

Fa. Olympus, CA, USA (Abbildungen 5, 6, 7, 49, 50, 51)

Geiger A., Förster R., Asfour B., Thülig B., Scheld H.H. (1993): Indikation und Technik der thorakoskopischen Lungenresektion. *Minim. Inv. Chir.* 2, 58-62 (Abbildung 36)

Gielen I., De Rycke L., van Ryssen B., van Bree H. (1998): Thoracoscopy in dogs. 5<sup>th</sup> International Workshop for Videoscopic Surgery for Veterinarians European Surgical Institute in Norderstedt. *Kleintiermedizin* (3) 99, 114-117 (Abbildungen 8, 9, 10, 11)

Inderbitzi R., Furrer M., Striffeler H., Altermatt H.J., Althaus U. (1993): Die thorakoskopische Lobektomie im Tiermodell. *Der Chirurg* 64, 324-328 (Abbildungen 45, 46, 47, 48)

Linder A., Toomes H. (1994): Techniken der thorakoskopischen Chirurgie. *Der Chirurg* 65, 657-663 (Abbildungen 1, 2, 3, 4)

Mannsmann R.A., Bernard-Strother S. (1985): Pleuroscopy in horses. *Modern Vet. Pract.* 66, 9-17 (Abbildungen 23, 24, 25, 26, 27, 28, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44)

Stamatis G., Fechner S. (1996): Die videothorakoskopische Lobektomie.  
Der Chirurg 67, 425-435 (Abbildungen 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35)

## **DANKSAGUNG**

Ich danke Herrn Prof. Dr. Ernst Schimke ganz herzlich für die so vielen Anregungen und Vorschläge zu dieser Arbeit, ebenfalls Herrn Prof. Dr. Max Zegelman für die Ermöglichung dieser Dissertation.

Weiterhin danke ich allen Leuten, die mich während der Anfertigung meiner Arbeit erduldet haben, hier insbesondere Larissa und Claudia Schulz sowie Christa Parizek.

Besonderen Dank gilt Martina Koch für das mehrfache Korrekturlesen meiner Dissertation.